



ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS DE UMA EMPRESA DO SETOR METALOMECÂNICO

JOSÉ ANTÓNIO SILVA SAMPAIO DIAS

outubro de 2018

ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS DE UMA EMPRESA DO SETOR METALOMECÂNICO

José António Silva Sampaio Dias

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica

ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS DE UMA EMPRESA DO SETOR METALOMECÂNICO

José António Silva Sampaio Dias
Nº 1161467

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

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

JÚRI

Presidente

Maria Antónia Maio Nunes da Silva Gonçalves

Professora Adjunta, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira

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

Arguente

Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos

Professora Auxiliar, Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo, Universidade de Aveiro

“Não é o trabalho, mas o saber trabalhar, que é o segredo do êxito no trabalho. Saber trabalhar quer dizer: não fazer um esforço inútil, persistir no esforço até ao fim, e saber reconstruir uma orientação quando se verificou que ela era, ou se tornou, errada.”

Fernando Pessoa *in* Teoria e prática do Comércio

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho e em particular o Prof. Doutor Luís Carlos Pinto Ferreira, orientador da dissertação, pelo seu apoio e disponibilidade ao longo da concretização deste projeto. Agradeço também à empresa sobre a qual este trabalho incidiu a possibilidade de realização deste trabalho e a todos os seus colaboradores. Não posso deixar de agradecer à Paula Carolina, minha mulher, pelo exercício de paciência que realizou durante todo o Mestrado juntamente com o meu filho Miguel António e que este venha a compreender que a procura do conhecimento deve ser um esforço contínuo feito com satisfação ao longo de toda a vida.

PALAVRAS-CHAVE

Mapeamento de processos, Pensamento Lean, Planeamento e Controlo da Produção, VSM, 5S, Melhoria contínua.

RESUMO

Este trabalho pretende contribuir para a melhoria do processo de satisfação de encomendas de uma empresa de metalomecânica que trabalha por encomenda e demonstrar que é possível adotar uma cultura Lean em pequenas empresas com processos de produção tipo oficina.

O trabalho começa por caracterizar o processo, nomeadamente os seus recursos, subprocessos, entradas e saídas e por identificar problemas e oportunidades de melhoria através de três formas de abordagem – o mapeamento e desenho dos processos através de fluxogramas, o mapeamento do fluxo de valor (VSM) de uma encomenda concreta e a análise dos tempos de produção na perspetiva da criação de valor e desperdício. Após identificar os principais problemas e oportunidades de melhoria são enumeradas várias ações capazes de trazer melhorias ao processo. Destas, foram selecionadas 14 medidas cujos benefícios, reais ou potenciais, melhoram significativamente o processo à luz do pensamento Lean. Do impacto das ações podemos destacar a redução em cerca de 25% do tempo médio de orçamentação (menos 692 horas anuais), na criação de um sistema de planeamento e controlo de produção básico favorecendo o cumprimento de prazos, a fluidez e a nivelção da produção. Algumas das medidas incidiram na melhoria nas condições de armazenagem de materiais e ferramentas e nos transportes internos permitindo reduzir o tempo perdido com estas funções, em particular no acesso a ferramentas com uma redução em 61% do tempo gasto. Apresentou-se as vantagens de aplicar os 5S, em particular reduzindo o parque de máquinas sem perder capacidade produtiva. Demonstrou-se a possibilidade de aumento da produção em cerca de 82% de duas máquinas ao criar “células” de um operador e duas máquinas.

Ao abordar um processo bastante amplo de uma empresa que nunca teve contacto com a filosofia Lean, este trabalho assume o desafio de apresentar um conjunto muito abrangente de soluções com o objetivo de demonstrar as múltiplas capacidades de intervenção que a engenharia industrial e em particular o pensamento Lean pode efetuar em prol de uma organização.

KEYWORDS

Process mapping, Lean thinking, Production Planning and Control, VSM, 5S, Continuous improvement

ABSTRACT

This work intends to contribute to the improvement of the order fulfillment process of a job-shop metalworking company and to demonstrate that it is possible to adopt a Lean culture in small companies with a make-to-order production process.

The work begins by characterizing the process, namely its resources, subprocesses, inputs and outputs, and identifying problems and opportunities for improvement through three approaches - process mapping through flowcharts, value stream mapping (VSM) of a concrete order and the analysis production times in the perspective of the creation of value and waste. After identifying the main problems and opportunities for improvement are proposed a set of actions that can bring improvements to the process.

Based on Lean thinking, 14 measures were defined whose actual or potential benefits significantly improve the various phases of the process. We can highlight the reduction of around 25% of the average budgeting time (less 692 hours a year), the creation of a basic planning and control production system, favouring the fulfilment of deadlines, fluidity and production levelling. Some of the measures focused on improving the storage conditions of materials and tools and on internal transport, reducing the time lost with these functions, in particular access to tools with a reduction of 61% of the time spent. The advantages of applying the 5S were presented, in particular, reducing the number of machines without losing productive capacity. The possibility of increasing production by about 82% of two machines was demonstrated by creating "cells" of one operator and two machines.

In addressing a very broad process of a company that has never had contact with the Lean philosophy, this work takes on the challenge of presenting a very comprehensive set of solutions with the pursue of showing the multiple intervention capacities that industrial engineering and in particular the Lean can do for an organization.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas e acrónimos

AI	Artificial intelligence
BOM	Bill of materials
CAD	Computer-aided design
CNC	Computer numerical control
DCS	Distributed control system
ECL	Encomenda de cliente
ERP	Enterprise resource planning
FMS	Flexible Manufacturing systems
HMI	Human-machine interface
IEC	International Electrotechnical Commission (Estados Unidos)
IERC	Internet of things European Research Cluster
IoT	Internet of Things
KPI	Key performance indicators
MES	Manufacturing Execution System
OF	Ordem de fabrico
PLC	Programmable logic controller
R&D	Research and development
SMED	Single Minute Exchange Die
SPCP	Sistema de Planeamento e controlo da Produção
UNIDO	United Nations for the Industrial Development Organization
VSM	Value Stream Mapping

Lista de Unidades

Kg	Quilogramas
m ²	Metros quadrados
mm	Milímetros
%	Percentagem
h	Hora
Min.	Minutos

Lista de Símbolos

∅	Diâmetro
\$ USD	Dólar norte-americano
€	Euro
°	grau

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – PROPOSTA DE CICLO ACTION-RESEARCH BASEADO EM (SUSMAN & EVERED, 1978) E (COUGHLAN & COUGHLAN, 2002)	21
FIGURA 2 - DISTRIBUIÇÃO DO VALOR NUMA CADEIA DE VALOR GLOBAL(BALDWIN, 2012)	26
FIGURA 3 - PROPOSTA DE REPRESENTAÇÃO DE UM PROCESSO PRODUTIVO SUSTENTÁVEL ADAPTADO DE (MANI ET AL., 2016)	27
FIGURA 4 - O CICLO PDCA ADAPTADO DE (RAWSON, KANNAN, & FURMAN, 2016)	28
FIGURA 5 - RELAÇÃO ENTRE VALOR, CUSTO E DESPERDÍCIO (HINES, HOLWEG, & RICH, 2004)	34
FIGURA 6 - ESTRUTURA DE CÁLCULO DO OEE (ADAPTADO) (HEDMAN ET AL., 2016)	37
FIGURA 7 - NÍVEIS ISA-95 PARA SOFTWARE E TECNOLOGIA (ADAPTADO DE MESA INTERNACIONAL)	42
FIGURA 8 – ESTADO INICIAL DO PROCESSO DE SATISFAÇÃO DE UMA ENCOMENDA.....	50
FIGURA 9 – LAYOUT DA PRODUÇÃO E SINALIZAÇÃO DE PROBLEMAS/OPORTUNIDADES DE MELHORIA .	58
FIGURA 10 - INTERVALOS DE HORAS DE OBRAS DE 2016	60
FIGURA 11 - NÚMERO DE OPERAÇÕES (TAREFAS) EXECUTADAS EM CADA OBRA	61
FIGURA 12 - RELAÇÃO ENTRE Nº DE TAREFAS E Nº DE HORAS P/OBRA EM 2016	61
FIGURA 13 - IMAGENS DA PEÇA APÓS SOLDADURA E APÓS PINTURA	62
FIGURA 14 - CRONOGRAMA PREVISTO (AZUL) E O REAL (AMARELO)	63
FIGURA 15 - CARATERIZAÇÃO DOS TEMPOS DA OBRA DE ACORDO COM A CRIAÇÃO DE VALOR	64
FIGURA 16 - VALUE STREAM MAPPING DA OBRA EM ANÁLISE NO ESTADO ATUAL	65
FIGURA 18 - O VSM DO ESTADO FUTURO (OU COMO DEVERIA SER) DO PROCESSAMENTO DA OBRA	67
FIGURA 19 - PERCURSO DA OBRA DESDE A RECEÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA ATÉ AO PRODUTO ACABADO	68
FIGURA 20 - DISTRIBUIÇÃO DAS CAUSAS POR ÁREAS FUNCIONAIS.....	70
FIGURA 21 - TAREFAS EFETUADAS EM 2016	73
FIGURA 22 - PROPOSTA DE ORGANIGRAMA	82
FIGURA 23 - PROPOSTA DE NOVO FLUXOGRAMA DO PROCESSO C/FLUXO DE INFORMAÇÃO	83
FIGURA 24 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO REVISTO POR ÁREAS FUNCIONAIS	84
FIGURA 25 - TEMPO MÉDIO DE ELABORAÇÃO DE UM ORÇAMENTO (HORAS).....	86
FIGURA 26 - MAPA DE GESTÃO DE PRAZOS DE OBRAS	88
FIGURA 27 - PROPOSTA DE RELAÇÃO DE TABELAS DA BASE DE DADOS A IMPLEMENTAR	89
FIGURA 28 - REDE DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO ATÉ 2017	92
FIGURA 29 - REDE IMPLEMENTADA EM 2018	93
FIGURA 30 – PROPOSTA ETIQUETA DE IDENTIFICAÇÃO.....	94
FIGURA 31 - IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS NUMA ESTANTE	95
FIGURA 32 - PROPOSTA DE SOLUÇÃO PARA O ARMAZENAMENTO.....	95
FIGURA 33 – PROPOSTA PARA A LOCALIZAÇÃO DE UM DOS CORREDORES	97
FIGURA 34 - COMPARAÇÃO DE HORAS REAIS TRABALHADAS E ESTIMATIVA DE HORAS EM CÉLULA.....	101

