



UNIVERSIDADE D  
COIMBRA

Eduardo Miguel Santos Monteiro

**DESENVOLVIMENTO DE UM MANUAL DE  
OPERAÇÕES PARA UMA EMPRESA PRODUTORA DE  
LAMINADO TERMOPLÁSTICO**

Dissertação no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial orientada pelo Professor Doutor José Luis Ferreira Afonso apresentada no Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Coimbra.

Julho de 2019

1 2



9 0

FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE  
COIMBRA

DEPARTAMENTO DE  
ENGENHARIA MECÂNICA

# **Desenvolvimento de um Manual de Operações para uma empresa produtora de laminado termoplástico**

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e  
Gestão Industrial

## **Development an Operations Manual to a company producer of thermoplastic sheet**

**Autor**

**Eduardo Miguel Santos Monteiro**

**Orientador**

**Professor Doutor José Luis Ferreira Afonso**

**Júri**

<b>Presidente</b>	<b>Professor Doutor Luis Migul Domingues Fernandes Ferreira Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra</b>
<b>Vogais</b>	<b>Professor Doutor Paulo Joaquim Antunes Vaz Professor Adjunto do Instituto Politécnico de Viseu</b>
<b>Orientador</b>	<b>Professor Doutor José Luis Ferreira Afonso Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra</b>

**Instituição Empresarial**

---



**intraplás**

**Intraplás- Indústria Transformadora de  
Plásticos, S.A.**

**Coimbra, Junho, 2019**



“Be curious. And however difficult life may seem, there is always something you can do and succeed at. It matters that you don’t just give up.”

Stephen Hawking, 2015.

Aos meus pais,



## Agradecimentos

A elaboração deste trabalho só foi possível através do apoio de algumas pessoas das quais quero de deixar o meu agradecimento.

Em primeiro lugar quero a agradecer aos meus pais por todo o esforço e amor demonstrado ao longo de toda a realização do percurso académico.

Em segundo lugar quero agradecer aos meus amigos e restantes familiares pela presença em todos os momentos da minha vida.

Gostaria de deixar o meu agradecimento ao Professor Doutor José Afonso pela relação criada e por todo o tempo de ajuda e orientação dedicada ao longo do semestre.

Quero também deixar uma palavra de gratidão ao Professor Doutor Cristovão Silva por toda a atenção dedicada.

Para finalizar gostaria de agradecer aos colaboradores e direção da empresa Intraplás, S.A. por todo o conhecimento transmitido e pela boa integração na organização. Não posso deixar este ponto sem agradecer especificamente ao Eng. Luís Oliveira, ao Nuno Pacheco, ao José Luis, ao Alexandre Oliveira, ao René Oliveira, ao Francisco Ribeiro, ao Adélio Silva, ao Eng. Miguel Paiva, ao Alberto Martins e ao Arnaldo Branco.



## Resumo

O objetivo desta dissertação consiste no desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à realização sistemática e padronizada das operações nas diferentes linhas de produção de laminado termoplástico.

Na base deste trabalho está a necessidade de a empresa documentar todas as tarefas realizadas durante o processo produtivo de bobines e torná-lo padronizado, eliminando assim a variabilidade nas sequências de operações realizadas pelos seus colaboradores.

Deste modo procedeu-se a elaboração de um manual de operações para cada uma das linhas de montagem onde são descritas de forma sistemática todas as ações que os operadores de máquina devem realizar.

Inicialmente apresenta-se uma revisão bibliográfica acerca de como surgiu o conceito de padronização das ações dos colaboradores em processos produtivos, partindo de seguida para a definição da metodologia e análises realizadas que ajudaram ao desenvolvimento do manual.

A elaboração deste manual provém de fundamentos adquiridos através de ferramentas de melhoria contínua e filosofia Lean, nomeadamente o *Standard Work* e como estes conceitos se foram desenvolvendo ao longo do tempo. A realização deste trabalho apresenta uma exaustiva revisão bibliográfica acerca do conceito de procedimentos de operação normalizados, mais conhecidos como *Standard Operations Procedures* (SOP's) e sobre como deve ser elaborado um manual de operações.

A metodologia adotada para a recolha informação acerca do processo produtivo provém da realização do *gemba walk*, de reuniões de *brainstorming*, da criação de um *mind-map* e no final uma análise *Plan- Do- Check- Act* (PDCA) que caminha lado a lado com a análise *Standard- Do- Check- Act* (SDCA).

Esta dissertação fundamenta todo o processo de elaboração do manual de operações, apresentando todos os capítulos nele abordados, o seu conteúdo e de que forma esta ferramenta auxilia o operador a executar a sua função.

**Palavras-chave:** Trabalho padronizado, Procedimentos de Operações Padronizados, filosofia Lean, manual de operações, melhoria continua.

## Abstract

The objective of this dissertation is to develop a tool to support the systematic and standardized performance of operations in the different production lines of thermoplastic laminate.

The basis of this work is the need for the company to document all the tasks performed during the production process and make it standardized, thus eliminating the variability in the sequences of operations performed by its employees.

In this way, an operation manual was prepared for each of the assembly lines where all the actions that the machine operators must perform are systematically described.

Initially it is presented a bibliographic review about how the concept of standardization of the actions of employees in production processes appeared, starting then for the definition of the methodology and analysis performed that helped the development of the manual.

The elaboration of this manual comes from foundations acquired through continuous improvement tools and Lean philosophy, namely the Standard Work and how these concepts have been developed over time. This work presents an exhaustive bibliographic review on the concept of Standard Operations Procedures (SOPs) and how an operation manual should be prepared.

The methodology adopted for the collection of information on the production process comes from the execution of the gemba walk, brainstorming meetings, the creation of a mind-map and at the end a Plan- Do- Check- Act (PDCA) analysis that goes hand in hand with the Standard- Do- Check- Act (SDCA) analysis.

This dissertation is the basis for the entire process of preparing the operations manual, presenting all the chapters covered in it, its content and how this tool helps the operator to perform its function.

**Keywords** Standard work, Standard Operations Procedures (SOPs), Lean tools, Operations manual, Continuous improvement.

## Índice

Índice de Figuras .....	x
Índice de Tabelas.....	xi
Siglas: .....	xii
1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento e Objectivo .....	3
1.2. Apresentação da Empresa.....	4
1.2.1. Breve História da Empresa.....	4
1.2.2. Produtos e Processos Produtivos.....	5
1.2.3. Mercado.....	6
1.2.4. Organização e Política da Qualidade .....	7
1.2.5. Organização documental .....	10
1.2.6. Caracterização das linhas de produção.....	12
1.2.7. Caracterização do processo produtivo.....	14
2. Revisão Bibliográfica .....	19
2.1. Filosofia Lean .....	19
2.2. Training Within Industry .....	21
2.3. Standard Work.....	22
2.4. Instruções de Trabalho.....	24
2.5. Procedimentos de Operações Padronizados .....	26
2.5.1. Definição e modo de elaboração .....	26
2.5.2. O Processo <i>Standard Operation Procedure</i> (SOP).....	27
2.5.3. Os Benefícios dos SOP's.....	29
2.5.4. Problemas na implementação eficiente dos SOP's .....	30
2.6. Manual de Operações .....	31
2.6.1. Introdução.....	31
2.6.2. Ferramentas, recursos e recomendações para a criação do manual .....	32
3. Metodologia .....	35
3.1. Gemba Walk.....	35
3.2. Brainstorming .....	37
3.3. Mind-Map.....	38
3.4. PDCA / SDCA.....	42
4. O Manual Ponto-a-Ponto.....	47
4.1. Características da máquina .....	47
4.2. Segurança.....	48
4.3. Instruções de higiene e segurança no trabalho .....	48
4.4. Localização de ferramentas e responsáveis .....	49
4.5. Limpeza da máquina e linhas de alimentação .....	49
4.6. Arranque de máquina.....	50
4.7. Preparação para arranque de máquina após paragem prolongada.....	51

---

4.8.	Arranque após paragem por corte de energia .....	52
4.9.	Mudança de produto .....	52
4.10.	Processo produtivo de bobines.....	53
4.10.1.	Vista geral do sistema de bobinagem.....	53
4.10.2.	Controlos de comando do sistema das estações de bobinagem.....	54
4.10.3.	Operações no sistema de bobinagem .....	54
4.11.	Controlo.....	55
4.11.1.	Controlo do produto.....	55
4.11.2.	Controlo de desperdício .....	56
4.12.	Paragem Prolongada.....	57
4.13.	Embalagem.....	57
4.14.	Mudança de Turno .....	58
4.15.	No Decorrer do turno .....	58
4.16.	Fim de Turno .....	59
4.17.	Cuidados durante o Turno .....	59
4.18.	Manutenção .....	59
4.19.	Documentação Anexa .....	60
4.20.	Anexo .....	60
5.	Conclusões.....	61
6.	Referências Bibliográficas.....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama Intraplás S.A. (elaborado pelo autor).....	8
Figura 2- Ilustração do sistema de extrusão de uma linha (Fonte: Reifenhäuser (1997))...	12
Figura 3- Bobine carrinho Jumbo.....	13
Figura 4- Bobine normal .....	13
Figura 5- Exemplo <i>feedblock</i> (Fonte: <a href="https://en.jc-times.com/content/details44_149.html">https://en.jc-times.com/content/details44_149.html</a> , acedido em: 21 de Junho de 2019).....	15
Figura 6. <i>Mind-Map</i> EX 11 (elaborado pelo autor) .....	41
Figura 7- Ciclo PDCA (Fonte: Imai (2012), adaptada pelo autor).....	42
Figura 8- Ciclo SDCA (Fonte: Imai (2012), adaptada pelo autor).....	43
Figura 9- Implementação do ciclo PDCA e SDCA (Fonte: Imai (2012), adaptada pelo autor) .....	44

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Legenda da Figura 2 (Fonte: Reifenhäuser (1997), legenda adaptada pelo autor)	12
---	----

**Siglas:**

EPA - *U.S. Environmental Protection Agency*

EUA- Estados Unidos da América

PS- Poliestireno

PP- Polipropileno

PET- Polietileno Tetrafálico

PDCA- *Plan- Do- Check- Act*

SDCA- *Standard- Do-Check- Act*

SOP's- *Standard Operations Procedures*

TWI- *Training Within Industry*

UF2- Unidade Fabril 2

## 1. INTRODUÇÃO

Os sucessivos desenvolvimentos tecnológicos e operacionais das organizações têm marcado este século provocando uma necessidade de otimização em todos os setores e operações de uma empresa para que esta consiga ser mais competitiva face aos seus concorrentes e seja capaz de gerar continuamente mais valor.

O sucesso das empresas transformadoras depende da sua capacidade de se adaptar rapidamente aos novos desafios tecnológicos, sociais e condições económicas em seu redor. (Gorecky, Khamis, & Mura, 2015)

Segundo Birmingham e Jelinek (2007), a intensa procura da minimização de erros e falhas, tanto nos processos produtivos, como na qualidade dos produtos, incita os gestores à implementação de ferramentas de melhoria contínua de modo a facilitar a deteção e a compreensão das origens dessas falhas e erros ocorridos.

A partir das mudanças económicas as organizações, para manterem a sua posição de mercado, encontram-se sempre em busca de novas soluções desenhadas para melhorar processos e reduzir custos. Numa era de globalização a busca de excelência na produção é necessária para o desenvolvimento do negócio e sobrevivência no mercado (Birmingham & Jelinek, 2007).

Cada vez mais se tem discutido e abordado a temática acerca da interação homem-máquina, discutindo-se a necessidade de uma forte compreensão por parte dos operadores sobre os comandos, funcionalidades e potencialidades da máquina nos processos produtivos a que se destina.

A falta de informação acerca das propriedades e componentes das máquinas associada a uma formação não sistematizada dos procedimentos e processos inerentes à actividade diária dos operadores, conduz a um manuseamento intuitivo e demasiadas vezes, autónomo por parte dos mesmos, sem a devida compreensão das suas ações e das possíveis falhas que estas possam originar.

Apesar do mercado de trabalho ao longo dos últimos anos ter sofrido grandes alterações, ainda existem operadores que realizam a mesma tarefa há dezenas de anos da

forma que mais lhes convêm e que difere de operador para operador, criando assim aleatoriedade no processo.

Partindo disto nasce a necessidade de uniformização e padronização dos procedimentos operacionais dos operadores, assim como, a devida elaboração documental dessas operações.

Para tal foi necessária uma forte avaliação visual de todo o processo produtivo, discussão com colaboradores e chefias acerca das tarefas diárias no chão de fábrica, percepção de todo o funcionamento das máquinas ligadas ao processo de extrusão de plástico e, finalmente, compreensão do funcionamento das diferentes linhas de montagem de produção das bobines.

Posto isto, o desenvolvimento do manual de operações tem como base toda a informação recolhida acerca das actividades em que os operadores se encontram envolvidos, a aplicação de ferramentas de análise de processos e sequências operacionais, o estudo de práticas de melhoria contínua com base nas abordagens da filosofia de Lean, nomeadamente: ferramentas de melhoria contínua ligadas à uniformização e padronização dos procedimentos e operações.

O objetivo desta dissertação incide na realização de forma coerente e objetiva do manual de operações para que a organização possa utilizar na formação de próximos colaboradores que venham a fazer parte da empresa, assim como, guiar e auxiliar os actuais operadores nas diferentes atividades e tarefas que desempenham ao longo de todo o processo produtivo.

## 1.1. Enquadramento e Objectivo

A realização desta dissertação em ambiente industrial teve lugar na empresa Intraplás- Indústria Transformadora de Plástico, S.A. e partiu da necessidade da empresa em criar um manual de operações relativo ao processo produtivo em cada máquina

O manual visa descrever todas as actividades em que os operadores de máquina se encontram envolvidos na produção de bobines de laminado termoplástico.

Nos dias de hoje para atingir altos níveis de competitividade no mercado, as organizações procuram melhorar o seu desempenho e a eficiência dos seus processos. Abordagens Lean tem sido das metodologias mais usadas para otimizar processos e diminuir desperdícios (Pereira, et al., 2016).

Segundo Osvalder e Ulfvengren (2010), citado em Khoshvenis e Lindberg (2015), a importância entre a interação homem e máquina tem crescido com o desenvolvimento da tecnologia.

Existem imensos fatores críticos que podem ser considerados durante o *design* da solução tecnológica que interage com os trabalhadores em ambiente industrial. Posto isto, é vital assegurar a precisão da informação providenciada que permita ao operador uma correta interpretação das instruções e simplificação das tarefas de execução (Khoshnevis & Lindberg, 2015).

Segundo Rodriguez, Quint, Gorecky, Romero e Siller (2015), atualmente os processos de fabrico são cada vez mais complexos e variáveis, e posteriormente quando as operações envolvem iterações humanas é susceptível que ocorram erros humanos.

