



ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA DE FABRICO DE EQUIPAMENTOS

CARLOS DANIEL PEREIRA CRUZ

julho de 2020

ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA DE FABRICO DE EQUIPAMENTOS

Carlos Daniel Pereira Cruz
1141106

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA DE FABRICO DE EQUIPAMENTOS

Carlos Daniel Pereira Cruz
1141106

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica - Ramo de Gestão Industrial, realizada sob a orientação do Professor Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira.

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia mecânica

JÚRI

Presidente

Professora Doutora Marlene Ferreira de Brito

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

Orientador

Professor Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira

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

Arguente

Professora Doutora Carla Alexandra Soares Geraldès

Professor Adjunto, Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Bragança, Instituto Politécnico de Bragança

AGRADECIMENTOS

Ao longo do percurso de realização desta dissertação, foram várias as pessoas que deram o seu contributo para a conclusão de mais uma etapa no meu percurso académico.

Queria agradecer à Empresa Centi-Support pela oportunidade de realizar o estágio nas suas instalações, agradecendo a todos os colaboradores pelos ensinamentos, acolhimento e apoio constante. Ao meu orientador na empresa, Engenheiro Pedro Silva, pela disponibilidade, apoio, conhecimento transmitido e ainda pelas ideias que foram cruciais para a realização deste trabalho.

Um muito obrigado ao Professor Doutor Luís Pinto Ferreira, meu orientador do Instituto Superior de Engenharia do Porto, pela disponibilidade, preocupação e apoio contínuo ao longo de todo o trabalho.

A toda a minha família, pelo apoio incondicional, não só durante esta etapa, como ao longo de todo o meu percurso académico.

À Joana, pela força e apoio incansável ao longo de todo o meu percurso académico, por nunca me ter deixado desistir, mostrando que eu era capaz de alcançar os meus objetivos.

PALAVRAS CHAVE

Análise e melhoria de processos; *Lean*; Gestão e controlo da produção.

RESUMO

Encontramo-nos em tempos onde é importante que as empresas sejam flexíveis e capazes de entregar ao cliente produtos de qualidade a um preço competitivo, criando a necessidade de reduzir ao máximo os desperdícios ao longo do processo produtivo e aumentar a capacidade de resposta.

O projeto em estudo foi desenvolvido numa Empresa de fabrico de equipamentos, localizada em Vila Nova de Famalicão, a Centi-Support. O estudo em questão, tem como objetivos a melhoria dos processos produtivos, redução de desperdícios e aumento da produtividade. Inicialmente realizou-se uma análise aos processos de desenvolvimento, produção, receção de materiais e montagens dos projetos, onde foram encontradas oportunidades de melhoria.

Tendo em conta os problemas identificados foram propostas várias melhorias para o processo produtivo: elaboração do fluxograma do processo produtivo para obtenção de um processo de produção geral standard, melhoramento do *sheet template* para um melhor rastreamento das movimentações das peças, desenvolvimento de uma ferramenta de complementação do Plano Geral de Atividades (PGA) para redução dos tempos perdidos pelos funcionários sem tarefas atribuídas, desenvolvimento de auditoria 5S para aplicação na produção para manutenção das condições do posto de trabalho, organização do armazém, desenvolvimento de documento para complemento da ferramenta de verificação do stock existente, elaboração de um método de identificação de locais de componentes dentro do armazém e oficina.

As propostas de melhorias poderão permitir à empresa obter como ganhos, a redução da variabilidade do processo produtivo, redução de retrabalho necessário em peças, aumento da produtividade, redução do desperdício de tempo por funcionários sem tarefas atribuídas, entre outros.

KEYWORDS

Process analysis and improvement; *Lean*; Production management and control.

ABSTRACT

We are at a time in which it is important for companies to be more flexible and able to deliver quality products to the customer at a competitive price, creating the need to reduce waste as much as possible throughout the production process and increase responsiveness.

The project in study was developed in an equipment manufacturing company, Centi-Support, in the production area. The study in question, aims to improve production processes, reduce waste and increase productivity. Initially, an analysis of the development, production and project assembly processes was carried out, where opportunities for improvement were found.

Taking into account the problems identified, several improvements were proposed to the production process: elaboration of the flowchart of the production process for application of a standard general production process, improvement of the sheet template model for a better understanding of the movements of parts, development of a tool of complementation PGA (General Plan of Activities) to reduce time lost by employees without assigned tasks, development of 5S audits for application in production to maintain workstations conditions, storage organization, document development to complement the check tool of inventory, elaboration of a method of identifying component locations within the warehouse and workshop.

Improvement proposals will allow the company to obtain gains such as reducing the variability of the production process, reducing necessary rework on parts, increasing productivity, reducing time wasted by employees without assigned tasks, among others.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

ETO	<i>Engineer-to-order</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Dies</i>
SOP	<i>Standard Operation Procedure</i>
WIP	<i>Work-in-Process</i>
VA	<i>Value adding</i>
NVA	<i>Non Value adding</i>
PCD	<i>Project cost deployment</i>
MCD	<i>Manufacturing cost deployment</i>
PGA	Plano geral de atividades
TPS	<i>Toyota Production System</i>
JIT	<i>Just in Time</i>

GLOSSÁRIO DE TERMOS

<i>Brainstorming</i>	Estrangeirismo usado para referir troca de ideias num grupo de trabalho.
<i>Poka-yoke</i>	Dispositivo à prova de erros.
<i>Kanban</i>	Palavra derivada do japonês que significa “cartão”. Inserido no sistema do TPS coordenando o fluxo de materiais e de informação ao longo do processo de fabrico.
<i>Modus operandi</i>	Palavra em latim que significa “modo de operação”.
Software	Sequência de instruções escritas para que o computador leia, com o objetivo de executar tarefas específicas.
<i>Layout</i>	Palavra de origem inglesa que significa “planta fabril”.
<i>Standard</i>	Palavra de origem inglesa que significa “padrão”.
<i>Stock</i>	Palavra de origem inglesa que significa “inventário”.
VSM	Ferramenta que mapeia o fluxo de material, informações e tempos de execução, ao longo dos processos produtivos.
5S	Cinco palavras de origem japonesa, que procuram estabelecer um ambiente cultural de melhoria contínua, criando ambientes de trabalho adequados ao pensamento <i>Lean</i> .
Diagrama de Ishikawa	Também conhecido por diagrama de espinha-de-peixe e por diagrama de causa e efeito. Corresponde a uma representação gráfica que ajuda a identificar as causas de um problema específico.
Gestão visual	Sistemas simples de informação, para apoiar colaboradores e gestores nas suas atividades.
<i>Kaizen</i>	Palavra de origem japonesa que significa melhoria contínua.
<i>Lead time</i>	Tempo de duração de uma dada tarefa, trabalho, produto ou serviço.
<i>Lean</i>	Palavra de origem inglesa que significa “magro”. Algo que contém apenas o necessário.
<i>Muda</i>	Palavra japonesa que significa desperdício. Refere-se a tudo aquilo que não adiciona valor na perspetiva do cliente, aumentando o custo e o tempo de entrega.
<i>Poka-yoke</i>	Expressão com origem japonesa que significa “à prova de erros”.
<i>Pull</i>	Sistema de fabrico que apenas inicia as atividades de fabrico após o pedido do cliente ou ordem do mesmo.
<i>Setup</i>	Refere-se ao a atividades de preparação, ajuste e mudanças de um equipamento para fabrico de um novo produto ou lote.
<i>Standard work</i>	Trabalho uniformizado que permite um melhor controlo das operações, algo mais estável e previsível.
<i>Value stream</i>	Palavra de origem inglesa que significa cadeia de valor. Refere-se a sequência de atividades e operações envolvidas na criação de um produto ou serviço, incluindo a cadeia de fornecimento, bem como, atividades que podem ou não acrescentar valor.
<i>TPS</i>	Sigla para <i>Toyota Production System</i> . Sistema base para o conceito <i>Lean</i> .
<i>WIP</i>	Referente ao inventário de produtos em stock, ou trabalho em processo, que suportam as diversas fases do processo de fabrico.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1- FASES DA METODOLOGIA <i>ACTION RESEARCH</i> , ADAPTADO DE (SUSMAN & EVERED, 1978)....	28
FIGURA 2- EQUIPAMENTO DE MONTAGEM (CENTI-SUPPORT ,2020).	29
FIGURA 4- TAPETES TRANSPORTADORES (CENTI-SUPPORT ,2020).....	30
FIGURA 3- EQUIPAMENTOS DE CONTROLO DE QUALIDADE (CENTI-SUPPORT ,2020).	30
FIGURA 5- SISTEMAS DE MANIPULAÇÃO DE PEÇAS, END OF ARM TOOLING (EOAT) (CENTI-SUPPORT ,2020).	30
FIGURA 6- ORGANOGRAMA DA EMPRESA.	31
FIGURA 7- 5 PRINCÍPIOS DA METODOLOGIA LEAN, ADAPTADA DE (THANGARAJOO, 2015).	41
FIGURA 8- CASA TPS, ADAPTADO DE (HERRMANN, THIEDE, STEHR, & BERGMANN, 2008).	44
FIGURA 9- PRINCÍPIOS BÁSICOS DO <i>KAIZEN</i> , ADAPTADO DE (GARCÍA-ALCARAZ, RIVERA, & ALVARADO- INIESTA, 2013).....	45
FIGURA 10- ETAPAS DE IMPLEMENTAÇÃO DO VSM, ADAPTADO DE (V. KUMAR, BELOKAR, & KHARB, 2012).	47
FIGURA 11- EXEMPLO DE VSM, ADAPTADO DE (V. KUMAR, BELOKAR, & KHARB, 2012).	48
FIGURA 12- CINCO FASES DO CICLO DA METODOLOGIA 5S, ADAPTADO DE (TITU, OPREAN, & DANIEL, 2010).	49
FIGURA 13-LAYOUT DA EMPRESA.	56
FIGURA 14-RECEÇÃO DE MATERIAIS.	57
FIGURA 15- ARMAZÉM DE MATÉRIA PRIMA PARA MAQUINAÇÃO CNC.	59
FIGURA 16- PRODUÇÃO DE PEÇAS EM CENTROS DE MAQUINAÇÃO CNC.	59
FIGURA 17-MONTAGEM DE EQUIPAMENTOS.	60
FIGURA 18- LISTA DE DESENHOS POR PROJETO, (CENTI-SUPPORT,2020).	62
FIGURA 19-EXEMPLO DE ATIVIDADES DESCRITAS NO PGA.	63
FIGURA 20-COMPONENTES ARMAZENADOS SEM IDENTIFICAÇÃO.	64
FIGURA 21-COMPONENTES DE TESTES SEM LOCAL DEFINIDO.	64
FIGURA 22- MATERIAL OBSOLETO ARMAZENADO.....	65
FIGURA 23-FLUXOGRAMA DA EMPRESA.	68
FIGURA 24- ALTERAÇÃO EFETUADA NO <i>SHEET TEMPLATE</i>	69
FIGURA 25- <i>SHEET TEMPLATE</i> APLICADO.	69
FIGURA 26-EXEMPLO DE QUADRO A AFIXAR.	70
FIGURA 27-FOLHA DE REGISTO DO ARMAZÉM.	72
FIGURA 28-EXEMPLO DE CODIFICAÇÃO DE POSICIONAMENTO NO ARMAZÉM.	74
FIGURA 29- INSTRUÇÕES DE TRABALHO.	74

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1-DESCRIÇÃO DAS FASES DA METODOLOGIA AR, ADAPTADO DE (SUSMAN & EVERED, 1978). ..	29
TABELA 2-TRABALHOS REALIZADOS NA INDÚSTRIA EM ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS.	35
TABELA 3- SÍMBOLOS UTILIZADOS NO FLUXOGRAMA, ADAPTADO DE (JURAN & GODFREY, 1999).	40
TABELA 4- PRINCÍPIOS DA METODOLOGIA <i>LEAN</i>	42
TABELA 5- TIPOS DE DESPERDÍCIOS IDENTIFICADO POR LIKER (2004).....	42
TABELA 6- ALGUNS MÉTODOS E FERRAMENTAS <i>LEAN</i> , ADAPTADO DE (BELEKOUKIAS ET AL., 2014).	45
TABELA 7- DESCRIÇÃO DAS DIFERENTES FERRAMENTAS <i>LEAN</i>	46
TABELA 8-DESCRIÇÃO DOS 5S, ADAPTADO DE (JIMÉNEZ, ROMERO, DOMÍNGUEZ, & ESPINOSA, 2015) ..	49
TABELA 9- TIPOS DE PRODUÇÃO, ADAPTADO DE (PAOLI, ANDRADE, & LUCATO, 2014).	50
TABELA 10-IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS DO PROCESSO EM ANÁLISE.....	61
TABELA 11- MELHORIAS PROPOSTAS PARA PROBLEMAS APRESENTADOS.	66
TABELA 12- REPRESENTAÇÃO DE ETIQUETA.	71
TABELA 13- AUDITORIA 5S.	71
TABELA 14- APLICAÇÃO DOS 5S AO ARMAZÉM DE COMPONENTES STANDARD.	73
TABELA 15- GANHOS QUALITATIVOS.	75
TABELA 16- ESTADO DE IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS PROPOSTAS.	79

ÍNDICE

Resumo.....	IX
Abstract.....	XI
Lista de símbolos e abreviaturas.....	XIII
Glossário de termos.....	XV
Índice de figuras.....	XVII
Índice de tabelas.....	XIX
1 INTRODUÇÃO	27
1.1 Enquadramento do trabalho.....	27
1.2 Objetivos do trabalho.....	28
1.3 Metodologia de investigação	28
1.4 Apresentação da empresa	29
1.5 Conteúdo e organização da dissertação	31
2 REVISÃO DE LITERATURA	35
2.1 Análise e melhoria de processos.....	35
2.2 Mapeamento de processos.....	39
2.2.1 Fluxograma	39
2.3 Análise ABC	40
2.4 Lean manufacturing	41
2.4.1 Origem e princípios	41
2.4.2 MUDA.....	42
2.4.3 Toyota production System (TPS)	43
2.4.4 Pilares do TPS	44
2.4.4.1 Poka Yoke.....	44
2.4.4.2 Kaizen.....	44
2.4.5 Ferramentas <i>Lean</i>	45
2.4.5.1 Value stream map (VSM)	47
2.4.5.2 Abastecimento de materiais através de cartões Kanban	48
2.4.5.3 5S	48

2.5	Tipos de produção.....	49
2.5.1	Engineer-to-Order (ETO)	50
2.6	Lean aplicado a ETO	50
3	ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO	55
3.1	Análise e mapeamento dos processos em estudo.....	55
3.1.1	Gestão e controlo da produção.....	55
3.1.2	Processo de desenvolvimento de novos equipamentos	56
3.1.3	Processo de receção de material	57
3.1.3.1	Receção de material maquinado e ou tratado	58
3.1.3.2	Receção de material Standard.....	58
3.1.4	Processo de fabrico peças	58
3.1.5	Processo de montagem.....	59
3.1.6	Processo de manutenção de equipamentos	60
3.2	Identificação dos problemas.....	61
3.2.1	Ausência de ferramenta para mapeamento do processo de produção.....	61
3.2.2	Documentação de apoio insuficiente, para rastreamento das movimentações e estado das peças	62
3.2.3	Ausência de ferramenta que complemente o Plano Geral de Atividades (PGA) para gestão de tarefas na produção.....	62
3.2.4	Ausência de ferramenta para manutenção da organização dos postos de trabalho	63
3.2.5	Ausência de identificação de alguns materiais e componentes e ausência de identificação das posições dos materiais no armazém.	63
3.2.6	Ausência de local para colocação de componentes usados em testes	64
3.2.7	Acumulação de componentes obsoletos ou avariados	65
3.2.8	Ferramenta de controlo de material em stock incompleta	65
3.2.9	Ausência de instruções de trabalho para equipamentos	65
3.3	Propostas de melhorias.....	66
3.3.1	Elaboração do fluxograma do processo produtivo.	67
3.3.2	Melhoramento do <i>sheet template</i> atual para realização dos desenhos colocados no dossiê de projeto	69
3.3.3	Desenvolvimento de uma ferramenta para complementação do PGA	69
3.3.4	Desenvolvimento de auditoria 5S para aplicação na produção	71
3.3.5	Organização do armazém através da aplicação dos 5S.....	72
3.3.6	Elaboração de um método de identificação de posições dos componentes dentro do armazém e oficina	73
3.3.7	Elaboração de instruções de trabalho para os equipamentos principais.....	74
3.4	Análise dos resultados	75

4	CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO	79
4.1	Principais contributos do trabalho	79
4.2	Valor acrescentado do trabalho para empresas do tipo de produção ETO	80
4.3	Trabalho futuro e dificuldades encontradas	80
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
	ANEXOS E APÊNDICES	93
	Anexo A -Plano geral de atividades (PGA)	93
	Anexo B- Ferramenta de gestão de stocks.....	94
	Apêndice A- Auditoria 5S realizada ao armazém	95
	Apêndice B- Instruções de trabalho: Fresadora Convencional	96
	Apêndice C- Instruções de trabalho: Furadora Vertical	100
	Apêndice D- Instruções de trabalho: Granalhador	102
	Apêndice E- Instruções de trabalho: Torno mecânico	104

1. INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO DO TRABALHO

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

1.3 METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

1.4 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

1.5 CONTEÚDO E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

1 INTRODUÇÃO

No âmbito da unidade curricular Dissertação / Projeto / Estágio, do Mestrado em Engenharia Mecânica, no ramo Gestão Industrial pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), realizou-se a presente dissertação na empresa Centi-Support durante o período de Novembro de 2019 a Maio de 2020. Durante o estágio foram aplicadas ferramentas *Lean* com o intuito de obter melhorias nos processos produtivos.

O presente capítulo aborda o enquadramento, os objetivos, a metodologia de investigação, apresentação da empresa e a organização do relatório. Esta oportunidade de estágio, surge no sentido de efetuar uma análise ao processo produtivo, procurando melhorá-lo, reduzindo desperdícios que possam ocorrer ao longo do mesmo.

1.1 Enquadramento do trabalho

Nas últimas duas décadas o mercado tornou-se cada vez mais competitivo devido as mudanças a que foi sujeito. Desta forma as empresas ao longo dos últimos tempo têm procurado melhorias de qualidade, flexibilidade e de tempo de entrega aos clientes, adotando os princípios do *Lean* (C. Costa, Pinto Ferreira, C. Sá, & Silva, 2018). O *Lean* foi desenvolvido em ambientes de grande volume de produção e pouca variabilidade. Pelo que, a aplicação em outros tipos de produção, como o ETO, que tem como características o baixo volume de produtos e grande variabilidade, pode originar a necessidade de uma análise dos princípios do *Lean*, de forma a conseguir aplicá-los.(Powell, Strandhagen, Tommelein, Ballard, & Rossi, 2014).

Estas empresas do setor de Engineer-to-order (ETO), enfrentam dificuldades em estabelecer uma ligação entre diferentes áreas, nomeadamente, as de engenharia, de desenvolvimento, de produção e de montagem. A sincronização entre as mesmas, é deveras importante, para a construção de produtos segundo as especificações dos clientes, isto porque, frequentemente, envolvem longos prazos de entrega e grande conteúdo de engenharia (Rauch, Dallasega, & Matt, 2015).

Neste contexto de melhoria do processo em empresas do tipo ETO, surge a oportunidade de estagiar na empresa Centi-Support. Devido a variabilidade existente no mercado em que se insere, onde a qualquer momento pode aparecer um cliente com um projeto urgente, torna-se fundamental ter o processo de comunicação entre fornecedores, produção e clientes o mais eficaz possível. Também é importante que os processos dentro de empresa sejam otimizados para o seu pico de produção para que seja possível entregar o que o cliente pretende e no momento desejado.

1.2 Objetivos do trabalho

O presente trabalho tem como objetivo principal a realização de uma análise, de forma a identificar as áreas que necessitam de melhorias ao nível operacional. Para posteriormente, através desta, estudar hipóteses de melhoria para o processo da empresa, e se possível, proceder à implementação das mesmas.