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS PASSOS DA METODOLOGIA UTILIZADA	22
TABELA 2 - PRINCIPAIS ATIVIDADES DA EMPRESA	22
TABELA 3 - FERRAMENTAS BÁSICAS DA QUALIDADE- ADAPTADO (FONSECA, LIMA, & SILVA, 2015) (NEYESTANI & NEYESTANI, 2017)	29
TABELA 4 - LITERATURA RELATIVA A CASOS DE APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE	30
TABELA 5 - PRINCÍPIOS DO PENSAMENTO LEAN	32
TABELA 6 - DESPERDÍCIOS LEAN – ADAPTADO DE (MATÍAS;, 2013)(EL-NAMROUTY, 2013)(WYRWICKA & MRUGALSKA, 2017)	33
TABELA 7 - CONCEITOS ESTRATÉGICOS DO PENSAMENTO LEAN (ADAPTADO)(PAKDIL & LEONARD, 2014)	34
TABELA 8 - PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN, ADAPTADO DE (HILL ET AL., 2018). 35	
TABELA 9 - EXPLICAÇÃO DOS 5S	36
TABELA 10 - AS SEIS GRANDES PERDAS ASSOCIADAS À EFICIÊNCIA DO EQUIPAMENTO PRODUTIVO	37
TABELA 11 - FATORES CRÍTICOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN	39
TABELA 12 - PRINCIPAIS BARREIRAS À IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN IDENTIFICADAS EM 4 ESTUDOS EM PAÍSES DISTINTOS	39
TABELA 13 - ETAPAS DA IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING (ADAPTADO)(RAFIQUE, AB RAHMAN, SAIBANI, & ARSAD, 2017)	40
TABELA 14 - EXEMPLOS DE CONJUGAÇÃO DO LEAN COM A INDÚSTRIA 4.0 (KOLBERG & ZÜHLKE, 2015) 43	
TABELA 15 - TENDÊNCIAS NO PENSAMENTO LEAN E CASOS DE IMPLEMENTAÇÃO	43
TABELA 16 - DESCRIÇÃO DOS SUBPROCESSOS E IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS	51
TABELA 17 - AS ENTRADAS NO PROCESSO DE SATISFAÇÃO DE UMA ENCOMENDA	54
TABELA 18 - O QUE SAI DO PROCESSO DE SATISFAÇÃO DE ENCOMENDA	54
TABELA 19 - PESSOAL AO SERVIÇO EM ABRIL DE 2017	55
TABELA 20 - DESCRIÇÃO DOS PROBLEMAS DETETADOS	58
TABELA 21 - ETAPAS DO VSM A EXECUTAR	59
TABELA 22 - CARATERIZAÇÃO DAS OBRAS DE 2016 EM FUNÇÃO DAS HORAS	60
TABELA 23 - TAREFAS (OPERAÇÕES) DISTINTAS EFETUADAS POR OBRA	61
TABELA 24 - TAREFAS MAIS FREQUENTES NAS OBRAS DE 2016	62
TABELA 25 - ANÁLISE COMPARATIVA DA EVOLUÇÃO PREVISTA DA OBRA E OS DADOS REAIS	63
TABELA 26 - ANÁLISE DE DESVIOS DE TEMPOS DA ENCOMENDA (EM DIAS)	64
TABELA 27 - ANÁLISE DOS TEMPOS E DA CRIAÇÃO DE VALOR DA OBRA	64
TABELA 28 - SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES DA OBRA	67
TABELA 29 - MAPA DE CAUSAS E EFEITOS (BASEADO NO DIAGRAMA DE ISHIKAWA)	68
TABELA 30 - CAUSAS DE PROBLEMAS MAPEADOS E POSSÍVEIS SOLUÇÕES DA OBRA	71
TABELA 31 - TEMPOS DE 2016 POR TAREFA E POR CRIAÇÃO DE VALOR	73
TABELA 32 - DISTRIBUIÇÃO DO TEMPO PELO CRITÉRIO DO VALOR EM 2016	74
TABELA 33 - TEMPOS DE TRABALHO 2016 POR MÁQUINA E VALOR CRIADO	74
TABELA 34 - TENTATIVA DE CÁLCULO DO OEE DE UMA MÁQUINA	75
TABELA 35 - HORAS GASTAS COM MICRO-INEFICIÊNCIAS POR ANO	77
TABELA 36 - APURAMENTO DAS HORAS EFETIVAS QUE ACRESCENTAM VALOR (AV)	77

TABELA 37 - COMPARAÇÃO DAS DUAS FORMAS DE ANALISAR A CRIAÇÃO DE VALOR	77
TABELA 38 - PROBLEMAS DETETADOS NOS SUBPROCESSOS.....	78
TABELA 39 - PROBLEMAS NOS RECURSOS ASSOCIADOS AO PROCESSO.....	79
TABELA 40 - AS AÇÕES DE MELHORIA SELECIONADAS.....	80
TABELA 41 - IMPACTO DAS AÇÕES DE MELHORIA NOS RECURSOS E PROCESSOS.....	81
TABELA 42 - METODOLOGIA PARA GARANTIR O ENVOLVIMENTO E A COLABORAÇÃO DAS PESSOAS	82
TABELA 43 - BENEFÍCIOS NA REVISÃO DOS SUBPROCESSOS.....	84
TABELA 44 – COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO DAS FOLHAS DE CÁLCULO DE ORÇAMENTAÇÃO	85
TABELA 45 – DETERMINAÇÃO DA MELHORIA DE ORÇAMENTAÇÃO COM BASE NOS ORÇAMENTOS DO 1º TRIM. DE 2016.....	86
TABELA 46 - PRINCIPAIS REQUISITOS PARA O SISTEMA DE GESTÃO DA PRODUÇÃO DA EMPRESA	87
TABELA 47 - ESTRUTURA BASE DO SPCP	87
TABELA 48 - OS KPI PROPOSTOS	90
TABELA 49 - PROBLEMAS RELACIONADOS COM TRANSPORTES NA SECÇÃO DE SERRALHARIA.....	96
TABELA 50 – MÁQUINAS COM SUBAPROVEITAMENTO E SEUS MOTIVOS	97
TABELA 51 - MÁQUINAS A SEPARAR POR NÃO SEREM NECESSÁRIAS	98
TABELA 52 - MELHORIA DE HORAS DE ACESSO A FERRAMENTAS	99
TABELA 53 - PROPOSTA DE CÉLULA DE DUAS MÁQUINAS.....	100
TABELA 54 - AUMENTO DA OCUPAÇÃO EM HORAS DAS MÁQUINAS EM CÉLULA	101
TABELA 55- RESUMO DO IMPACTO DAS AÇÕES DE MELHORIA PROPOSTAS.....	102
TABELA 56 - ESTADO DA IMPLEMENTAÇÃO E RESULTADOS REAIS OU POTENCIAIS	105

CONTEÚDO

RESUMO	VII
ABSTRACT	IX
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE TABELAS	XV
CONTEÚDO	XVII
1 INTRODUÇÃO	20
1.1 ENQUADRAMENTO DO TRABALHO	20
1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO	21
1.3 METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	21
1.4 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	22
1.5 CONTEÚDO E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	23
2 REVISÃO DE LITERATURA	26
2.1 MACROTENDÊNCIAS PARA O SETOR INDUSTRIAL	26
2.2 METODOLOGIAS PARA MELHORIA DE PROCESSOS	27
2.3 FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA MELHORIA DE PROCESSOS	28
2.4 O PENSAMENTO LEAN	31
2.4.1 <i>O Lean Estratégico - Princípios e estratégias</i>	32
2.4.2 <i>O Lean Operacional - As ferramentas e técnicas</i>	35
2.4.3 <i>Motivações, Fatores Críticos e Barreiras à implementação do Lean</i>	38
2.4.4 <i>Processo de implementação de um sistema Lean</i>	40
2.4.5 <i>O pensamento Lean e a Indústria 4.0</i>	41
2.4.6 <i>Literatura sobre tendências e casos práticos de implementação do Pensamento Lean</i>	43
3 ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO DE SATISFAÇÃO DE ENCOMENDAS	49
3.1 RECOLHA E ANÁLISE DE DADOS RELATIVOS AO PROCESSO	49
3.1.1 <i>Mapeamento do processo de satisfação de encomendas e dos seus componentes</i>	49
3.1.2 <i>Análise de uma encomenda real e Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM)</i>	59
3.1.3 <i>Análise do Valor através do Registo dos tempos de Produção</i>	72
3.2 IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS PROBLEMAS E OPORTUNIDADES DE MELHORIA	78
3.3 SELEÇÃO DE AÇÕES DE MELHORIA E PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO	80
3.4 AÇÕES DE MELHORIA - IMPLEMENTAÇÃO, CONTROLO E AJUSTAMENTO	81
3.4.1 <i>Sensibilização para a mudança</i>	81
3.4.2 <i>Proposta de organigrama e descrição de funções</i>	82
3.4.3 <i>Redefinição do Processo de satisfação de uma encomenda</i>	83
3.4.4 <i>Folha de cálculo de orçamentação</i>	85
3.4.5 <i>Sistema de planeamento e controlo da produção</i>	86
3.4.6 <i>Definição dos KPI de avaliação e controlo do processo</i>	89