Álem disso, quando se tem processos e sequências complexas, certas padronizações operacionais de performance para uma tarefa específica ou séries de tarefas podem criar uma elevada dependência de um trabalhador particular bem treinado ou de um especialista, caso contrário, a produção pode parar se este não se encontrar na zona de trabalho (Rodriguez et al., 2015).

O objectivo deste trabalho consiste em fundamentar e desenvolver um manual de operações correspondente aos procedimentos e operações dos operadores de máquina durante de fabrico de laminado termoplástico.

## **1.2. Apresentação da Empresa**

A organização Intraplás S.A. apresenta-se de forma resumida através da sua designação social: Intraplás- Indústria Transformadora de Plásticos, S.A. e detém um capital social de 20 milhões de euros.

A sua actividade económica é regida pelo CAE 22 210- Fabricação de chapas, folhas, tubos e perfis de plástico.

A sede social da empresa fica situada em território nacional, especificamente em Rebordões no concelho de Santo Tirso. As suas instalações cobrem uma área com cerca de 24 000 m<sup>2</sup> e tem aproximadamente 300 trabalhadores.

### **1.2.1. Breve História da Empresa**

Fundada em 17 de Outubro de 1968, sempre se dedicou ao setor industrial de fabricação de artigos de matérias plásticas. Iniciou a sua actividade em Roriz, dispondo de máquinas de moldação por vácuo, utilizando chapa termoplástica importada.

Em 1974, mudou para as actuais instalações (sede situada Rebordões-Santo Tirso) e adquiriu a primeira linha de extrusão, passando a produzir laminados termoplásticos, tanto para venda como para consumo no processo produtivo.

Ao longo dos anos, com sucessivos investimentos, tem vindo a crescer, preocupando-se sempre com o nível tecnológico dos meios de produção, com o Sistema de Gestão da Qualidade e com a progressiva adequação da estrutura organizacional.

O seu fabrico assenta essencialmente em laminados termoplásticos e embalagens para a Indústria Alimentar.

O crescimento imposto pelo mercado abriu portas a uma nova necessidade, à qual a Intraplás respondeu. Adquiriu e construiu de raiz uma nova unidade que foi direccionada para a produção de Termoformados, com ou sem Impressão, tendo também aumentado a sua capacidade de armazenagem.

A empresa encontra-se vocacionada para os mercados de exportação, fornecendo actualmente cerca de 500 clientes, em mais de 20 países, distribuídos pelos diferentes

continentes. O sucesso alcançado a nível nacional serviu como base para o desenvolvimento das suas actividades de exportação, que hoje representam mais de 80% das vendas.

Desde Maio de 1994 que a Intraplás mantém o seu Sistema da Qualidade certificado. Inicialmente segundo a norma ISO 9002, até Junho de 2003, tendo-se organizado por processos, garantindo a transição para a ISO 9001:2000 e alterações posteriores.

Esta certificação, concedida inicialmente pelo Instituto Português da Qualidade (IPQ) e posteriormente pela Associação Portuguesa de Certificação (APCER)- Cert. Nº 94 / CEP 147, constitui uma demonstração inequívoca da qualidade alcançada pela organização.

Face à exigência dos novos mercados, em Outubro de 2013, a Intraplás certifica a unidade de Extrudidos pela Interstate Milk Shippers (IMS), passando a integrar a Lista de Fornecedores FDA, na área da Lâmina para produtos lácteos e, em Dezembro desse mesmo ano, obtém a certificação BRC Global Standard for Packaging & Packaging Materials pela ISACERT/ APCER.

O rigor e exigência destes dois referenciais, tendo como pano de fundo a Gestão da Qualidade tem potenciado a abertura a novos mercados, a novos clientes, a fidelização dos existentes e a consolidação dos resultados.

### **1.2.2. Produtos e Processos Produtivos**

Os produtos mais frequentes elaborados pela Intraplás, S.A. são bobinebobs de laminado termoplástico: de extrudido, coextrudido e embalagens (com ou sem impressão): de copos de monouso, de copos de vending, de copos e tampas para iogurtes e sobremesas, embalagens de gelados, tabuleiros para alimentos, pratos e tabuleiros de monouso, e por último, embalagens alimentares e diversas.

A empresa realiza três processos produtivos diferentes na transformação de plástico, sendo eles a extrusão, termoformação e impressão. Definidos da seguinte forma:

**Extrusão:** A extrusão de plástico consiste em fundir determinadas resinas termoplásticas em máquinas extrusoras, que num dado momento se concentram num equipamento chamado cabeçote plano ou fieira, onde se dá a distribuição de camadas e a forma do laminado com a espessura e forma pré-definidas no orifício de saída da fieira.

**Termoformação:** A termoformação consiste em aquecer uma folha de termoplástico acima da temperatura de amolecimento (para polímeros amorfos) ou perto da fusão (para polímeros semi-cristalinos), forçando-a depois ao encontro com as paredes de um molde. Em contacto com o molde arrefecido pela circulação de um fluido (geralmente a água), o material arrefece ficando com a forma que o molde lhe deu.

Finalmente, o molde abre e procede-se à extração da peça. A termoformação de plásticos é actualmente muito utilizada na produção de embalagens para indústria alimentar.

**Impressão:** O processo de impressão *Off-Set a seco* consiste na reprodução na superfície das peças de imagens e textos, de modo a torná-las mais atrativas ao consumidor. O processo começa com a elaboração de clichés (chapa metálicas com relevo em fotopolímero do motivo a imprimir) a partir duma imagem. A imagem é decomposta segundo as cores que a constituem, sendo produzidos tantos clichés quantas as cores que estão presentes na imagem.

Depois de terem passado pelos tinteiros, os clichés montados nos tambores porta-clichés transmitem a tinta recolhida a uma borracha montada num outro tambor que, possuindo igualmente um movimento de rotação, toca tangencialmente todos os tambores porta-clichés. Esta borracha, por sua vez, depois de ter recolhido as tintas de todos os clichés, que constituem a imagem a imprimir, vai tocar a superfície da embalagem, depositando nesta todas as tintas adquiridas, produzindo assim a impressão. As embalagens passam depois para uma zona onde são expostas a lâmpadas ultra-violeta, de modo a proceder à secagem das tintas.

Este processo é utilizado para imprimir as embalagens, copos e tampas produzidos na termoformação.

### **1.2.3. Mercado**

Durante a sua actividade a empresa adquiriu clientes e mercado quer a nível nacional como internacional, produzindo sobretudo para o mercado Europeu, América do Norte, África e Ásia.

Os clientes tipo da empresa são sobretudo empresas da Indústria de Produtos Alimentares, armazenistas, empresas de *vending* e outros mercados de embalagens ou laminado termoplástico.

#### **1.2.4. Organização e Política da Qualidade**

A organização da Intraplás, S.A. é constituída por uma administração executiva, presidida maioritariamente pelo Sr. Jorge Ferreira e a Sra. Anabela Ferreira, em constante auxílio de um conselho de administração e contacto proximo com o Gestor da Qualidade e o órgão de Planeamento e Controlo de Gestão.

Num patamar secundário encontram-se representados os restantes departamentos e consequentes órgãos, tais como, os Recursos Humanos, as Compras, o Comercial, a Assistência Técnica e Desenvolvimento, o Industrial, a Qualidade e Segurança Alimentar, a Administrativa, a Financeira e a Coordenação

Na Figura 1 encontra-se representado o organigrama da empresa.

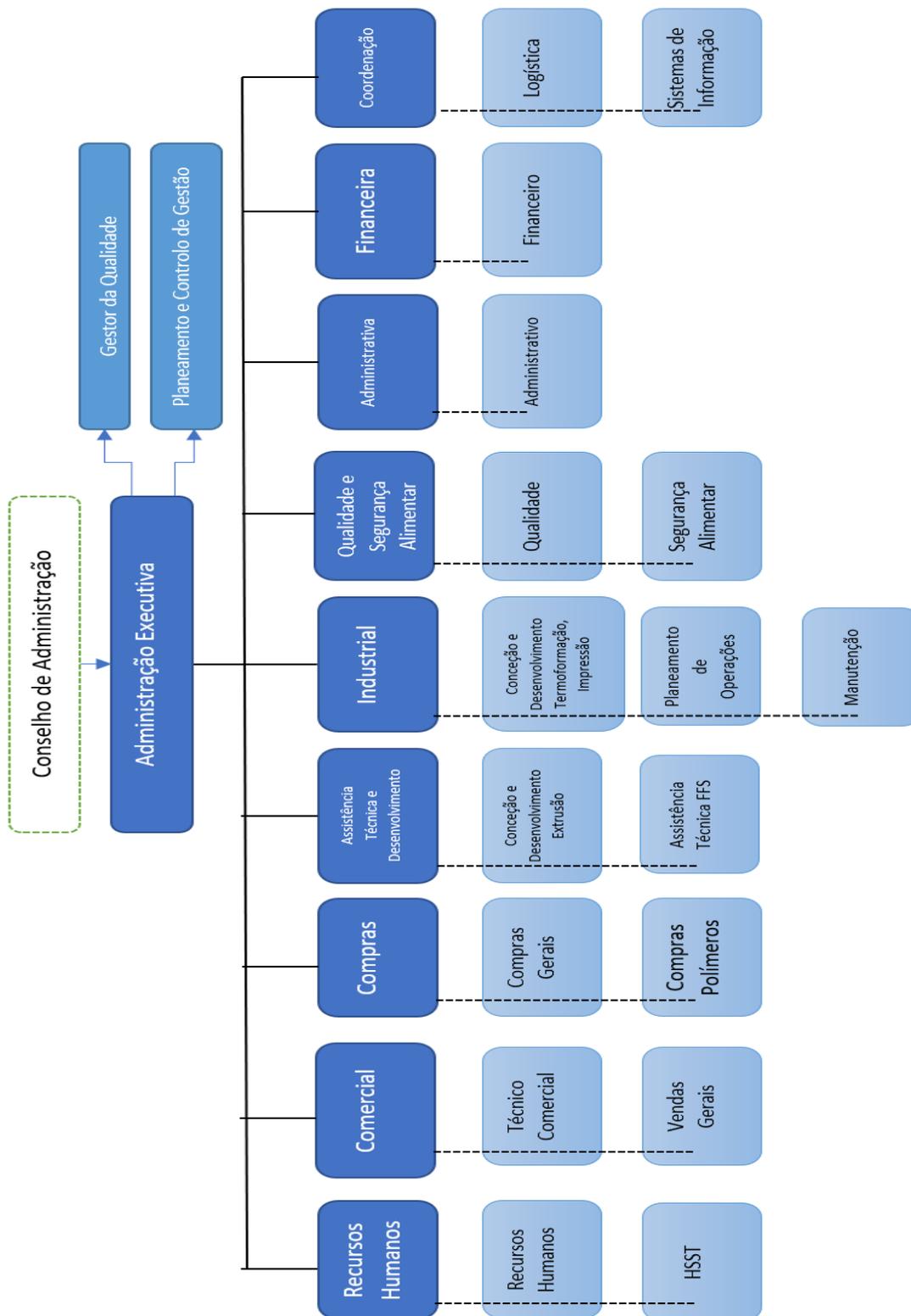


Figura 1. Organograma Intraplás S.A. (elaborado pelo autor)

A Administração Executiva da Intraplás S.A., assume como Missão: Ser uma das empresas líderes no mercado do laminado e embalagens termoplásticas para a indústria alimentar, apoiados numa gama de produtos seguros, inovadores e de qualidade, com vista a assegurar um crescimento sustentado a longo prazo.

Em termos de Visão pretende ser actor de relevante influência no mercado internacional e nacional, promovendo uma performance de qualidade e serviço global, baseado no desenvolvimento e inovação de produtos diferenciados.

No que diz respeito à Política de Qualidade a empresa adopta as seguintes orientações estratégicas:

- Implementar, manter e desenvolver de forma continuada um sistema de gestão que assegure a realização de produtos e atividades que satisfaçam os seus clientes, bem como as justas expectativas dos seus colaboradores, parceiros, fornecedores, organismos públicos e da sociedade em geral;
- Promover uma cultura de melhoria contínua das actividades do Sistema de Gestão da Qualidade;
- Promover um contexto que permita aos seus colaboradores a aquisição de conhecimentos e desenvolvimento das suas competências nas áreas de atividade;
- Assegurar a qualidade dos produtos e serviços através de uma gestão eficiente;
- Garantir a produção de produtos seguros e em conformidade com os requisitos legais e estatutários aplicáveis, respeitando os níveis de qualidade, ambientais e de higiene adequados;
- Entender a inovação como um fator estratégico de desenvolvimento sustentável e de parceria com os seus clientes e fornecedores;

### 1.2.5. Organização documental

A Intraplás S.A. desenvolveu um documento denominado de Manual da Máquina para cada uma das linhas de produção.

Neste manual encontram-se agrupados todos os documentos (instruções de trabalho e procedimentos operacionais) previamente elaborados pela empresa, inerentes a alguns processos e operações que devem ser realizadas segundo uma forma padronizada.

Procedimentos de limpeza de linhas e componentes, controlo de qualidade do produto, troca de componentes da máquina e preenchimento de listas de verificação (*Checklists*) são alguns dos documentos que podem ser facultados ao operador durante a sua actividade.

O processo produtivo do laminado termoplástico é caracterizado e assistido por quatro documentos essenciais, sendo eles: Ficha Técnica, Ficha Técnica- Embalagem- Extrusão, Ordem de Produção e Mapa de Planeamento da Produção.

A Ficha Técnica é um documento singular de cada produto associado a uma determinada máquina. Isto é, para realizar a produção de um determinado produto numa máquina existem certos parâmetros que devem ser impostos nos diferentes órgãos das máquinas, como por exemplo, temperaturas nas diferentes zonas das extrusoras, velocidades e temperaturas em cada cilindro da calandra, largura da fenda do lábio da feira, entre outros.

Para cada tipo de produto os parâmetros podem variar, sendo por isso necessário afinar a máquina para os valores estabelecidos nesse documento. Da mesma forma que devem ser introduzidos variáveis de entrada como *input*, existem variáveis de saída que são gerados pela máquina que auxiliam o operador a verificar o estado de funcionamento da operação e da própria máquina.

A monitorização do processo por parte do operador da máquina passa por uma avaliação visual do estado de conformidade do produto (autocontrolo) e pela verificação dos parâmetros de saída da máquina em comparação com os valores da Ficha Técnica.

Além da Ficha Técnica correspondente aos valores de *input* e *output*, o operador tem obrigatoriamente de ter consigo a Ficha Técnica- Embalagem- Extrusão referente ao produto

em curso. Este documento auxilia o operador quanto ao modo de como a bobine ou bobines têm de ser embaladas.

A Ficha Técnica- Embalagem- Extrusão é de igual forma um documento singular que se caracteriza pelas especificidades do embalamento impostas pelo cliente.

A Ordem de Produção consiste num documento único referente a uma produção que visa ser realizada consoante as características desejadas pelo cliente. Sendo que, encomendas iguais para o mesmo cliente, geradas em períodos temporais diferentes implicam uma nova Ordem de Produção.