Para alcançar os pressupostos deste trabalho, definiu-se os seguintes objetivos intermédios:

- Mapeamento do processo de produção;
- Organização de armazéns (componentes standard e matéria prima);
- Melhoramento da documentação para rastreamento das movimentações de material;
- Elaboração de instruções de trabalho;
- Desenvolvimento de proposta ferramenta de gestão de atividades da produção.

1.3 Metodologia de investigação

A presente dissertação baseou-se na metodologia de investigação *Action-Research* (AR). A escolha desta metodologia deveu-se a ter como objetivo explorar a teoria em relação a prática. AR enfatiza o conhecimento produzido no contexto da aplicação em casos reais (Eden & Ackermann, 2018). A metodologia AR é constituída por cinco fases que se encontram representadas na Figura 1 (Susman & Evered, 1978).

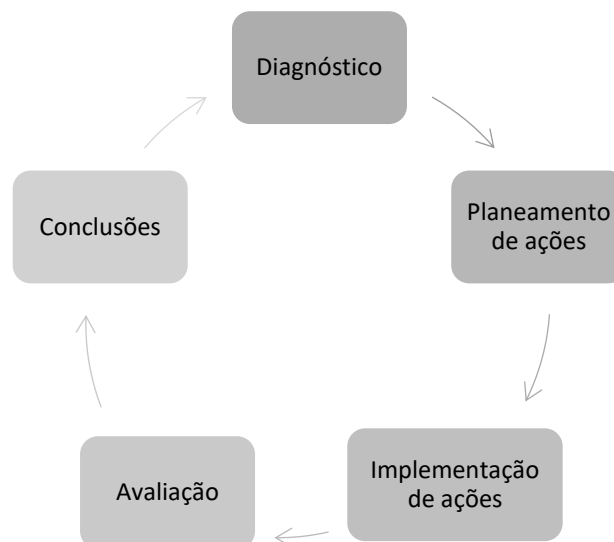


Figura 1- Fases da metodologia *Action Research*, adaptado de (Susman & Evered, 1978).

Na Tabela 1 estão identificadas as fases da metodologia, bem como, a sua descrição. A descrição das fases corresponde a aplicação na prática da metodologia no trabalho efetuado.

Tabela 1-Descrição das fases da metodologia AR, adaptado de (Susman & Evered, 1978).

Fase	Descrição
Diagnóstico	Identificar o problema
Planeamento de ações	Estudo de soluções para a resolução do problema
Implementação de ações	Implementadas as soluções encontradas na fase anterior
Avaliação	Avaliar as consequências e resultados das ações implementadas
Conclusões	Análise aos sucessos das ações implementadas

1.4 Apresentação da empresa

A empresa Centi-Support, sediada em Vila Nova de Famalicão (Jesufrei), é uma empresa pertencente ao grupo Celoplás dedicada em fornecer soluções à medida do cliente, através da produção de equipamentos que correspondem às necessidades do mesmo. O seu foco está em satisfazer as especificações dos clientes, demonstra grande versatilidade e flexibilidade nas suas soluções. A empresa Centi-Support fabrica máquinas e equipamentos desenvolvendo soluções tecnológicas capazes de assegurar a produtividade e sustentabilidade.

A operar desde 2002, a empresa Centi-Support conta com 15 colaboradores. Para além da execução de projetos, que é a sua atividade principal de produção, também prestam serviços como, maquinação de peças de pequena série, manutenção e assistência de máquinas e equipamentos produzidos. Estes serviços direcionam-se principalmente para as indústrias de transformação de plásticos, metalomecânica e automóvel.

A empresa Centi-Support apresenta grande variedade em relação aos produtos produzidos, como os exemplos apresentados nas figuras 2,3,4 e 5:

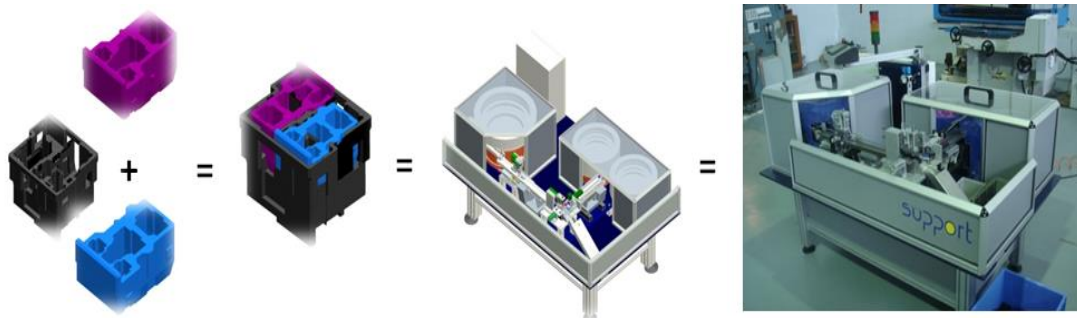


Figura 2- Equipamento de montagem (Centi-Support ,2020).



Figura 4- Equipamentos de controlo de qualidade (Centi-Support ,2020).



Figura 3- Tapetes Transportadores (Centi-Support ,2020).

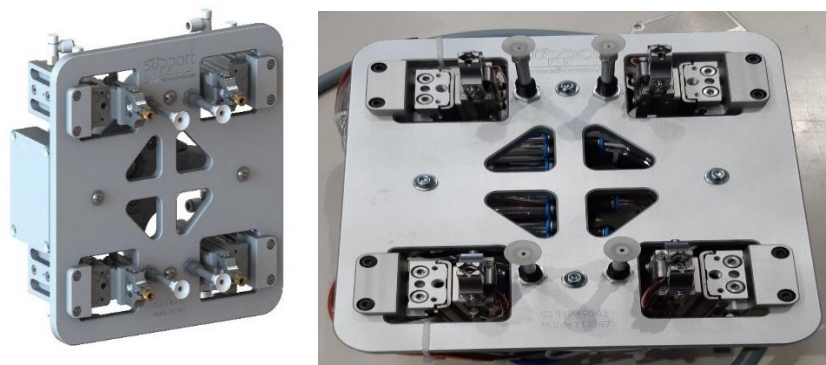


Figura 5- Sistemas de manipulação de peças, End Of Arm Tooling (EOAT) (Centi-Support ,2020).

Para além disso, a Centi-Support é representante exclusiva da BMS em Portugal. A BMS é uma marca com produtos para transformação de plásticos, onde podemos encontrar os seguintes materiais catalogados:

- Fusos, câmaras, torpedos, bicos originais e misturadores;
- Resistências, termopares e acessórios;
- Sistemas de controlo de temperatura e pesagem;
- Lubrificantes e desmoldantes;
- Ferramentas e equipamentos auxiliares;
- EOAT, alicates de corte pneumático;

Em relação a organização interna, a estrutura dos departamentos encontra-se apresentada no organograma da Figura 6.

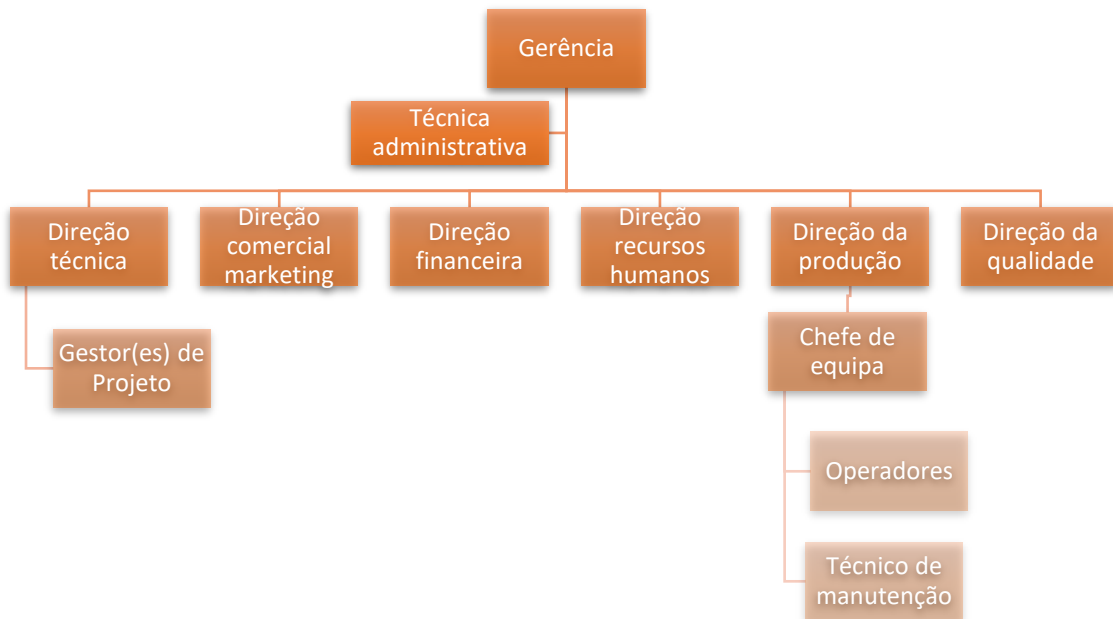


Figura 6- Organograma da empresa.

1.5 Conteúdo e organização da dissertação

Esta dissertação encontra-se dividida em quatro capítulos principais:

- 1º capítulo- “Introdução”, aborda o enquadramento do trabalho realizado, bem como, os objetivos traçados para o mesmo. Ainda neste capítulo, é analisada a metodologia de investigação utilizada e para finalizar o capítulo é realizada a apresentação da empresa na qual o trabalho foi desenvolvido.
- 2º capítulo- “Revisão de literatura”, neste capítulo apresenta-se o estado de arte, onde são abordados conceitos teóricos essenciais que sustentam as ações de melhoria propostas na empresa ao longo do estágio.
- 3º capítulo- “Análise e melhoria do processo de produção”, neste capítulo é realizada uma análise aos processos produtivos da empresa identificando possíveis melhorias do mesmo. Ainda neste capítulo são apresentadas as propostas de melhoria e os resultados obtidos.
- 4º capítulo- “Conclusões e trabalho futuro”, neste capítulo é realizada uma análise do trabalho desenvolvido, são apresentadas as considerações finais e propostas de trabalho futuro.

Após todos os capítulos são apresentadas as referências bibliográficas, bem como, os anexos e apêndices da dissertação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS

2.2 MAPEAMENTO DE PROCESSOS

2.3 ANÁLISE ABC

2.4 LEAN MANUFACTURING

2.5 TIPOS DE PRODUÇÃO

2.6 LEAN APLICADO A ETO

2 REVISÃO DE LITERATURA

Ao longo deste capítulo serão abordados temas teóricos relativos a análise e melhoria de processos, onde primeiramente são apresentados trabalhos realizados na área e posteriormente abordados temas pertinentes para uma sustentação teórica do trabalho desenvolvido na empresa.

2.1 Análise e melhoria de processos

Atualmente a qualidade e a eficiência são essenciais para que se mantenha uma posição competitiva em qualquer que seja a indústria. A meio do século vinte, a *Toyota Motor Company* desenvolveu o TPS (*Toyota Production System*) com o objetivo de manter uma empresa competitiva no mercado, mesmo em alturas de crise económica, dando origem alguns anos depois ao conceito *Lean* (Gonzalez, Quesada, Mora-Monge, & Barton, 2019).

Com vista no tema, análise e melhoria de processos, procedeu-se a consulta da literatura da especialidade, recolhendo casos de estudo. Nesses casos de estudo, apresentados na Tabela 2, são quantificados os resultados obtidos, através da aplicação dos princípios e ferramentas *Lean*, para o ganho de eficiência, redução de desperdícios nos processos e aumento da produtividade (Correia, Silva, Gouveia, Pereira, & Ferreira, 2018). Também serão analisados casos onde, são aplicados os princípios e ferramentas referidos a tipos de produção, como por exemplo, *Engineer-to-order* (ETO).

Tabela 2-Trabalhos realizados na indústria em análise e melhoria de processos.

Referências bibliográficas	Descrição do trabalho
(Rosa, Silva, Ferreira, Pereira, & Gouveia, 2018)	No trabalho em questão, realizado numa empresa do setor automóvel, foram utilizadas ferramentas e metodologia <i>Lean</i> , tendo em vista o objetivo principal da organização, de otimizar o processo de produção de uma linha de montagem. Mapeando e medindo os tempos de todas as atividades, foi possível encontrar os problemas existentes, bem como, ineficiências na linha. Através da eliminação de tarefas que não geram valor, da redução de desperdícios, da correção de movimentações dos operadores, do balanceamento das tarefas e, da definição e padronização dos métodos de trabalho, foi possível alcançar um aumento de 43% na saída de produtos e uma redução de uso 30 % da linha de montagem.

(Dias, Ferreira, Sá, Ribeiro, & Silva, 2019)	Neste trabalho, é descrito a aplicação de 14 medidas, baseadas no pensamento <i>Lean</i> , implementadas numa empresa do setor da metalomecânica com o objetivo de melhorar o processo de fulfillment. Cada uma das medidas foram explicadas, bem como, foi descrito o potencial impacto das mesmas no processo. Com a aplicação das medidas conseguiu-se uma simplificação dos processos, uma redução de 25% do tempo orçamentário, melhoria nos sistemas de comunicação e gestão da produção. Além disso, ainda se obteve uma redução de nos tempos de operação logística de 20% e uma redução de 61% no tempo gasto ao acesso a ferramentaria, com aplicação da metodologia 5S.
(Sousa et al., 2018)	Este trabalho descreve a implementação de ferramentas Lean manufacturing, particularmente VSM (<i>Value Stream Mapping</i>) e SMED (<i>Single Minute Exchange of Dies</i>), numa empresa portuguesa de produção de rolhas. O VSM foi aplicado de forma a conseguir perceber as atividades que realmente adicionam valor ao produto. Enquanto que o SMED foi aplicado para reduzir o tempo perdido entre trocas de ferramentas, conseguindo-se obter uma redução de 43% nesse tempo.
(Monteiro et al., 2019)	O trabalho em questão foi realizado numa empresa do setor metalomecânico, onde foram identificadas várias áreas que necessitavam de melhoria. Com o intuito de melhorar essas áreas, foram reduzidos os desperdícios e aumentada a produtividade, identificando os processos chave e mapeando-os usando fluxogramas e o VSM. Através do uso da ferramenta SMED, conseguiu-se obter uma redução nos tempos de <i>setup</i> da fresadora vertical em 43%, e 57% na fresadora horizontal.
(Azevedo et al., 2019)	Este trabalho refere-se à aplicação de conceitos e definições da filosofia <i>Lean</i> , na indústria automóvel. O principal objetivo foi estudar como pode ser alcançada a redução de desperdício na produção, através da identificação das operações que adicionam valor, melhorando a produtividade, nivelando e reduzindo o excesso de processamento. Através da identificação de pontos de melhoria e do <i>Lean Thinking</i> foi possível otimizar o processo produtivo de forma a conseguir poupar cerca de 10,9% (2 159 000 €) do investimento total planeado.
(Neves et al., 2018)	Este trabalho realizado no setor têxtil, tinha como objetivo identificar os problemas e encontrar soluções para o processo de produção de corte de produtos através de uma combinação de ferramentas, como PDCA (<i>Plan-Do-Check-Act</i>), 5S e 5W2H (<i>5 Whys + 2 Hows</i>). Após a implementação destas ferramentas conseguiu-se registar um ganho de 10% no tempo útil pelo operador.
(Curado & Abreu, 2019)	Neste estudo foi analisada a aplicação das metodologias <i>Lean</i> com a finalidade de reduzir os tempos de <i>setup</i> na indústria farmacêutica. As ferramentas <i>Lean</i> utilizadas foram, os 5W2H, o diagrama de Ishikawa, o VSM e o SMED, sendo esta última a principal para a redução dos tempos de <i>setup</i> . Através da aplicação destas ferramentas foi possível analisar, identificar e propor um conjunto de soluções para os principais problemas encontrados. Após a aplicação destas ferramentas foi atingida uma redução, nos tempos de <i>setup</i> na ordem dos 20% e também no número de espera na ordem dos 24,5% em 3 meses.

(Rishi, Srinivas, Ramachandra, & Ashok, 2018)	Este caso de estudo foi aplicado numa empresa de impressão de autocolantes, com o objetivo de adotar e implementar o <i>Lean</i> melhorando a resposta aos pedidos dos clientes. A estrutura <i>Lean</i> implementada consistiu em 5 fases: recolher dados identificando os principais problemas; utilizar VSM para todos os processos das máquinas existentes e desenhar o gráfico de Pareto para causas de elevado tempo de <i>setup</i> ; desenhar o diagrama de Ishikawa e 5 <i>whys</i> para problemas identificados; procurar soluções através de um <i>Brainstorming</i> e discussão de grupo; aplicar o <i>Six sigma</i> . Para controlar o processo foi utilizada a ferramenta dos 5S e SOP (<i>Standard Operation Procedure</i>). Foi obtido neste estudo um melhoramento de cerca de 21.14% nas horas de impressão e uma redução do tempo de <i>setup</i> de 45,71%.
(Baysan, Kabadurmus, Cevikcan, Satoglu, & Durmusoglu, 2019)	Neste trabalho foi aplicada uma metodologia de simulação, para análise dos efeitos da implementação de ferramentas <i>Lean</i> na indústria de distribuição de energia. Foi aplicado o VSM para realizar a análise do antes e do depois, das taxas de defeitos do processo de distribuição de energia e reduzir o consumo da mesma. Para além disso utilizou-se os <i>Kanbans</i> como método de controlo de produção. Os resultados da metodologia aplicada com a adaptação da manufatura celular, o sistema <i>pull</i> e a prova de erros, obteve uma redução de aproximadamente de 72,37%.
(Perera, 2016)	Este trabalho foi realizado numa empresa de produção de acessórios para carros de três rodas, no Sri Lanka, com o objetivo de alcançar melhorias na produtividade. A implementação deste trabalho foi feita através de 3 fases, primeiramente, um melhoramento no método de trabalho, seguido de uma mudança de layout e por fim implementação dos 5S. Concluídas as alterações verificou-se uma redução do tempo de ciclo de cerca de 44,14%.
(D. Kumar, Mohan, & Mohanasundaram, 2019)	Este estudo foi aplicado na indústria do vestuário, implementando as ferramentas <i>Lean</i> como os 5S, o VSM e o balanceamento da linha de produção. Foi possível observar após a aplicação das ferramentas, uma redução do tempo de ciclo da produção em cerca de 34%, 14% de redução no tempo de inventário e ainda, 14% de redução do tempo sem valor acrescentado e um aumento na eficiência da linha de cerca de 12,5%.
(Sabaghi, Rostamzadeh, & Mascle, 2015)	Este caso prático foi aplicado na indústria de fabricação de plástico onde tinha como foco 3 técnicas de produção <i>Lean</i> , o sistema de produção <i>Kanban</i> , a redução dos tempos de <i>setup</i> e manutenção total da produção. Apesar disso, também foram aplicadas outras técnicas <i>Lean</i> como por exemplo, VSM e o diagrama de causa e efeito. O VSM para localizar as principais fontes de desperdícios e o diagrama de causa e efeito para descobrir as causas para o excesso de inventário WIP (<i>Work-in-Process</i>). Os potenciais resultados da aplicação destas ferramentas foram simulados através da utilização do software ARENA 5. Os resultados da aplicação dos cartões <i>Kanban</i> e TPM (<i>Total productive maintenance</i>), podem reduzir drasticamente o <i>lead time</i> da produção em cerca de 98% e ainda reduzir a média de inventário em 77%.
(Ahmad & Soberi, 2018)	Este trabalho foi realizado na indústria de compósitos avançados, com o objetivo de reduzir o tempo de <i>changeover</i> , de uma máquina CNC de 5 eixos, através do SMED. As técnicas utilizadas neste estudo foram o diagrama de causa e efeito, e os 5 <i>Whys</i> . Após a implementação, os resultados obtidos mostram que, o tempo total de <i>changeover</i> foi reduzido em 44% e que o tempo de atividades foi reduzido em 48%.