3.4.7	<i>Reorganizar rede interna de comunicação de dados.....</i>	92
3.4.8	<i>Implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade.....</i>	93
3.4.9	<i>Etiqueta de Identificação dos materiais</i>	94
3.4.10	<i>Melhorar área e condições de armazenagem.....</i>	94
3.4.11	<i>Melhorar condições de transportes internos</i>	96
3.4.12	<i>Implementação dos 5S.....</i>	97
3.4.13	<i>Melhorar gestão de ferramentas e consumíveis.....</i>	98
3.4.14	<i>Criação de células de um operador e duas máquinas.....</i>	100
3.5	ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS AÇÕES DE MELHORIA	102
4	CONCLUSÕES	105
4.1	PRINCIPAIS CONTRIBUTOS DESTE TRABALHO.....	105
4.2	CONSIDERAÇÕES FINAIS	106
4.3	RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	107
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO.....	111
6	ANEXOS	119
	ANEXO 1 – ROTEIRO DE APOIO À ANÁLISE DO PROCESSO DE SATISFAÇÃO DE ENCOMENDAS.....	121
	ANEXO 2 – MAPA DE DETERMINAÇÃO DE DESPERDÍCIO DE TEMPO.....	122
	ANEXO 3 – FLUXOGRAMAS DO ESTADO INICIAL DOS SUBPROCESSOS	125
	ANEXO 4 - ESTADO FUTURO DOS SUBPROCESSOS EM FLUXOGRAMAS	131
	ANEXO 5 - MAPA DE CAUSAS DE PROBLEMAS POR ÁREA FUNCIONAL/PROCESSO	133
	ANEXO 6 – EXEMPLO DE PROBLEMAS NO REGISTO MANUAL DE TEMPOS	134
	ANEXO 7 – IMAGENS DE PROBLEMAS IDENTIFICADOS EM CHÃO DE FÁBRICA.....	135
	ANEXO 8 – INFORMAÇÃO RELEVANTE PARA A CONSTRUÇÃO DE KPI.....	137
	ANEXO 9 – VERSÕES DE FOLHAS DE ORÇAMENTAÇÃO.....	138
	ANEXO 10 – BENEFÍCIO ECONÓMICO DE UMA CÉLULA DE DUAS MÁQUINAS E UM OPERADOR.....	139
	ANEXO 11 – FOLHA DE PLANEAMENTO E CONTROLO DA PRODUÇÃO	140
	ANEXO 12 – ERROS DETETADOS NO REGISTO DE TEMPOS DE PRODUÇÃO	141
	ANEXO 13 – DOCUMENTOS CRIADOS ASSOCIADOS AO SGQ	142
	ANEXO 14 – CÁLCULO DA REDUÇÃO DOS TEMPOS DE OBTENÇÃO DE FERRAMENTAS.....	143
	ANEXO 15 – SIMULAÇÃO 3D DO LAYOUT DA EMPRESA COM ALGUMAS AÇÕES EFETUADAS.....	144

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

1.1 Enquadramento do trabalho

A crise económica mundial da última década afetou profundamente a atividade industrial pondo à prova os modelos de gestão existentes, nomeadamente em relação à sua eficiência e capacidade de adaptação. Se atualmente a conjuntura económica melhorou, fatores estruturantes como a globalização trazem inúmeros desafios (Buehlmann & Fricke, 2016) à atividade produtiva. Este fator amplifica a volatilidade da economia e a alteração dos seus centros de decisão mas também gera oportunidades de negócios de escala global. A tecnologia evolui e expande-se rapidamente encurtando o ciclo de vida de investimentos, produtos e mercados devido à sua obsolescência ou vulgarização como vantagem competitiva. A inovação tecnológica redefine também o fator humano no papel de consumidor que procura produtos e serviços cada vez mais “customizados” e com um *time to market* muito curto, e redefine também o fator humano como recurso produtivo na indústria face às novas tecnologias de produção, comunicação e de coordenação. A mobilidade global de pessoas e bens incrementa o comércio internacional e também a migração e a deslocalização de fatores ou unidades produtivas. Há uma preocupação em gerir os recursos naturais e energéticos necessários à indústria de forma mais racional por imperativos económicos, legais e ambientais.

Face a este contexto as empresas têm que apostar na melhoria e adaptação contínua dos seus produtos, serviços, recursos e processos de forma a sobreviverem e evoluírem. A forma de o fazer varia de empresa para empresa consoante múltiplos fatores endógenos e exógenos. No caso da indústria, o contributo da engenharia e gestão industrial é fundamental uma vez que lida com múltiplas vertentes nucleares de uma indústria e agrega um conjunto de soluções que permitem direcionar a empresa para uma cultura de excelência.

Com o propósito de demonstrar formas da engenharia industrial promover melhorias de desempenho de uma PME industrial, a presente dissertação documenta o trabalho realizado no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial do Instituto Superior de Engenharia do Porto, durante o período de Janeiro de 2017 a Julho de 2018, de análise e melhoria de processos de uma empresa de metalomecânica.

Tendo como objetivo aumentar o seu volume de negócios apostando em mercados novos e mais exigentes, a empresa pretende aumentar a sua capacidade produtiva. Contudo, antes disso, deverá melhorar a eficiência da estrutura existente que, como veremos, apresenta um conjunto condicionantes cuja melhoria ou eliminação lhe permitirão atingir os objetivos que se propõe. A introdução de melhorias baseadas em metodologias do pensamento Lean contribuirá certamente para preparar a empresa para uma cultura de melhoria contínua.

1.2 Objetivos do trabalho

O principal objetivo deste trabalho consiste em melhorar o processo de satisfação de encomendas da empresa. O foco neste processo justifica-se por este ser a “espinha dorsal” da atividade da empresa, englobar múltiplas funções internas e também pelo seu papel crucial no que respeita à melhoria global da qualidade e cumprimento de prazos pela empresa. A concretização deste objetivo passa por identificar problemas e oportunidades de melhoria ao longo do processo, propor soluções baseadas no pensamento Lean que melhorem os fluxos de informação e de materiais, reduzir os desperdícios existentes e apresentar evidências quantitativas e qualitativas relativas aos resultados da implementação das medidas apresentadas. Os objetivos complementares consistem na interpretação dos resultados obtidos de forma a ajustar e melhorar as soluções propostas e conseguir que este trabalho seja o passo inicial para criar uma cultura Lean e de hábitos de procura da melhoria contínua na empresa.

1.3 Metodologia de Investigação

Considerando que nada interfere mais com um sistema do que este aprender sobre si próprio (Critten, 2016) e face aos objetivos deste trabalho de diagnosticar e intervir nos processos, a metodologia adotada neste trabalho consiste na Investigação-Ação (Action-Research). Esta pode ser definida como um processo de pesquisa emergente que integra teoria e ação de forma a juntar conhecimento científico ao conhecimento organizacional existente, com vista a abordar problemas reais da organização, em conjunto com as pessoas pertencentes a essa organização (Maestrini, Luzzini, Shani, & Canterino, 2016). São muitas as vantagens da metodologia AR (Coughlan & Coghlan, 2002) e a sua compatibilidade com o pensamento Lean (Salehi & Yaghtin, 2015) justificam também sua adoção neste trabalho. A metodologia AR é aplicada por fases e técnicas que podem diferir no número e natureza consoante o âmbito do estudo a efetuar (Susman & Evered, 1978). Para este trabalho as etapas escolhidas são uma simbiose da estrutura metodológica de Susman e de Coughlan tal como podemos ver na Figura 1 e na descrição detalhada na Tabela 1.

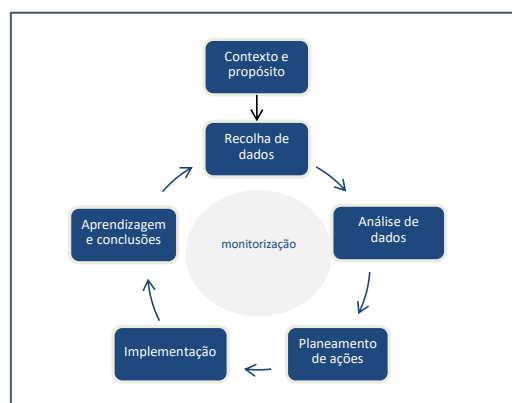


Figura 1 – Proposta de ciclo Action-research baseado em (Susman & Evered, 1978) e (Coughlan & Coghlan, 2002)

Tabela 1 - Descrição dos principais passos da metodologia utilizada

Passo	Descrição
Contexto e propósito da investigação	Quais os motivos para esta investigação e as razões para as ações a tomar;
Recolha de dados	Recolha de literatura relacionada, seleção de técnicas e fontes de recolha de dados, a recolha de dados diretamente pela investigação e também outros obtidos pela organização
Análise de dados	A revisão da literatura recolhida, o processamento de dados através de ferramentas específicas, a análise da informação obtida e identificação de problemas e pontos a intervir
Planeamento das ações	Identificação de possíveis alternativas de ações a efetuar, seleção de ações, técnicas a usar e sequência de implementação
Implementação	Praticar as ações planeadas promovendo o envolvimento de todos os elementos da organização para facilitar a gestão da mudança
Avaliação	Análise de resultados das ações tomadas e Reflexão sobre os efeitos obtidos e desejados efetuando ajustes ao plano ou aos métodos usados caso se justifique
Aprendizagem e Conclusões	Identificar as principais alterações promovidas pela investigação-ação, as principais dificuldades e o que ficou por fazer. Consolidar o que a organização aprendeu de forma a aplicar noutro estágio o ciclo Investigação-ação.

1.4 Apresentação da empresa

A empresa estudada faz parte de um grupo industrial, cujas atividades são preponderantemente associadas à metalomecânica. Criada em 2009, a empresa tem como atividade o fabrico de componentes mecânicos e prestação de serviços de metalomecânica por subcontrato. A atividade da empresa abrange as seguintes áreas presentes na Tabela 2

Tabela 2 - Principais atividades da empresa

Fabrico de estruturas soldadas e maquinadas para bens de equipamento		Fabrico e reparação de ferramentas de corte e quinagem de metal.	
Fabrico e recuperação de componentes mecânicos de média dimensão		Retificação plana de estruturas de máquinas	

No ano de 2016 o seu Volume de vendas foi gerado 20% por empresas do grupo, 10% para o mercado intracomunitário e os restantes 70% por empresas do mercado

nacional dos mais variados sectores da indústria, nomeadamente fabricantes de bens de equipamento para a indústria têxtil, metalomecânica, energia e automóvel.