Este documento fornece informação ao operador sobre: 1) Número da Ordem de Produção, 2) Produto 3) Código do produto; 4) Dimensões, 5) Densidade, 6) Cliente, 7) Quantidade, 8) Número da encomenda, 9) Ficha Técnica, 10) Amostra, 11) Plano de Controlo, 12) Desperdício de Processo, 13) Largura do Processo, 14) Gabarito, 15) Receita Paletizadora, 16) Espessura Camadas, 17) Espessura-Scanner e tolerância, 18) Largura e tolerância, 19) Densidade nominal e tolerância, 19) Mistura, 20) Identificação, 21) Material de Embalagem, 22) Acondicionamento e 23) Observações.

O Mapa de Planeamento da Produção consiste num documento elaborado pelo Serviço de Planeamento de Operações relativamente às produções que irão ser executadas ao longo de uma semana. Este documento é concebido semanalmente para cada máquina.

As informações fornecidas aos operadores neste documento passam por ser: 1) Número da Encomenda, 2) Ordem de Produção, 3) Código do Produto, 4) Descrição do Produto, 5) Cliente/ Endereço, 6) Quantidade a produzir, 7) Data de Carga, 8) Tempo de Mudança entre Produtos, 9) Início Produção (Data/ Hora), 10) Total Produção (horas).

Encontra-se mencionado no manual de operações uma imagem genérica de cada um destes documentos (Ordem de Produção, Ficha Técnica e Mapa de Planeamento da Produção) como título de exemplo, com a devida legenda e descrição dos mesmos. Permitindo assim ao operador uma perfeita compreensão dos pontos mencionados em cada documento.

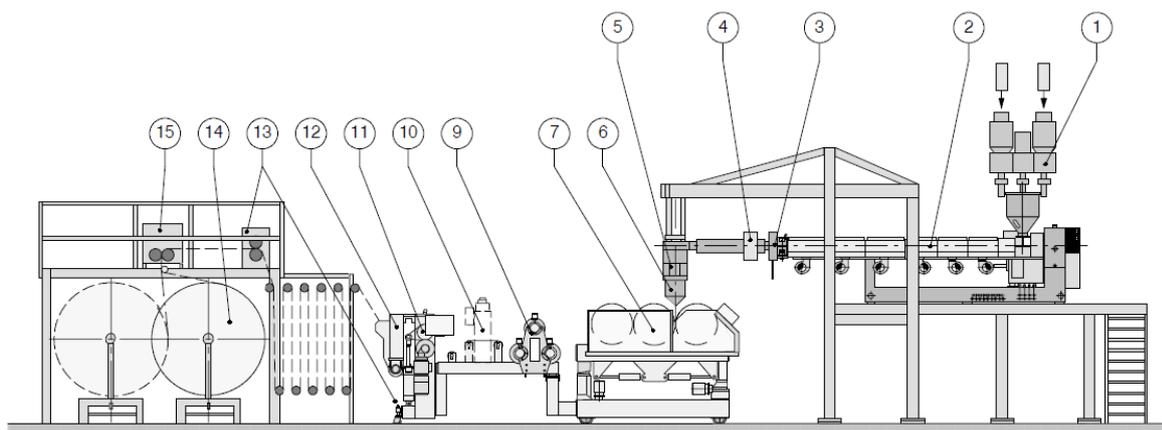
Toda esta informação encontra-se descrita no manual de operações no capítulo do Arranque de Máquina, visto que sempre que o operador realiza esta operação, tem obrigatoriamente que consultar estes documentos de modo a garantir o conhecimento pleno do produto que se pretende produzir e todas as suas condicionantes.

### 1.2.6. Caracterização das linhas de produção

A unidade fabril 2 (UF2) da Intraplás, S.A. dedicada à extrusão de plástico é composta por sete linhas produtivas de bobines de laminado termoplástico.

Existem algumas diferenças entre as linhas de produção em termos de constituição da máquina, a capacidade produtiva, as funcionalidades, o sistema de bobinagem e tipo de produto que se visa produzir.

A cada linha de produção é representada por um sistema de extrusão em conjunto com um sistema de bobinagem. Um exemplo deste conjunto de sistemas encontra-se ilustrado e legendado pela Figura 2 e Tabela 1.



**Figura 2- Ilustração do sistema de extrusão de uma linha (Fonte: Reifenhäuser (1997))**

**Tabela 1- Legenda da Figura 2 (Fonte: Reifenhäuser (1997), legenda adaptada pelo autor)**

1	Dosagem	6	Cabeça plana	11	Dispositivo de tiragem
2	Extrusora	7	Máquina de polir	12	Dispositivo de corte longitudinal
3	Mudador de filtro	8	(não representado na ilustração)	13	Remoção das fitas laterais
4	Bomba de dosagem	9	Armação com cilindros de pós-refrigeração	14	Enrolador de folha
5	Sistema de coextrusão	10	Medição de espessura	15	Separação transversal

O laminado termoplástico produzido pode ser à base de Poliestireno (PS), Polipropileno (PP) ou Polietileno Tetrafálico (PET). Associado a isto, podem sofrer alteração na sua constituição, através da inserção de cargas ou minerais, inserção de

desperdício ou reciclado, inserção de talco, entre outros. Desta forma, é possível conferir ao laminado diferentes propriedades, dependendo das especificações pretendidas pelo cliente.

O sistema de bobinagem é composto por estações de bobinagem em conjunto, ou não, com estações de bobinagem de carrinhos Jumbo.

As figuras seguintes demonstra a diferença entre estes dois tipos de produto resultantes, a Figura 4 representa uma bobine de laminado enrolada num carrinho Jumbo, ao passo que, a Figura 5 representa uma bobine normal que é embalada e vai para o cliente num tipo palete definida na Ficha Técnica.



**Figura 3- Bobine carrinho Jumbo**



**Figura 4- Bobine normal**

### **1.2.7. Caracterização do processo produtivo**

O processo produtivo do laminado termoplástico realiza-se de forma idêntica entre sete linhas de produção distintas, apesar das diferentes características e constituição das máquinas e sistemas de bobinagem.

O processo de extrusão é normalmente utilizado em indústrias de plástico e alimentar (produção de massa/ cereais, entre outros).

A produção do laminado termoplástico inicia-se através da inserção da Ordem de Produção no painel dos silos, onde o operador deve seleccionar o silo que irá abastecer com a matéria-prima as extrusoras segundo o critério *First in, First Out* (FIFO).

De seguida insere-se a Ordem de Produção no sistema de dosagem de material, monitorizado pelo *software* de gestão informática- AZO. Este sistema faz gestão da quantidade de matéria-prima que abastece as balanças proveniente dos silos e realiza o doseamento da quantidade de polímero que alimenta as extrusoras.

Os polímeros que entram na balança, são doseados conforme os parâmetros da Ordem de Produção e de seguida são enviados para uma misturadora.

Este processo de abastecimento das balanças, dosagem e mistura é realizado e monitorizado de forma automática pelo software.

Após estas ações, inicia-se o processo de extrusão. É um processo contínuo conduzido por um fuso com canal helicoidas que debita um fluxo constante de termoplástico fundido.

Uma extrusora na indústria de plásticos deve assegurar três funções: Fundir o material, misturar, homogeneizar os componentes da matéria-prima e bombear o material fundido através da fiação a uma taxa constante.

Um exemplo ilustrativo deste processo de entrada de material e fundição na extrusora encontra-se representado na seguinte Figura 5.

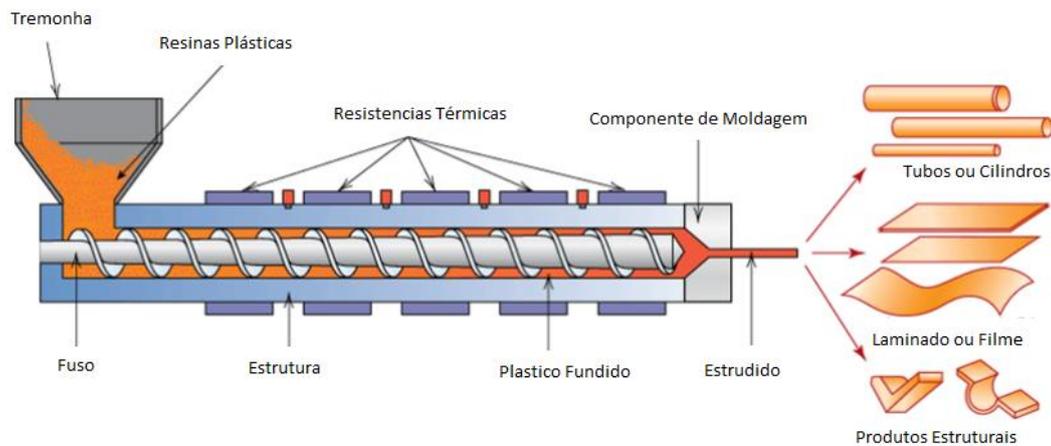


Figura 5- Exemplo de constituição de uma extrusora (Fonte: Bacalhau, Cunha & Afonso (2017), imagem adaptada pelo autor)

A coextrusão consiste na extrusão de dois ou mais polímeros provenientes de extrusoras independentes. Através deste processo os diferentes materiais após serem fundidos reúnem-se no *feedblock*, componente mecânico, que recebe o material fundido a uma determinada pressão e o distribui segundo diferentes camadas (Figura 6) antes de entrar na fiação.

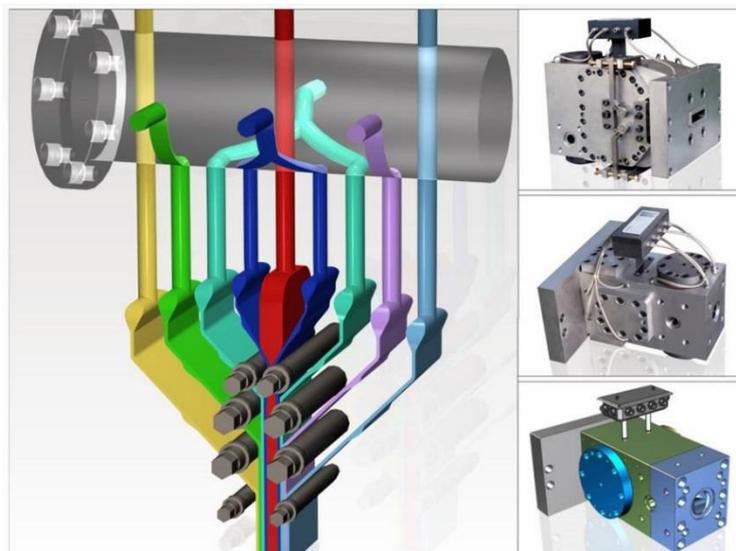
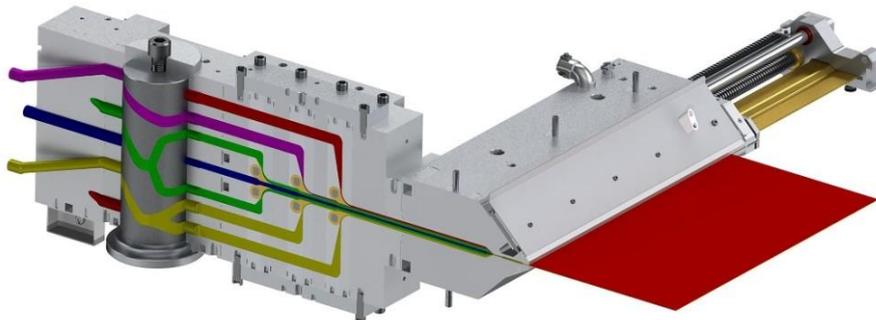


Figura 5- Exemplo *feedblock* (Fonte: [https://en.jc-times.com/content/details44\\_149.html](https://en.jc-times.com/content/details44_149.html), acessado em: 21 de Junho de 2019)

Após a distribuição das camadas o material entra na feira. A feira converte o escoamento de secção circular à saída das extrusoras num fluxo retangular de pequena espessura e segundo toda a largura da feira (Figura 7)



**Figura 6- Exemplo de fluxo de material através do *feedblock* e feira (Fonte: <https://www.plastics.gl/extrusion-film/co-extrusion-die-system-enhances-pet-sheet-producers-capabilities-for-multiple-barrier-structures/>, acessido em: 21 de Junho de 2019)**

A afinação da abertura do lábio da feira confere a espessura que pretendemos dar ao laminado, sendo que esta varia conforme o tipo de laminado que se visa produzir.

Posteriormente à saída do laminado da feira, inicia-se o processo de arrefecimento através dos cilindros e rolos da calandra.

Os cilindros da calandra e rolos de arrefecimento têm vários papéis importantes, tais como: definir a espessura e largura total do laminado, arrefecer o laminado gradualmente sem deixar “empeno” e conferir um bom acabamento superficial.

Os cilindros da calandra encontram-se a uma temperatura e distância da feira previamente estabelecida através da Ficha Técnica correspondente.

O laminado percorre um trajeto definido, passando por vários rolos, atravessando um medidor de espessura *laser*, até que chega a uma máquina de corte. A este percurso chama-se “linha de compensação” e existe para segurar o material entre cilindros e corrigir pequenas variações de processo.

Uma correcta afinação da feira, calandra e linha de compensação, conferem uma produção estável e de qualidade.

Após percorrer a linha de compensação o laminado chega à máquina de corte e sofre um corte longitudinal num determinado ponto, de modo a subdividir o laminado e conferir a largura estipulada na Ordem de Produção.

Após esta ação, o laminado é encaminhado para as estações de bobinagem onde se irá formar a bobine segundo as dimensões requeridas pelo cliente.

Atingida a dimensão desejada, a bobine encontra-se pronta para a operação de embalagem. O operador remove a bobine da estação de bobinagem e desloca-a para a zona de embalagem.

A operação de embalagem é realizada segundo a Ficha Técnica- Embalagem-Extrusão correspondente ao produto em curso.

Após esta operação estar concluída a bobine é movida da zona de embalagem para a máquina de paletizar por operadores especializados, denominados de paletizadores.

Concluídos estes processos o produto encontra-se em condições para ser enviado diretamente para o cliente ou para o armazém até que seja definida a data da sua expedição.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Filosofia Lean

Segundo Ohno (1988), após a crise de petróleo ocorrida em Outono de 1973, sucedeu-se uma recessão económica global que afetou inúmeras companhias industriais. No Japão, apesar da economia se encontrar bastante afetada por este fenómeno, a *Toyota Motor Company* continuava a obter lucros o que levou a aumentar o *gap* perante as restantes companhias.

Este resultado obtido pela Toyota deve-se à constante procura da eliminação de desperdícios (Ohno, 1988).

O objectivo central do conceito Lean consiste em evitar desperdícios, promover a melhoria contínua e concentrar as actividades que acrescentam valor para o cliente final (Krammer, Neef, & Plapper, 2011).