(T. Costa, Silva, & Pinto, 2017)	Este estudo foi desenvolvido numa empresa do setor automóvel de produção de pneus, com a finalidade de melhorar a extrusão de borracha de dois semi-produtos de pneus. Para conseguir alcançar a melhoria foi utilizada a metodologia Seis Sigma e o ciclo DMAIC (<i>Define; Measure; Analyse; Improve; Control</i>). Depois do uso das ferramentas atrás descritas foi verificada uma poupança de cerca de 165 000€ no campo da qualidade da empresa e uma redução de 0,89% no indicador <i>work-off</i> .
(Retamozo-Falcon, Silva, & Mauricio, 2019)	Este caso de estudo foi realizado numa empresa peruana do setor industrial que fabrica blocos de poliestireno expandido. O objetivo deste estudo foi o melhoramento do processo, melhorando assim a competitividade. Para alcançar esse objetivo foi utilizado um modelo constituído por três técnicas <i>Lean</i> e uma metodologia BPM. Inicialmente utilizou-se VSM para abordar todo o fluxo do processo. Posteriormente inclui-se os 5S, os cartões <i>Kanban</i> e metodologia BPM com suporte tecnológico, conseguindo-se assim melhoramentos nos processos. Através da análise dos resultados, verificou-se que, após a implementação das medidas conseguiu-se obter uma melhoria na eficiência dos processos em cerca de 6,09% em relação ao <i>Lean</i> e 15,47% em relação ao BPM.
(Korchagin, Deniskina, & Fateeva, 2019)	O caso de estudo em questão, foi realizado na empresa de aeronaves Boeing, com o objetivo de alcançar uma maior qualidade e segurança dos produtos para a indústria da aviação. Com o uso do software ARENA, foi possível observar os resultados obtidos através da aplicação das metodologias e ferramentas <i>Lean</i> como, a Fabricação celular, o <i>Just-in-time</i> , os cartões <i>Kanbans</i> , e a Manutenção Preventiva Total (TPM). Os resultados obtidos neste trabalho foram: aumento de capacidade de produção em 50%, reduzir os custos de produção em 50%, reduzir a duração do ciclo de produção, reduzir o stock em 80%.
(Paoli, Andrade, & Lucato, 2014)	Este estudo realizou-se num Departamento de Engenharia de Sistemas Hidráulicos, tendo como objetivo, perceber como seria possível utilizar eficazmente o conceito <i>Lean Office</i> , aplicado à engenharia e ao desenvolvimento de projetos em empresas com o sistema de produção <i>Engineer-to-Order</i> (ETO). Após a aplicação do conceito <i>Lean Office</i> , e da ferramenta DMAIC, conseguiu-se obter uma redução de 60% no tempo de entrega dos projetos, bem como, uma redução do tempo de contactos com clientes para aprovação e discussões técnicas em 50%. Ainda conseguiu-se obter uma redução, de 37% do <i>lead time</i> de desenvolvimento, de 40% nos atrasos de pedidos e de 50% no <i>lead time</i> de entrega dos cilindros hidráulicos.
(Braglia, Frosolini, Gallo, & Marrazzini, 2019)	Este trabalho foi realizado numa empresa que executa montagem de carruagens de comboio, onde foi aplicado <i>Project cost deployment</i> (PCD), que é uma versão modificada da estrutura do <i>Manufacturing cost deployment</i> (MCD) para aplicação em sistemas de produção ETO. O período de avaliação desta ferramenta na empresa foi de um ano e durante este período foram montadas 15 carruagens. Comparando resultados obtidos após a aplicação do PCD, com resultados obtidos anteriormente em projetos similares espera-se, uma poupança de 8% do custo total de montagem das 15 carruagens.

Após a análise dos casos de estudo apresentados na Tabela 2, podemos concluir que a implementação correta da metodologia e ferramentas *Lean* levam as empresas ao encontro do objetivo do *Lean*, objetivo esse de tornar as empresas mais eficazes aos pedidos dos clientes, através da redução de desperdícios, dando assim, vantagem competitiva, melhorando a produtividade e a qualidade (Bhamu & Sangwan, 2014).

2.2 Mapeamento de processos



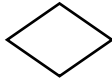




O mapeamento de processos consiste em representar um processo descrevendo as etapas percorridas. As etapas percorridas podem ser atividades e processos que levam à obtenção do produto final (Riesenberger, 2019). Uma empresa decide fazer um mapeamento do seu processo pois, procura aumentar o seu conhecimento sobre o seu trabalho, aplicando-o para atingir um determinado objetivo (Damelio, 2011).

Esse objetivo, na maioria das ocasiões, é o melhoramento do processo, identificando as oportunidades de melhoria e mantendo assim a competitividade. Através destas ferramentas de mapeamento todos os envolvidos conseguem ter uma visão clara do processo, aumentando o entendimento entre as diversas partes interessadas (*stakeholders*). Para além disso, o mapeamento de processos é um passo importante na direção da melhoria continua pois, só depois do processo estar compreendido é que será possível proceder a otimização do mesmo (Riesenberger, 2019).

2.2.1 Fluxograma

O fluxograma é uma ferramenta de mapeamento de processos que, pode representar graficamente diversos fluxos sequenciais como, o fluxo das atividades, o fluxo de um projeto e o fluxo de materiais, contendo informações relevantes sobre o processo de produção dos produtos de uma empresa. Sendo este uma forma de manter a equipa informada e consciente do processo produtivo (Damelio, 2011; Jorge & Miyake, 2016; Juran & Godfrey, 1999; Pinho, Leal, Montevechi, & Almeida, 2007). Esta representação gráfica do processo representa as etapas necessárias, através de símbolos representados na Tabela 3, para a obtenção de um determinado produto, serviço ou informação. O fluxograma pode ser utilizado para que a empresa identifique e caracterize atividades que acrescentam valor ao seu produto ou que, são consideradas desperdícios.

Tabela 3- Símbolos utilizados no fluxograma, adaptado de (Juran & Godfrey, 1999).

Símbolos	Significado
	Início ou fim do processo.
	Processo, tarefa ou atividade.
	Decisão, indica o percurso a tomar.
	Informação escrita sobre o processo a transmitir.
	Informação múltipla escrita sobre o processo a transmitir.
	Representa uma base de dados armazenada de forma digital.
	Linha de fluxo de atividades.

2.3 Análise ABC

A análise ABC é uma técnica de análise e controlo de inventário, usada para planear uma política de armazenagem com vista na minimização dos custos de inventário. Esta análise divide os produtos em três categorias (nível A, B e C): os produtos do nível A são reduzidos, aproximadamente 20% dos produtos, mas correspondem a uma receita anual alta, aproximadamente 80% da receita; os produtos de nível B correspondem a aproximadamente 30%, o que equivale a uma receita anual de 15%; para os restantes artigos é atribuído o nível C (N. Kumar & Soni, 2017).

Para a implementação desta análise segundo (P. Kumar & Anas, 2013), são necessárias as seguintes etapas:

1. Determinar as vendas espectáveis dos produtos e o preço por unidade;
2. Multiplicar as vendas de cada produto pelo seu preço unitário, determinando assim o valor total de receitas por item;
3. Classificar os itens dando a primeira classificação ao item com maior valor calculado na etapa anterior;
4. Calcular rácios de item e receitas tendo em conta o valor global de cada respetivamente;
5. Classificar os itens em categorias A, B e C tendo em conta o valor relativo.

Com a aplicação desta técnica as empresas podem obter as seguintes vantagens segundo (P. Kumar & Anas, 2013):

- Redução do custo de manutenção de stock;
- Garantir um controlo do stock rigoroso;
- Os itens de categoria C têm um controlo mais folgado em relação aos itens das restantes categorias.

2.4 *Lean manufacturing*

O *Lean manufacturing* pode ser descrito como uma filosofia constituída por um conjunto de ferramentas e métodos, que tem como objetivo identificar e eliminar os desperdícios nas operações de produção (Powell et al., 2014)

2.4.1 Origem e princípios

O conceito *Lean manufacturing* foi muito inspirado pelo *Toyota Production System*, sendo que, tornou-se familiar nos dias de hoje em quase todos os ambientes de produção. Apesar do *Lean* ter surgido nos departamentos de produção da indústria automóvel, atualmente os seus princípios e ferramentas são usados com sucesso em diferentes áreas dentro das organizações (Silva & Ferreira, 2019).

Como foi referido anteriormente, o objetivo do *Lean* é eliminar desperdícios, pelo que, Womack & Jones (2003) definem 5 princípios fundamentais que podem ser utilizados em todos os tipos de problemas industriais. Esses 5 princípios encontram-se descritos na Figura 7, onde o objetivo destes é o estabelecimento de uma cadeia de valor, através da identificação contínua de atividades que não geram valor, procurando eliminar essas atividades e direcionando assim, os recursos para as atividades que geram realmente valor (Thangarajoo & Smith, 2015).

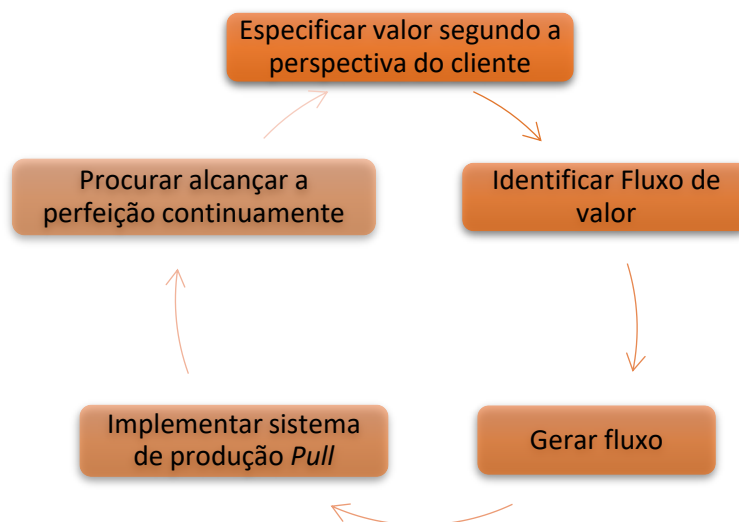


Figura 7- 5 Princípios da metodologia Lean, adaptada de (Thangarajoo, 2015).

Na Tabela 4 estão apresentados os 5 princípios do *Lean* referidos anteriormente com a respetiva descrição.

Tabela 4- Princípios da metodologia *Lean*.

Princípio	Descrição
Especificar o valor segundo a perspetiva do cliente	Conduz a organização a avaliar quem realmente é o seu cliente, e o que ele considera como o valor de um produto ou serviço, através de um diálogo com o mesmo (Thangarajoo & Smith, 2015).
Identificar o fluxo de valor	Consiste em identificar as atividades que realmente geram valor na criação de um determinado produto ou serviço numa organização (Thangarajoo & Smith, 2015). Womack & Jones (2003) definem atividades que geram valor, de um ponto de vista da produção, como os passos que transformam e ajustam, a função e a forma, da matéria prima até ao produto final.
Gerar fluxo	Consiste em criar um fluxo nos processos que geram valor, após a eliminação dos desperdícios óbvios do fluxo de valor. Procurando assim melhorar a eficiência dos postos de trabalho (Thangarajoo & Smith, 2015).
Implementação do sistema <i>Pull</i>	A implementação deste sistema procura assegurar a entrega do produto ou serviço ao cliente quando este deseja. O sistema <i>Pull</i> refere que, ninguém a montante deve produzir um bem sem que, o cliente a jusante o solicite (Womack & Jones, 2003).
Procurar a perfeição continuamente	Refere que as organizações devem procurar a perfeição e que, a eliminação de desperdícios na cadeia de valor não tem fim (Thangarajoo & Smith, 2015).

Estes princípios tem como objetivo dirigir empresas ao encontro do objetivo *Lean*, reduzindo os desperdícios e analisando todas as atividades ao longo do fluxo de valor para encontrar oportunidades de melhoria (Thangarajoo & Smith, 2015).

2.4.2 MUDA

Desperdício (MUDA) é considerado tudo aquilo que consome recursos e tempo, não adicionando valor ao produto final (Jasti & Kodali, 2014). Na Tabela 5 estão identificados os principais tipos desperdícios identificados segundo Liker (2004).

Tabela 5- Tipos de desperdícios identificado por Liker (2004).

Muda	Descrição
Sobreprodução	Produção de itens sem o pedido inicial de clientes, gerando custos desnecessários com armazenamento e transporte devido ao stock.
Tempo de espera	São exemplos de tempo de espera: Trabalhadores apenas a observar máquina, espera pela próxima etapa de processamento, não ter trabalho por falta de stock, tempo de inatividade do equipamento e gargalos de capacidade.

Transporte ou desnecessários	Transporte de longas distâncias de trabalhos em processo, criando ineficiências de transporte ou movimentações desnecessárias de materiais.
Sobreprocessamento	Produzir produtos com qualidade superior ao necessário originando desperdício e ou tomar medidas desnecessárias para a produção do mesmo.
Excesso de Inventário	Armazenamento em excesso de matéria prima, WIP ou produtos acabados, gerando prazos mais longos, aumentando os custos de armazenamento e transporte. Para além disso, pode ocultar vários problemas nas linhas de produção.
Movimentações desnecessárias	As movimentações desnecessárias, são todas as movimentações que o trabalhador tem de fazer durante o seu trabalho, como por exemplo, procurar uma ferramenta, chegar a ferramenta, entre outras.
Defeitos	Produzir peças com defeitos ou corrigir peças com defeitos. Reparar ou retrabalhar, sucata e inspeção, representam desperdício de tempo e esforço.
Criatividade dos funcionários	Perder tempo, ideias, habilidades, melhoramentos e oportunidades de aprendizagem, por não ouvir ou interagir com trabalhadores.

Dos 8 tipos de desperdícios apresentados na Tabela 5, Ohno (1988) considera o principal, a sobreprodução. Isto porque, esta é a principal causa da maioria dos outros desperdícios (Liker, 2004).

2.4.3 Toyota production System (TPS)

Toyota production system, surgiu após a segunda guerra mundial e foi desenvolvido por Taiichi Ohno na Toyota Motors Company (TMC). No início da década de 1970 a Toyota começou a atrair atenção pois estava a conseguir suportar a crise melhor que os seus concorrentes e recuperou mais rápido que os seus competidores. Isto verificou-se devido ao sucesso da implementação do TPS, que foi descrito por quatro gerentes da Toyota como sendo baseado em dois conceitos básicos: “Redução de custos através da eliminação de desperdícios” e “Utilização total das capacidades dos trabalhadores” (Lander & Liker, 2007).

O conceito TPS foi desenvolvendo-se ao longo do tempo como uma combinação técnicas de eliminação de desperdícios e utilização total do trabalho (Lee & Jo, 2007). Anos mais tarde, o livro *The Machine that Changed the World* introduzir o conceito *Lean*. Este livro foi baseado no TPS, pois era o melhor exemplo conhecido do *Lean*. Após o lançamento do livro o *Lean* foi aplicado em várias organizações por todo o mundo (Lander & Liker, 2007).

2.4.4 Pilares do TPS

Considerando o que foi referido no subcapítulo anterior, podemos referir que o TPS procura alcançar a melhor qualidade tendo menor custo possível, conseguindo efetuar as entregas de produtos pedidas pelos clientes. Na Figura 8 está representada a “casa do TPS” com os pilares mais importantes para aplicação do mesmo.

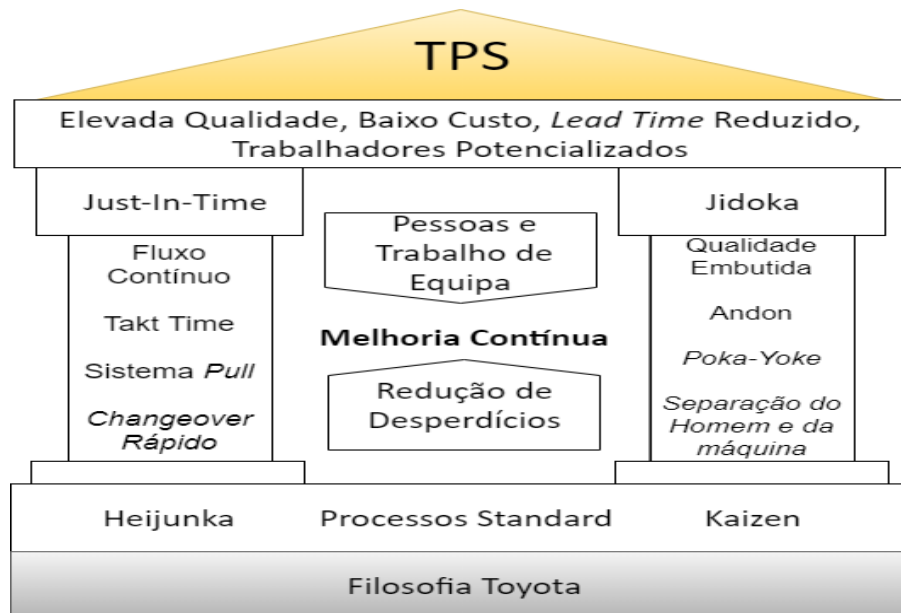


Figura 8- Casa TPS, adaptado de (Herrmann, Thiede, Stehr, & Bergmann, 2008).

2.4.4.1 Poka Yoke

A filosofia de “zero defeitos”, estabelece como objetivo nunca errar, pelo que, todas as organizações procuram alcançar esse objetivo. Contudo, só é possível alcançá-lo através de um processo contínuo de aumento da qualidade e redução de erros. *Poka-Yoke* é uma ferramenta que pode ser usada para obter a produção ideal, com zero defeitos (Singh & Tiwana, 2018), sendo um mecanismo de prevenção que tem como foco a identificação e eliminação de qualquer variável que possa causar defeito no produto final (Silva & Ferreira, 2019).

2.4.4.2 Kaizen

O Kaizen é um conceito que tem como foco a melhoria contínua de diferentes áreas de uma organização (Sasane & Adhav, 2019). O conceito tem origem japonesa, sendo traduzida para mudança (kai) para melhor (zen) e encoraja todas as organizações a procurar soluções ou melhorias regularmente (Lina & Ullah, 2019).

Apesar da sua origem, o Kaizen pode ser aplicado em países que tenham culturas diferentes da japonesa, desde que, as organizações implementem os princípios básicos ilustrados na Figura 9 (García, Rivera, & Iniesta, 2013).



Figura 9- Princípios básicos do *Kaizen*, adaptado de (García-Alcaraz, Rivera, & Alvarado-Iniesta, 2013).

2.4.5 Ferramentas *Lean*

Para entender o *Lean*, devem ser conhecidas as ferramentas que fazem parte desta filosofia, percebendo como estão interligadas e direcionadas para alcançar o objetivo da mesma. Ao longo deste subcapítulo serão apresentadas ferramentas utilizadas no desenvolvimento deste trabalho, percebendo os benefícios que cada uma delas pode trazer a um ambiente de produção (Oliveira, Sá, & Fernandes, 2017). O conceito *Lean* tem como base o sistema TPS, pelo que, neste capítulo poderão se encontrar ferramentas e métodos *Lean*, que derivam do sistema TPS. Na Tabela 6 encontram-se as ferramentas *Lean* que são mais conhecidas, distribuídas por cinco métodos segundo (Belekoukias, Garza-Reyes, & Kumar, 2014).

Tabela 6- Alguns métodos e ferramentas *Lean*, adaptado de (Belekoukias et al., 2014).