A empresa localiza-se no concelho de Braga, num local favorável em termos geoeconómicos uma vez que está a 5 minutos de autoestradas, 40 minutos de aeroportos e portos de mar e, num raio de 70 minutos, encontramos polos industriais importantes no Porto, Aveiro e Vigo. Contando com cerca de 20 funcionários, 15 dos quais na produção, os principais processos de fabrico são a serralharia mecânica, soldadura, fresagem, torneamento e retificação.

1.5 Conteúdo e organização da dissertação

Este relatório está estruturado em seis capítulos. No primeiro – Introdução – é feito um enquadramento da dissertação, dos seus objetivos bem como os resultados esperados com a implementação das medidas propostas. No segundo capítulo apresenta-se a revisão de literatura dos principais conceitos e ferramentas da engenharia e gestão industrial abordados e aplicados ao longo deste trabalho e que serviram para apurar as informações mais importantes bem como fundamentar de forma os argumentos e soluções apresentadas neste relatório. O terceiro capítulo descreve o desenvolvimento de todo o trabalho efetuado e apresenta-se a dissertação propriamente dita. Começa por descrever o mapeamento, o diagnóstico, com ênfase nos problemas detetados e também por discriminar algumas sugestões de melhorias. Posteriormente descreve-se a implementação das medidas e o seu impacto no funcionamento da empresa. O quarto capítulo apresenta as conclusões finais que se puderam retirar com este trabalho e sugestão de trabalhos futuros. O quinto capítulo inclui a bibliografia e outras fontes. Por último apresentam-se os anexos de apoio à interpretação do relatório.

2 REVISÃO DE LITERATURA

- 2.1 MACROTENDÊNCIAS PARA O SETOR INDUSTRIAL**
- 2.2 METODOLOGIAS PARA MELHORIA DE PROCESSOS**
- 2.3 FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA MELHORIA DE PROCESSOS**
- 2.4 O PENSAMENTO LEAN**

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Macrotendências para o setor industrial

A produção industrial tem vindo a perder relevância em termos de criação de valor junto do cliente em detrimento de atividades pré e pós Produção e esta tendência deverá manter-se no futuro (Baldwin, 2012), (Delautre, 2017) (OECD, 2013) tal como se exemplifica na Figura 2.

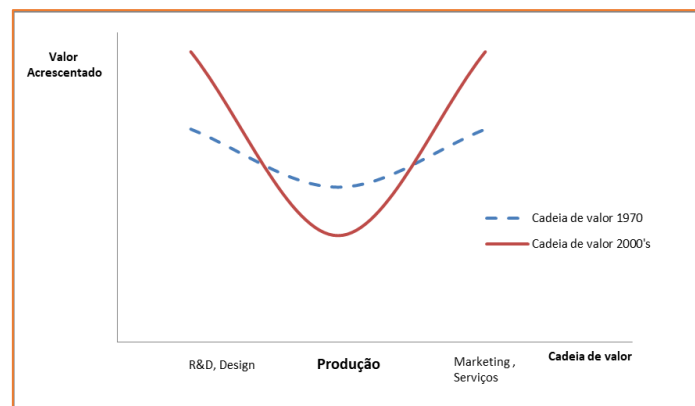


Figura 2 - Distribuição do Valor numa cadeia de valor global(Baldwin, 2012)

A UNIDO definiu as seguintes tendências que vão influenciar a evolução da indústria nas próximas décadas (Gomez, 2013):

- Envelhecimento da força de trabalho dos países desenvolvidos alterando estilos de vida e de consumo e diminuindo a mão-de-obra disponível;
- Mudança nas competências necessárias na indústria exigindo novas competências e suficiente mão-de-obra qualificada;
- Aumento da procura de produtos personalizados;
- Maior procura de bens urbanos devido ao aumento da população a viver em cidades (produtos associados à mobilidade, habitação e telecomunicações);
- Aposta estratégica em tecnologias industria inovadoras pelos países desenvolvidos para desenvolver a sua indústria e incrementar a economia doméstica.

No contexto atual da indústria global, as empresas deverão ter em atenção os seguintes fatores críticos para a competitividade (Giffi, 2016):

- Considerar a aposta no talento dos seus funcionários como principal prioridade;
- Adoção de tecnologias avançadas para obter vantagens competitivas;
- Elevar as parcerias e a integração em ecossistemas produtivos a níveis superiores;
- Desenvolver uma abordagem equilibrada de todos os aspetos da empresa;

A Indústria 4.0 não é, segundo alguns autores (Heynitz, Harald;Bremicker, 2016), apenas uma *buzzword* na moda. Estudos como o da IEC (MSB, 2014) afirmam que avançamos para a próxima revolução industrial assente em fatores como a conectividade digital entre pessoas-máquinas e máquinas-máquinas, processamento

de dados em grande escala, novos materiais e tecnologias de produção mais eficientes assentes na inteligência artificial. Outros autores são mais céticos e sugerem que as empresas não enveredem já pela Indústria 4.0 pois “a indústria deve aprender a andar antes de sonhar voar pois (...) na realidade muitos sistemas de fabrico ainda estão a tropeçar” (Rüttimann & Stöckli, 2016).

2.2 Metodologias para melhoria de processos

Um processo consiste num “*Conjunto de atividades inter-relacionadas ou interatuantes que utiliza entradas para disponibilizar um resultado pretendido*” (Instituto Português da Qualidade, 2015). É composto por Entradas e Saídas, um Fluxo, uma Rede de Atividades e Reguladores, Recursos do Processo e uma estrutura de informação (Damij & Damij, 2014). Podem ter hierarquias segundo a sua complexidade ou grau de detalhe e, neste caso, distinguem-se por macroprocessos (quando englobam outros processos), Subprocessos, Atividades (ações executadas dentro de um processo) e Tarefas (operações ou procedimentos inseridos numa atividade) (Harrington, 1991). Um Processo produtivo pode definir-se como “processo através do qual são criados produtos e serviços” (Kumar & Suresh, 2009), sendo um conjunto de atividades sequenciais (conectadas), relacionadas e lógicas, que recebem um recurso de um fornecedor, acrescentam valor a este e produzem um resultado para um consumidor (Harrington, 1991). Um processo produtivo pode ser esquematizado de várias formas. Na Figura 3 podemos ver uma proposta de representação de um processo produtivo sustentável (Mani, Larborn, Johansson, Lyons, & Morris, 2016)



Figura 3 - Proposta de representação de um processo produtivo sustentável adaptado de (Mani et al., 2016)

A metodologia Kaizen promove a implementação de pequenas melhorias com base num esforço contínuo que envolve a participação de todas as pessoas e hierarquias (Maarof & Mahmud, 2016). Esta metodologia foca-se nas melhorias em três áreas que são Muda (desperdício) Mura (irregularidade) e Muri (sobrecarga). Para

implementação do Kaizen uma empresa poderá adotar o ciclo Plan-Do-Check-Act (PDCA) popularizado por W.E. Deming (Lewis & Cooke, 2013) para a resolução de múltiplos problemas (Maarof & Mahmud, 2016) e integra as etapas de Planear, Fazer, Verificar e Actuar descritas na Figura 4.

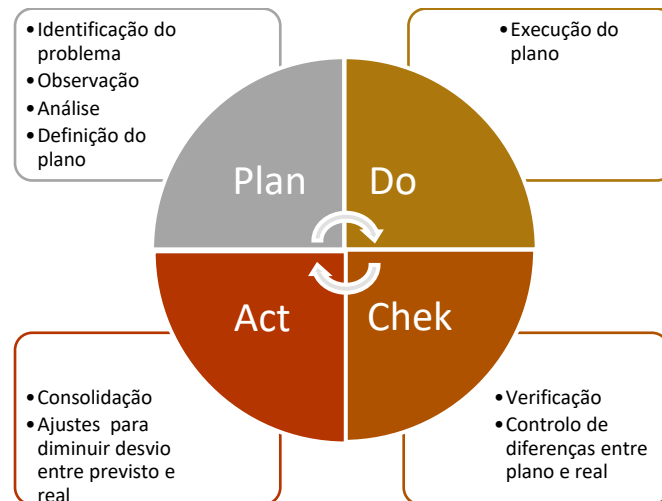


Figura 4 - O ciclo PDCA adaptado de (Rawson, Kannan, & Furman, 2016)

Podemos considerar outras metodologias como o ciclo DMAIC do Seis Sigma e a Teoria das Restrições como outras metodologias de melhoria de processos (Rawson et al., 2016) de facto estes autores afirmam que, cruzando várias metodologias, pode-se aperfeiçoar a melhoria de processos. O Seis Sigma seria utilizado para reduzir variações, o Lean seria usado para reduzir desperdícios e a abordagem da Teoria das restrições procuraria melhorar os fluxos através da otimização das restrições. Outros estudos procuram basear a melhoria contínua suportada por sistemas digitais (Hambach, Kümmel, & Metternich, 2017) com ferramentas de Data Mining (Tsironis, 2018) ou com recursos à esquematização dos processos através de notificações de Business Process Models (Paschek, Rennung, Trusculescu, & Draghici, 2016) e do conceito de Agile Manufacturing (Martins & Zacarias, 2017)

2.3 Ferramentas da qualidade para melhoria de processos

As ferramentas da qualidade são metodologias ou técnicas que permitem controlar e gerir a qualidade de um produto ou processo e, de acordo com a sua natureza permitem (Blaga & Boer, 2012):

- Ordenar e sintetizar dados quantitativos ou qualitativos;
- Apoio à identificação e resolução de problemas;
- Apoio à tomada de decisão;
- Apoio à estabilidade de processos e qualidade de produtos.