De acordo com Dinis-Carvalho et al. (2015) e Sahwan et al. (2012), citados por Bragança e Costa (2015), a produção Lean procura uma efetividade positiva através da implementação de uma cultura baseada na eliminação de desperdício e melhoria contínua de todas as actividades envolventes no processo.

Segundo Ohno (1988), Liker e Meyer (2006), Wilson (2010), Imai (2012), a Toyota identificou sete tipos de desperdícios e classificou-os como actividades sem valor acrescentado para a sua cadeia de valor e processos produtivos. A classificação encontrada é seguidamente apresentada.

1. **Sobreprodução:** Produzir em excesso produtos intermedios ou produtos finais que não são enviados para o cliente e não representam valor para a empresa.
2. **Espera:** Tempo de espera dos operadores ou máquinas entre operações, tarefas, receção de materiais, entre outros.

3. **Transporte:** tempo de transporte de ferramentas/ materiais entre estações ou secções da fábrica.
4. **Sobreprocessamento:** Excesso de processos intermédios durante a produção de um determinado produto.
5. **Excesso de inventário:** Produzir mais do que a procura exige.
6. **Movimentações desnecessárias:** movimentações desnecessárias entre estações/ postos de trabalho.
7. **Defeitos:** Defeitos de fabrico do produto.

Após estas verificações, foram criadas ferramentas e metodologias que permitem a identificação e redução da quantidade de desperdício gerado e promovem a melhoria contínua das actividades e processos.

Segundo Ohno (1988) sendo o objectivo principal do sistema de produção da Toyota a eliminação de desperdício, o autor refere que existem dois pilares que suportam todo o sistema, sendo eles o conceito de *Just-In-Time* e automação ou automação com intervenção humana.

*Just-In-Time* significa que num fluxo de processo os componentes necessários chegam à linha de montagem no tempo certo em que são solicitados e na quantidade necessária (Ohno, 1988).

Para que este conceito seja implementado eficientemente é necessária a existência do *Standard Work* para que sejam conhecidas as sequências das operações e os tempos associados a cada uma.

Uma das ferramentas criadas na Toyota consiste no *Standard Work*. Este processo foi usado na companhia para criar métodos de trabalho em conjunto com instruções de trabalho para auxiliar os operadores nas suas actividades diárias (Liker & Meier, 2007).

De acordo com Powell, Alfnes, Strandhagen e Dreyer (2013), citado em Bragança e Costa (2015), a ferramenta de *Standard Work* é um dos fundamentos básicos da produção segundo a filosofia Lean.

## 2.2. Training Within Industry

Segundo Liker e Meier (2007), Imai (2012) e Huntzinger (2016), uma boa parte do pensamento da Toyota acerca da formação e desenvolvimento de pessoas provém do programa desenvolvido pelo governo dos Estados Unidos da América (EUA) denominado de *Training Within Industry* (TWI).

A necessidade de especializar e dar formação ao trabalhador foi identificada pelo governo dos EUA durante a 2ª Guerra Mundial, o que levou à implementação do TWI em fabricantes ligados à produção de equipamentos para serem utilizados na guerra. A Toyota modificou ligeiramente este programa, mas grande parte mantém-se ainda a ser usado da mesma forma que foi idealizado em 1950 (Liker & Meier, 2007; Imai, 2012; Huntzinger, 2016).

O objectivo do programa TWI consistiu em aumentar a capacidade de produção para que a guerra pudesse ser encurtada e o custo total de produção pudesse ser reduzido (Liker & Meier, 2007).

Huntzinger (2016) menciona que o programa TWI foi liderado por: Channing Rice Dooley, Diretor do Serviço TWI; Walter Dietz, Diretor Associado; Mike Kane, Diretor Assistente e William Conover, Diretor Assistente. Estes ficaram conhecidos durante a 2ª Guerra Mundial como os Quatro Cavaleiros.

Três deles encontraram-se pela primeira vez em num centro de formação durante a Primeira Guerra Mundial, usando métodos desenvolvidos por Charles Allen (Huntzinger, 2016).

A metodologia de treino de Allen, desenvolvido inicialmente para a indústria naval durante a 1ª Guerra Mundial, viria a tornar-se a chave para os métodos desenvolvidos pelos Quatro Cavaleiros durante o programa TWI. O método de formação baseado nos "programas J" evoluiriam e teriam impacto principal na indústria de produção dos Estados Unidos durante a segunda guerra. Os "programas J" são (Huntzinger, 2016):

- Instrução de Trabalho (*Job Instruction*);
- Métodos de Trabalho (*Job Methods*);
- Relações de Trabalho (*Job Relations*);

- Desenvolvimento de Programa;

Segundo Feng e Ballard (2008), a partir do programa de Métodos de Trabalho desenvolvido pelo TWI nasceu o conceito de *Standard Work*. Permitindo que um processo seja analisado passo-a-passo, tornando possível definir os pontos-chave.

Através desta ferramenta é possível decompor o trabalho em pequenos passos e definir quais os pontos-criticos da operação (Feng & Ballard, 2008).

### **2.3. Standard Work**

O conceito *Standard Work* consiste na elaboração de um trabalho padronizado.

O *Standard Work* tem inúmeros benefícios se for corretamente aplicado, estabelecendo pontos de referência que são possíveis de melhorar. Nomeadamente o controlo sobre o processo, a redução da variabilidade, a melhoria da qualidade e flexibilidade, a estabilidade, a visibilidade de anomalias e a criação de uma plataforma de aprendizagem (Liker & Meier, 2007; Emiliani, 2008).

As organizações devem documentar os seus processos para propostas de melhoria, padronização, reengenharia e descrição. Alguns leitores podem também ver a padronização e a reengenharia como uma forma de melhoria (Ungan M. , 2006a).

Também nos sectores administrativo e de engenharia, a padronização encurta os processos. Isto é considerado um pré-requisito para a melhoria contínua e evita realizar novamente um trabalho e a correcção de erros (Krammer et al., 2011).

Segundo Fitzsimmons, J. A. e Fitzsimmons, M. J. (1994), citado em Ungan M. C. (2006b), em ambientes industriais a consistência nas operações é crucial para assegurar a competitividade da empresa. Sem processos bem definidos, a mesma tarefa pode ser realizada de diferentes formas. Por essa razão, é necessário a existência de um documento de reconhecido como padrão das operações.

Um processo de padronização através da documentação contribuirá para a eliminação de variabilidade de processos que podem prejudicar a qualidade e o desempenho da empresa (Ungan M. C., 2006b).

Segundo Liker e Meier (2007), o trabalho padronizado e a formação dos colaboradores, devem caminhar lado a lado.

Segundo Williams (2001), a inexistência de padrões torna difícil a diferenciação entre o normal e o anormal, deixando o potencial de melhoria contínua muito limitado. As coisas permaneceram num estado de aleatoriedade e as pessoas apenas vão responder às consequências, sem nunca compreender a raiz do problema.

Uma vez tendo o trabalho padrão adequado no local, é simples de imediato detectar a "exceção", resolver o problema e colocar contramedidas para evitar a recorrência (Williams, 2001).

Devemos entender claramente que a razão para a padronização não é para restringir a nossa flexibilidade, mas para identificar oportunidades para melhorar e minimizar as inconsistências (Williams, 2001).

Com a padronização de processos todos os operadores da equipa trabalham ao mesmo ritmo e no mesmo tempo. Correntemente, a padronização dos procedimentos afasta a variabilidade dos processos e permite que engenheiros, gestores, supervisores e operadores trabalhem juntos seguindo o mesmo procedimento de operação (Lu & Yang, 2015).

De acordo com Narayan e Jitendra (2016), um princípio muito importante na eliminação de desperdícios é a padronização das ações dos trabalhadores. O trabalho padronizado basicamente assegura que cada trabalho é organizado e acompanhado da forma mais efetiva. Independentemente de quem realiza o trabalho, a qualidade deve ser atingida de igual forma no final da operação.

Na Toyota todos os trabalhadores seguiam os mesmos passos do processo durante todo o tempo. Isto incluía o tempo que necessitavam para completar as tarefas. Ao realizarem isto, asseguravam um balanceamento da linha de produção, o stock necessário para realizarem a operação era minimizado e as actividades sem valor acrescentado eram reduzidas (Narayan & Jitendra, 2016).

As operações padronizadas provêm da documentação como os procedimentos dos operadores e as ações que devem ser realizadas enquanto se minimizam todas as formas de desperdício (Narayan & Jitendra, 2016).

## 2.4. Instruções de Trabalho

Liker e Meyer (2007) definem as instruções de trabalho como sendo um documento característico do *Standard Work* que ensina o operador a atingir o seu trabalho de forma eficiente e consistente.

As instruções de trabalho mostram quais os elementos que devem ser acoplados, a sequência das operações, as ferramentas que devem ser utilizadas e os procedimentos e regras que devem ser seguidas de modo a realizar o trabalho correctamente (Servan, Mas, Ríos, & Menéndez, 2012).

De acordo com Liker e Meier (2006) as instruções de trabalho são desenvolvidas de modo a assegurar e explicar os aspetos críticos do trabalho, como a segurança, a qualidade, o custo e a técnica da operação.

Segundo Servan et al. (2012), em produções ligadas à indústria aeroespacial a montagem de componentes é suportada actualmente por procedimentos baseados em instruções de trabalho.

Nas linhas finais de montagem existem diversos documentos técnicos e instruções de trabalho de montagem com especial relevância. As instruções de trabalho guiam os trabalhadores na forma como estes devem desempenhar as tarefas de montagem (Servan et al., 2012).

Os autores evidenciam que as instruções de trabalho devem manter-se actualizadas ao longo do tempo de vida do produto. O conteúdo deve ser adaptado às alterações e mudanças do produto, visto que a informação desatualizada pode causar erros no processo de montagem e eventualmente podem comprometer o tempo de entrega do produto (Servan et al., 2012).

Segundo Conner e Douglas (2005), Lind (2008) e Oakland (2011), citados em Haug (2015), os colaboradores são menos eficientes, cometem mais erros e apresentam menor satisfação no trabalho se tiverem como base instruções de trabalho com fraca qualidade.

Segundo Liker e Meier (2007), a Toyota documentou reduções nos tempos de formação dos colaboradores como resultado de um processo de treino rigoroso e padronizado segundo o acompanhamento de Instruções de Trabalho.

O *core* do método de formação segundo Instruções de Trabalho está no ensino dos aspectos críticos do trabalho e na ajuda ao colaborador no desenvolvimento de uma maior competência e habilidade (Liker & Meier, 2007).

De acordo com Liker e Meier (2007), torna-se extremamente difícil ensinar um trabalho que não seja padronizado ou não tenha um método definido.

Segundo Servan et al. (2012), a instrução de trabalho percorre três fases durante o ciclo de vida: a criação, uso e manutenção.

Para criar uma instrução de trabalho são necessários três conjuntos de informação: produtos relacionados (modelos 3D, planos, etc), recursos relacionados (gabaritos, ferramentas, etc) e processos relacionados (informação detalhada acerca de como desempenhar o processo de montagem e os conjuntos de regras e procedimentos). Na fase de uso o operador apenas deve ter acesso à instrução de trabalho no devido posto de trabalho e deve ter a capacidade de conseguir interpretar e realizar. Relativamente à fase manutenção, é normal e frequente ao longo de todo o processo produtivo haver alteração e mudanças do design dos produtos. Por vezes diferentes clientes pedem diferentes configurações do produto. Por isso, é necessária atualização constante das instruções de trabalho que reflita as mudanças nos procedimentos de fabrico (Servan et al., 2012).

Servan et al. (2012) concluem que este processo de informação em formato visual, faz com que seja facilitada a interpretação do colaborador, o que leva à melhoria das condições de trabalho e minimiza a possibilidade de ocorrência e propagação de erros durante o processo de produção.

## **2.5. Procedimentos de Operações Padronizados**

### **2.5.1. Definição e modo de elaboração**

O Procedimento de Operações Padronizadas (POP), ou como é descrito na língua inglesa- *Standard Operations Procedures* (SOP's), é uma sequência de instruções ou actividades repetitivas seguidas pela organização.

De acordo com a *U.S. Environmental Protection Agency* (EPA), o desenvolvimento e uso dos SOP's são uma parte integral do sucesso dos sistemas de qualidade, induzindo os colaboradores a realizarem os seus trabalhos da maneira correcta, contribuido desta forma para a consistência da qualidade, integridade do produto e resultado final (EPA, 2007).

Segundo Moreno-Villanueva et al. (2015), o SOP é uma sequência de instruções que documentam como os colaboradores executam tarefas e quais os materiais que são usados. Estas instruções incluem detalhes do processos passo-a-passo e providenciam instruções com visto a realizar uma tarefa de maneira consistente.

Os SOP's são uma componente essencial que assegura a consistência dos dados da qualidade e providência aos colaboradores informações para a realização própria do seu trabalho e uma padronização da forma como são seguidos os procedimentos (Moreno-Villanueva, et al., 2015).

Schmidt e Pierce (2016) consideram que os SOP's são essenciais para demonstrar a conformidade dentro do sistema de qualidade de uma empresa. Estes são as instruções de trabalho para tarefas e/ou funções específicas.

Os SOP's são ferramentas que informam como executar uma tarefa que pode ser usada para reduzir o risco em qualquer processo. Etapas de redução de riscos adequadamente implementadas podem levar a segurança a um processo (Schmidt & Pierce, 2016).

Segundo EPA (2007), os SOP's devem ser escritos de forma concisa, passo-a-passo e num formato de fácil leitura. A informação presente não deve ser ambígua e demasiadamente complicada. Os termos na segunda pessoa não devem ser utilizados, mas devem ser implícitos. O documento não deve ser demasiado apalavrado, redundante e demasiado extenso. Deve ser escrito de forma simples e curta.

A informação deve ser convenientemente clara e explícita de modo a remover qualquer tipo de dúvida. A formatação do texto e estilo de linguagem devem ser os mesmos que organização utiliza (EPA, 2007).

### **2.5.2. O Processo *Standard Operation Procedure* (SOP)**

Em primeira instância a organização deve determinar quais os procedimentos ou processos que necessitam de ser documentados. Os SOP's devem ser escritos com detalhe suficiente para que alguém com experiência ou conhecimento limitado acerca do procedimento, consiga reproduzir com sucesso as operações quando não se encontra a ser supervisionada (EPA, 2007).

Muitas actividades usam *checklists* para assegurar que todas as etapas são seguidas por ordem. As *checklists* são também usadas para documentar ações completas. Algumas *checklists* fazem parte da actividade, pelo que estas devem ser mencionadas no preciso momento do processo onde são usadas e adicionadas ao SOP (EPA, 2007).

Em alguns casos, as listas de verificação são preparadas detalhadamente para realização de uma actividade específica (EPA, 2007).

Cada organização deve desenvolver um sistema numérico para sistematicamente identificar e rotular os SOP's, assim como, o controlo da documentação deve ser descrito no plano de gestão da qualidade (EPA, 2007; Schmidt & Pierce, 2016).