JIT	TPM	Automatização	VSM	Kaizen
<i>Kanban</i>	5S	Controlo Visual	Diagramas de fluxo	Diagrama de esparguete
Controlo Visual	<i>Single minute Exchange of die</i> (SMED)	<i>Poka-Yoke</i>	Mapeamento de estado atual e futuro	<i>Kanban</i>
Gestão Visual		<i>Jidoka</i>		5 <i>Whys</i>
Nivelamento	OEE (<i>Overall equipment effectiveness</i>)	Sistema de controlo visual/ <i>Andon</i>		Diagrama de espinha de peixe
<i>Heijunka</i>				5S
Supermercado	Manutenção autónoma			VSM
				<i>Standard Work</i>

Para um melhor entendimento de algumas das ferramentas *Lean* indicadas na Tabela 6, encontram-se na Tabela 7 descrições das mesmas, apontando qual o objetivo de cada ferramenta.

Tabela 7- Descrição das diferentes ferramentas *Lean*.

Ferramenta	Descrição
Nivelamento da produção (<i>Heijunka</i>)	Consiste em estabelecer um fluxo contínuo de produção, reduzindo stock e aumentando a estabilidade do processo. O objetivo do nivelamento é reduzir as flutuações na produção, para que seja possível alcançar o uso ótimo da capacidade existente (Hüttmeir, de Treville, van Ackere, Monnier, & Prenninger, 2009).
Supermercado	O stock é organizado segundo algumas condições: princípio de, primeiro a entrar primeiro a sair, dividir os produtos por tipo de componentes e aplicação do sistema <i>pull</i> . (Kerber & Dreckshage, 2011)
<i>Single Minute Exchange of Die</i> (SMED)	SMED é um sistema que tem como objetivo reduzir os tempos de preparação das atividades de produção, focando-se em mudanças contínuas e de redução de custos (Ribeiro et al., 2019).
Automatização	Consiste em permitir ao sistema tomar decisões automaticamente, com ou sem intervenção do homem (Nilda, Amrina, Rahmayanti, & Shifanof, 2018).
Diagrama esparguete	Este diagrama é uma ferramenta poderosa para a visualização dos movimentos e transporte dos materiais ao longo dos processos. Tendo os caminhos de transporte descritos torna-se mais fácil identificar onde existe possibilidade de redução de desperdícios (Wilson, 2010).
5 <i>Whys</i>	Esta ferramenta tem com objetivo descobrir a causa raiz do problema a ser analisado e atuar sobre o mesmo (Ohno, 1988).
Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de espinha de peixe	Este diagrama é uma ferramenta que mostra as relações entre as causas e o efeito analisado. Para identificar as causas normalmente é utilizado o método do 6M, que representam, o homem, máquina, material, método, gestão, medida e ambiente (Gwiazda, 2006).
<i>Standard Work</i>	Permite que os processos sejam completados de forma consistente, a tempo e de maneira repetitiva, para que a variabilidade seja eliminada (Lu & Yang, 2014).
Controlo Visual	É uma ferramenta que suporta operadores através de informação visual regulada por diretores de equipas de produção, podendo libertar os diretores para o problema seguinte (Bateman, Philp, & Warrender, 2016).

2.4.5.1 Value stream map (VSM)

O VSM é uma ferramenta que faz um mapeamento descritivo do fluxo do processo a estudar, desde o fornecimento de matérias primas até a entrega ao cliente. Esta ferramenta foi desenvolvida pelo engenheiro *Taichi Ohno* na Toyota para identificar e eliminar desperdícios. Esta ferramenta é muito usada por empresas de produção para obter melhorias na performance operacional. A aplicação do VSM numa empresa permite (El Kihel, Amrani, Ducq, & Amegouz, 2019):

- Supervisionar a criação de valor de todo o processo;
- Avaliar o processo e espalhar a relação entre os tempos de atividade;
- Detalhar e especificar tempos de ciclo;
- Identificar fontes de desperdício;
- Mostrar a interferência entre os tipos de fluxo (matéria prima, informações, acabamentos de produtos).

Esta ferramenta serve para recolher informação e reduzir custos através da eliminação de tarefas que não adicionam valor ao produto (El Kihel et al., 2019). O VSM tem 4 etapas representadas na Figura 10 e podemos referir que são etapas que, se podem repetir ao longo do tempo de forma a identificar os pontos de desperdício (V. Kumar, Belokar, & Kharb, 2012).

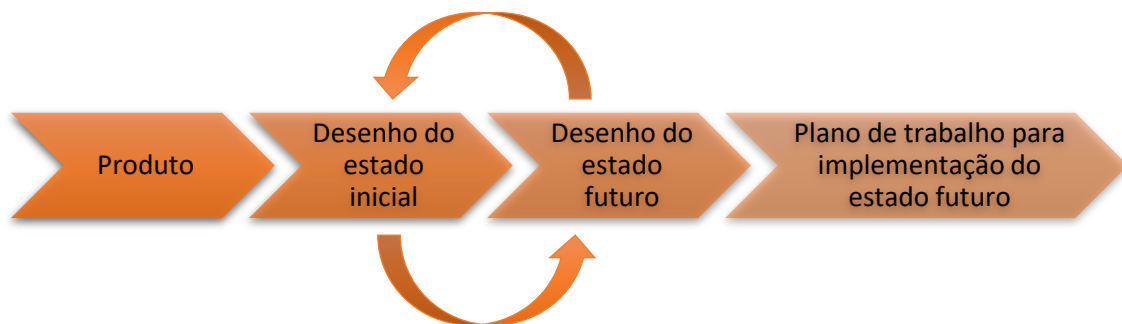


Figura 10- Etapas de implementação do VSM, adaptado de (V. Kumar, Belokar, & Kharb, 2012).

Na Figura 11 podemos ver um exemplo de um VSM, tendo em conta que, este método divide os processos em dois grupos: os que adicionam valor ou VA (*Value adding*) e os que não adicionam valor ou NVA (*Non Value Adding*). Através do uso desta ferramenta, podemos reunir uma lista de melhorias futuras, podendo também servir para visualizar o estado futuro ideal (Rohac & Januska, 2015).

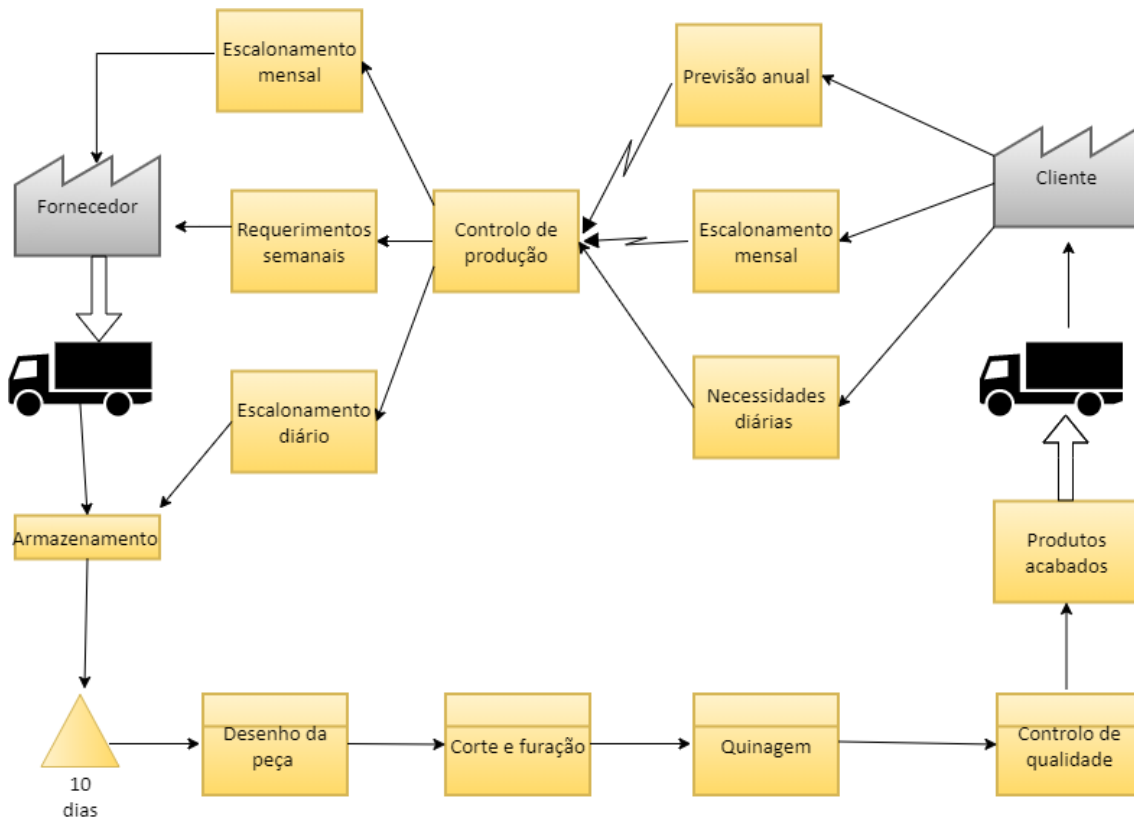


Figura 11- Exemplo de VSM, adaptado de (V. Kumar, Belokar, & Kharb, 2012).

2.4.5.2 Abastecimento de materiais através de cartões Kanban

Um dos principais desperdícios a afetar a eficiência de sistemas de produção é a gestão da matéria prima ou produto semiacabado entre os processos de produção, também conhecido por *work-in-process* (WIP) (Che Ani, Kamaruddin, & Abdul Azid, 2018).

O sistema de controlo *Kanban* tem sido implementado por décadas em organizações, para controlar o WIP nos sistemas de produção. *Kanbans* são cartões de autorização de produção que sinalizam às estações a montante, no tempo adequado, de quando reabastecer o stock das estações a jusante. O cartão continua com o lote de produtos, passando através de várias etapas de produção (Piplani & Ang, 2017).

2.4.5.3 5S

A ferramenta dos 5S de origem japonesa e desenvolvida por Takshi Osada, tem como objetivo conseguir obter e manter uma melhor qualidade, produtividade e um ambiente seguro na organização (Randhawa & Ahuja, 2017).

Na Figura 12 temos a representação das cinco fases da metodologia 5S (Titu, Oprean, & Daniel, 2010).

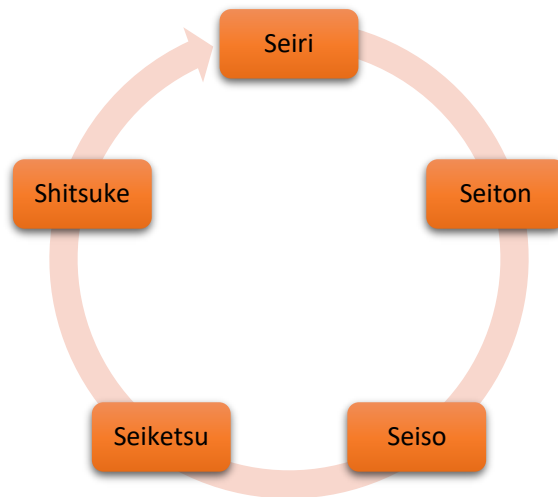


Figura 12- Cinco fases do ciclo da metodologia 5S, adaptado de (Titu, Oprean, & Daniel, 2010).

As fases do ciclo da metodologia 5S encontram-se descritas na Tabela 8:

Tabela 8-Descrição dos 5s, adaptado de (Jiménez, Romero, Domínguez, & Espinosa, 2015)

5S	Descrição
<i>Seiri</i> (organização)	Remover as peças e ferramentas que já não são necessárias no posto de trabalho, mantendo apenas o necessário
<i>Seiton</i> (Estabelecer um fluxo)	Organizar o trabalho, trabalhadores, ferramentas e materiais de forma a que, exista um fluxo de trabalho sem ineficiências nas tarefas com valor acrescentado.
<i>Seiso</i> (Limpeza)	Manter limpo o posto de trabalho e equipamentos para o próximo trabalhador.
<i>Seiketsu</i> (Controlo visual)	Identificar as situações normais e anormais usando regras simples e visíveis.
<i>Shitsuke</i> (Manter e tornar hábito)	Garantir a aderência as regras e procedimentos, originando uma filosofia de trabalho

2.5 Tipos de produção

Tendo em conta a existência de diferentes tipos de produção, uma das maneiras de diferencia-los é através do grau de participação do cliente final na definição do produto (Paoli et al., 2014). Na Tabela 9 estão apresentadas quatro tipologias básicas de produção.

Tabela 9- Tipos de produção, adaptado de (Paoli, Andrade, & Lucato, 2014).

Tipo de produção	Descrição
<i>Make to stock</i> (MTS)	Produção para stock
<i>Assembly to order</i> (ATO)	Montagem sob encomenda
<i>Make to order</i> (MTO)	Produção sob encomenda
<i>Engineer to order</i> (ETO)	Projeto e produção sob encomenda

2.5.1 Engineer-to-Order (ETO)

O tipo de produção ETO caracteriza-se por um volume pequeno ou unitário de produtos e por uma grande variedade de peças únicas que são utilizadas nos projetos (Rauch et al., 2015). ETO pode ser considerada uma extensão da MTO, diferenciando-se apenas no nível de envolvimento do cliente no projeto. Sendo que, no caso da produção ETO, é realizado praticamente na totalidade pelas especificações pedidas pelo cliente.

O desenvolvimento do produto só é iniciado após a entrega formal, por parte do cliente, das especificações necessárias. O cliente participa em todo o processo de desenvolvimento do produto (Paoli et al., 2014), causando extensos *lead times* e grande conteúdo de engenharia. Estes *lead times* ocorrem devido ao envolvimento do cliente e devido a necessidade de entregar o produto segundo as especificações exatas do cliente (Rauch et al., 2015).

O fator crucial para o sucesso neste tipo de produção, é a capacidade de entregar um projeto específico no prazo definido. Por isso, torna-se crucial ter um menor *lead time* e uma sincronização efetiva com a produção, instalação e o gabinete de projeto (Rauch et al., 2015).

2.6 Lean aplicado a ETO

Considerando que o *Lean* surgiu de ambientes onde existe um elevado volume de produção, não gera admiração que existem dificuldades na aplicação do *Lean* em ambientes industriais que tenham um nível de variabilidade muito maior nos produtos produzidos e com uma procura de quantidades quase unitárias ou mesmo unitárias (Powell et al., 2014). Isto é um problema que precisa de ser combatido com o objetivo de revelar todo o potencial do *Lean* em ambientes de produção não repetitivos (Rauch et al., 2015). Devido ao *Lean* ter surgido nos ambientes de produção referidos anteriormente, a literatura existente sobre aplicação no ambiente ETO é limitada (Braglia et al., 2019).

Empresas ETO, enfrentam incerteza em várias dimensões da sua produção, incluindo incerteza, na especificação do produto e do *mix* de produtos, especificação do processo e volume. Devido ao nível de incerteza, planejar, controlar e direcionar a empresa para o ideal *Lean*, torna-se complexo e difícil para estas empresas. A procura por este ideal do *Lean* torna-se particularmente difícil quando consideramos que, o sucesso do *Lean* tradicional passa pela eliminação da incerteza e da variação através do nivelamento. Este nivelamento também referido como *Heijunka* torna o *Lean* demasiado inflexível e não aplicável em mercados mais voláteis (Powell et al., 2014). Portanto a implementação do *Lean* nos sistemas de produção ETO é realmente desafiadora, isto porque, apesar dos princípios *Lean* ainda se aplicarem, a implementação dos métodos e ferramentas necessitam de uma adaptação para ambientes específicos de ETO (Braglia et al., 2019).

Os princípios fundamentais para as empresas ETO perseguirem o ideal do *Lean*, segundo Powel et al (2004) são:

- Definir o valor do *Stakeholder*;
- Liderança, pessoas e aprendizagem;
- Flexibilidade;
- Modularização;
- Fluxo contínuo;
- Procura do sistema *Pull*;
- Integração dos *Stakeholder* e Sistemas;
- Transparência;
- Tecnologia;
- Melhoria contínua

Este conjunto de princípios podem ser aplicados em produtores com pouco volume e elevada variabilidade de produtos, com o objetivo de providenciar os clientes com exatamente o que precisam reduzindo o desperdício (Powell et al., 2014).

3. ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO

3.1 ANÁLISE E MAPEAMENTO DOS PROCESSOS EM ESTUDO

3.2 IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS

3.3 PROPOSTAS DE MELHORIAS

3.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

3 Análise e melhoria do processo de produção

Durante o desenvolvimento do trabalho, foi possível analisar o processo de desenvolvimento, fabrico e montagem do produto, identificando as melhorias possíveis nos respetivos setores. Neste capítulo é realizada inicialmente uma análise do processo de desenvolvimento dos produtos até a expedição dos mesmos, para posteriormente identificar os problemas existentes e propor soluções para os mesmos.

3.1 Análise e mapeamento dos processos em estudo

A presente dissertação, consiste na aplicação da metodologia *Lean* no processo de desenvolvimento e produção da empresa Centi-Support. O tipo produtivo da empresa caracteriza-se por ter uma grande variedade de produtos e um volume reduzido ou mesmo de produção única do produto, correspondendo assim ao tipo de produção ETO. Como foi referido na revisão de literatura, o produto é desenvolvido segundo as especificações do cliente desde a apresentação da proposta.

Tendo em conta o sistema produtivo da empresa, foram propostas e implementadas melhorias, à gestão e controlo, dos processos de desenvolvimento do produto e da produção. Melhorias essas, ao nível documental, de métodos de armazenagem, organização de postos de trabalho e organização das tarefas por colaboradores.

3.1.1 Gestão e controlo da produção

A gestão e controlo da produção na empresa é coordenada e dirigida pelo diretor de produção, não existindo definido um processo standard rígido para o seu “*modus operandi*”. Isto é uma consequência da diversidade de projetos da empresa, que exige uma grande capacidade de flexibilidade e adaptabilidade. O processo produtivo da empresa encontra-se estruturado em três departamentos: o comercial, o de desenvolvimento e a produção. Estes departamentos trabalham em conjunto para realizar dois tipos de serviços: produção de novos equipamentos e as manutenções de equipamentos fabricados pela empresa.

3.1.2 Processo de desenvolvimento de novos equipamentos

Os produtos desenvolvidos passam pelos três departamentos referidos no subcapítulo anterior. O processo inicia-se no departamento comercial com a proposta do cliente que será discutida entre o gestor de cliente e a administração. A administração é responsável por contactar com o cliente, pela orçamentação do projeto e gestão do projeto.

No gabinete de projeto, localizado na Figura 13 com a letra B, ocorre o desenvolvimento da proposta do cliente com o auxílio de um software de modelação para o desenho 3D e 2D, incluindo alterações do projeto em fases mais avançadas. No fim do desenvolvimento do produto, é criado um dossiê etiquetado com a designação atribuída ao mesmo, onde são colocados os desenhos para a produção do produto desenvolvido. Também nesta fase é distribuído eletronicamente o produto desenvolvido para o departamento comercial e para os responsáveis de cada setor da produção, setor fabrico, de montagem e compras. Esta informação é analisada por estes setores para que sejam examinadas as necessidades do produto. Também é enviado ao departamento comercial uma lista de componentes standard que foram selecionados ao longo do desenvolvimento do produto.

Na produção é atribuída uma ou mais caixas para cada projeto com a sua identificação, dependendo da envergadura do mesmo. Estas caixas são colocadas numa estante junto a área de maquinação, representado na Figura 13 com o número 1, onde é colocado o dossiê do projeto. Após a ordem de fabrico, este é colocado na estante 2. Quando a maquinação das peças e os respetivos tratamentos estão concluídos, estas caixas são movimentadas para a estante 3, pelo que se iniciará o processo de montagem, na área “E” da Figura 13.