Cada empresa deverá adotar as metodologias e ferramentas para implementar melhorias de processos que melhor se adaptam ao seu contexto (Sokovic, Pavletic, & Pipan, 2010). As sete principais ferramentas da qualidade definidas por Ishikawa encontram-se discriminadas na

Tabela 3.

Tabela 3 - Ferramentas básicas da qualidade- adaptado (Fonseca, Lima, & Silva, 2015) (Neyestani & Neyestani, 2017)

Histograma	É um gráfico que permite visualizar e descrever um sentido da frequência de distribuição dos valores observados de uma variável associada a um produto ou processo. Exibe as diferentes medidas de tendência central (média, moda e mediana) e ajuda o utilizador a mostrar a distribuição de dados e a quantidade de variação dentro de um processo.
Diagrama de causa-efeito	Criado por Ishikawa, este diagrama também é conhecido por espinha-de-peixe e consiste numa ferramenta de análise e resolução de problemas. Através do esquema do diagrama pode-se identificar potenciais causas para um problema ou efeito distribuindo-as pela sua natureza (materiais, máquinas, medidas, pessoas, ambiente, métodos).
Lista de verificação	A lista de verificação é uma forma simples de estruturar a informação pretendida e permite uma recolha sistemática de dados numa auditoria de verificação de etapas de processos, e identificação de defeitos e de validação de registos. Obtém-se informação quantitativa que permite ter uma visão do estado de um processo ou organização.
Gráfico de Pareto	É um tipo específico de histograma que pode ser aplicado para encontrar e priorizar problemas de qualidade ou suas causas. É um tipo gráfico de barras que mostra a importância relativa das variáveis, priorizadas em ordem decrescente da esquerda para a direita do gráfico. Permite também descobrir “anomalias” de dados e estabelecer padrões e taxas indicadoras para análise da evolução de indicadores.
Fluxograma	Segundo a norma ISO 5807:1985, Fluxograma é “a representação gráfica de uma definição, análise ou método de solução de um problema em que se usa símbolos para representar operações, dados, fluxos, equipamentos, etc.” (ISO, 2010). Descreve visualmente um processo, um algoritmo ou um fluxo e permite a uma organização compreender onde residem as suas forças mas também as suas fraquezas, nomeadamente os seus desperdícios (Dinis-Carvalho, Guimarães, Moreira, Rodrigues, & Lima, 2014).
Cartas de controlo	É uma ferramenta essencial para o controlo estatístico de um processo pois regista e permite visualizar como varia um processo ao longo do tempo. Através da determinação dos limites inferior e superior de desempenho de um processo permite averiguar se um processo está a ter um desempenho normal e consistente com o seu objetivo ou se há desvios que importa identificar causas e efetuar intervenções no processo (Sharma & Suri, 2017).
Gráfico de dispersão	Este gráfico é uma ferramenta ponderosa para visualizar a distribuição da informação em função de duas variáveis permitindo desta forma detetar e analisar a correlação entre ambas e o seu grau de dependência. A distribuição dos registos no gráfico permitem identificar uma correlação positiva, negativa ou a inexistência de relação.

Estas são consideradas as ferramentas básicas, pois para além destas existem múltiplas ferramentas que alguns autores denominam por “novas ferramentas da qualidade” (Fonseca et al., 2015). Estas englobam a FMEA (Sharma & Suri, 2017), os 5 porquês, Brainstorming, Benchmarking, diagrama de matriz de afinidades, etc. Como exemplo

de aplicação prática de algumas das ferramentas da qualidade apresenta-se na Tabela 4 a revisão de alguns trabalhos sobre este tema.

Tabela 4 - Literatura relativa a casos de aplicação de ferramentas da qualidade

Referências Bibliográficas	Resumo
(Aikenhead, Farahbakhsh, Halbe, & Adamowski, 2015)	Este trabalho pretende prevenir a poluição e o desperdício de recursos numa empresa de laticínios canadiana. Para tal recorreu a uma entrevista semiestruturada aos funcionários da produção para mapear processos existentes. Através de Diagramas de Looping Causal foi possível simplificar e melhorar processos. O mapeamento permitiu identificar 41 áreas em que se utilizavam recursos (água, leite, energia e químicos) de forma ineficiente. As soluções propostas permitem potencialmente poupar cerca de \$USD 175.000 por ano.
(Bodi, Dragomir, Banyai, & Dragomir, 2015)	Este trabalho demonstra como, através da utilização de um programa de simulação de processos (Sigma Flow Modeler) conjugado com ferramentas da qualidade se pode propor melhorias num processo de maquinação de peças. O processo atual é mapeado através de um fluxograma e com uma matriz de causa e efeito são identificados os problemas críticos. Como conclusões o trabalho alerta para a importância do processo ser bem desenhado para podermos apresentar melhorias significativas a implementar no processo real.
(Bouras, 2015)	Este trabalho pretende detetar as principais razões para o atraso de comunicação entre os funcionários de um hospital, nomeadamente entre cirurgiões e médicos, com recurso a algumas ferramentas de Qualidade. São utilizados fluxogramas para descrever os processos atuais e futuros, o diagrama de causa e efeito e a matriz de XY para analisar a relevância das causas e efeitos. Estas ferramentas permitiram identificar e quantificar os atrasos. A solução proposta implicou redesenhar os processos, criar uma base de dados de acesso comum a todos os intervenientes e uma aplicação para smartphone para visualizarem os tratamentos prescritos a cada paciente. Como resultados, prevê-se uma redução da burocracia, de problemas por erros de comunicação oral originando uma diminuição radical do tempo de processamento de 97 horas para 11 horas e 25 minutos e o aumento da satisfação de todos os intervenientes.
(Eniko, Sokovic, & Kramar, 2017)	Este trabalho direciona-se para o estudo da melhoria do processo de maquinagem de pistões através da metodologia de desenho de experimentações (DOE), na qual se vão alterando uma ou múltiplas variáveis do processo para obter analisar os efeitos. Recorreu-se a fluxogramas para mapear o processo e para a análise dos resultados recorreu-se a Cartas de controlo para controlo estatístico do processo experimental. Analisando a influência de cada atividade do processo através da regressão linear foi possível concluir quais as

tarefas que mais influenciam os tempos do processo, nomeadamente o avanço da ferramenta enquanto a velocidade de rotação tem menos influência.

(Roriz, Nunes, & Sousa, 2017)

Este trabalho teve como objetivo melhorar a qualidade dos processos de produção de uma empresa produtora de caixas de cartão. A análise do estado inicial foi efetuada com recurso ao diagrama de causa e efeito, à análise de Pareto, ao estudo de tempos de fabrico e de indicadores de desempenho. Estas ferramentas permitiram identificar os principais problemas dos processos. Para concretização de melhorias implementou-se algumas ferramentas Lean, nomeadamente a metodologia SMED, os 5S e a gestão visual. Os resultados obtidos traduziram-se por uma redução em 47% do tempo de setup correspondendo a uma poupança de 10.114€ mensais.

(Salleh, Kasolang, Mustakim, & Kuzaiman, 2017)

Este trabalho foca-se em otimizar uma linha de produção de estofos em pele para automóveis com recurso a um software de simulação (Delmia Quest) para apresentar propostas de otimização. A metodologia apresentada baseia-se no ciclo PDCA para estruturar todos os passos da pesquisa. Os resultados obtidos na simulação indicam a possibilidade de melhorar a linha em termos de tempos de ciclo, em redução de postos de trabalho através da automatização de alguns processos.

(Sharma & Suri, 2017)

Este trabalho procurou reduzir os problemas de qualidade de uma empresa fabricante de painéis de baixa voltagem. Através das ferramentas de controlo de qualidade (diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa) aplicadas em diferentes secções do processo produtivo foi possível identificar os principais problemas e as suas causas. Posteriormente propôs-se um conjunto de medidas simples a implementar em cada secção. O estudo conclui que, apesar de serem simples, as ferramentas da qualidade estão pouco implementadas e o seu efeito permite melhorar o desempenho de uma empresa ao diminuir o tempo de retrabalhos e as peças defeituosas produzidas.

2.4 O Pensamento Lean

O Pensamento Lean é um conceito que surge nos anos 1990 em estudos publicados por Womack e Jones sobre o Sistema Toyota de Produção (Rosa, Silva, & Ferreira, 2017) e é utilizado para definir tipos de sistemas semelhantes ao TPS. O modelo que a Toyota adotou após a segunda guerra mundial, fruto da necessidade de sobreviver no mercado automóvel numa época de forte escassez de recursos, permitiu aumentar a produtividade e reduzir os custos através da eliminação de todos os tipos de desperdícios (“Muda” em japonês) (Maia, Alves, & Leão, 2011) e teve como objetivo fazer mais com menos – menos esforço humano, menos equipamento, menos espaço

– aproximando-se cada vez mais do que o cliente efetivamente pretende (Womack, James P.; Jones, Daniel; Roos, 1990).

Não há um consenso para uma definição única de pensamento Lean ou a Manufatura Lean entre os autores. As várias definições divergem acerca das principais características, objetivos e âmbitos que devem estar associadas a este conceito (Bhamu & Singh Sangwan, 2014). Existe no entanto a evidência de que o pensamento Lean evoluiu abrangendo diferentes níveis dentro de uma empresa, na diversidade de setores de atividade que o implementam e também ao nível da complexidade sociotécnica dos sistemas que recorrem a este modelo (M. Soliman & Saurin, 2017). Implementado inicialmente ao nível do chão de fábrica de empresas da indústria automóvel, hoje em dia cobre múltiplas funções de uma empresa, desde o estudo do ciclo de vida de um produto, passando pelas compras e distribuição (Mrugalska & Wyrwicka, 2017) e também sendo implementado em organizações prestadoras de serviços tão distintos como a Saúde, tecnologias de informação e Administração Pública (Shradha Gupta Monica Sharma Vijaya Sunder M & Authors, 2016).