Genericamente, cada página do SOP deve conter uma notação para controlo do documento similar à ilustrada em baixo (EPA, 2007; Schmidt & Pierce, 2016).

Um título simples e identificação (ID) numérica pode servir como referência. O número de revisão e a data ajudam bastante a identificar o SOP em uso e o historial de revisões, assim como, quando existe criticidade da revisão do SOP envolvente (EPA, 2007; Schmidt & Pierce, 2016).

A indicação do número de páginas permite que o utilizador consiga rapidamente verificar se o SOP se encontra completo. Normalmente este tipo de notação do controlo do documento encontra-se localizado no canto superior direito de cada documento seguido do título da página (EPA, 2007; Schmidt & Pierce, 2016).

Título/ ID # Revisão #: Data: Página 1 de
--

Os SOP devem ser organizados para garantir facilidade e eficiência no uso, assim como, ser específico para a organização que desenvolve. Não existe um formato “correcto”. O nível de detalhe do SOP pode diferir devido à criticidade do processo, à frequência em que o procedimento é seguido, ao número de pessoas que vão usar SOP e quando o treino para a função não faz parte da rotina (EPA, 2007).

O formato genérico pode apresentar os seguintes tópicos (EPA, 2007):

- ✚ Título da página;
- ✚ Tabela de conteúdos;
- ✚ Texto;
- ✚ Revisão e aprovação do SOP;
- ✚ Frequência da revisão

A primeira página ou folha de rosto deve conter informações relativas à identificação do SOP, como exemplo, um título que identifique claramente a actividade ou procedimento, a identificação do SOP (ID) numérico, data de realização e/ou revisão, o nome da organização, departamento, assinaturas e datas de assinatura dos indivíduos que preparam e aprovam o SOP (EPA, 2007).

A utilização de uma tabela de conteúdo pode ser necessária para referências rápidas, especialmente se o SOP for extenso. Isto permite localizar informação e identificar mudanças ou revisões realizadas apenas em algumas secções em particular (EPA, 2007; Schmidt & Pierce, 2016).

Os SOP devem inicialmente começar com uma breve descrição da proposta de trabalho ou procedimento, incluindo informação regulamentar, e padronizações que são apropriadas para o procedimento, assim como, o foco do SOP (EPA, 2007; Schmidt & Pierce, 2016).

Deve mostrar qual a sequência de procedimentos que devem ser seguidos (EPA, 2007; Schmidt & Pierce, 2016).

Como se encontra descrito acima, o SOP deve ser escrito de forma clara para que seja lido e entendido por uma pessoa com conhecimento do conceito geral do procedimento e como este deve ser escrito num formato que descreva de forma clara toda a sequência das operações (EPA, 2007; Schmidt & Pierce, 2016).

Os SOP's devem ser revistos (e validados) por um ou mais indivíduos com treino apropriado e experiência com o processo. É especialmente útil se os SOP's forem testados por indivíduos que não sejam o escritor original antes de serem finalizados (EPA, 2007; Schmidt & Pierce, 2016).

O SOP final deve ser aprovado e descrito na organização através do Gestor do Planeamento da Qualidade. A assinatura de aprovação indica que o SOP foi revisto e aprovado pela gestão (EPA, 2007; Schmidt & Pierce, 2016).

Segundo EPA (2007), os SOP's necessitam de estar actualizados para serem usufruíveis. Para além disso, sempre que os procedimentos se alteram os SOP devem ser actualizados e novamente aprovados.

Este material deve ser sistematicamente revisto num periodo determinado, por exemplo, anualmente, de modo a garantir que as políticas e procedimentos continuam correntes e apropriados, ou para determinar quando os SOP são necessários. (EPA, 2007; Schmidt & Pierce, 2016).

Sempre que seja realizada uma revisão, a data de revisão deve ser adicionada ao SOP. Por norma é quem decide a periodicidade da ação de revisão e o seu responsável é a gestão da qualidade (EPA, 2007; Schmidt & Pierce, 2016).

### **2.5.3. Os Benefícios dos SOP's**

O desenvolvimento e uso dos SOP's minimiza a variabilidade e promove a qualidade através da consistente implementação de um processo ou procedimento dentro de uma organização, mesmo que existam mudanças temporárias de trabalhadores ou permanentes. Os SOP's podem ser usados como parte do programa de treino de pessoal, devendo providenciar instruções de trabalho detalhadas (EPA, 2007).

Segundo EPA (2007), a utilização destes documentos minimiza falhas de comunicação e identificam cuidados de segurança. O uso desta ferramenta minimiza as diferenças que possam ocorrer nos resultados. Quando o histórico de dados evolui para o uso corrente, os SOP's conseguem ser válidos para reconstruir actividades de projecto quando não existem outras referências válidas.

Adicionalmente os SOP's são usados frequentemente como listas de verificações de ações por inspectores quando auditam procedimentos. Ultimamente, os benefícios dos SOP's válidos são a reduzir o esforço do trabalho, assim como, melhorar a comparabilidade, a credibilidade e a defesa legal (EPA, 2007).

Os SOP's bem documentados (escritos e implementados) são um bom indicador para um auditor de que um estabelecimento tem controlo sobre os seus processos (Schmidt & Pierce, 2016).

#### **2.5.4. Problemas na implementação eficiente dos SOP's**

Schmidt e Pierce (2016) consideram que existem algumas barreiras impostas na implementação dos SOP's baseando-se nas suas experiências. Os autores mencionam dois grandes tipos de problemas: Uns são relativos à gestão e colaboradores e outros estão relacionados com a funcionalidade do SOP.

Quanto à gestão e colaboradores os autores constatarem como maiores restrições a formação de inadequadas equipas, o suporte inadequado dos gestores de topo, o tempo para realizar a operação e a falta de treino dos colaboradores. Relativamente à funcionalidade do SOP, os autores verificaram que os programas inadequados de monitorização e manutenção de registos, a descrição de detalhes inapropriados e o impacto dos requisitos regulamentares e de auditoria de terceiros, representam as maiores barreiras à implementação do SOP com sucesso (Schmidt & Pierce, 2016).

## 2.6. Manual de Operações

### 2.6.1. Introdução

Segundo Robb (2013), a elaboração de um manual de operações deve conter uma estrutura e linha de perfil idêntico a uma história contada num livro.

Devemos organizar o manual num formato lógico através de uma tabela de conteúdos de modo a mapear o que vai ser dito em cada item. Uma vez tendo a tabela de conteúdos elaborada, podemos explorar cada item e preenchê-lo de forma detalhada (Robb, 2013).

Robb (2013) constatou que os funcionarios recém-contratados quando chegam ao novo posto de trabalho necessitam de instruções acerca de como realizar o seu trabalho de forma particular. O objectivo do manual de operações consiste em auxiliar o operador nesse momento.

A existência de um manual de operações promove informação importante acerca do que deve ser realizado e possibilita que seja revisto várias vezes enquanto se aumenta o progresso do seu trabalho (Robb, 2013).

Robb (2013) salienta que deve existir um manual mais resumido, objectivo e impresso de acesso rápido para esclarecimento de informações, contactos e procedimentos. A versão mais detalhada e promenorizada pode ser guardada no formato eletrónico, uma vez que o documento necessita de ser actualizado regularmente sempre que haja alteração da informação.

As vantagens do formato eletrónico passam por poder ser adaptado rapidamente, apresentando uma rapidez superior no acesso à pesquisa de informação particular e com possibilidade do acesso remoto e o envió para várias pessoas, para além da conservação de espaço e da perservação da informação sem risco de danificação e perda (Robb, 2013).

Robb (2013) aconselha que quanto mais frequente é a revisão, menos trabalho de actualização deve ser feito e o manual encontrar-se-á sempre corrente.

Sempre que a revisão do manual é realizada, ajuda a reforçar o conhecimento acerca dos deveres da posição de trabalho (Robb, 2013).

### **2.6.2. Ferramentas, recursos e recomendações para a criação do manual**

Segundo Robb (2013), no manual de operações é necessário documentar todas as actividades e tarefas que se têm de realizar. Como algumas actividades fazem parte da rotina, por vezes é fácil perder o controlo sobre elas. A melhor maneira de as organizar passa por criar um registo de actividades. O registo de actividades é simples, fácil de usar e pode-se tornar numa ferramenta bastante valiosa.

Algumas tarefas podem parecer triviais. Contudo, para recém-contratados, o detalhe é importante pois eles necessitam de conhecer todas as tarefas que lhes competem bem como quais são as suas responsabilidades (Robb, 2013).

Listas de verificação (*checklists*) podem ser inestimáveis como uma forma de documento de processos e como um lembrete dos próximos passos (Robb, 2013).

De acordo com Robb (2013), sempre que se realize uma tarefa durante o processo, deve-se criar um registo da mesma e tornar isso numa *checklist*. Irá ajudar não só a próxima pessoa, mas também a nós próprios na próxima vez que se tenha de desempenhar a mesma tarefa.

Deve-se integrar as *checklists* no manual de procedimentos. O mesmo se aplica com modelos (*templates*) criados, nomeadamente agendas, marcações de reuniões, cartas *standard* ou correio eletrónico (Robb, 2013).

É habitual dizer que uma imagem vale mais do que mil palavras. Utilizando apenas imagens e *checklists* poupa-se tempo na elaboração do manual. As imagens podem explicar processos e facilitam a compreensão do leitor sem que seja necessário muita escrita (Robb, 2013).

Nem todos os procedimentos necessitam de estar descritos no manual. Podemos colocar sinaléticas e instruções nos locais de trabalho, de modo a que o operador veja e consiga executar a tarefa sem necessidade de recorrer ao manual de procedimentos (Robb, 2013).

O autor deve colocar-se na posição de alguém que não sabe executar a tarefa e acompanhá-la durante todo o processo. Isto pode ser difícil quando nos encontramos a escrever algo com que nos sentimos familiarizados. (Robb, 2013).

A não ser que o manual de trabalho esteja numa localização segura, não é recomendado colocar informação confidencial, incluindo *passwords* (Robb, 2013).

O manual de procedimentos é suposto ser passado de pessoa em pessoa. Deste modo é recomendável usar títulos de posição ao invés de nomes de *staff* nessas posições, incluindo nós mesmos (Robb, 2013; Schmidt & Pierce, 2016).

Segundo Robb (2013), o manual de procedimentos não necessita de ser muito extenso. A ideia consiste em incluir toda a informação essencial e ser específico escrevendo de forma sintética. Se o manual for muito extenso acabará por não ser usado pelo facto de ser difícil encontrar algo e existir a necessidade de dispor muito tempo da sua leitura.

#### **2.6.2.1. Benefícios**

Robb (2013) conclui que escrever um manual de procedimentos beneficia toda a gente, não só a próxima pessoa que irá assumir o cargo, mas também toda a organização. Produzir o manual mostra aos colaboradores iniciativa e liderança no mapeamento da tarefa assim como compromisso perante a organização.

A existência do manual de procedimentos reduz a quantidade de tempo necessário para aprender a realizar uma nova função na organização, e isto representa uma situação *win-win* para toda a gente (Robb, 2013).



### 3. METODOLOGIA

De modo a conseguir perceber quais os capítulos a abordar no manual foram exploradas algumas ferramentas de visualização e recolha de informação. Todo este processo começou através da concretização do conceito *Gemba Walk* que irá ser apresentado neste capítulo.

Após completar esta ação ao longo de algum tempo, com toda a informação reunida com a actividade e algumas reuniões de *brainstorming* com os gestores do processo de extrusão, deu-se início à elaboração de um *mind-map*. A criação deste mapa permitiu perceber quais as operações que deveriam ser abordadas no manual de forma simples, organizada e hierárquica.

O intuito da elaboração do manual consiste em documentar e padronizar todo o processo, construir uma ferramata de auxílio à actividade dos operadores e que possa ajudar a formar novos colaboradores que no futuro venham fazer parte da empresa. Para tal, é necessária a exploração de cada operação que seja realizada ao longo do processo produtivo de modo a que todos os operadores as realizem da mesma forma.

A realização do manual consiste no início da empresa em criar um ciclo *Plan- Do- Check- Act* (PDCA) que tende a evoluir para *Standard- Do- Check- Act* (SDCA).

Para uma melhor compreensão das abordagens realizadas, este capítulo atenderá à explicação do conceito de cada uma em particular.

#### 3.1. Gemba Walk

Em Japonês, *gemba* significa “local real” - local real onde as ações ocorrem. Os negócios e actividades de valor acrescentado que satisfazem o cliente acontecem no *gemba* (Imai, 2012).

Segundo Womack (2011), “*Gemba* é o espaço onde humanos criam valor” (Womack, 2011). Para tal a gestão deve manter um contacto próximo às realidades que

ocorrem no local, com o intuito de resolver todos os problemas que nele são gerados (Imai, 2012).

De acordo com Imai (2012), a manutenção do *gemba* por parte da gestão de topo requer compromisso dos colaboradores. Os operadores devem sentir-se inspirados em desempenhar o seu papel, orgulhosos com os seus trabalhos e apreciar a sua contribuição para a empresa e a sociedade.

A abordagem deste conceito teve efeito na elaboração deste manual no sentido que a maior percentagem de informação recolhida teve como raiz a visita o *gemba*, neste caso, o chão de fábrica.

O *gemba* é a fonte de toda a informação do processo produtivo (Imai, 2012).

Todas as actividades realizadas durante os processos produtivos, foram observadas e analisadas de modo a recolher máximo de informação e compreensão de todas as operações envolventes ao processo.

A partilha de informação entre todos os colaboradores da empresa, desde o operador de máquina ao gestor responsável do serviço de extrusão, permitiram que fossem criadas condições para a elaboração do manual de operações nas máquinas.

Para quem visita pela primeira vez o processo produtivo e não tem conhecimento acerca do modo como as coisas acontecem, a melhor tarefa de aprendizagem passa por visitar a produção e questionar os colaboradores acerca do funcionamento dos procedimentos. Na verdade, são essas pessoas que lidam todos os dias com o processo e ninguém, melhor do que elas, sabe esclarecer toda a actividade produtiva com base na sua experiência (Imai, 2012).

Esta ferramenta foi utilizada ao longo de todo o processo de estágio na empresa. Através de uma visita diária ao chão de fábrica foram se recolhendo sucessivas informações e compreensões acerca do processo produtivo, funcionamento das máquinas, operações e procedimentos dos operadores e restantes colaboradores da empresa, defeitos ocorridos, geração de desperdícios, avarias, substituição de componentes das máquinas, fluxo de processos, entre muitas outras ocorrências inerentes a todas as actividades realizadas.

Todas as informações relativas às operações dos operadores serviram como matéria para a elaboração do *mind-map* ferramenta desenvolvida e descrita posteriormente neste capítulo e também para a elaboração dos SOP's referentes a cada máquina.