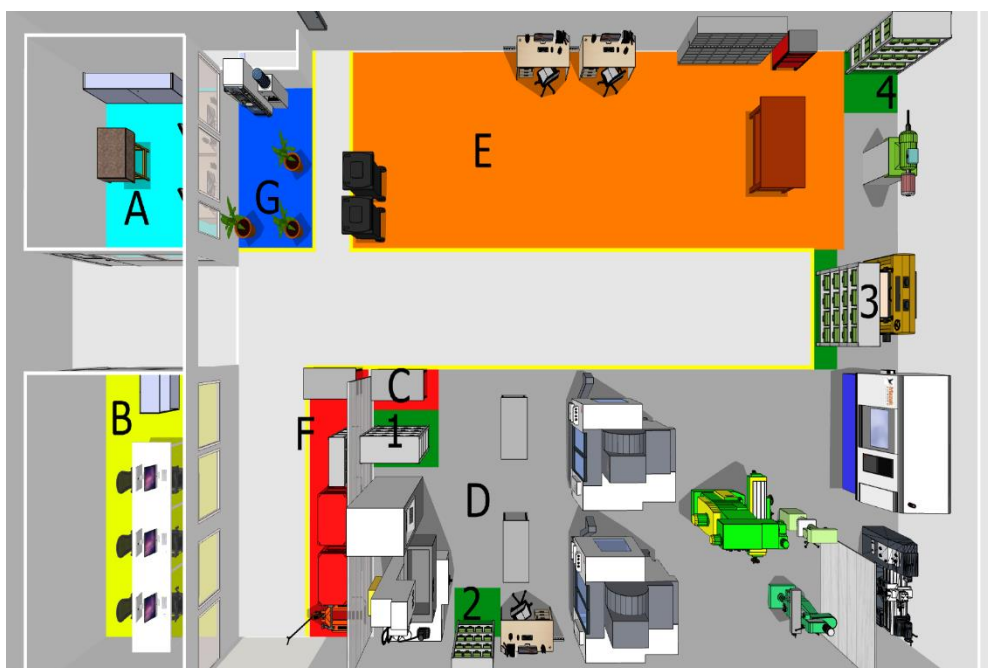


Figura 13-Layout da empresa.

A legenda da Figura 13 foi dividida em letras representando áreas da planta fabril e números, representando armazéns intermédios utilizados ao longo do processo produtivo:

- A- Gabinete de gestão da produção e metrologia;
- B- Gabinete de conceção e desenvolvimento;
- C- Área de receção e controlo de materiais;
- D- Área de fabrico;
- E- Área de montagem;
- F- Área de expedição;
- G- Área de convívio;
- 1- Estante de produtos standards;
- 2- Estante de elementos a maquinar;
- 3- Estante de projetos prontos a montar;
- 4- Estante de armazenamento de peças de grandes dimensões.

3.1.3 Processo de receção de material

Para a produção dos equipamentos a empresa necessita de recorrer a fornecedores para a produção de algumas peças e para tratamentos, bem como, para obter componentes standard, gerando assim um grande fluxo de peças e componentes. Considerando este fluxo o processo de receção de peças representado pela Figura 14, encontra-se dividido em receção de material maquinado e receção de material ou componentes standard.



Figura 14-Receção de materiais.

3.1.3.1 *Receção de material maquinado e ou tratado*

As peças recebidas de fornecedores são colocadas em C (Figura 13), onde é verificada a receção e realizada a separação das mesmas por projeto, para colocação na estante 1. Proceder-se de igual maneira, no que respeita, a receção de chaparia para os projetos, apenas diferenciando o local de armazenamento, sendo este a estante 4 (Figura 13).

A verificação de chegada de peças subcontratadas é realizada em conjunto com o dossiê dos projetos em que estas se inserem. Analisando os desenhos das peças é verificada a chegada através de uma inscrição no desenho, sem local definido para mesma. Ainda neste processo de receção de materiais é realizada a separação do número de peças subcontratadas por projeto, para o controlo de custos por projetos.

3.1.3.2 *Receção de material Standard*

O material standard a encomendar é definido pelos responsáveis dos setores da produção (fabrico, montagem e compras) e pelos projetistas. Os responsáveis da parte elétrica e mecânica, que fazem parte do setor da montagem, necessitam de analisar o projeto e verificar a existência de stock dos materiais necessários. Caso não se verifique a existência de *stock*, necessitam de enviar eletronicamente uma lista para o setor das compras com o material a encomendar. O projetista ao longo do desenvolvimento do equipamento pode necessitar de selecionar componentes, para obter uma simulação mais realística do mesmo. Pelo que, também realiza uma lista do material selecionado e envia para o setor das compras que faz uma verificação da existência desses componentes em *stock* e posteriormente a encomenda do material em falta.

3.1.4 *Processo de fabrico peças*

O fabrico efetuado na empresa, consiste principalmente, em maquinação de peças nos centros de maquinação CNC. São utilizados vários tipos de matéria prima entre elas, alumínio e aço, materiais plásticos (POM e PVC) entre outros. Apesar do foco da produção ser os centros de maquinação CNC, a empresa tem a sua disposição grande variedade de equipamentos como por exemplo, torno convencional, fresadoras, furadoras, equipamento de soldadura entre outros.

No fabrico de peças nos centros de maquinação CNC, a ordem de fabrico é organizada pelo diretor da produção, tendo como principal critério a data mais próxima para entrega do projeto. Após a ordem de fabrico, um dos funcionários realiza a programação CAM necessária para a produção da peça em questão. Seguidamente dirige-se ao local de armazenamento da matéria prima, que se encontra representado na Figura 15, localizado na cave, e seleciona a geometria da matéria prima tendo em conta a programação realizada no software.



Figura 15- Armazém de matéria prima para maquinação CNC.

Posteriormente procede-se a colocação da peça na máquina e introdução do programa para produção, como representado na Figura 16. Após a produção das peças, se estas necessitarem de tratamento, são separadas para posteriormente serem enviadas para o fornecedor do tratamento. Os desenhos das peças que são enviadas para tratamento ficam separadas por tipo de tratamento.

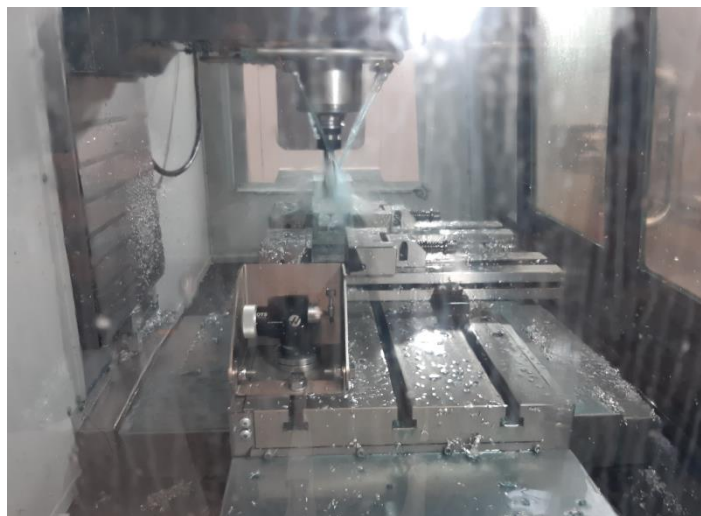


Figura 16- Produção de peças em centros de maquinação CNC.

3.1.5 Processo de montagem

O processo de montagem inicia-se quando, na estante 3 da Figura 13, encontram-se a maioria das peças de um determinado projeto e tendo em conta dois requisitos, o prazo de entrega e o tempo de montagem. Idealmente as peças quando são colocadas na estante referida estão prontas para montagem, contudo pode ocorrer a necessidade de retrabalho nesta fase devido a muitos dos equipamentos fabricados na empresa, serem de produção única.

A área de montagem encontra-se definida na Figura 13 por “E” e tem de ser repartida, de forma a conseguir proceder-se a montagem dos projetos necessários para entrega. A montagem dos equipamentos, como os da Figura 17, é efetuada por vários funcionários. Contudo se existir a necessidade de acelerar o processo, são alocados mais funcionários de outras áreas, verificando-se assim, a necessidade dos funcionários serem polivalentes. O gestor de cliente é responsável pelo registo do estado do equipamento e verificação da construção após a montagem através de fotografias.



Figura 17-Montagem de equipamentos.

3.1.6 Processo de manutenção de equipamentos

A empresa fornece também manutenções a equipamentos produzidos, podendo ser manutenção no cliente ou de peças enviadas pelo cliente. Quando a manutenção é realizada no cliente é necessário que o mesmo forneça indicações sobre a manutenção necessária em questão para que seja preparada a deslocação. Quando existe alguma peça enviada pelo cliente, para que se proceda a alteração de alguma característica (por exemplo: afiar laminas), é necessário que seja colocada junto a peça a corrigir uma ficha de intervenção, com a identificação da peça e do respetivo cliente. O duplicado da ficha de intervenção fica com o gestor de projeto, pois este é o responsável pela alteração.

3.2 Identificação dos problemas

Tendo concluído o mapeamento e análise do processo de produção da empresa foi possível identificar alguns problemas que se encontram representados na Tabela 10. Neste tipo de produção (ETO) torna-se fundamental ter um sistema de comunicação com o cliente otimizado. Pois, devido a complexidade dos projetos torna-se necessário que o cliente esteja presente ao longo de todo o processo, de forma a garantir que, são cumpridas as especificações desejadas (Powell et al., 2014). Contudo esta melhoria não faz parte dos objetivos para este trabalho, pelo que, não será abordada.

Tabela 10-Identificação dos problemas do processo em análise.

Processo	Descrição	Problemas
Gestão e controlo da produção	Planeamento e acompanhamento do processo de produção	Ausência de ferramenta para mapeamento do processo de produção.
		Documentação de apoio insuficiente, para rastreamento de movimentações e estado das peças
		Ausência de ferramenta que complemente o Plano Geral de Atividades (PGA) para gestão de tarefas na produção
		Ausência de ferramenta para manutenção da organização dos postos de trabalho
Gestão e controlo de material standard	Organização do armazém	Ausência de identificação de alguns materiais e componentes
		Ausência de local para colocação de componentes usados em testes
		Acumulação de componentes obsoletos ou avariados.
		Ferramenta de controlo de material em stock incompleta
		Ausência de identificação das posições dos materiais no armazém
Gestão e controlo dos postos de trabalho	Setup	Ausência de instruções de trabalho para equipamentos

3.2.1 Ausência de ferramenta para mapeamento do processo de produção

A complexidade e a variabilidade dos equipamentos construídos na empresa, dificultou a aplicação, até o momento, de uma ferramenta de mapeamento dos processos de produção dos equipamentos. Esta dificuldade existe pois, nenhum equipamento segue a mesma linha de processos ou atividades que o anterior.

Este obstáculo foi identificado em estudos da aplicação do *Lean* em empresas com o tipo de produção ETO. Segundo Seth, Seth e Dhariwal (2017), torna-se um desafio criar uma abordagem de acordo com as ferramentas de mapeamento, tipo VSM, em

empresas com ambientes de produção do tipo ETO. Isto ocorre devido a muitas premissas do VSM não se verificarem nestes ambientes (Seth, Seth, & Dhariwal, 2017). Devido a ausência desta ferramenta, a empresa tem o processo de otimização do processo produtivo dificultado, pois não tem nenhuma referência de um fluxo standard de atividades dos seus produtos.

3.2.2 Documentação de apoio insuficiente, para rastreamento das movimentações e estado das peças

A empresa tem a necessidade de procurar fornecedores de serviços para produção de peças e para o tratamento das mesmas. Isso provoca um grande fluxo de peças em movimentações dentro e fora da empresa, gerando assim, a dificuldade em localizar a posição e identificar que operações foram realizadas nas peças. A empresa dispõe no momento de uma lista de desenhos, representada na Figura 18, que é colocada no dossiê de projeto.

Torna-se particularmente importante saber onde as peças se encontram, na ocorrência de uma alteração após aprovação do projeto por parte do cliente. Esta dificuldade de localizar a posição da peça pode criar desperdícios de tempo e sobreprodução ou até mesmo retrabalho.

support		Lista de desenhos						
PROJETO:		CS 012 542						
DESIGNAÇÃO:		Sistema de Manipulação						
NOME DA PEÇA:		Slide CR20 M-717271						
CLIENTE:		Celoplas						
Nº	Referência	Qtd.	Fornecedor	Desenho	Encomenda		Receção	
					Data	Assinatura	Data	Assinatura
1	G001	1						
2	G102	2						
3	G112	2						
4	G106	2						
5	G002	1						
6	G002 Mirror	1						
7	G108	4						
8	G107	1						

Figura 18- Lista de desenhos por projeto, (Centi-Support,2020).

3.2.3 Ausência de ferramenta que complemente o Plano Geral de Atividades (PGA) para gestão de tarefas na produção

A gestão das atividades da empresa realiza-se através do PGA (Anexo A), onde estão descritas informações gerais e tarefas a realizar dos projetos em progresso. A atualização do PGA é realizada por vários intervenientes, o gestor do cliente, o gestor de projeto e o diretor de produção. Este último procede a impressão da versão atual do PGA semanalmente, para afixação na área produtiva. A Figura 19 representa apenas parte da informação contida no PGA, sendo que indica as atividades a realizar ao longo

do fabrico de um equipamento. Contudo não se encontram distribuídas pelos funcionários, pelo que, o diretor da produção necessita de comunicar a cada funcionário quais as tarefas que deve realizar. Quando o funcionário termina as tarefas atribuídas, este desloca-se junto do diretor da produção para que sejam atribuídas novas tarefas. Isto cria um problema caso o diretor da produção não se encontre na empresa, originando perda de tempo e movimentações desnecessárias, dos funcionários sem tarefa atribuída.

Actividades		
Actividades/Ações Em Falta	Resp	Actividades/Ações Efectuadas
		Observações

Falta montagem	CS	03-02-20 - Inicio do projeto. 07-02-20 - Aprovação e conclusão do projeto. ??-05-20 - Recção material EIB
	CS	08-05-20 - Fabrico de WAF-25, 20 unidades.

Figura 19-Exemplo de actividades descritas no PGA.

3.2.4 Ausência de ferramenta para manutenção da organização dos postos de trabalho

Para que o trabalho decorra da melhor forma possível, os postos de trabalho têm de se manter organizados, removendo materiais, ferramentas e até mesmo documentos que não sejam necessários. Principalmente na área de montagem, torna-se difícil manter a organização devido a quantidade de peças e ferramentas que são utilizadas para realizar a montagem dos projetos. Apesar de existir essa dificuldade não existe na empresa uma ferramenta que ajude no controlo e manutenção das condições do local de trabalho.

3.2.5 Ausência de identificação de alguns materiais e componentes e ausência de identificação das posições dos materiais no armazém.

Foi identificado no armazém de componentes standard, um problema na identificação e localização de alguns componentes, como pode ser verificado na Figura 20. O armazém encontra-se dividido entre componentes elétricos, pneumáticos e mecânicos tendo cada secção do armazém um responsável pela organização do mesmo.

Consequentemente, devido a ausência de identificação das posições do material no armazém e a falha na identificação de alguns materiais ocorre desperdício de tempo a procura do material para projeto em montagem.



Figura 20-Componentes armazenados sem identificação.

3.2.6 Ausência de local para colocação de componentes usados em testes

Sendo o foco da empresa a construção de equipamentos, muitos deles protótipos, torna-se importante em algumas situações realizar testes antes de concretizar a entrega ao cliente. O material usado nestes testes por vezes pode ser reutilizado para novos testes sendo armazenado. A armazenagem destes componentes para testes futuros é importante, pois, pode evitar o desgaste de componentes novos. Contudo a forma como é realizada a armazenagem destes componentes pode ser melhorada, pois os componentes usados em testes não têm local definido, como é possível verificar na Figura 21. Isto pode conduzir a alguns problemas, pois não se sabe o esforço que teve esse componente durante os testes, podendo este ter a sua vida útil reduzida causando problemas com clientes.



Figura 21-Componentes de testes sem local definido.

3.2.7 Acumulação de componentes obsoletos ou avariados

No armazém foram encontrados componentes que são antigos e que foram guardados para que fossem utilizados futuramente, contudo estão a ocupar espaço útil no armazém. O mesmo se pode dizer, em relação a componentes avariados que foram armazenados, para que, fossem reparados. Isto provoca a ocupação de espaços no armazém como é possível verificar na Figura 22.



Figura 22- Material obsoleto armazenado.

3.2.8 Ferramenta de controlo de material em stock incompleta

Durante a análise efetuada ao armazém, foi possível perceber a existência de material encomendado em excesso ou reposto sem necessidade de reposição. Isto acontece pois não existe uma ferramenta que suporte a folha de stock (Anexo B). Também acontece encomenda de material em excesso devido a ausência de locais definidos para os componentes e materiais. Tornando difícil a verificação de existência de stock quando o material pode estar em qualquer posição do armazém.

3.2.9 Ausência de instruções de trabalho para equipamentos

Os funcionários em empresas com o tipo de produção ETO necessitam de ser polivalentes. Esta necessidade existe devido a grande variedade de equipamentos utilizados ao longo do fabrico de um equipamento. Para que a utilização dessa variedade de equipamentos seja realizada em segurança, é necessário que, os funcionários compreendam o funcionamento básico dos equipamentos. Por esta razão, as instruções de trabalho são um ponto importante para esse conhecimento. De momento a empresa não dispõe destas instruções de trabalho.

3.3 Propostas de melhorias

Posteriormente a análise do processo de produção da empresa, foram detetados problemas e oportunidades de melhoria. Foram propostas e implementadas uma série de melhorias a estes processos, encontrando-se apresentadas na Tabela 11 e descritas ao longo deste subcapítulo.

Tabela 11- Melhorias propostas para problemas apresentados.

Processo desenvolvido	Problemas	Proposta de melhoria
Gestão e da controlo produção	Ausência de ferramenta para mapeamento do processo de produção	Elaboração do fluxograma do processo produtivo.
	Documentação de apoio insuficiente, para rastreamento das movimentações e estado das peças	Melhoramento do <i>sheet template</i> atual para realização dos desenhos colocados no dossiê de projeto.
	Ausência de ferramenta que complemente o Plano Geral de Atividades (PGA) para gestão de tarefas na produção	Desenvolvimento de uma ferramenta para complementação do PGA
	Ausência de ferramenta para manutenção da organização dos postos de trabalho	Desenvolvimento de auditoria 5S para aplicação na produção
Gestão e de controlo material standard	Falha na identificação de alguns materiais e componentes	Organização do armazém através da aplicação dos 5S.
	Ausência de local para colocação de componentes usados em testes	
	Acumulação de componentes obsoletos ou avariados.	
	Ferramenta de controlo de material em stock incompleta	Elaboração de um método de identificação de posições dos componentes dentro do armazém e oficina
Gestão e dos de controlo postos de trabalho	Setup	Elaboração de instruções de trabalho para os equipamentos principais

3.3.1 Elaboração do fluxograma do processo produtivo.

Como foi referido anteriormente na apresentação do problema, existe atualmente em empresas com o tipo de produção ETO um obstáculo para a criação do VSM, pois não se verificam premissas importantes para a aplicação do mesmo. Segundo Seth, Seth e Dhariwal (2017) a aplicação nestes contextos apresenta dificuldades e necessita de modificações e ajustes (Seth et al., 2017), pelo que para aplicação desta ferramenta na empresa seria necessário um investimento maior de recursos e tempo.

Contudo, como forma de melhorar o entendimento sobre o processo produtivo da empresa e estabelecer um processo de produção geral standard, foi realizado um fluxograma representado na Figura 23. Neste fluxograma encontram-se todas as fases necessárias desde o início de um projeto até à entrega ao cliente, podendo ser considerado um ponto inicial para melhorar continuamente o processo produtivo da empresa. Isto porque, com a aplicação do mesmo, pode-se tornar mais expedito o processo de verificação de tarefas fora do contexto standard, podendo-se assim averiguar, se estas acrescentam valor ao produto a produzir (Juran & Godfrey, 1999).

As tarefas representadas no fluxograma são consideradas tarefas que adicionam valor acrescentado aos produtos na empresa. Consequentemente, se alguma tarefa no futuro estiver fora do contexto, deve ser analisada, de forma a perceber se acrescenta valor ao produto ou se pode ser considerada como desperdício.

Outra funcionalidade deste fluxograma poderá ser a função de controlo de erros, podendo a empresa definir pontos no fluxograma que devem ser controlados. Por exemplo, considerando que as peças que chegam a montagem, idealmente, devem estar prontas para montagem, poderá ser definido nesta fase um ponto de controlo. Desta forma poderia ser controlado o retrabalho efetuado, percebendo o que ocorreu em fases anteriores de fabrico da peça para que esta chegasse à montagem com necessidade de retrabalho. Este controlo poderia ser feito através de um diagrama de espinha de peixe.