Para alguns autores o Lean existe em dois níveis: Estratégico e Operacional (Hines, Holweg, & Rich, 2004b). O pensamento Lean estratégico focado no cliente e na sua perceção de valor deverá envolver toda a organização e ter uma ação sobre toda a cadeia de abastecimento enquanto o Lean operacional deverá focar-se na aplicação de ferramentas Lean ao nível dos processos produtivos com vista à otimização de custos, tempo de produção e qualidade. Uma implementação multidimensional do Lean, quer como uma filosofia quer como um conjunto de técnicas, permitirá obter um conjunto de sinergias que poderão gerar um sistema eficiente e de qualidade capaz de satisfazer os requisitos do cliente (Wyrwicka & Mrugalska, 2017).

2.4.1 O Lean Estratégico - Princípios e estratégias

Na Tabela 5 descrevemos os princípios do pensamento Lean (Womack, James P.; Jones, Daniel; Roos, 1990) (Irani & Zhou, 2008)

Tabela 5 - Princípios do pensamento Lean

Valor	A definição de valor na perspetiva do cliente. São todas as características ou atividades inerentes a um produto pelo qual o cliente está disposto a pagar.
Fluxo de Valor	Identificação do valor e das atividades que geram valor ao longo do processo produtivo.
Fluxo contínuo	Obtenção de um fluxo contínuo e nivelado de produção
Produção "puxada"	A produção deve ser "puxada" (pulled) em função das necessidades do cliente.
Procura da perfeição	A procura da perfeição através da melhoria contínua.

Se no pensamento Lean o Valor para o cliente é percebido através da qualidade do produto ou serviço entregue no prazo e nas condições que satisfaçam os seus requisitos (Mostafa & Dumrak, 2015) o desperdício será tudo que não acrescenta valor ao produto, isto é, algo que acrescenta custo e tempo ao produto mas que o cliente não está disposto a pagar (Weigel, 2000). Inicialmente identificou-se sete tipos de *Muda* (desperdício em japonês) (OHNO, 1997)(El-Namrouty, 2013). Atualmente estudos(Wyrwicka & Mrugalska, 2017) consideram mais dois tipos de desperdícios tal como podemos ver na Tabela 6.

Tabela 6 - Desperdícios Lean – adaptado de (Matías, 2013)(El-Namrouty, 2013)(Wyrwicka & Mrugalska, 2017)

Desperdício	Descrição
Transporte	Deslocação desnecessária de materiais, pessoas, máquinas e informação. O único transporte que acrescenta valor é o que é realizado em direção ao cliente, utilizando o menor caminho possível. Pode ser causado por Layout incorreto, má comunicação ou demasiados entrepostos
Inventário	Excesso de matérias, produto intermédio, acabado e ou produto defeituoso em armazém originando custos de armazenagem. Pode ser causado por Sobreprodução, processos ou planeamento ineficientes, ou demasiado espaço de armazenamento
Movimentação	Movimentos redundantes ou desnecessários, movimentos ou postura corporal incorreta. As causas podem ser a má configuração do posto de trabalho, Incorreta definição de tarefas e procedimentos
Esperas	Paragens de processos, materiais, pessoas ou informação devido a um fluxo produtivo irregular. Pode ser causado devido a Produção não nivelada, atividades não padronizadas, avarias ou gargalos, falta de materiais, mão-de-obra ou informação
Retrabalho	Algumas operações são desnecessárias, são mal executadas ou não são feitas com as melhores condições Instruções de trabalho mal definidas, pouca preparação dos operadores, equipamentos em más condições
Sobreprodução	Excesso de produção entre secções ou de produto final. É o desperdício com mais impacto pois gera outros desperdícios e encobre muitas ineficiências de carácter estrutural. Pode ser causado por excesso de capacidade produtiva, desníveis entre secções, mau planeamento má previsão de vendas;
Defeitos	Produção com defeito que obriga a retrabalho para repor stock ou para recuperar produtos
Talento	Deficiente aproveitamento do potencial humano originado pelo não reconhecimento das capacidades dos funcionários, não aproveitamento da sua criatividade
Segurança	Falta de segurança no local de trabalho causado por condições ergonómicas desfavoráveis, contacto com poluentes

Na perspetiva do Valor, podemos classificar as atividades da seguinte forma:

- Tarefas que Acrescentam Valor (AV) – São operações que implicam uma transformação no produto ou outro serviço pelo qual o cliente está disposto a pagar;

- Tarefas que não acrescentam Valor mas necessárias (NAVN) – São tarefas que têm que ser feitas para que concretize a atividade produtiva mas que não acrescentam valor ao produto. Implicam custos que o cliente não suporta, logo devem ser minimizadas.
- Tarefas que não acrescentam Valor e desnecessárias (NAVD) – São tarefas que resultam de falhas e ineficiências da atividade da empresa e que devem ser eliminadas ou reduzidas.

Segundo Hines o esforço de uma empresa deve incidir em dois aspetos – na incorporação de valor ao seu produto que seja percebido pelo cliente e na redução de custos associados aos desperdícios (Hines, Holweg, & Rich, 2004a). Na Figura 5 podemos ver a relação entre Valor e custos gerados por desperdícios.

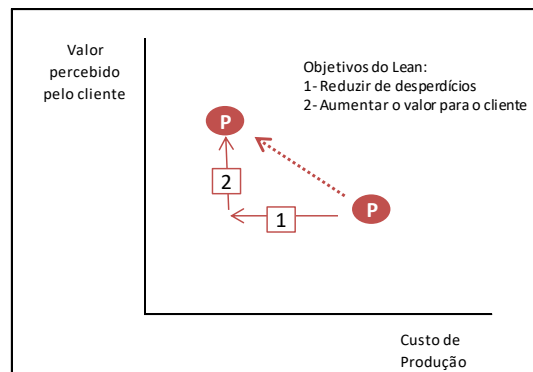


Figura 5 - Relação entre Valor, Custo e Desperdício (Hines, Holweg, & Rich, 2004)

No sentido de implementar um sistema Lean uma empresa deverá adotar um plano assente em estratégias coerentes com o pensamento Lean. Podemos encontrar nos pilares do TPS identificados por Liker, os conceitos estratégicos do pensamento Lean (Pakdil & Leonard, 2014) e presentes na Tabela 7.

Tabela 7 - Conceitos estratégicos do pensamento Lean (adaptado)(Pakdil & Leonard, 2014)

Grupo	Conceito estratégico
Filosofia de longo Prazo	<ul style="list-style-type: none"> • Tomar decisões com vista a obter resultados de longo prazo; • Criar processos de fluxo contínuo e de “uma só peça”; • Usar sistemas Pull para evitar sobreprodução;
Promover processos de fluxo contínuo e o Just-in-time	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Heijunka</i> - Nivelar os processos para evitar oscilações de produção; • <i>Jidoka</i> – Criar uma cultura de parar para resolver os problemas; • Definir padrões para tarefas promovendo a melhoria contínua; • Usar controlo visual para se evidenciar problemas; • Usar tecnologia fiável para pessoas e processos;
Respeito pelas pessoas e o seu desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver líderes competentes que promovam a filosofia Lean; • Criar pessoas e equipas que conhecem e seguem a filosofia Lean • Promover em toda a cadeia de valor (stakeholders) a procura da melhoria contínua;
Kaizen – Resolução de problemas através da melhoria contínua	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Genchi genbutsu</i> – Ir ver por ti próprio os problemas onde estes acontecem para ter uma visão clara da situação; • Tomada de decisão ponderada e observando todas as opiniões mas com uma implementação rápida; • Promover uma organização que aprende e procura a melhoria contínua

2.4.2 O Lean Operacional - As ferramentas e técnicas

Na vertente operacional do Lean encontramos um conjunto de ferramentas e métodos, a maioria provenientes do TPS, que podem ser aplicadas em simultâneo ou individualmente numa organização com objetivos redução de desperdícios e de melhorias de eficiência (Found, Pauline; Bicheno, 2016). Para além disso o Lean incorporou na sua atividade outras ferramentas existentes (como é o caso das ferramentas da qualidade). A aplicação destas ferramentas tem efeitos finais distintos, sendo necessário selecioná-las de acordo com o tipo de resultados que se pretende obter.

As ferramentas Lean têm sido categorizadas segundo vários critérios em muitas pesquisas (Binti, Hame, Kowang, & Fei, 2017). Alguns autores agregam-nas como a “casa do Lean” à semelhança da “casa do TPS” (Alefari, Salonitis, & Xu, 2017), segundo o seu foco ou de acordo com o seu efeito nos princípios do pensamento Lean (Jadhav, Mantha, & Rane, 2014). Outro trabalho relaciona as ferramentas com o ciclo DMAIC e PDCA (Hill, Thomas, Mason-Jones, & El-Kateb, 2018) em que se classifica em ferramentas de Análise (de Processos, Recursos, Valor e desperdícios), de Planeamento da forma de intervenção no processo, de Implementação das medidas do planeadas, e por fim, o Controlo de desempenho e de desvios face ao plano.

Tabela 8 - Proposta de classificação de ferramentas Lean, adaptado de (Hill et al., 2018)

Análise	Planeamento	Implementação	Controlo
5 porquês	Hoshin Kanri	5S	Carta de controlo
VSM	Objetivos SMART	Andon	Gráfico de dispersão
Análise de gargalos	PDCA	Produção em célula	Six Sigma
Análise de Pareto	Previsão da Procura	Kaizen evento	Auditoria Lean
Lista de verificação	FMEA	Kanban	OEE
Diagrama Ishikawa	Definição de KPIs	Poka Yoke	Estudo de tempos
Fluxograma		SMED	Gráfico yamazumi
Gemba walk		Takt Time	Controlo dos KPI
Histograma		Heijunka box	
Diagrama Spaghetti			

Na Tabela 8 discriminam-se algumas das múltiplas ferramentas existentes. Apresentamos em seguida com mais detalha três das ferramentas utilizadas neste trabalho.