---

## 3.2. Brainstorming

Segundo Pfeiffer (1994), o termo *brainstorming* consiste numa recolha de informações espontâneas da parte dos elementos de um grupo e desenvolvimento de novas ideias com o intuito de resolver problemas específicos.

*Brainstorming* pode ser usado para gerar possíveis soluções para problemas simples, porém é irrealista esperar que esta ferramenta cumpra a maioria das tarefas de resolução de problemas ou planeamento. A técnica de valor parte de um esforço maior que inclui a geração individual de informações ou ideias e posteriormente compilação, avaliação e seleção das mesmas (Pfeiffer, 1994).

As chaves para o sucesso do processo consistem em não realizar nenhuma avaliação ou julgamento sobre as ideias que são geradas (Pfeiffer, 1994; Kiran, 2016) e procurar gerar a maior quantidade de ideias (Kiran, 2016).

De acordo com Pfeiffer (1994), as boas ideias são produzidas em menos tempo que numa conferência ou reunião típica. Este é o grande valor desta ferramenta, sendo a discussão e avaliação das ideias realizadas posteriormente.

### As Regras do *Brainstorming*:

Os seguintes critérios são essenciais para a fase de geração de ideias de um brainstorming (Pfeiffer, 1994; Kiran, 2016):

1. **Não há nenhuma crítica, avaliação, julgamento ou defesa de ideias durante a sessão de brainstorming.** O propósito do brainstorming é gerar o máximo de ideias relacionadas com o tema. A avaliação, julgamento, e seleção de ideias serão realizadas posteriormente.
2. **A roda livre e a associação livre são incentivadas.** Pede-se aos membros do grupo para dar voz a quaisquer soluções em que possam pensar, por mais absurdas ou impraticáveis que sejam ou pareçam. Todas as ideias devem ser expressas.

3. **A quantidade é mais desejada do que a qualidade.** Os membros do grupo são encorajados a contribuir com tantas ideias quantas pensarem. Quanto maior for o número de ideias geradas, maior será, provavelmente, o número de ideias úteis.
4. **O desenvolvimento de ideias é encorajado.** Os membros podem sugerir melhorias, variações, ou combinações de ideias anteriores.

Partindo do uso desta ferramenta, foram realizadas semanalmente sessões de *brainstorming* com os engenheiros e o diretor responsáveis pelo processo de extrusão, a partir da qual foram geradas ideias, conceitos e conteúdos que deveriam ser impressos no manual.

Além deste estudo, foram também realizadas análises de erros, verificação de veracidades, entre outras formas de melhorar o manual.

A realização destas reuniões e debates de ideias permitiu também analisar os operadores durante o processo produtivo, definindo qual a melhor prática a realizar na ação, tarefa ou operação, com o intuito de a colocar em vigor quando da aplicação do manual.

### 3.3. Mind-Map

Um mapa mental (*mind-map*) é um método de análise que permite organizar com facilidade os pensamentos e utilizar ao máximo as capacidades mentais. Esta ferramenta é a forma mais simples de questionar o fluxo de informação, por ser um instrumento eficaz e criativo para tomar notas e planificar os pensamentos (Buzan, 2002).

De acordo com Buzan (2002), todos os mapas mentais têm algo em comum: a sua estrutura natural composta por ramificações que irradiam de uma imagem central, o uso de cores, símbolos, desenhos e palavras que se encontram ligadas de acordo com um conjunto de regras básicas e simples.

A partir desta ferramenta é possível converter uma vasta lista de informação num diagrama organizado e de fácil interpretação (Buzan, 2002).

Qualquer informação encontra-se estreitamente vinculada a outra, associando-se automaticamente a outras unidades de conteúdo. Quantas mais informação se introduz, mais ligações se constroem (Buzan, 2002).

Segundo Buzan (2002) As leis de construção da criação de um simples *mind-map* consistem na abordagem técnica e no *layout*, sendo elas:

- **Técnica:**
  1. Dar ênfase:
    - Utilizar uma imagem no centro
    - Utilizar três ou mais cores
    - Organizar o espaço
    - Usar espaço apropriado
  2. Usar associação:
    - Usar linhas para fazer conexões
    - Usar cores
  3. Ser claro:
    - Usar uma palavra por linha
    - Conectar linhas com outras linhas
    - Imprimir palavras-chave
  4. Desenvolver um estilo pessoal
  
- **Layout:**
  1. Usar Hierarquia
  2. Utilizar ordem numérica

A elaboração desta metodologia parte da informação recolhida através dos conceitos abordados anteriormente, o *gamba walk* e o *brainstorming*.

Sempre que se estudava uma operação realizada na produção onde estivessem envolvidos os operadores produtivos, esta era acrescentada como conexão ao manual de operações.

Isto permitiu que fossem geradas todas as conexões ligadas ao manual de operação, assim como as diferentes ramificações em que as mesmas se subdividem. Estes conteúdos produzidos são os que vão formar o manual de operações.

A geração do *mind-map* foi realizado nas primeiras semanas, à medida que se tomava conhecimento das operações e procedimentos envolvidos no processo produtivo através do *gemba walk*. Houve várias alterações à medida que as reuniões de *brainstorming* com os engenheiros da produção foram ocorrendo.

O *mind-map* elaborado parte de uma imagem central que consiste no Manual de Operações que se ramifica através os seguintes conteúdos: Características da Máquina, Segurança, Higiene e Segurança no Trabalho, Ferramentas, Limpeza, Arranque de Máquina, Mudança de Produto, Paragem Prolongada, Processo Produtivo, Controlo, Embalamento, Características de Turno, Manutenção, Documentação Anexa e consequentes ramificações.

A título de exemplo apresenta-se a Figura 6. referente à análise realizada para a máquina EX 11, elaborado no software online *iMindMap*.

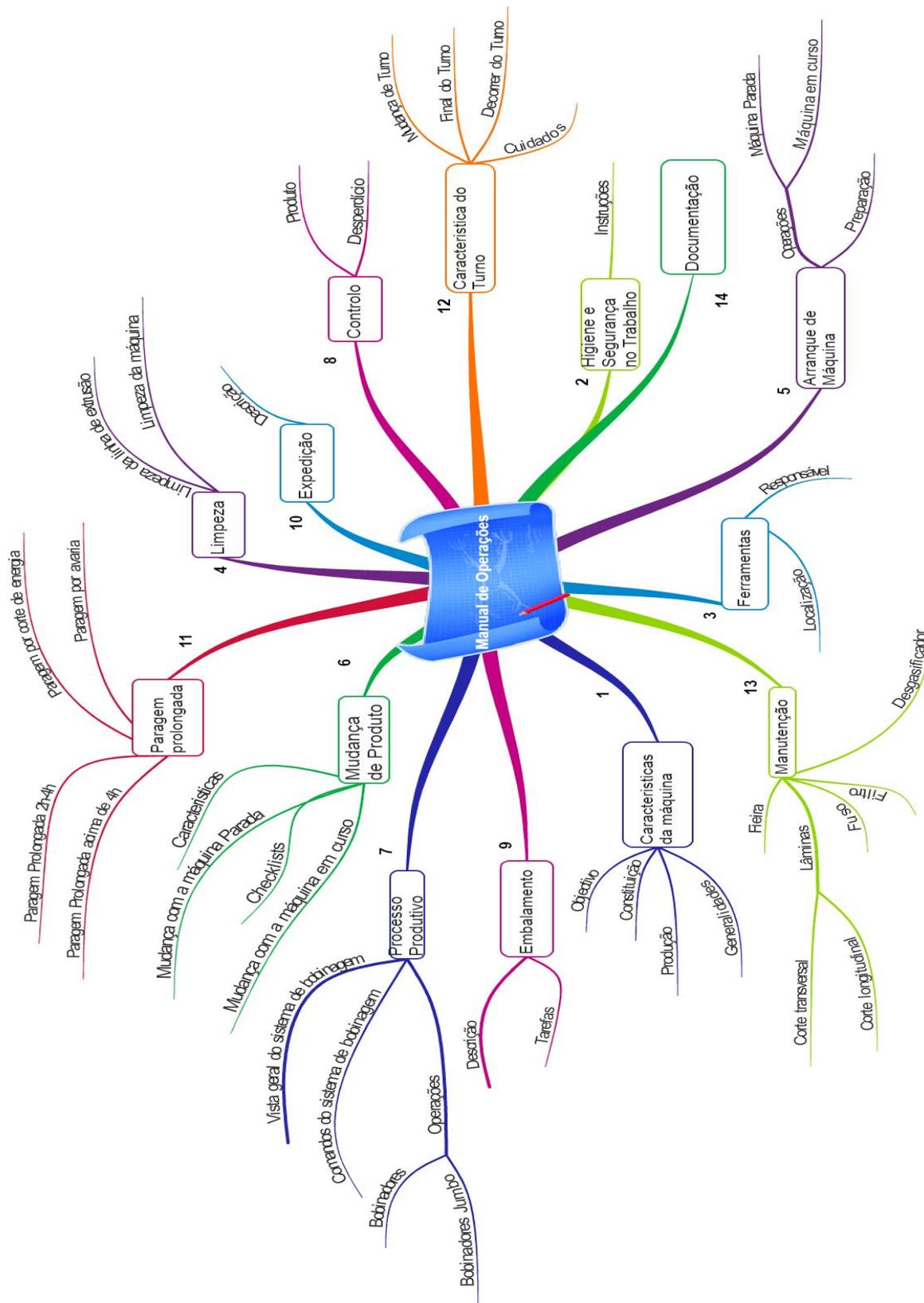


Figura 6. Mind-Map EX 11 (elaborado pelo autor)

### 3.4. PDCA / SDCA

Segundo Imai (2012), o primeiro passo no processo de melhoria contínua consiste em estabelecer uma abordagem do ciclo PDCA (Figura 9) de modo a melhorar os padrões estabelecidos. Este é um dos conceitos mais importantes da melhoria contínua.

O ciclo PDCA consiste em Planear (*plan*), Fazer (*do*), Verificar (*check*) e Ajustar (*act*) (Liker & Meier, 2006; Imai, 2012).

A fase “Planear” descreve-se como estabelecimento de uma meta de melhoria e à elaboração de planos de ação para atingir essa meta, ao passo que, a fase “Fazer” consiste na implementação do plano (Liker & Meier, 2006; Imai, 2012).

A fase da “Verificação” consiste em determinar se a implementação permanece no caminho certo e se trouxe a melhoria planeada e a fase “Ajustar” traduz-se na realização e padronização dos novos procedimentos para evitar a recorrência do problema original ou para estabelecer metas para as novas melhorias (Liker & Meier, 2006; Imai, 2012).

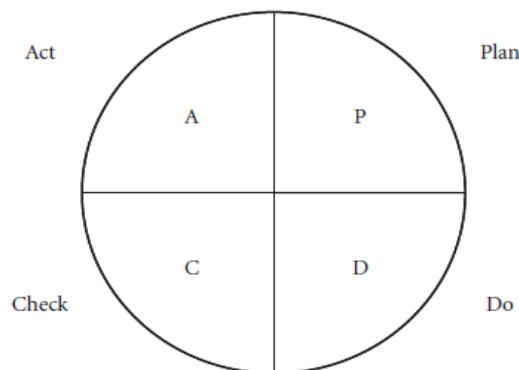
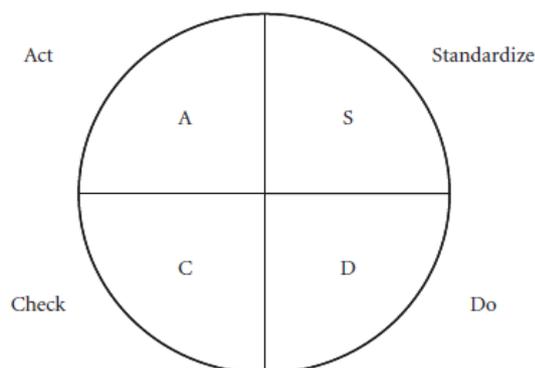


Figura 7- Ciclo PDCA (Fonte: Imai (2012), adaptada pelo autor)

Sempre que as coisas correm mal no gembu, a gestão deve procurar a causa raiz, tomar ações para remediar a situação e alterar o procedimento de trabalho para eliminar o problema (Imai, 2012).

Segundo Imai (2012), a terminologia *kaizen* (melhoria contínua), os gestores devem implementar o ciclo SDCA (Figura 10). Se o trabalho for realizado sem anomalias e de acordo com os padrões e normas em vigor, o processo estará sob controle.

O ciclo SDCA consiste em Padronizar (*standard*), Fazer (*do*), Verificar (*check*) e Ajustar (*act*) (Imai, 2012).



**Figura 8- Ciclo SDCA (Fonte: Imai (2012), adaptada pelo autor)**

O próximo passo é ajustar o estado da operação e elevar os padrões a um nível superior. Isto implica o ciclo do PDCA (Imai, 2012).

Uma vez instaladas as melhorias, com as normas melhoradas, devem ser desenvolvidos esforços para estabilizar os novos procedimentos, iniciando-se assim uma nova fase de manutenção (Imai, 2012).

A Figura 9 mostra a evolução das melhorias na empresa com a aplicação sucessiva dos ciclos SDCA e PDCA.

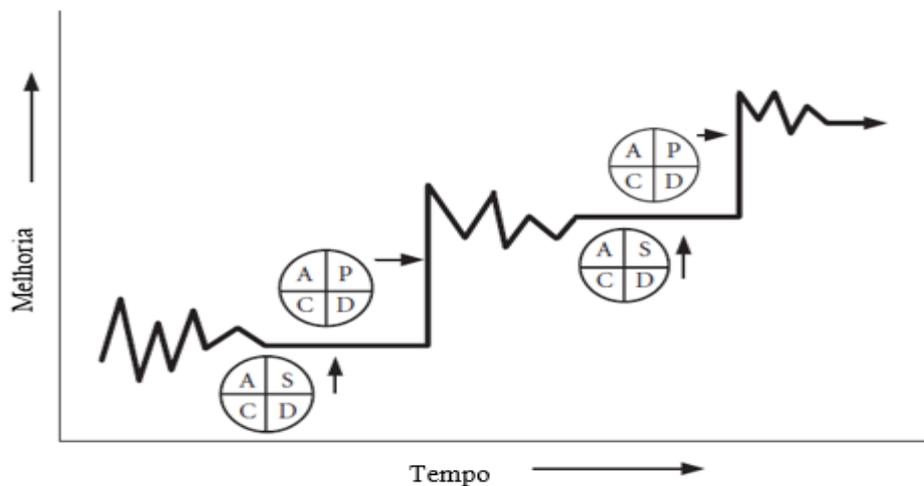


Figura 9- Implementação do ciclo PDCA e SDCA (Fonte: Imai (2012), adaptada pelo autor)

Alguns pontos chave a lembrar durante a fase PDCA (Liker & Meier, 2006):

- Dividir tarefas maiores em segmentos menores, com datas de conclusão e medidas atribuídas para cada parte.
- A responsabilidade por um item de ação não significa que a pessoa responsável tenha de fazer a tarefa. Ela é responsável pelo resultado e por assegurar o progresso.
- A única maneira de verificar os resultados é assegurar que uma medição eficaz está em vigor antes da implementação, de modo que uma comparação antes e depois possa ser feita.
- Uma vez que as soluções se tornam realidade, provavelmente será necessário fazer ajustes. Seguir o *gemba*, e observar cuidadosamente o novo processo para verificar se está livre de grandes problemas.
- Concluir sempre o seu processo com um olhar para o futuro. Definir uma expectativa de que o processo de melhoria nunca se complete.