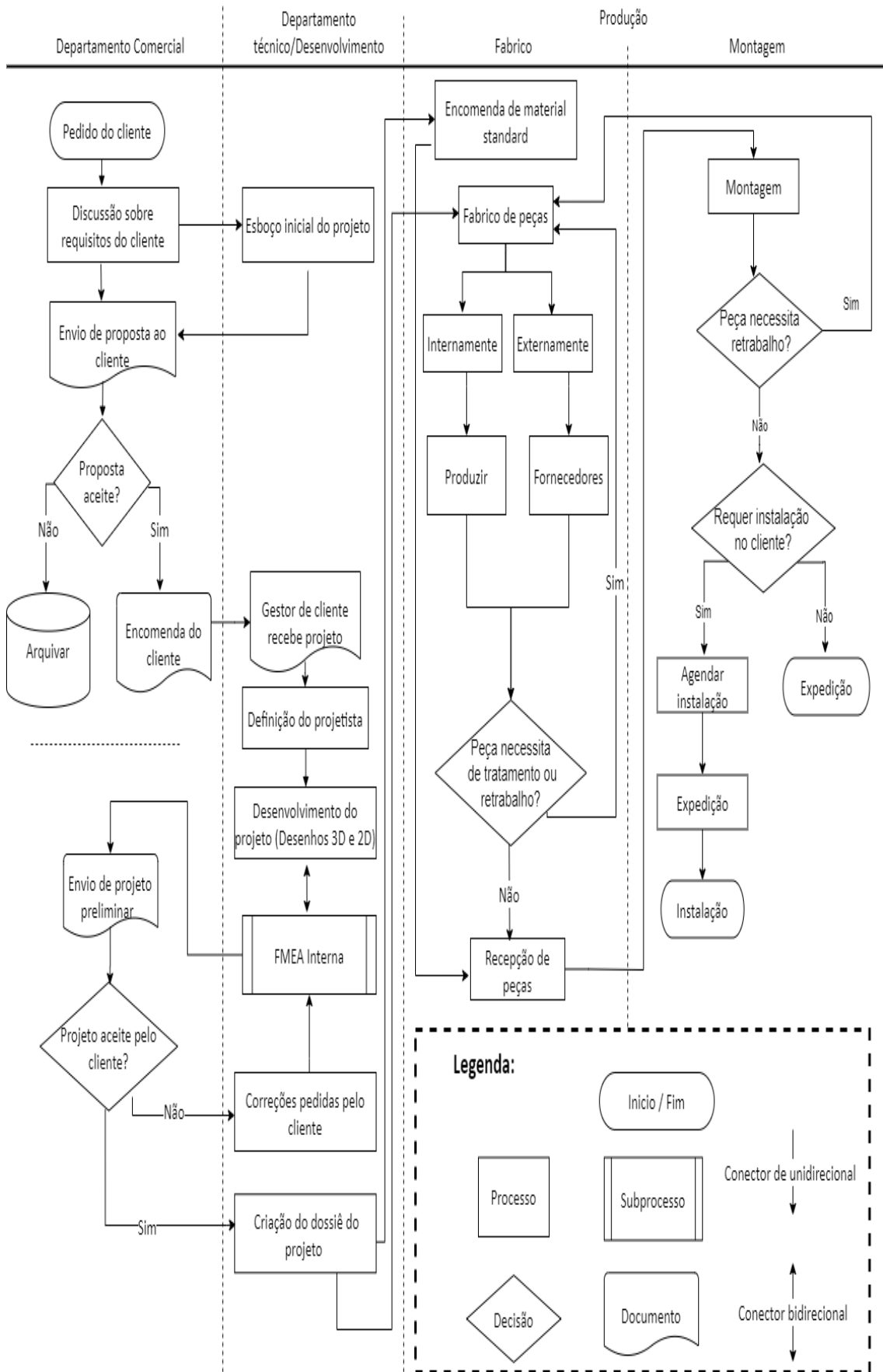


Figura 23-Fluxograma da empresa.

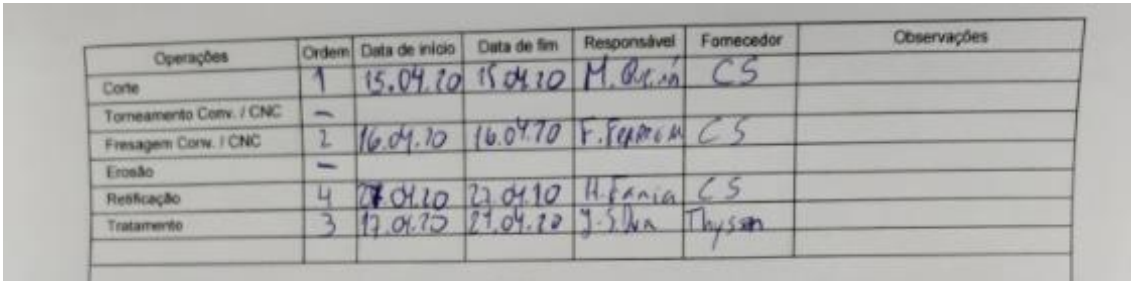
3.3.2 Melhoramento do *sheet template* atual para realização dos desenhos colocados no dossiê de projeto

Para conseguir melhorar o rastreamento das movimentações das peças, foi realizada uma alteração no *sheet template* utilizado pela empresa, para a realização dos desenhos técnicos das peças de cada projeto. Para perceber que tipo de alterações seriam implementadas foram discutidas diversas versões.

A versão final do *sheet template* encontra-se representada na Figura 24, onde podemos verificar que na primeira coluna estão todas as operações que regularmente se executam em peças. Para cada operação existe, uma ordem de execução da operação, qual a data de início e fim, o responsável pela operação e ainda o fornecedor do serviço. A Figura 25 demonstra a aplicação do *sheet template*.

Operações	Ordem	Data de início	Data de fim	Responsável	Fornecedor	Observações
Corte						
Torneamento Conv. / CNC						
Fresagem Conv. / CNC						
Erosão						
Retificação						
Tratamento						

Figura 24- Alteração efetuada no *sheet template*.



Operações	Ordem	Data de início	Data de fim	Responsável	Fornecedor	Observações
Corte	1	15.04.20	15.04.20	M. Oliveira	CS	
Torneamento Conv. / CNC	-					
Fresagem Conv. / CNC	2	16.04.20	16.04.20	F. Ferreira	CS	
Erosão	-					
Retificação	4	22.04.20	23.04.20	H. Faria	CS	
Tratamento	3	17.04.20	29.04.20	J. Silva	Thyssen	

Figura 25- *Sheet template* aplicado.

3.3.3 Desenvolvimento de uma ferramenta para complementação do PGA

Como foi referido anteriormente, a distribuição de tarefas pelos funcionários é realizada pelo diretor da produção, atribuindo um determinado número de tarefas a cada funcionário. Quando os funcionários terminam as tarefas atribuídas, necessitam de se deslocar até ao diretor da produção, para que lhe seja atribuída uma nova tarefa, causando movimentações desnecessárias e perda de tempo.

Com o objetivo de conseguir reduzir o tempo perdido e as movimentações desnecessárias, foi proposto a colocação de quadros de tarefas, como representados na Figura 26, nas diferentes áreas. Os quadros seriam colocados, um na área de montagem,

outro colocado na área de maquinação das peças e por fim seria colocado um na área de conceção e desenvolvimento. O quadro será dividido em três, com tarefas planeadas, em execução e terminadas, onde cada coluna dentro da divisão corresponde a um funcionário.

Planeado					Em execução					Terminado				
F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5

Figura 26-Exemplo de quadro a afixar.

A informação a colocar nos quadros seria em forma de etiqueta como demonstrado na Tabela 12. A data de ordem de fabrico seria a data em que o diretor da produção colocaria a tarefa no quadro, a data de início e fim seriam preenchidas pelo funcionário. Este sistema de etiquetas seria organizado por ordem de urgência, onde as tarefas mais urgentes seriam colocadas acima de tarefas menos urgentes. Desta forma será possível o diretor da produção organizar o trabalho dos funcionários sem que estes se desloquem do seu posto de trabalho e reduzir o tempo perdido pelos funcionários sem tarefa atribuída.

Tabela 12- Representação de etiqueta.

Tarefa	
Data OF	
Data Início	
Data de fim	
Projeto	
Obs.	

3.3.4 Desenvolvimento de auditoria 5S para aplicação na produção

Para que os postos na área de produção se mantivessem organizados, procedeu-se a proposta de um modelo de auditoria 5S (Apêndice A- Auditoria 5S realizada ao armazém), com o objetivo de manutenção da organização dos postos de trabalho. Esta auditoria seria realizada regularmente, de forma a verificar as condições de organização dos postos de trabalho e verificar se as medidas propostas na auditoria anterior foram aplicadas. A periodicidade da auditoria deverá ser definida pela empresa, tendo em conta, a evolução das melhorias propostas em auditorias anteriores.

A auditoria terá como pilares os 5S da ferramenta *Lean* e irá analisar em cada pilar determinados critérios definidos em conjunto com a empresa. Esses critérios encontram-se representados na Tabela 13. No final da auditoria verifica-se a percentagem de resultados positivos e deve ser realizada análise sobre oportunidades de melhoria.

Tabela 13- Auditoria 5S.

5S	Nº	Critério	Sim	Não	Não aplicável
Classificar	1	Todos os equipamentos e ferramentas são necessários nos postos de trabalho?			
	2	As bancadas de trabalho apenas possuem materiais e documentos necessários?			
	3	Encontram-se no posto trabalho materiais obsoletos ou a devolver ao armazém?			
	4	O produto em montagem encontra-se identificado, a aguardar material, espera de respostas do cliente?			
Ordenar	1	Acessos a bancadas de trabalho, quadros, equipamentos encontram-se desimpedidos?			

	2	Os armários e gavetas encontram-se limpos e arrumados?
	3	Armazéns encontram-se arrumados e limpos?
	4	Todos os materiais têm local definido e estão identificados?
	5	Contentores de resíduos existem, estão identificados e têm local definido?
Limpar	1	Os pisos estão limpos e em bom estado?
	2	As máquinas e os equipamentos encontram-se limpos e em bom estado de conservação?
	3	Existem utensílios de limpeza e estão arrumados e com local definido?
Normalizar	1	Planos de limpeza de equipamentos e máquinas, existem e estão atualizados?
	2	Locais de utilização obrigatória de EPI's encontram-se identificados?
	3	Os colaboradores cumprem a utilização de EPI's nos locais necessários?
Sustentar	1	Existem instruções de trabalho em cada posto de trabalho?
	2	Os materiais encontram-se codificados e com um stock mínimo de reposição?
	3	As ações definidas pelas auditorias anteriores estão a ser cumpridas? Verifica-se melhoria nos resultados obtidos?

3.3.5 Organização do armazém através da aplicação dos 5S.

Foi proposta uma organização de todo o armazém de componentes standard. A organização do armazém iria ser realizada através da aplicação dos 5S (classificar, ordenar, limpar, normalizar, sustentar), sendo apresentados os passos dessa aplicação na Tabela 14 conferindo assim uma disposição lógica do material no armazém. Na Figura 27 está representada a proposta de folha de registo para colocação no armazém.

support		Registo de Saídas	Ano 2020	Armazém	
Data	Código do projeto	Descrição do produto	Quantidade	Funcionário	Registo

Figura 27-Folha de registo do armazém.

Tabela 14- Aplicação dos 5S ao armazém de componentes standard.

5S	Descrição da aplicação
Classificar	Identificação de tudo o que deveria ser revisto pelos responsáveis de cada área do armazém (elétrica, pneumática, mecânica). Identificação de materiais obsoletos, desorganização de material, materiais idênticos em localizações diferentes dentro do armazém e falta de identificação de materiais. Após a identificação destes materiais seria necessário realizar uma verificação do stock existente no armazém em comparação com o stock registado informaticamente.
Limpar	Após a triagem realizada seria necessário proceder a limpeza das estantes, retirando os materiais identificados como obsoletos e limpar os níveis das estantes.
Ordenar	Considerando a lista verificada de stock registado, a divisão do material em áreas (elétrica, pneumática e mecânica) e tendo em conta indicações dos responsáveis de cada área proceder-se-ia a organização do armazém. Os corredores do armazém seriam divididos em 3 secções, a secção A, B e C onde: <ul style="list-style-type: none"> • A- Artigos de rotação alta; • B- Artigos de rotação média; • C- Artigos de rotação baixa.
Normalizar	Redefinir o stock mínimo de reposição para os artigos de rotação alta mantendo os restantes valores de stock mínimo para os restantes componentes.
Sustentar	Para garantir o stock mínimo dos componentes de alta rotação e de média rotação colocar-se-ia nas gavetas uma etiqueta com o stock mínimo de reposição. Para complementar a etiqueta e para que a verificação do stock se proceda de uma forma mais eficaz, colocar-se-ia uma folha de registo de entrada e saída do armazém de componentes standard, como representado na Figura 27. Sempre que algum funcionário retirar algum material do armazém é necessário o preenchimento desta folha, de forma que, ao fim de uma semana de trabalho seja contabilizado o material retirado e proceda-se a atualização da folha de stocks. Também será necessário definir um local para armazenagem de componentes de teste utilizados.

3.3.6 Elaboração de um método de identificação de posições dos componentes dentro do armazém e oficina

Para colmatar a falta de identificação de posições de componentes verificada no armazém, procedeu-se ao desenvolvimento de uma proposta de codificação simples, para que, através da folha de stock de material standard seja possível localizar a posição de um determinado componente. A codificação utilizada irá ter numerados todos os armazéns, corredores, níveis e secções. Um exemplo de codificação de uma posição no armazém 1 seria A1.C1.N1.SA, na Figura 28 é possível observar um exemplo da codificação.

Com esta codificação será possível para qualquer funcionário encontrar o componente desejado ou verificar a existência de stock.

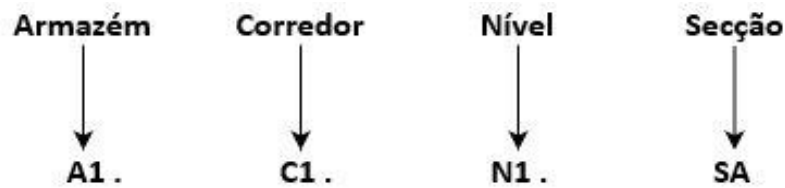


Figura 28-Exemplo de codificação de posicionamento no armazém.

3.3.7 Elaboração de instruções de trabalho para os equipamentos principais

Para melhorar o entendimento básico de cada equipamento por parte dos funcionários da empresa, foram desenvolvidas instruções de trabalho para equipamentos que são importantes ao longo do processo de fabrico dos equipamentos. Na Figura 29 esta representado um exemplo de uma das instruções de trabalho realizada. Possibilitando assim que qualquer funcionário com alguma experiência, realize uma operação no equipamento em questão.

Foram realizadas instruções de trabalho para quatro equipamentos mais precisamente para: Fresadora Convencional, Furadora Vertical, Granalhador e Torno Mecânico. Estas instruções de trabalho encontram-se nos apêndices B, C, D e E.

support	INSTRUÇÃO-TRABALHO	Posto-de-trabalho: Torno-mecânico	REF: 00	REVISÃO: 00	
Manutenção: <input type="checkbox"/>	Trabalho: <input type="checkbox"/>	Set Up: <input type="checkbox"/>	Retrabalho: <input type="checkbox"/>	Inspeção: <input type="checkbox"/>	Outra: <input type="checkbox"/>
Elaborado por: Carlos Cruz		Aprovado por:	Data Aprovação:		
Actividade:	Procedimento de arranque torno-mecânico		Segurança: Utilização de óculos e auricular		

I. Verifica de condições do equipamento:

- Verificar se barramento se encontra sem empenamentos ou irregularidades;
- Verificar nível de óleo;




Figura 29- Instruções de trabalho.





3.4 Análise dos resultados





Ao longo deste subcapítulo é realizada uma análise aos resultados que foram obtidos após a implementação de algumas das melhorias propostas na Tabela 11 e possíveis ganhos de propostas que não foram aplicadas, evidenciando os ganhos qualitativos e se possível quantitativos. Sendo uma empresa com um tipo de produção ETO os tempos de fabrico não são o mais importante pois, o principal objetivo é entregar ao cliente o que ele quer no momento certo e isso pode levar a alguma variedade nos tempos de fabrico. Pelo que, a empresa não foca recursos na obtenção de informação sobre tempos de fabrico apenas sobre as datas de início e fim do fabrico de um equipamento.

O processo de gestão e controlo da produção, desde a encomenda do cliente até a expedição do produto final, encontrava-se muito dependente do diretor da produção e sem um fluxo standard definido, dentro do possível neste tipo de produção. Sem um fluxo standard de atividades, as possíveis variações no processo de produção são difíceis de identificar, tornando a identificação de desperdícios mais difícil.

Com o fluxograma procura-se direcionar a empresa para o início do “*standard work*”, onde se mantém um processo geral de produção consistente tentando reduzir a variabilidade neste tipo de produção e melhorando assim a qualidade do processo (Lu & Yang, 2015). Na Tabela 15 estão representados os ganhos qualitativos que cada proposta de melhoria obteve ou poderia obter na empresa.

Tabela 15- Ganhos qualitativos.

Proposta de melhoria	Ganhos qualitativos	Aplicação da proposta
Elaboração do fluxograma do processo produtivo	Redução da variabilidade do processo produtivo; Redução de retrabalho necessário em peças.	
Melhoramento do <i>sheet template</i> atual para realização dos desenhos colocados no dossiê de projeto	Redução do desperdício de tempo a procura de peças; Redução do desperdício de tempo a perceber o estado da peça; Melhoria no rastreamento das movimentações das peças.	
Desenvolvimento de uma ferramenta de complementação do PGA	Aumento da produtividade; Redução do desperdício de tempo por funcionários sem tarefas atribuídas; Redução das distâncias percorridas pelos funcionários;	
Desenvolvimento de auditoria 5S para aplicação na produção	Aumento da organização dos postos de trabalho; Redução do tempo de procura por ferramenta;	

Organização do armazém através da aplicação dos 5S.	Melhoramento na organização geral do armazém; Redução do tempo de procura por componentes standard; Redução do stock de componentes em excesso; Redução do desperdício de componentes em testes.	
	Redução de encomendas; Melhoramento na precisão do registo do stock existente;	
Elaboração de um método de identificação de posições dos componentes dentro do armazém e oficina	Redução do tempo de procura por componente standard; Redução do tempo de verificação de stock visual.	
Elaboração de instruções de trabalho para os equipamentos principais	Aumento da produtividade; Redução de possíveis acidentes	

Devido a escassez de registos produtivos e a situação do país, a quantificação dos ganhos associados as melhorias implementadas foram impossibilitadas. No entanto devido a inexistência de qualquer instrução de trabalho nos postos de trabalho, a realização das mesmas conferiu um aumento de aproximadamente 30% em instruções de trabalho para os equipamentos existentes na empresa.

4. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

4.1 PRINCIPAIS CONTRIBUTOS DO TRABALHO

4.2 VALOR ACRESCENTADO DO TRABALHO PARA EMPRESAS DO
TIPO DE PRODUÇÃO ETO

4.3 TRABALHO FUTURO E DIFICULDADES ENCONTRADAS

4 CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Este capítulo tem como propósito sintetizar todo o trabalho realizado no contexto empresarial, inserido no âmbito da dissertação de mestrado em Engenharia Mecânica, realizado na empresa Centi-Support. Para além da síntese do trabalho, é feita uma avaliação do estado de implementação de cada melhoria proposta e apresentam-se sugestões para trabalhos futuros.