➤ O Mapeamento de fluxo de valor (VSM)

Fluxo de Valor define-se como todas as ações (que acrescentam valor) necessárias para trazer um produto ao longo de um fluxo essencial para cada produto (Rother & Shook, 2003). O VSM (Value Stream Mapping) é uma metodologia Lean que permite mapear os fluxos de materiais e de informação ao longo do processo produtivo. A forma visual e simples de representar os fluxos de valor acrescentado numa folha permite identificar de uma forma clara as atividades que acrescentam valor e as que não acrescentam valor (desperdício). Não é mais do que uma ferramenta de papel e

lápiz onde se desenha o percurso desde o cliente até ao fornecedor e que nos ajuda ver o fluxo de materiais e de informação ao longo da cadeia de valor (Rother & Shook, 2003) e que deve incluir os seguintes passos (Rother & Shook, 2003):

- Selecionar uma família de produtos a analisar;
- Nomear um responsável pelo mapeamento do fluxo;
- Desenhar o VSM no seu estado atual;
- Desenhar o VSM no seu estado futuro (pretendido);
- Definir e aplicar um plano para atingirmos um VSM idêntico ao do estado futuro.

A elaboração dos mapas deve ser um processo rápido e o mais simplificado possível. Com recurso a símbolos simples desenha-se todo o fluxo dos materiais e da informação, as atividades que acrescentam valor e as que não acrescentam valor (Rother & Shook, 2003).

➤ A metodologia dos 5S

Os 5S é uma metodologia introduzida por Takashi Osada no início dos anos 1980 associada ao TPS. Consiste fundamentalmente numa metodologia de gestão do posto de trabalho que ajuda a melhorar o ambiente de trabalho e consequentemente a produtividade (Deshpande, Damle, Patel, & Kholamkar, 2015). Trata-se de uma ferramenta visual de gestão do posto de trabalho com vista a minimizar perdas de tempo e movimentos desnecessários. Tal como se apresenta na Tabela 9, a designação 5S refere-se às iniciais (em japonês ou inglês) de cada etapa desta técnica.

Tabela 9 - Explicação dos 5S

5S	Descrição
Seiri Separação ou Triagem	<ul style="list-style-type: none"> • Separar no posto de trabalho o que é necessário do que não é necessário • Desfazer-se do que não é necessário • Definir o que é mais e menos necessário
Seiton Arrumação	<ul style="list-style-type: none"> • Definir um sítio para cada coisa • Identificar cada coisa para fácil procura • Manter cada coisa no seu sítio depois de a usar
Seiso Limpeza	<ul style="list-style-type: none"> • Manter o posto de trabalho limpo • Manter todas as coisas limpas mesmo depois de as usar • Todas as áreas devem estar marcadas e desimpedidas
Seiketsu Normalização	<ul style="list-style-type: none"> • Definir métodos e procedimentos para cada trabalho padronizados • Garantir que as operações são executadas segundo essas normas • Manter a disciplina de trabalho
Shitsuke Sustentabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Garantir a consistência dos métodos de trabalho • Envolver e motivar todos para a prática dos 5S • Respeitar as regras implementadas pelos 5S • Promover ações 5S periodicamente • Tornar a prática dos 5S num hábito

Genericamente, os principais benefícios da implementação dos 5S são (Michalska & Szewieczek, 2007):

- Melhor aproveitamento dos espaços, posto de trabalho mais organizado, limpo, seguro e agradável sendo mais fácil detetar anomalias;
- Diminuem os movimentos e o tempo perdido à procura de ferramentas;
- Menor perda de ferramentas e maior durabilidade, equipamento mais limpo, diminuição de avarias e defeitos;
- Menos desperdício por defeitos, menos consumo de produtos, redução de inventários e materiais inúteis;
- A satisfação dos funcionários aumenta e a comunicação melhora.

➤ **O OEE e as seis perdas associadas à eficiência dos equipamentos**

O OEE (overall equipment effectiveness) consiste numa ferramenta quantitativa para cálculo da eficiência global de equipamentos produtivos e foi introduzido por Nakajima no apoio à Manutenção Produtiva Total (TPM)(Hedman, Subramaniyan, & Almström, 2016). O OEE obtém-se pelo produto de três rácios que indicam a Disponibilidade do equipamento, o Desempenho do equipamento e a Qualidade do produto. Associados a estes fatores, Nakajima identifica seis grandes tipos de perdas que afetam a eficiência global de um equipamento produtivo que se apresenta na Tabela 10 e Figura 6.

Tabela 10 - As seis grandes perdas associadas à eficiência do equipamento produtivo

Fator	Tipo de perda
Disponibilidade	1. Falhas ou avarias do equipamento
	2. Setups e ajustes de equipamento e ferramentas
Desempenho	3. Menor velocidade de operação em relação à capacidade original do equipamento devido a anomalias
	4. Pequenas paragens e esperas causadas por ineficiências do processo
Qualidade	5. Defeitos no produto ou retrabalho
	6. Perdas de tempo no arranque de um novo produto

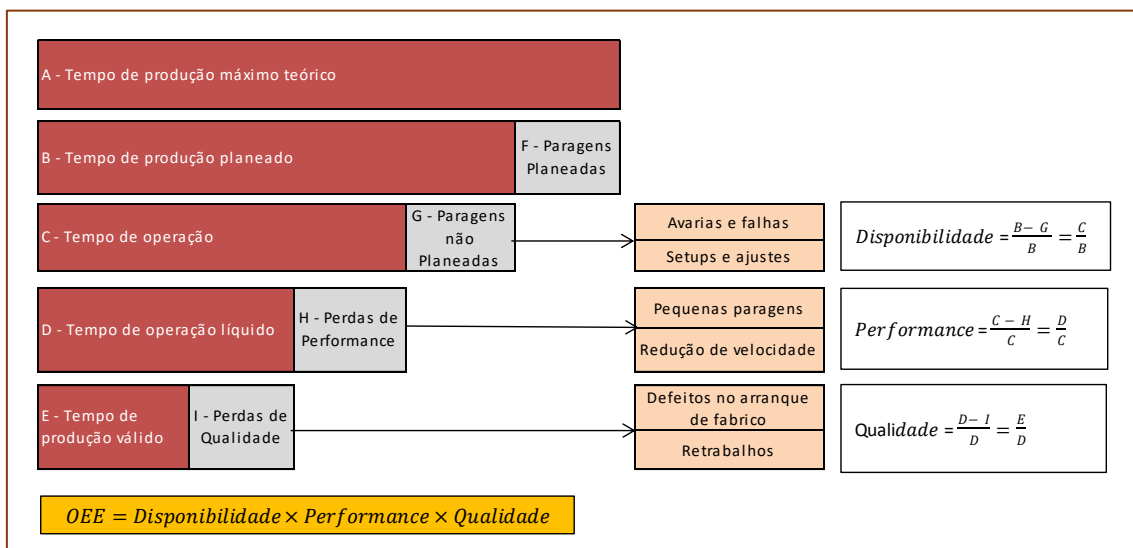


Figura 6 - Estrutura de cálculo do OEE (adaptado) (Hedman et al., 2016)

Um estudo (Gamberini, Galloni, Lolli, & Rimini, 2017) identifica quatro modelos de cálculo do OEE e sugere que uns métodos são mais indicados para produções em grandes séries enquanto outros são mais apropriados para analisar a eficiência de equipamentos em produções variadas e por encomenda. Se o valor do OEE for menor que 65% o equipamento é pouco competitivo e está a gerar custos muito elevados à empresa. Se o OEE for maior que 85% significa que o equipamento está otimizado e a trabalhar de acordo com os valores mundiais de referência.

➤ Os indicadores – chave de desempenho (KPI)

Os KPI (Key performance indicators) são definidos como “medidas quantificáveis e estratégicas que refletem os fatores críticos para o sucesso de uma empresa. Estes são muito importantes para compreender e melhorar o desempenho da produção, tanto na perspetiva do *Lean Manufacturing* da eliminação de desperdício como da perspetiva corporativa de atingir objetivos estratégicos” (Behzadirad & Stenfors, 2015). A comparação dos valores de KPI com KPI idênticos de outros equipamentos, processos ou unidades produtivas (benchmarking) é essencial para identificar baixos desempenhos e também áreas de melhorias potenciais (Lindberg, Tan, Yan, & Starfelt, 2015). Podem abranger as áreas como inventários, consumo energético, eficiência de equipamentos, ambiente, planeamento, atividades de controlo, manutenção, etc. As empresas devem adotar um sistema de medição de desempenho (Kang, Zhao, Li, & Horst, 2016) constituído por KPI adequados à sua realidade e que saibam interpretá-los corretamente.

A ISO 22400 define 34 KPI a constar nos sistemas MES/MOM que abrangem a Produção, a Manutenção, os Inventários e a Qualidade (Bauer, Lucke, Johnsson, Harjunkoski, & Schlake, 2016). Vários autores apresentam diferentes formas de relacionar os KPI (Kang et al., 2016) e também de criar instrumentos que permitam visualizar de uma forma clara os múltiplos KPI através de painéis de Controlo (Brundage, Bernstein, Morris, & Horst, 2017). Neste campo é importante referir trabalhos (Tokola, Gröger, Järvenpää, & Niemi, 2016) que defendem o controlo visual através de painéis de controlo com informação distinta consoante se destinem a um nível estratégico, a um nível tático ou a um nível operacional.

2.4.3 Motivações, Fatores Críticos e Barreiras à implementação do Lean

As principais motivações para a implementação do Lean são (Salonitis & Tsinopoulos, 2016) o aumento da cota de mercado, da flexibilidade, a necessidade de contrariar limitações internas, o desenvolvimento de indicadores de desempenho, a vontade em aplicar as melhores práticas mundiais inseridas num programa de melhoria contínua, a melhoria do foco no cliente e por fim por ser um requisito dos clientes ou da empresa-mãe. Os Fatores Críticos que ditam o sucesso da implementação do Lean, e que podemos ver na Tabela 11 foram identificados em vários estudos (Knol, Slomp, Schouteten, & Lauche, 2018).