Esta metodologia serviu como base para a elaboração do manual de operações. A empresa não tem muitas operações padronizadas, a realização do manual de operações é

um ponto de partida para o início de uma padronização e normalização das ações dos operadores durante o processo produtivo.

A empresa não possui nenhum documento onde se encontre o registada a sequência de operações que deve ser adotada pelos colaboradores, pelo que se decidiu que na fase “Planear” do PDCA se devia ser realizar o manual de operações e procedeu-se à elaboração do mesmo.

As fases “Fazer”, relativa à implementação do manual, de “Verificar” e “Ajustar” não chegaram a decorrer durante o período do estágio.



## **4. O MANUAL PONTO-A-PONTO**

### **4.1. Características da máquina**

A introdução ao manual de operações de cada máquina é realizada de igual forma. Inicialmente abordam-se os seguintes pontos:

- Objectivo
- Constituição da máquina
- Produção
- Generalidades

O primeiro ponto do manual pretende informar o colaborador quanto ao objetivo imposto pela empresa relativamente à unidade de produção de laminado termoplástico.

O segundo ponto menciona quais as características principais da máquina a que o manual de operações se aplica, como por exemplo: número de extrusoras, se existe doseador CO<sub>2</sub> ou N<sub>2</sub>, se produz camada de brilho, se existe possibilidade de produzir multicolor, entre outras especificidades.

De seguida pretende-se informar o leitor acerca dos possíveis tipos de produto que a máquina pode produzir.

Em último lugar pretende-se informar o colaborador acerca da documentação que se encontra inerente ao processo produtivo e que o operador deve visualizar, preencher ou consultar durante a sua actividade.

## **4.2. Segurança**

Um pré-requisito básico para o manuseamento seguro no normal funcionamento da máquina, consiste no conhecimento e cumprimento das regras básicas de segurança. Para além disso, devem ser respeitadas as regras e normas aplicadas no local de trabalho relativamente à prevenção de acidentes, bem como normas técnicas reconhecidas para um trabalho seguro e correcto.

Desta forma apresentam-se, em primeiro lugar, no manual de operações, algumas generalidades e indicações quanto à segurança das operações na máquina e ações de paragem de emergência. De seguida, informamos o operador quanto à sinalética de proibição, avisos e obrigatoriedades, ilustrando todos os sinais possíveis de serem vistos ao longo da máquina e a sua legenda.

Deste modo o operador torna-se consciencializado acerca dos perigos inerentes às suas práticas diárias e manuseamento na máquina da qual se encontra responsável.

## **4.3. Instruções de higiene e segurança no trabalho**

As informações referentes aos aspectos de higiene e segurança no trabalho foram criadas previamente pela empresa e documentadas numa instrução de trabalho própria.

O manual de operações pretende informar o operador, no caso de intenção de consulta, sobre a identificação do documento que reporta esta informação.

Ficou estabelecido com a diretora da qualidade que a informação deste documento não seria incluída no manual, pois em caso de alteração da informação nela descrita, teria de se pôr em prática uma alteração igual em todos os manuais. Por este motivo apenas se faz referência ao documento que deve ser consultado.

## 4.4. Localização de ferramentas e responsáveis

A localização das ferramentas assim como os responsáveis associados ao manuseamento das mesmas é um ponto fundamental a mencionar no manual. O operador não conseguirá realizar as suas tarefas diárias associadas à sua posição se não dispor de um determinado número de ferramentas básicas.

Sendo assim, neste ponto pretendemos informar o operador acerca das ferramentas disponíveis e a sua localização para que o mesmo possa realizar as devidas operações.

Tipicamente as ferramentas encontram-se junto da feira da máquina dentro de um pequeno compartimento. Associado às ferramentas encontra-se uma matriz que indica quais as ferramentas que devem estar presentes, assim como, a sua numeração e localização das mesmas no armário.

## 4.5. Limpeza da máquina e linhas de alimentação

A limpeza dos diferentes órgãos, dos componentes da máquina e dos componentes das linhas de alimentação, faz parte de um dos processos mais importantes para a produção dos diferentes tipos de laminado termoplástico.

Uma má limpeza nas ações de mudança de produto pode contaminar o próximo a ser produzido. Isto fará com que o arranque da máquina possa não ser feito com sucesso e a geração de bobines de desperdício seja elevada.

O manual de operações apresenta este capítulo, inicialmente, através de uma explicação da importância deste aspeto e, de seguida, menciona todas as instruções de trabalho (previamente elaboradas pela empresa) associadas aos processos e procedimentos de limpeza das linhas de extrusão e sistema de bobinagem.

O manual de operações faz referência às instruções que se encontram no manual da máquina, documento que agrupa todos os procedimentos e instruções de trabalho relativos à limpeza da máquina correspondente. Posto isto, o operador consegue perceber qual a

identificação da instrução de trabalho que necessita, e de seguida, realiza a sua pesquisa no manual da máquina.

## 4.6. Arranque de máquina

A operação de arranque de máquina é uma das actividades de maior importância ao longo de todo o processo produtivo. Cada produto tem características específicas tanto ao nível das propriedades físicas como ao nível dimensional da bobine produzida.

As propriedades físicas podem variar na espessura total, na espessura entre diferentes camadas, na densidade, nas matérias-primas e misturas nas extrusoras, nas quantidades de adição de cargas (CO<sub>2</sub> ou N<sub>2</sub>) ou minerais, incorporação de desperdício e na pigmentação.

As propriedades dimensionais da bobine produzida podem variar no tamanho, podendo ser uma bobine normal (produzida em estações de bobinagem normais) ou uma bobine grande (associada à produção de carrinhos Jumbo, realizada em estações de bobinagem de carrinhos Jumbo). Os parâmetros que regulam a dimensão da bobine são o comprimento do laminado ou o diâmetro da bobine.

O arranque de máquina dá início a todo o processo produtivo de um determinado produto. Por isso, é fundamental cumprir toda uma gama de operações com a máquina parada e, posteriormente, com a máquina em serviço. Cada máquina é diferente relativamente aos órgãos que constituem, como tal, diferentes tipos de operações tem de ser realizadas.

Os procedimentos com a máquina parada similares entre todas as linhas são:

- Visualização de toda a organização documental referente ao produto que se visa produzir;
- Ligação do sistema de dosagem de matéria-prima da linha;
- Inserção de temperaturas nas diferentes zonas da linha;
- Introdução dos dados do produto no sistema de bobinagem;
- Afinação da máquina (feira e calandra);
- Deslocação da calandra para junto da feira;

Os procedimentos com a máquina em serviço, similares entre todas as linhas, são:

- Introdução da velocidade de engate e da velocidade média nas extrusoras e calandra;
- Colocação das lâminas de corte;
- Encaminhamento do laminado para os bobinadores;
- Introdução da velocidade máxima;
- Afinação da máquina (fieira e calandra);
- Recolha do desperdício;

Em condições normais em que não existam avarias nos órgãos ou componentes das máquinas, cortes de energia ou problemas no sistema de alimentação entre os silos e as extrusoras, a grande parte de desperdício gerado provém desta operação.

Uma boa afinação da máquina irá aumentar a eficiência da operação e consequentemente uma diminuição do desperdício gerado.

A partir do momento em que o produto se apresenta conforme e aprovado pelo sector da qualidade, finaliza-se o arranque da máquina, recolhem-se as bobines não-conformes (desperdício) e dá-se início ao processo produtivo das bobines.

No manual esta operação encontra-se subdividida em: operações a realizar com a máquina parada e operações a realizar com a máquina em curso.

Cada um destes tópicos inicia-se com a ilustração de uma ordem cronológica das operações a realizar, o que permite ao operador perceber qual a sequência das tarefas que devem ser realizadas. Nesta fase, o operador tem acesso de forma detalhada à descrição da operação/ tarefa com auxílio de uma imagem (se for o caso) para facilitar uma melhor compreensão.

#### **4.7. Preparação para arranque de máquina após paragem prolongada**

Após ser realizada uma paragem prolongada existe uma série de procedimentos que devem ser realizados para não comprometer a operação e estado da máquina.

Deste modo encontra-se mencionado no manual de operações os procedimentos a realizar com vista à preparação do arranque de máquina.

A operação de paragem prolongada encontra-se descrita num capítulo posterior ao arranque de máquina, mudança de produto, operações no sistema de bobinagem e controlo. A decisão da localização do conteúdo foi definida numa das reuniões de *brainstorming* com os responsáveis do serviço de engenharia do processo de extrusão.

#### **4.8. Arranque após paragem por corte de energia**

Segundo o histórico partilhado pelos trabalhadores da empresa, é relativamente usual existirem, entre uma a duas vezes por mês, cortes de energia na produção. Esta ocorrência normalmente tem uma duração entre 5 e 10 minutos e ocorre devido à geração de picos de energia momentâneos.

Assim, ficou definido que a existência de um capítulo dedicado aos procedimentos a realizar após este acontecimento seria uma mais valia tanto para a empresa como para o auxílio e formação do operador.

Posto isto, encontra-se descrito no manual de operações a sequência das ações que o operador deve realizar, desde a reposição dos valores impostos na Ficha Técnica até à verificação do estado de funcionamento de todos os equipamentos eletrónicos da máquina.

#### **4.9. Mudança de produto**

Devido ao facto de existir uma elevada gama de produtos diferentes, torna-se extremamente importante referenciar este conteúdo no manual das operações. Estas mudanças de produto podem originar ou não a paragem da máquina.

Se as características do produto que se visa produzir forem semelhantes ou iguais ao produto que foi produzido, não existe necessidade de paragem da máquina. As mudanças

relativas apenas às dimensões das bobines, como largura ou comprimento do laminado, podem ser realizadas com a máquina em curso.

Inicialmente neste ponto começa-se por referenciar a lista de verificações (*checklists*) que o 1º operador e o 2º operador (ajudante) devem realizar.

Posteriormente, pretendemos formar os operadores acerca dos motivos que originam a mudança de produto e os factores que conduzem à paragem da máquina. No final fazemos referência à limpeza que deve ser realizada, caso haja necessidade.

## **4.10. Processo produtivo de bobines**

Neste capítulo do manual pretende-se descrever e ilustrar a composição geral do sistema de bobinagem e os seus controladores eletrónicos. Em último lugar descrever quais as operações a realizar no processo de formação e troca das bobines, por parte do operador, através da apresentação do SOP criado para cada tipo de estação de bobinagem.

### **4.10.1. Vista geral do sistema de bobinagem**

A vista geral do sistema de bobinagem consiste numa imagem visual de todo o sistema, a partir da qual o operador consegue perceber quantas estações de bobinagem existem, quais os componentes do sistema e como se distribui e encaminha a linha do laminado pelas diferentes estações de bobinagem.

Este ponto torna-se bastante útil para compreensão de como se encontra distribuído o sistema de bobinagem, os seus elementos e estações.

Na operação de arranque de máquina é necessário encaminhar o laminado para as diferentes estações de bobinagem. Desta forma, o manual de operações serve de auxílio a essa tarefa visto que, se encontra demonstrado no manual, uma figura indicando qual o trajeto que o laminado deve seguir após passar pela máquina de corte longitudinal.

#### **4.10.2. Controlos de comando do sistema das estações de bobinagem**

Para funcionamento das diferentes estações de bobinagem e de todo o sistema é necessário compreender quais as funcionalidades dos comandos. Posto isto, este ponto pretende ilustrar quais os comandos inerentes a cada estação de bobinagem, assim como a funcionalidade de cada comando.

De modo a formar o operador acerca das funcionalidades dos comandos de cada estação, o manual apresenta neste sub-capítulo uma imagem virtual legendada e uma imagem real para facilitar a compreensão para o colaborador.

A legenda permite ao operador perceber qual a funcionalidade de cada botão activo, ao passo que a foto permite uma visualização real do comando da estação.

#### **4.10.3. Operações no sistema de bobinagem**

Em primeira instância pretendemos formar o operador acerca da constituição de todo o sistema de bobinagem, representando a vista geral da máquina e os comandos das estações de bobinagem. Cada um destes pontos encontra-se ilustrado através de uma figura e conseqüente legenda.

De seguida encontra-se ilustrado o SOP criado para a operação de produção de cada bobine.

O SOP encontra-se desenvolvido por ordem de actividade a realizar, à qual se associa uma imagem, a descrição da actividade, os cuidados, os equipamentos obrigatórios e as notas.

Foi criado um SOP para os dois tipos de estações de bobinagem inerentes a cada máquina: estações de bobinagem para produções de bobines normais e estações de bobinagem para produções de bobines em carrinhos (Jumbo).

É importante referir que há linhas de produção em que não existem estações de bobinagem destinadas à produção de bobines em carrinhos (Jumbo). Por isso, apenas se

encontra mencionado no manual o SOP referente as actividades a realizar nas estações de bobinagem normal.

A criação destes SOP's e a sua inserção no manual de operações irá originar uma padronização na sequência das operações no processo de troca e na remoção da bobine. De igual forma auxilia o operador, através da imagem visual, descrição da operação e consciencialização dos cuidados a ter nas suas ações.

Os SOP's realizados estarão presentes no último capítulo do manual, nomeadamente no capítulo "Anexo".

## **4.11. Controlo**

O contolo realizado no processo de extrusão incide sobre dois momentos, sendo eles: o controlo do produto e o controlo de desperdício. A descrição dos métodos de realização dos mesmos é feita a seguir:

### **4.11.1. Controlo do produto**

O controlo do produto na UF2 é realizado pelos operadores de máquina e pelos operadores do departamento de qualidade.

Cada cliente tem associado um plano de controlo do produto particular, isto referente à periodicidade do controlo, à monitorização e às formas de controlo ao longo do processo produtivo.

Relativamente a este ponto encontra-se de igual forma estabelecido um parâmetro de autocontrolo que deve ser realizado por parte dos operadores independentemente do produto ou cliente destinatário.

O registo do controlo do produto é realizado na folha de "Controlo de Processo-Extrusão" onde são registadas as verificações e as análises realizadas pelos operadores de máquina e os operadores da qualidade. Contudo as avaliações realizadas ao produto são diferentes. Os operadores de máquina monitorizam: a espessura, a largura, o corte das

lâminas e doseamento da matéria-prima nas balanças e tremonhas. Os operadores da qualidade monitorizam: a Espessura total e entre camadas, a largura, a cor, o acabamento superficial, a bobinagem, os calos, a deformação da folha, a flecha, a rebarba de corte, o efeito “Telha”, entre outros (dependendo da máquina em análise).