4.1 Principais contributos do trabalho

Os principais contributos deste trabalho para a empresa são:

- Desenvolvimento do fluxograma do processo produtivo;
- Melhorias no *sheet template* utilizado no desenvolvimento de desenhos 2D;
- Desenvolvimento de uma proposta de ferramenta para organização de tarefas por funcionário;
- Desenvolvimento de uma proposta de auditoria 5S para manutenção das condições dos postos de trabalho;
- Proposta de implementação da ferramenta 5S para organização do armazém;
- Desenvolvimento de proposta de documentação para apoio na gestão de stocks;

Tendo em conta os principais contributos deste trabalho para a empresa, na Tabela 16 encontram-se representados os estados de implementação de cada um dos contributos.

Tabela 16- Estado de implementação das melhorias propostas.

Principais contributos	Estado de implementação
Elaboração do fluxograma do processo produtivo para tornar o processo mais standard	Melhoria implementada, estabelecendo um fluxo standard para o processo de produção da empresa, permitindo um maior conhecimento do processo para todos os funcionários.
Melhoramento do <i>sheet template</i> atual para realização dos desenhos colocados no dossiê de projeto	Procedeu-se a aplicação do <i>sheet template</i> em todos os desenhos 2D desenvolvidos, para que, fosse possível melhorar o rastreamento da localização das peças e as operações realizadas.
Desenvolvimento de uma ferramenta de complementação do PGA	Foi desenvolvida a proposta e espera-se que com a aplicação futura deste complemento do PGA, seja possível

	um aumento da produtividade, facilitando a comunicação entre o diretor da produção e o resto dos funcionários.
Desenvolvimento de auditoria 5S para aplicação na produção	Esta proposta de auditoria pretende que se realize regularmente para que se mantenha a organização dos postos de trabalho.
Aplicação dos 5S ao armazém	Nesta proposta de aplicação dos 5S no armazém de componentes standard, foi apenas realizada a identificação dos componentes, devido a impossibilidade de permanência na empresa.
Elaboração de um método de identificação de posições dos componentes dentro do armazém e oficina	Foi realizada a proposta de aplicação deste método para o armazém com possível expansão para a oficina.
Elaboração de instruções de trabalho para os equipamentos principais	Instruções de trabalho elaboradas para 4 dos equipamentos presentes na empresa.

4.2 Valor acrescentado do trabalho para empresas do tipo de produção ETO

Como foi referido ao longo deste trabalho, a aplicação de ferramentas *Lean* em empresas com o tipo de produção ETO ainda se encontra numa fase muito inicial do seu desenvolvimento, quando comparado com a aplicação das mesmas ferramentas em tipos de produção em serie.

Este trabalho mostra a importância destas ferramentas *Lean* e os benefícios que as mesmas podem trazer para este tipo de produção, principalmente ganhos qualitativos já descritos no subcapítulo anterior, mas também na redução de desperdícios ao longo do processo produtivo que por vezes é bastante complexo.

4.3 Trabalho futuro e dificuldades encontradas

Ao longo deste estágio foram aplicadas ferramentas *Lean* com o propósito de redução de desperdício e melhoria contínua. Tendo em vista a melhoria contínua dos processos da empresa e de forma a dar seguimento ao trabalho realizado ao longo do estágio, são apresentadas algumas sugestões de trabalho futuro:

- Aumentar a recolimento de dados relativos a tempos de produção dos centros de maquinaria CNC para otimização de tempos de *setup*;
- Melhoramento na comunicação com o cliente e tratamento de informações, como por exemplo, as especificações pedidas pelo cliente;
- Revisão dos parâmetros da auditoria 5S para que se mantenha atual;
- Efetuar instruções de trabalho para toda a maquinaria existente;

- Divisão de equipamentos por tipologia (por exemplo EOAT e outros projetos) e desenvolver um fluxo padrão de tarefas para cada tipo de equipamento, tentando otimizar esse fluxo.

Ao longo deste trabalho foram encontradas dificuldades principalmente devido a situação atual do país e do mundo. Esta situação impossibilitou a permanência na empresa de pessoal não essencial a manutenção da atividade laboral, pelo que, tornou irrealizável a medição dos resultados quantitativos. Porém, as medições de resultados quantitativos iriam realizar-se através de auditorias 5s realizadas antes e depois das melhorias descritas no subcapítulo anterior, verificando o aumento percentual de resultados positivos. Para além desta avaliação dos resultados através da auditoria iria realizar-se a quantificação do valor de componentes standard considerados parados no armazém.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referências Bibliográficas

- Ahmad, R., & Soberi, M. S. F. (2018). Changeover process improvement based on modified SMED method and other process improvement tools application: an improvement project of 5-axis CNC machine operation in advanced composite manufacturing industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94(1), 433-450. doi:<https://doi.org/10.1007/s00170-017-0827-7>
- Azevedo, J., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Santos, G., Cruz, F. M., Jimenez, G., & Silva, F. J. G. (2019). Improvement of Production Line in the Automotive Industry Through Lean Philosophy. *Procedia Manufacturing*, 41, 1023-1030. doi:<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.029>
- Bateman, N., Philp, L., & Warrender, H. (2016). Visual management and shop floor teams - development, implementation and use *International Journal of Production Research*, 54(24), 7345-7358. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2016.1184349>
- Baysan, S., Kabadurmus, O., Cevikcan, E., Satoglu, S. I., & Durmusoglu, M. B. (2019). A simulation-based methodology for the analysis of the effect of lean tools on energy efficiency: An application in power distribution industry. *Journal of Cleaner Production*, 211, 895-908. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.217>
- Belekoukias, I., Garza-Reyes, J., & Kumar, V. (2014). The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Research*, 52, 5346-5366. doi:<https://doi.org/10.1080/00207543.2014.903348>
- Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: Literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, 34, 876-940. doi:<https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315>
- Braglia, M., Frosolini, M., Gallo, M., & Marrazzini, L. (2019). Lean manufacturing tool in engineer-to-order environment: Project cost deployment. *International Journal of Production Research*, 57(6), 1825-1839. doi:<https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1508905>
- Che Ani, M. N., Kamaruddin, S., & Abdul Azid, I. (2018). *Analysis of the effective production Kanban size with triggering system for achieving just-in-time (JIT) production*. Paper presented at the 2018 4th International Conference on Control, Automation and Robotics (ICCAR), Auckland, New Zealand.
- Correia, D., Silva, F. J. G., Gouveia, R. M., Pereira, T., & Ferreira, L. P. (2018). Improving manual assembly lines devoted to complex electronic devices by applying Lean tools. *Procedia Manufacturing*, 17, 663-671. doi:<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.115>
- Costa, C., Pinto Ferreira, L., C. Sá, J., & Silva, F. J. G. (2018). Implementation of 5S Methodology in a Metalworking Company. In B. Katalinic (Ed.), *DAAAM International Scientific Book* (pp. 001-012): DAAAM International.

- Costa, T., Silva, F. J. G., & Pinto Ferreira, L. (2017). Improve the extrusion process in tire production using Six Sigma methodology. *Procedia Manufacturing*, 13, 1104-1111. doi:<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.171>
- Curado, A. G., & Abreu, A. (2019). Application of Lean methodologies in the reduction of setup times in the pharmaceutical industry. *Millenium*(8), 37-37-52. doi:<https://doi.org/10.29352/mill0208.04.00220>
- Damelio, R. (2011). *The Basics of Process Mapping* (2 ed.). New York: CRC Press (Taylor & Francis Group).
- Dias, J. A., Ferreira, L. P., Sá, J. C., Ribeiro, M. T., & Silva, F. J. G. (2019). Improving The Order Fulfilment Process At A Metalwork Company. *Procedia Manufacturing*, 41, 1031-1038. doi:<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.030>
- Eden, C., & Ackermann, F. (2018). Theory into practice, practice to theory: Action research in method development. *European Journal of Operational Research*, 271(3), 1145-1155. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.05.061>
- El Kihel, Y., Amrani, A., Ducq, Y., & Amegouz, D. (2019). *Implementation of Lean through VSM modeling on the distribution chain: Automotive case*. Paper presented at the 2019 International Colloquium of Logistics and Supply Chain Management (LOGISTIQUA), Montreuil - Paris, France.
- García, J. L., Rivera, D. G., & Iniesta, A. A. (2013). Critical success factors for Kaizen implementation in manufacturing industries in Mexico. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 68, 537-545. doi:<https://doi.org/10.1007/s00170-013-4750-2>
- Gonzalez, M. E., Quesada, G., Mora-Monge, C. A., & Barton, M. E. (2019). An Empirical Study of the Application of Lean Tools in U.S. Industry. *Quality Management Journal*, 26(4), 174-174-190. doi:<https://doi.org/10.1080/10686967.2019.1647769>
- Gwiazda, A. (2006). Quality tools in a process of technical project management. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 18(1-2), 44-100.
- Hüttmeir, A., de Treville, S., van Ackere, A., Monnier, L., & Prenninger, J. (2009). Trading off between heijunka and just-in-sequence. *International Journal of Production Economics*, 118(2), 501-507. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.12.014>
- Jasti, N. V. K., & Kodali, R. (2014). Lean Production: Literature review and trends. *International Journal of Production Research*, 53(3), 867-885. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2014.937508>
- Jorge, G. A., & Miyake, D. I. (2016). Estudo comparativo das ferramentas para mapeamento das atividades executadas pelos consumidores em processos de serviço. *Production*, 26, 590-613. doi:<https://doi.org/10.1590/0103-6513.128413>
- Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1999). *Juran's Quality Handbook* (5 ed.). New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Kerber, B., & Dreckshage, B. (2011). *Lean Supply Chain Management Essentials: A Framework for Materials Managers*. New York: CRC Press.
- Korchagin, A., Deniskina, A., & Fateeva, I. (2019, 2019-08-31). *Lean and energy efficient production based on internet of things (IOT) in aviation industry*.

- Kumar, D., Mohan, G., & Mohanasundaram, K. M. (2019). Lean Tool Implementation in the Garment Industry. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 27, 19-23. doi:<https://doi.org/10.5604/01.3001.0012.9982>
- Kumar, N., & Soni, R. (2017). ABC Analysis in the Hospitality Sector: a Case Study. *International Journal of Advanced Production and Industrial Engineering*, 1-3. Retrieved from <http://ijapie.org/SpecialIssuesOperations.html>
- Kumar, P., & Anas, M. (2013). An ABC-Analysis for the Multiple - Products Inventory Management - Case Study of Scooters India Limited. *International Journal of Research in Engineering & Advanced Technology*, 1(5), 1-6. Retrieved from <http://www.ijreat.org/Issue5.html>
- Kumar, V., Belokar, R., & Kharb, S. (2012). An Application of Value Stream Mapping In Automotive Industry: A Case Study. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 1, 152-157.
- Lander, E., & Liker, J. (2007). The Toyota Production System and art: Making highly customized and creative products the Toyota way. *International Journal of Production Research - INT J PROD RES*, 45, 3681-3698. doi:<https://doi.org/10.1080/00207540701223519>
- Lee, B.-H., & Jo, H. J. (2007). The mutation of the Toyota Production System: Adapting the TPS at Hyundai Motor Company. *International Journal of Production Research - INT J PROD RES*, 45, 3665-3679. doi:<https://doi.org/10.1080/00207540701223493>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota way : 14 management principles from the world's greatest manufacturer*: New York : McGraw-Hill.
- Lina, L. R., & Ullah, H. (2019). The Concept and Implementation of Kaizen in an Organization. *Global Journal of Management And Business Research; Vol 19, No 1-A (2019) Global Journal of Management and Business*. Retrieved from <https://journalofbusiness.org/index.php/GJMBR/article/view/2678>
- Lu, J.-C., & Yang, T. (2014). Implementing lean standard work to solve a low work-in-process buffer problem in a highly automated manufacturing environment. *International Journal of Production Research*, 53, 1-21. doi:10.1080/00207543.2014.937009
- 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*, 53(8), 2285-2285-2305. doi:10.1080/00207543.2014.937009
- Monteiro, C., Ferreira, L. P., Fernandes, N. O., Sá, J. C., Ribeiro, M. T., & Silva, F. J. G. (2019). Improving the Machining Process of the Metalworking Industry Using the Lean Tool SMED. *Procedia Manufacturing*, 41, 555-562. doi:<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.09.043>
- Neves, P., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, T., Gouveia, A., & Pimentel, C. (2018). Implementing Lean Tools in the Manufacturing Process of Trimmings Products. *Procedia Manufacturing*, 17, 696-704. doi:<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.119>
- Nilda, T. P., Amrina, E., Rahmayanti, D., & Shifanof, G. (2018). Design of working procedure for handling the breakdown machine in parameter of reaction time based on Jidoka system approach in cement company. *MATEC Web of Conferences*, 204, 1-12. doi:<https://doi.org/10.1051/matecconf/201820403008>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Portland: Productivity Press.

- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through "Lean Tools": An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082-1089. doi:<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>
- Paoli, F., Andrade, V., & Lucato, W. (2014). O conceito de Lean Office aplicado a um ambiente industrial com produção ETO – Engineer-to-Order. *Exacta*, 12, 43-53. doi:<https://doi.org/10.5585/exactaep.v12n1.4919>
- Perera, H. A. D. (2016). Productivity improvement through lean tools in a Sri Lankan small and medium enterprise: A case study. *Manufacturing & Industrial Engineering Symposium (MIES)*, 1-6. doi:<https://doi.org/10.1109/MIES.2016.7779988>
- Pinho, A. F. d., Leal, F., Montevechi, J. A. B., & Almeida, D. A. d. (2007). *Combinação entre as técnicas de fluxograma e mapa de processo no mapeamento de um processo produtivo*. Paper presented at the XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.
- Piplani, R., & Ang, A. W. H. (2017). Performance comparison of multiple product kanban control systems. *International Journal of Production Research*, 56(3), 1299-1312. doi:<https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1332436>
- Powell, D., Strandhagen, J. O., Tommelein, I., Ballard, G., & Rossi, M. (2014). A New Set of Principles for Pursuing the Lean Ideal in Engineer-to-order Manufacturers. *Procedia CIRP*, 17, 571-576. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.137>
- Randhawa, J., & Ahuja, I. (2017). 5S implementation methodologies: Literature review and directions. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 20, 48-74. doi:<https://doi.org/10.1504/IJPM.2017.080692>
- Rauch, E., Dallasega, P., & Matt, D. T. (2015). Synchronization of Engineering, Manufacturing and on-site Installation in Lean ETO-Enterprises. *Procedia CIRP*, 37, 128-133. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.08.047>
- Retamozo-Falcon, G., Silva, J., & Mauricio, D. (2019). *Model for the improvement of processes using Lean techniques and BPM in SMEs*. Paper presented at the IEEE XXVI International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing (INTERCON), Lima, Peru.
- Ribeiro, R. B., Souza, J. D., Beluco, A., Biehl, L. V., Medeiros, J. L. B., Sporket, F., . . . Amaral, F. A. D. D. (2019). Application of the single-minute exchange of die system to the CNC sector of a shoe mold company. *Cogent Engineering*, 6(1), 1-11. doi:<https://doi.org/10.1080/23311916.2019.1606376>
- Riesenberger, C. (2019). Process mapping: a research of the main tools. *International Journal of Lean Management Research*, 1, 28-46. Retrieved from <http://ijlrm.com/index.php/IJLMR/issue/current>
- Rishi, J. P., Srinivas, T. R., Ramachandra, C. G., & Ashok, B. (2018). Implementing the Lean Framework in a Small & Medium & Enterprise (SME) – A case Study in Printing Press. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 376, 1-9. doi:<https://doi.org/10.1088/1757-899X/376/1/012126>
- Rohac, T., & Januska, M. (2015). Value Stream Mapping Demonstration on Real Case Study. *Procedia Engineering*, 100, 520-529. doi:<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.01.399>
- Rosa, C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, T., & Gouveia, R. (2018). Establishing Standard Methodologies To Improve The Production Rate Of Assembly Lines Used For Low

- Added-Value Products. *Procedia Manufacturing*, 17, 555-562. doi:<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.096>
- Sabaghi, M., Rostamzadeh, R., & Mascle, C. (2015). Kanban and value stream mapping analysis in lean manufacturing philosophy via simulation: A plastic fabrication (case study). *International Journal of Services and Operations Management*, 20, 118-140. doi:<https://doi.org/10.1504/IJSOM.2015.065977>
- Sasane, S., & Adhav, D. (2019). Engineering Change in Kaizen. *REVISTA INTERNACIONAL DE ENGENHARIA DE PESQUISA E TECNOLOGIA (IJERT)*, 8, 299-301.
- Seth, D., Seth, N., & Dhariwal, P. (2017). Application of value stream mapping (VSM) for lean and cycle time reduction in complex production environments: a case study. *Production Planning & Control*, 28, 398-419. doi:<https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1300352>
- Silva, F. J. G., & Ferreira, L. C. P. (2019). *Lean Manufacturing Implementation, Opportunities, and Challenges*: Nova Science Publishers.
- Singh, Y., & Tiwana, R. K. (2018). Process Improvement by Poka-Yoke : A Tool for Zero Defects. *Biz and Bytes*, 9(1), 152-156. Retrieved from <http://bizandbyte.com/archive.php>
- Sousa, E., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, M. T., Gouveia, R., & Silva, R. P. (2018). Applying SMED methodology in cork stoppers production *Procedia Manufacturing*, 17, 611-622. doi:<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.103>
- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, 23(4), 582-603. doi:<https://doi.org/10.2307/2392581>
- Thangarajoo, Y., & Smith, A. (2015). Lean Thinking: An Overview. *Industrial Engineering and Management*, 4(2), 1-5. doi:<https://doi.org/10.4172/2169-0316.1000159>
- Titu, M., Oprean, C., & Daniel, G. (2010, 03/01). *Applying the Kaizen Method and the 5S Technique in the Activity of Post-Sale Services in the Knowledge-Based Organization*. Paper presented at the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2010
- Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Womack, J., & Jones, D. (2003). *Lean Thinking : Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation* (2 ed.). New York Free Press.

ANEXOS e Apêndices

ANEXO A- PLANO GERAL DE ATIVIDADES (PGA)

ANEXO B- FERRAMENTA DE GESTÃO DE STOCKS

APÊNDICE A- AUDITORIA 5S REALIZADA NO ARMAZÉM

APÊNDICE B- INSTRUÇÕES DE TRABALHO: FRESADORA
CONVENCIONAL


APÊNDICE C- INSTRUÇÕES DE TRABALHO: FURADORA VERTICAL

APÊNDICE D- INSTRUÇÕES DE TRABALHO: GRANALHADOR

APÊNDICE E- INSTRUÇÕES DE TRABALHO: TORNO MECÂNICO

Anexos e Apêndices

Anexo A -Plano geral de atividades (PGA)




Plano Geral de Atividades - 2020

Data: 22/05/2020

Identificação	Atividades	Data					Cont. Estado	
		Obj. Em. Projeto	Inicio Proj.	Finalizar Obra	Projeção Conclusão	Per. Conclusão		
Identificação Client/Conta Projeto: R. Tipo Res. Desemp. Inter. * Caril Support	Atividades Administrativas Resg Administrativas Eliminar En. Esp. ... <i>sem manutenção</i> 09-02-20 Inicio do projeto. 07-02-20 Aprovação e conclusão do projeto. 11-05-20 Injeção material EB						0	
Cont-sistem 000 001 Novo de Carro Limite HMAS	08-05-20 Fabrica de WAF-75, 20 unidades.	21/01/20	03/02/20	07/02/20	07/04/20	22/05/20	1	95%
Cont-sistem 000 002 Outro PS Fabrica de WAF-75	CS	08/05/20			08/05/20	22/05/20	1	60%

Anexo B- Ferramenta de gestão de stocks

Código Item/Proj.		Serie	Tipo	Descrição	Obs.	Diam.	Comp.	Larg.	Alt.	Referência	Nome	Marca	Qt. Comp.	Qt. Vend.	Stock
Características						Dimensões			Entidade			Gestão			
Identificação						Quantidades									
															
Projecto: Stock						Designação: Materiais						Registo Stocks + Comparação Precos DATA:			
Robótica															
		Robótica -	Ventosa SI	0,5F		2				102.001.002.2	BMS	Fipa	10,00	10,00	0,00
		Robótica -	Ventosa SI	0,5F		2				102.002.004.1	BMS	Fipa	56,00	36,00	20,00
		Robótica -	Ventosa SI	0,5F		2				102.002.279.2	BMS	Fipa	72,00	48,00	24,00
		Robótica -	Ventosa SI	0,5F		2				102.002.441.2	BMS	Fipa	98,00	81,00	17,00
		Robótica -	Ventosa SI	0,5F		3				102.002.004.2	BMS	Fipa	199,00	170,00	29,00
		Robótica -	Ventosa SI	0,5F		3				102.002.280.2	BMS	Fipa	9,00	0,00	9,00
		Robótica -	Ventosa NBR	0,5F		3				102.003.370.1	BMS	Fipa	32,00	1,00	31,00
		Robótica -	Ventosa NBR	0,5F		3				102.003.480.1	BMS	Fipa	103,00	64,00	39,00
		Robótica -	Ventosa SI	0,5F		3				102.003.280.2	BMS	Fipa	114,00	93,00	21,00

Apêndice A- Auditoria 5S realizada ao armazém

support		Auditoria 5S	Data:	Chek List		
5S	Nº	Critério	Sim	Não	Não aplicável	Observações
Classificar	1	Todos os equipamentos e ferramentas são necessários nos postos de trabalho?		1		
	2	As bancadas de trabalho apenas tem materiais e documentos necessários?		1		
	3	Encontram-se no posto trabalho materiais obsoletos ou a devolver ao armazém?		1		
	4	O produto em montagem encontra-se identificado, a aguardar material, espera de respostas do cliente?		1		
Ordenar	1	Acessos a bancadas de trabalho, quadros, equipamentos encontram-se desimpedidos?	1			
	2	Os armários e gavetas encontram-se limpos e arrumados?		1		Encontram-se limpos
	3	Armazéns encontram-se arrumados e limpos?		1		Encontram-se limpos
	4	Todos os materiais têm local definido e estão identificados?		1		Alguns encontram-se com local definido e identificados
	5	Contentores de resíduos existem, estão identificados e têm local definido?		1		Existem, mas não estão identificados local não definido
Limpar	1	Os pisos estão limpos e em bom estado?	1			
	2	As máquinas e os equipamentos encontram-se limpos e em bom estado de conservação?	1			
	3	Existem utensílios de limpeza e estão arrumados e com local definido?	1			
Normalizar	1	Planos de limpeza de equipamentos e máquinas, existem e estão atualizados?		1		Para máquinas principais existem
	2	Locais de utilização obrigatória de EPI's encontram-se identificados?		1		Maioria dos locais encontram-se identificados
	3	Os colaboradores cumprem a utilização de EPI's nos locais necessários?	1			
Sustentar	1	Existem instruções de trabalho em cada posto de trabalho?		1		Existem nos postos de trabalho mais usados
	2	Os materiais encontram-se codificados e com um stock mínimo de reposição?	1			
	3	As ações definidas pelas auditorias anteriores estão a ser cumpridas? Verifica-se melhoria nos resultados obtidos?			1	Primeira auditoria
Resultados positivos (%)			38,8888889			
Oportunidades de melhorias						
Proceder a organização das bancadas de trabalho, armários e gavetas						
Proceder a organização das matérias primas e armazéns						
Criação de instruções de trabalho para os postos de trabalho						

Apêndice B- Instruções de trabalho: Fresadora Convencional

support	INSTRUÇÃO TRABALHO	Posto de trabalho: Fresadora convencional	REF^a	REVISÃO: 0
Manutenção <input type="checkbox"/>	Trabalho <input type="checkbox"/>	Set Up <input checked="" type="checkbox"/>	Retrabalho <input type="checkbox"/>	Inspeção <input type="checkbox"/> Outra <input type="checkbox"/>
Elaborado por: Carlos Cruz		Aprovado por:	Data Aprovação:	
Actividade:	Procedimento de arranque fresadora convencional.		Segurança: Utilização de óculos e auricular	

I. Primeiramente antes de se proceder ao acionamento da fresadora têm de ser seleccionada a ferramenta de trabalho, para isso executar as seguintes tarefas:

- Proceder desaperto (não total) do parafuso localizado na parte superior do cabeçote (utilizar chave de bocas nº26). Após este desaperto deve se utilizar o martelo para libertar um pouco a ferramenta;



Figura 1- Cabeçote.

- Colocando uma mão junto a ferramenta, procede-se ao desaperto restante com atenção para que a ferramenta não caia sobre a mesa;
- Para finalizar a troca de ferramenta, colocar a ferramenta seleccionada e proceder ao aperto.

II. Seleção da velocidade através da tabela de rotação procedendo a combinação de posições das manivelas.



Figura 2-Painel lateral de seleção de velocidade de rotação.

support	INSTRUÇÃO TRABALHO	Posto de trabalho: Fresadora convencional	REF^a	REVISÃO: 0
Manutenção <input type="checkbox"/>	Trabalho <input type="checkbox"/>	Set Up <input checked="" type="checkbox"/>	Retrabalho <input type="checkbox"/>	Inspeção <input type="checkbox"/> Outra <input type="checkbox"/>
Elaborado por: Carlos Cruz		Aprovado por:	Data Aprovação:	

III. Seleção da estratégia de aperto e abertura da prensa (utilizar chave de bocas nº24). Colocar peça na prensa e proceder ao aperto da mesma.



Figura 3-Prensa para colocação da peça.

IV. Proceder ao acionamento do equipamento através da rotação da manivela no sentido horário e pressionando os botões selecionados na figura 5;



Figura 4- Painel lateral.

	INSTRUÇÃO TRABALHO	Posto de trabalho: Fresadora convencional	REF^a	REVISÃO: 0
Manutenção <input type="checkbox"/>	Trabalho <input type="checkbox"/>	Set Up <input checked="" type="checkbox"/>	Retrabalho <input type="checkbox"/>	Inspeção <input type="checkbox"/> Outra <input type="checkbox"/>
Elaborado por: Carlos Cruz		Aprovado por:		Data Aprovação:

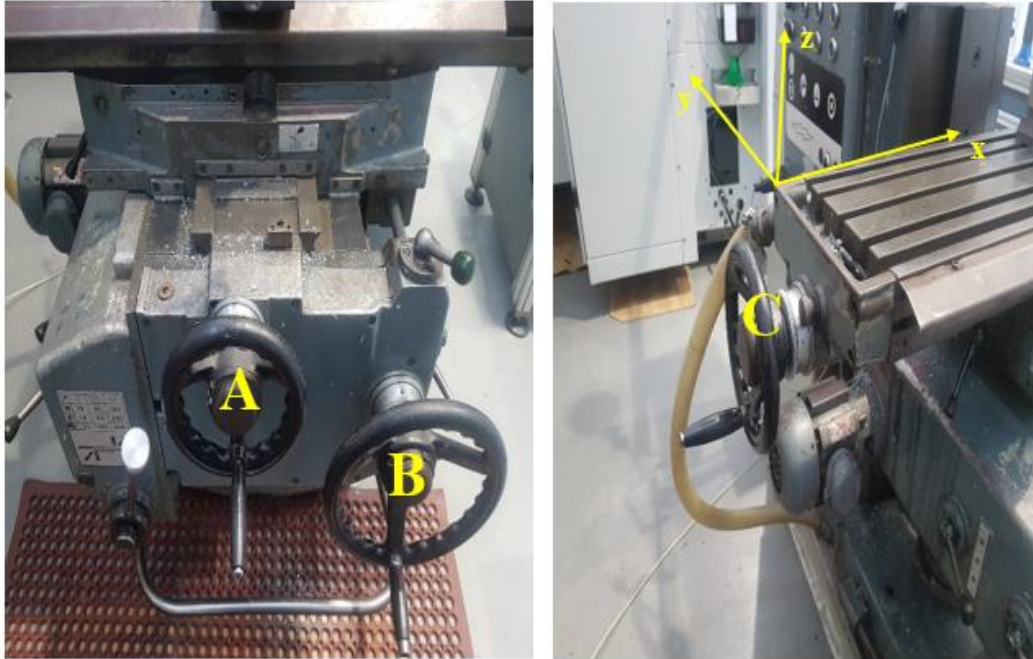
V. Para iniciar a rotação da ferramenta pressionar travão manual.



Nota: Para um melhor entendimento das movimentações provocadas por cada manivela verificar anexo.

support	INSTRUÇÃO TRABALHO	Posto de trabalho: Fresadora convencional	REF^a	REVISÃO: 0
Manutenção <input type="checkbox"/>	Trabalho <input type="checkbox"/>	Set Up <input checked="" type="checkbox"/>	Retrabalho <input type="checkbox"/>	Inspeção <input type="checkbox"/> Outra <input type="checkbox"/>
Elaborado por: Carlos Cruz		Aprovado por:	Data Aprovação:	

ANEXO



Legenda da figura:

- A) Movimentações no eixo y;
- B) Movimentações no eixo z;
- C) Movimentações no eixo x.

Apêndice C- Instruções de trabalho: Furadora Vertical

support	INSTRUÇÃO TRABALHO	Posto de trabalho: Furadora vertical	REF^a	REVISÃO: 0
Manutenção <input type="checkbox"/>	Trabalho <input type="checkbox"/>	Set Up <input checked="" type="checkbox"/>	Retrabalho <input type="checkbox"/>	Inspeção <input type="checkbox"/> Outra <input type="checkbox"/>
Elaborado por: Carlos Cruz		Aprovado por:	Data Aprovação:	
Actividade:	Procedimento de arranque furadora vertical.		Segurança: Utilização de óculos	

- I. Selecionar ferramenta e proceder ao aperto da mesma na bucha de aperto rápido.



Figura 1-Furadora vertical.

- II. Colocar a peça a furar na prensa e ajustar a altura da base através do travão lateral.



Figura 3- Prensa.



Figura 2-Travão lateral de ajuste de altura.

	INSTRUÇÃO TRABALHO	Posto de trabalho: Furadora vertical	REF^a	REVISÃO: 0
Manutenção <input type="checkbox"/>	Trabalho <input type="checkbox"/>	Set Up <input checked="" type="checkbox"/>	Retrabalho <input type="checkbox"/>	Inspeção <input type="checkbox"/> Outra <input type="checkbox"/>
Elaborado por: Carlos Cruz		Aprovado por:	Data Aprovação:	

III. Ajustar velocidade da ferramenta:

- Abertura da tampa superior;
- Desapertar travão do motor;
- Alterar posição das correias manualmente;
- Proceder a retificação do aperto de ferramenta, peça, e travão do motor.



Figura 5-Tampa superior aberta.



Figura 4- Travão do motor.

IV. Pressionar botão verde para ligar o equipamento e rotacionar manivela para descer ferramenta em direção a peça.



V. Para desligar o equipamento pressionar o botão vermelho.

Nota: Para uma manutenção da ferramenta, bem como, para um furo com melhor qualidade deve ser usado óleo lubrificante.

Apêndice D- Instruções de trabalho: Granalhador

support	INSTRUÇÃO TRABALHO	Posto de trabalho: <u>Granalhador</u>	<u>REF^a</u>	REVISÃO: 0
Manutenção <input type="checkbox"/>	Trabalho <input type="checkbox"/>	Set Up <input checked="" type="checkbox"/>	Retrabalho <input type="checkbox"/>	<u>Inspeção</u> <input type="checkbox"/> Outra <input type="checkbox"/>
Elaborado por: Carlos Cruz		Aprovado por:	Data Aprovação:	
Atividade:	Procedimento de arranque da <u>Granalhador</u> .		Segurança: Utilização de auricular	

- I. Antes de acionar, verificar ligações de ar comprimido e existência excesso do produto abrasivo depositado nos cantos da cabine. Colocar as peças na cabine através das portas laterais.



Figura 1- Cabine da Granalhador.

- II. Destruvar a emergência e ligar as luzes da cabine através da rotação no sentido horário do botão giratório indicado na figura 3;



Figura 2-Painel com botão de emergência.



Figura 3- Painel do equipamento.

support	INSTRUÇÃO TRABALHO	Posto de trabalho: <u>Granalhador</u>	<u>REF^a</u>	REVISÃO: 0
Manutenção <input type="checkbox"/>	Trabalho <input type="checkbox"/>	Set Up <input checked="" type="checkbox"/>	Retrabalho <input type="checkbox"/>	<u>Inspeção</u> <input type="checkbox"/> Outra <input type="checkbox"/>
Elaborado por: Carlos Cruz		Aprovado por:	Data Aprovação:	

III. Colocar as mãos através das luvas e iniciar o processo através do acionamento do pedal da figura 5.



Figura 4- Luvas protetoras.



Figura 5- Pedal de ativação de jato.

IV. Finalizando o processo, desligar o equipamento através da rotação no sentido anti-horário do botão das luzes e ativar a emergência (ver figuras 2 e 3).

Nota: Produto abrasivo depositado nos cantos da cabine pode prejudicar o acabamento

Apêndice E- Instruções de trabalho: Torno mecânico

support	INSTRUÇÃO TRABALHO	Posto de trabalho: Torno mecânico	REF^a	REVISÃO: 0
Manutenção <input type="checkbox"/>	Trabalho <input type="checkbox"/>	Set Up <input checked="" type="checkbox"/>	Retrabalho <input type="checkbox"/>	Inspeção <input type="checkbox"/> Outra <input type="checkbox"/>
Elaborado por: Carlos Cruz		Aprovado por:		Data Aprovação:
Actividade:	Procedimento de arranque torno mecânico.		Segurança: Utilização de óculos e auricular	

I. Verifica de condições do equipamento:

- Verificar se barramento se encontra sem empenamentos ou irregularidades;
- Verificar nível de óleo.

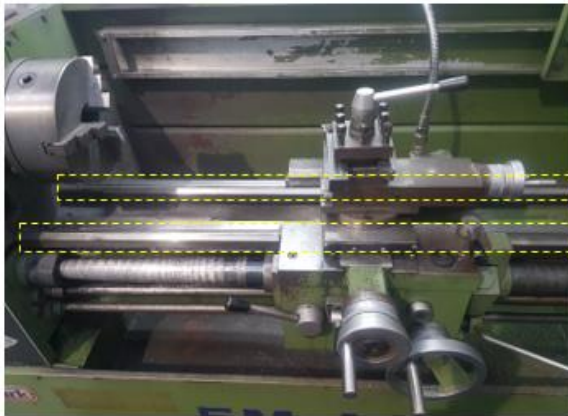


Figura 1- Barramento.



Figura 2- Nível de óleo.

II. Selecionar rotação de trabalho através das duas manivelas situadas no painel superior, mantendo emergência ativa;




Figura 3- Alavancas seletoras de velocidade.

III. Inserir a peça na bucha de aperto e proceder ao aperto da mesma com a chave "t";



Figura 4- Bucha de aperto e chave "t".

	INSTRUÇÃO TRABALHO	Posto de trabalho: Torno mecânico	REF^a	REVISÃO: 0
Manutenção <input type="checkbox"/>	Trabalho <input type="checkbox"/>	Set Up <input checked="" type="checkbox"/>	Retrabalho <input type="checkbox"/>	Inspeção <input type="checkbox"/> Outra <input type="checkbox"/>
Elaborado por: Carlos Cruz		Aprovado por:	Data Aprovação:	

IV. Colocação da ferramenta no carro porta ferramentas, com o auxílio chave t:

- Proceder ao desaperto de 3 parafusos ao longo da ferramenta;
- Proceder ao desaperto da manivela superior do carro porta ferramentas, para rotacionar a parte superior do carro.
- Aperto da ferramenta e colocação na posição transversal ao barramento da parte superior do carro.



Figura 5-Aperto da ferramenta no carro porta ferramentas.



Figura 6-Ponto de aperto da ferramenta.

Nota: Fazer coincidir a ponta da pastilha com o bico do ponto móvel, não deixando nunca abaixo.

support	INSTRUÇÃO TRABALHO	Posto de trabalho: Torno mecânico	REF ^a	REVISÃO: 0
Manutenção <input type="checkbox"/>	Trabalho <input type="checkbox"/>	Set Up <input checked="" type="checkbox"/>	Retrabalho <input type="checkbox"/>	Inspeção <input type="checkbox"/> Outra <input type="checkbox"/>
Elaborado por: Carlos Cruz		Aprovado por:	Data Aprovação:	

V. Para iniciar a maquinação destravar o botão de emergência, e rodar a manivela no sentido descendente.



Figura 7-Iniciar maquinação.

VI. Para finalizar desligar o torno após maquinação:

- Carregar no travão de pé;
- Manivela da figura 7 do lado direito deve ser rotacionada no sentido ascendente;
- Carregar no botão de emergência.



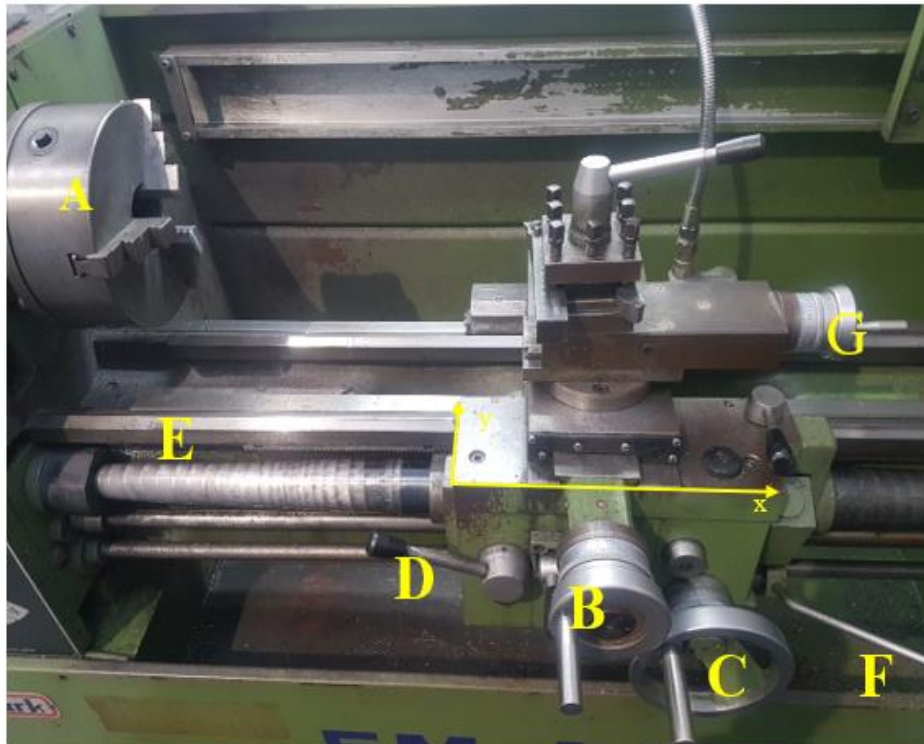
Figura 8- Travão de pé.

Nota: Para um melhor entendimento das movimentações provocadas por cada manivela do carro porta ferramentas verificar anexo.

support	INSTRUÇÃO TRABALHO	Posto de trabalho: Torno mecânico	REF^a	REVISÃO: 0
Manutenção <input type="checkbox"/>	Trabalho <input type="checkbox"/>	Set Up <input checked="" type="checkbox"/>	Retrabalho <input type="checkbox"/>	Inspeção <input type="checkbox"/> Outra <input type="checkbox"/>
Elaborado por: Carlos Cruz		Aprovado por:	Data Aprovação:	

ANEXO

Movimentações do carro porta ferramentas.



Legenda da figura:

- A) Bucha de aperto;
- B) Movimento transversal ou perpendicular (eixo y);
- C) Movimento rápido do carro porta ferramentas, direção paralela (eixo x);
- D) Engate do carro de ferramentas;
- E) Barramento;
- F) Chave liga/desliga torno;
- G) Movimentações paralela da ferramenta (eixo x), com mais controle por parte do operador.