O registo é realizado com canetas de tinta diferentes, os operadores de máquina preenchem a folha com caneta de tinta preta, ao passo que os operadores da qualidade preenchem a folha com caneta de tinta verde.

Todas as considerações acima descritas são explicadas da mesma forma no manual de operações com o intuito de informar o operador acerca dos pontos dos documentos que devem verificar e preencher.

#### **4.11.2. Controlo de desperdício**

O controlo do desperdício é apenas realizado pelos operadores de máquina.

Este controlo é realizado sempre no final de toda a geração de desperdício, sendo no arranque de máquina, na preparação para paragem prolongada, nas mudanças de produto ou nos defeitos ocorridos durante o processo produtivo.

O controlo do desperdício faz-se através do preenchimento de um documento onde se deve mencionar a referência do produto, a ordem de produção, a tara, o peso bruto, o peso líquido, o número do operador, a data e a rubrica.

O documento onde devem ser preenchidos estes parâmetros depende do tipo de produto a que se refere (PS /PP/ PET).

Este ponto encontra-se mencionado no manual de modo a formar o operador acerca de como deve ser realizado o processo de controlo de desperdício, informando quando é que deve ser contabilizado, em que documento, e quais os campos que devem ser preenchidos pelo mesmo.

## **4.12. Paragem Prolongada**

A preparação para a paragem prolongada representa um ponto bastante importante do processo produtivo, conservação da máquina e preparação para intervenção da manutenção.

A paragem pode ser entre duas a quatro horas, superiores a quatro horas ou podem ser paragens não programadas relacionadas com avarias ou imprevistos na linha.

A sequência de procedimentos relacionados com o tipo de paragem e a máquina associada, encontram-se descritos no manual de operações de cada máquina. Sendo que, cada máquina é diferente, o procedimento é também consequentemente diferente.

Esta sequência de procedimentos irá posteriormente permitir aos operadores de máquina e manutenção intervirem assim que for necessário.

## **4.13. Embalagem**

O último processo de produção da bobine em que o operador intervém diz respeito ao processo de embalagem. Neste processo o operador deve embalar a bobine com o material de embalagem presente na Ordem de Produção e sobe a forma que se encontra descrita na Ficha Técnica- Embalagem- Extrusão inerente a essa Ordem de Produção.

Para cada cliente existe uma forma particular de embalar o produto, com diferentes componentes, formas de embalar, colocação da etiqueta e identificação, entre outras especificidades. Para tal, associado ao este processo encontra-se fornecido aos colaboradores a Ficha Técnica- Embalagem- Extrusão correspondente à produção em curso. Neste documento encontra-se descrito todo o processo de embalagem da bobine e identificação que deve ser implementada.

As Ficha Técnica- Embalagem- Extrusão foram elaboradas pela empresa anteriormente e encontram-se fornecidas ao mesmo tempo que as Ordem de Produção e Ficha Técnica.

O manual de operações além de informar o leitor desta condicionante, descreve sequencialmente o procedimento de operações que o colaborador deve realizar para obter a etiqueta correspondente no computador existente na zona de embalagem.

#### **4.14. Mudança de Turno**

No período de mudança de turno é necessário o preenchimento de uma lista de verificações, denominada de Lista de Verificação- Início de Turno, em que o operador que vai inicializar a sua actividade deve preencher e realizar as tarefas inerentes à mesma. Além disso, é necessário recolher informações junto do operador do turno anterior acerca do estado da operação e da máquina, histórico de eventos, ocorrência de defeitos e a existência e correcta arrumação das ferramentas.

Neste ponto o manual, fornece ao operador a instrução de trabalho que auxilia o preenchimento da Lista de Verificação- Início de Turno. Posteriormente, indica-lhe quais os assuntos que não devem ser esquecidos na partilha de informação com o colaborador do turno anterior.

#### **4.15. No Decorrer do turno**

Ao longo do decorrer do turno o operador além de realizar os procedimentos ligados à produção de bobines, embalagem e controlo de desperdício, deve preencher as folhas de Registo de Produção e Controlo de Processo.

Desta forma, o manual de operações pretende dar a conhecer ao operador quais são estas folhas de registo, apresentando uma imagem relativa a cada uma delas, e mencionar a obrigatoriedade do preenchimento das mesmas.

## **4.16. Fim de Turno**

O final de turno é o momento em que o operador deve registar as quantidades produzidas na folha de Registo de Produção, assim como, partilhar informação com o colega do turno seguinte acerca do estado da operação e histórico de eventos.

No manual mencionam-se estas actividades de modo a que o operador cumpra a realização das mesmas.

## **4.17. Cuidados durante o Turno**

Neste capítulo do manual são mencionados alguns cuidados, com o intuito de alertar os operadores para alguns cuidados que devem ter durante as suas operações produtivas.

Faz parte do seu trabalho ter especial atenção à limpeza da máquina e do local de trabalho, cuidados com a qualidade do produto e desperdício gerado, movimentação dos paletizadores e atenção relativamente à sua segurança e da operação de acordo com a sinalética e avisos mencionados no capítulo da “Segurança”.

## **4.18. Manutenção**

Normalmente os operadores não realizam tarefas dedicadas à manutenção das máquinas, contudo podem estar envolvidos na preparação da máquina para a intervenção ou proceder à substituição de alguns componentes.

Assim, neste ponto do manual encontram-se mencionados os procedimentos operacionais e instruções de trabalho referentes a cada tipo de manutenção que deve ser realizada, bem como a intervenção ou não dos operadores.

#### **4.19. Documentação Anexa**

A documentação anexa é um ponto do manual, onde se pretende informar o operador acerca dos documentos fornecidos no Manual da Máquina. Alguns são mencionados no manual através da sua identificação de modo a que o operador os consulte assim que tenha de desenvolver uma operação.

Os documentos mencionados são maioritariamente instruções de trabalho e procedimentos operacionais.

#### **4.20. Anexo**

O anexo é o ponto final do manual onde se encontram os SOP's relativos às operações a realizar nos diferentes postos de bobinagem, dependendo do tipo de produto que se pretende produzir.

Ficou estabelecido que estes documentos estariam neste capítulo visto que as sequências das operações estabelecidas não foram avaliadas relativamente aos tempos, o que possibilita uma otimização futura após essa análise.

Sendo que esses documentos podem sofrer alterações, o que irá originar novas edições, estas apenas serão efectuadas e mencionadas nos SOP's até que seja definida a sequência ótima.

## 5. CONCLUSÕES

A elaboração desta dissertação permite perceber de que modo a uniformização e padronização das ações e tarefas são importantes para um processo de melhoria contínua dentro de uma organização.

A aplicação desta ferramenta previne e reduz a ocorrência de erros ou falhas dos operadores, melhora a qualidade e flexibilidade, reduz a variabilidade e estabelece controlo e estabilidade sobre o processo.

A criação de um documento representativo da forma e sequência de como todas as operações, remetendo posteriormente para uma análise mais pormenorizada das operações com a finalidade de otimizar tempos e definir a melhor sequência, teve como objectivo a melhoria contínua de todo o processo.

Uma formação através de um documento padrão, inerente a cada máquina, faz com que os novos colaboradores aprendam todos de igual forma e da maneira mais correcta de acordo com os engenheiros e responsáveis pelo processo de extrusão.

O manual de operações elaborado permite formar novos colaboradores, assim como, guiar e auxiliar os presentes operadores nas suas tarefas diárias. Antes da realização do mesmo, os operadores apenas tinham acesso a instruções de trabalho e procedimentos operacionais específicos, organizados de forma aleatória no manual da máquina.

O manual ajuda o operador a perceber qual o documento a visualizar em cada uma das suas operações, sem que este tenha necessidade de verificar se esse documento é ou não adequado à tarefa.

As operações que não tenham nenhuma instrução de trabalho ou procedimento operacional associada, encontram-se descritas no manual de operações de modo que o colaborador seja capaz de efectuar a tarefa da forma pretendida.

A empresa até ao momento não realiza nenhuma ação de formação para os novos colaboradores. Estes quando entram, são alocados a uma máquina e realizam a sua formação com o operador responsável.

Como cada funcionário teve formação através da experiência partilhada pelo operador responsável naquela data, implica que todas as formações foram feitas de forma diferente.

Através da troca de informação com alguns operadores foi possível perceber que cada um realiza as operações de maneira diferente e no momento de dar formação, em alguns casos, o operador não explica o porquê das suas ações pelo facto dele próprio não saber o motivo.

Este fator pode gerar uma má formação e desmotivação no novo colaborador pelo facto de este não perceber o motivo das ações.

Uma indicação para um trabalho futuro na Intraplás, S.A. passa, numa primeira instância, por implementar o manual e dar formação aos presentes colaboradores acerca do modo de manuseamento do manual de operações.

Numa segunda fase, deve-se alterar o sistema de formação de novos colaboradores, partindo de uma formação através do auxílio do manual, acerca das operações e consulta de documentos que deverá realizar no seu posto de trabalho antes de passar para o chão de fábrica.

---

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bacalhau, J., Cunha, T., & Afonso, C. (2017). Effect of Ni content on the hardenability of a bainitic steel for plastics processing. *COBEM 2017 (24th ABCM International Congress of Mechanical Engineering)*. Curitiba - PR. doi:10.26678/ABCM.COBEM2017.COB17-1174
- Birmingham, F., & Jelinek, J. (2007). *Quick changeover simplified the manager's to improving profits with SMED*. Productivity Press.
- Bragança, S., & Costa, E. (2015). An application of the lean production tool- Standard work. *Jurnal Teknologi*, pp. 47-53.
- Buzan, T. (2002). *How to mind map*. Londres: Harper Collins Publishers Ltd.
- Emiliani, M. L. (2008). Standardized work for executive leadership. *Leadership & Organization Development Journal*, 29, pp. 24-46. doi:10.1108/01437730810845289
- EPA. (2007). *Guidance for Preparing Standards Operations Procedures- EPA QA/ G-6*. Washington: United States Environmental Protection Agency. Obtido de <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/g6-final.pdf>
- Feng, P. P., & Ballard, G. (2008). Standard work from lean theory prespective. Obtido de <https://www.researchgate.net/publication/228425542>
- Gorecky, D., Khamis, M., & Mura, K. (2015). Introduction and establishment of virtual training in the factory of the future. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*.
- Haug, A. (2015). Work instructions quality in industrial management. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 50, pp. 1-8.
- Huntzinger, J. (2016). *The roots of lean- Training within industry: The origin of japanese management and kaizen*. Lean Frontiers. Obtido de <https://www.lean.org/Search/Documents/105.pdf>
- Imai, M. (2012). *Gemba kaizen*. United States: McGraw-Hill Education - Europe.

- Khoshnevis, M., & Lindberg, E. (2015). *Development of a demonstrator in the aerospace industry for visualization of 3D work instructions*. Linköping: Master Thesis, Department of Management and Engineering, Division of Machine Design.
- Kiran, D. R. (2016). Kaizen and continuous improvement- Chapter 22. Em D. R. Kiran, *Total quality management: Key concepts and case studies* (pp. 313- 332). Butterworth-Heinemann.
- Krammer, P., Neef, D., & Plapper, P. (2011). Advanced manufacturing technologies for general assembly. *SAE International*. doi:10.4271/2011-01-1253
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The toyota way fieldbook- A practical guide for implementing Toyota's 4Ps*. McGraw-Hill.
- Liker, J. K., & Meier, D. P. (2007). *Toyota talent- Developing your people the toyota way*. McGraw-Hill.
- Lu, J.-C., & Yang, T. (2015). Implementing lean standard work to solve a low work-in-process buffer problem in a highly automated manufacturing environment. *International Journal of Production Research*, pp. 2285-2305.
- Moreno-Villanueva, M., Capri, M., Breusing, N., Siepelmeyer, A., Sevini, F., Ghezzi, A., . . . Bürkle, A. (23 de Março de 2015). MARK- AGE Standard operating procedures (SOPs): A successful effort. *Mechanisms of Ageing and Development*, pp. 18-25.
- Narayan, D., & Jitendra, T. (2016). Lean manufacturing using standard operations procedures and setup analysis as tools. *International Journal of Engineering Research And Advanced Technology*, pp. 136-141.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system- Beyond large-scale production*. Portland, Oregon: Productivity Press.
- Pereira, A., Abreu, M., Silva, D., Alves, A., Oliveira, J., Lopes, I., & Figueiredo, M. (2016). Reconfigurable standardization work in a lean company- a case study. *Changeable, Agile, Reconfigurable & Virtual Production Conference*, pp. 239-244.
- Pfeiffer, J. W. (1994). *Pfeiffer & Company Library, of Theories and Models: Management*. Pfeiffer Wiley.
- Powell, D., Alfnes, E., Strandhagen, J. O., & Dreyer, H. (9 de January de 2013). The concurrent application of lean production and ERP: Towards an ERP-based lean implementation process. *Computers in Industry*, pp. 324-335. doi:10.1016/j.compind.2012.12.002

- Reifenhäuser. (1997). *Extrusion Lines- Operating Instructions*. Troisdorf, Germany: Reifenhäuser GmbH & Co.
- Robb, P. (2013). *Creating a standard operating procedures manual- An essential business tool for every office*. Lessburg Pike: Business Management Daily- Phillip A. Ash.
- Rodriguez, L., Quint, F., Gorecky, D., Romero, D., & Siller, H. R. (2015). Developing a mixed reality assistance system based on projection mapping technology for manual operations at assembly workstations. *International Conference on Virtual and Augmented Reality in Education* (pp. 327-333). Procedia Computer Science.
- Schmidt, R. H., & Pierce, P. D. (2016). The use of standard operating procedures (SOPs). Em H. L. Lelieveld, M. A. Mostert, & J. Holah, *Handbook of hygiene control in the food industry (2nd Edition)* (pp. 221-233). San Antonio, TX, United States: Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition.
- Servan, J., Mas, F., Ríos, J., & Menéndez, J. (2012). Assembly work instruction deployment using augmented reality. *Key Engineering Materials Vol. 502*, pp. 25-30. doi:10.4028/www.scientific.net/KEM.502.25
- Ungan, M. (2006a). Towards a better understanding of process documentation. *The TQM Magazine*, pp. 400-409.
- Ungan, M. C. (2006b). Standardization through process documentation. *Business Process Management Journal*, pp. 135-148.
- Williams, B. A. (2001). Standard work- Lean tools and techniques. *SAE Aerospace Manufacturing Technology Conference*. Seattle, Washington: SAE The Engineering Society For Advancing Mobility Land Sea Air and Space International.
- Wilson, L. (2010). *How to implement lean manufacturing*. New York: The McGraw-Hill Companies.
- Womack, J. (2011). *Gemba walks*. Cambridge, USA: Lean Enterprise Institute.