Tabela 11 - Fatores críticos para a implementação do Lean

Fator	Descrição
Envolvimento da gestão de topo	A gestão de topo assume a responsabilidade e incentiva à implementação de melhorias;
Visão de melhoria contínua partilhada	A estratégia de longo prazo da empresa deve estar alinhada com a visão de melhoria contínua e deverá ser partilhada por todos
Boa comunicação	As ideias, informação e conhecimento devem ser partilhados de forma clara, por vários meios.
Liderança	Os líderes de equipa devem ter competências adequadas para promoverem as mudanças pois facilitam, coordenam e analisam as melhorias de chão-de-fábrica.
Foco nas pessoas	Os sistemas organizacionais ajudam os empregados a fazer o seu serviço em vez de empregados restringidos pelo sistema interno
Foco na aprendizagem	Tanto as boas como as más experiências são partilhadas e são consideradas oportunidades de melhoria e não motivo de punições
Recursos suficientes	Existe tempo e dinheiro suficientes para formar e para implementar as atividades de melhoria contínua
Treino das melhorias	Gestores e restantes empregados recebem formação suficiente em ferramentas e conceitos de Lean e de trabalho em equipa
Sistema de gestão de desempenhos	Os dados processados provenientes de todos os níveis da empresa são analisados de forma a identificar oportunidades de melhoria
Ligação com fornecedores	A boa comunicação com os fornecedores e a seleção de um número reduzido destes ajuda a criar uma cooperação mais profunda.
Ligação com clientes	A boa comunicação com os clientes de forma a gerar fluxos nivelados para, por exemplo, evitar sobrecarga de encomendas
Coerência do apoio	Objetivos, avaliações e prémios dos colaboradores alinhados com a visão

É também importante ter uma abordagem estratégica e tática de implementação do Lean e ter a noção que os resultados poderão só ser visíveis a médio e longo prazo o que implica que os objetivos que se estabeleçam devem ser realistas e simultaneamente não devem desencorajar os envolvidos no processo (Wyrwicka & Mrugalska, 2017). Por outro lado existem casos em que o sucesso inicial da implementação de algumas ferramentas deriva em estagnação e deixa de haver um esforço de melhoria contínua (Dombrowski & Mielke, 2014).

Tabela 12 - Principais barreiras à implementação do Lean identificadas em 4 estudos em países distintos

Suécia	Irão	Índia	Grécia
(Mirzaei, 2011)	(Moradlou & Perera, 2017)	(Sharma, Vikram;Dixit, Amit;Qadri, 2014)	(Salonitis & Tsinopoulos, 2016)
<ul style="list-style-type: none"> Falta de tempo Falta de envolvimento da gestão de topo Limitações financeiras Resistência dos funcionários Resistência à redução de inventários Operadores não qualificados 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de envolvimento da gestão de topo Limitações financeiras Operadores não qualificados Cultura organizacional Falta de metodologias de implementação Ausência de um ambiente Lean 	<ul style="list-style-type: none"> Resistência à mudança Má compreensão do que é o Lean Falta de envolvimento da gestão de topo Falta de envolvimento de todos os funcionários Sistemas de comunicação fracos Conflito de iniciativas 	<ul style="list-style-type: none"> Limitações financeiras Falta de envolvimento de todos os funcionários Falta de envolvimento da gestão de topo Desconhecimento do que é o Lean Preferem resolver outros problemas Dificuldade em quantificar resultados

As Barreiras à implementação do Lean são várias apesar da divulgação alargada dos seus benefícios tal como podemos ver na Tabela 12 segundo diferentes estudos.

Apesar terem sido feitos em países e contextos variados e com metodologias distintas, pode-se concluir que as barreiras são comuns e resumem-se principalmente (Maia, Alves, & Leão, 2011) a:

- Desconhecimento deste modelo organizacional pela gestão de topo;
- Não saber como o implementar e explicar o modelo a toda a empresa;
- Falta de envolvimento de toda a hierarquia e pessoas;
- Desconhecer os benefícios deste modelo ou não saber como os quantificar;
- Consideram haver custos de investimento elevados.

2.4.4 Processo de implementação de um sistema Lean

A implementação da mudança numa organização pressupõe, segundo diferentes estudos, (Todnem By, 2005) o cumprimento de um conjunto de passos. No que respeita ao pensamento Lean, pela análise da literatura, podemos concluir que tal também se verifica mas não existe um modelo e conteúdo universal para sua a implementação pelo que cada empresa deverá desenhar o plano à sua medida (Almanei, Salonitis, & Xu, 2017).

Tabela 13 - Etapas da implementação do Lean Manufacturing (adaptado)(Rafique, Ab Rahman, Saibani, & Arsad, 2017)

Fase	Etapa
Fase 1 Conceptual e de validação de requisitos	Criar uma equipa Lean ou verificar a sua existência
	Verificar os conhecimentos básicos de Lean
	Dar formação em Lean
	Avaliar os problemas existentes no sistema atual
	Garantir a comunicação e o envolvimento dos gestores de topo
	Rever o grau de preparação da empresa em relação ao Lean
Fase 2 Preparação	Ir para o Gemba
	Identificar famílias de produtos
	Estudar os problemas na família de produtos
Fase 3 Definição e desenho do plano	Mapeamento do VSM
	Identificar tipos de desperdícios
	Estudar o nível atual de tecnologia (TOE)
	Promover o sistema Pull (Supermarket, Kanban, Nivelamento,..)
	Promover o fluxo contínuo (Takt Time, One Piece flow)
	Promover a estabilidade e nivelamento (Visual management)
Fase 4 Implementação do plano	Propor o mapa de estado futuro
	Verificar o estado futuro através de simulação
	Implementar o plano e acompanhar
	Disseminar o Lean para todos os processos
	Focar na melhoria contínua

Assim, neste trabalho optou-se por apresentar um processo baseado em dois trabalhos (Mostafa, Dumrak, & Soltan, 2013) e (Rafique et al., 2017), com os pontos

constantes na Tabela 13 comuns às várias pesquisas relacionadas com a implementação do Lean.

2.4.5 O pensamento Lean e a Indústria 4.0

Apesar ter várias décadas a integração de sistemas de informação e comunicação na indústria, a partir de 2011 surgiram conceitos como a Indústria 4.0 para designar iniciativas estratégicas de alguns governos no sentido de impulsionar a sua indústria promover uma suposta nova revolução industrial (Rüttimann & Stöckli, 2016).

Não há uma definição formal para a Indústria 4.0, sendo para uns a integração de máquinas e dispositivos complexos com sensores e programas em redes usadas para prever, controlar e planejar melhores resultados económicos e sociais (Mrugalska & Wyrwicka, 2017) ou, citando o IERC, sendo “a visão industrial para permitir a conexão de pessoas e coisas a qualquer hora, qualquer lugar, com qualquer pessoa ou qualquer coisa, usando preferencialmente uma rede e um serviço”. A Indústria 4.0 poderá ser identificada em função dos seguintes paradigmas tecnológicos ciber-físicos (Wagner, Herrmann, & Thiede, 2017):

- Sistemas que permitem a aquisição e processamento de dados;
- Sistemas que permitem a comunicação Máquina com Máquina (M2M);
- Sistemas que permitem a interação Humana com Máquina (HMI).

A automatização e a digitalização de sistemas de informação e tecnologias na indústria iniciou-se nos anos 1970 (Mrugalska & Wyrwicka, 2017) e deram lugar a sistemas controlados por ERP que permitem gerir de forma integrada uma empresa (Cupek, Ziebinski, Huczala, & Erdogan, 2016). Atualmente os ERP são considerados a espinha dorsal da Indústria 4.0 (Haddara & Elragal, 2015) fundamentais para a gestão de recursos e produtividade pois definem quanto produzir, quando, em que sequência e monitorizar desvios (Slack, Chambers, & Johnston, 2013). Apesar da sua evidente evolução encontramos ainda algumas fraquezas, nomeadamente a obtenção de dados pouco fiáveis ou com atrasos, dificuldade de planeamento em vários horizontes, não processamento de dados de operações com ciclos muito curtos (segundos, frações de segundo) (Kletti, 2007). Apesar da criação de normas como a ISA-95 que estabelece protocolos para a comunicação entre dispositivos, programas MES e ERP (Cupek et al., 2016) tal como se representa na Figura 7, existem ainda incompatibilidades dificultando comunicação M2M e HMI de sistemas de origens diferentes. (Haddara & Elragal, 2015)

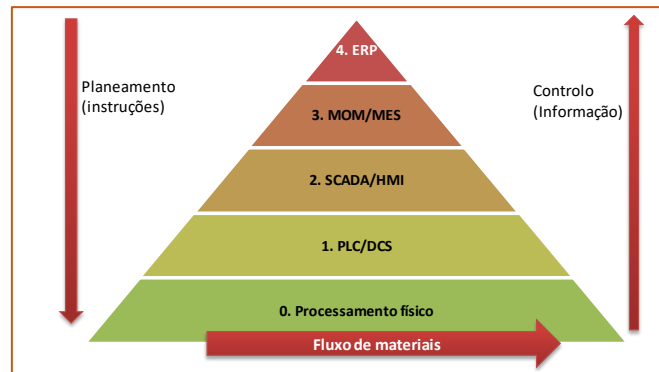


Figura 7 - Níveis ISA-95 para software e tecnologia (adaptado de MESA internacional)

A ISA-95 (Verdouw, Robbemond, & Kruize, 2015) permite a diminuição de custos e da complexidade de integração de sistemas, a comparação entre as melhores práticas e a criação de uma linguagem comum. No entanto, os sistemas de planeamento e controlo atuais têm pouca qualidade ao lidar com incertezas e turbulências tais como a customização da procura, as restrições e os ciclos de vida do produto (Yang, Arndt, & Lanza, 2016). Em muitos casos, o planeamento da produção torna-se mais eficaz sendo feito manualmente de forma a ganhar flexibilidade face a imprevistos gerando, por outro lado, uma maior ineficiência de tempo, de recursos, processos e a dependência da atitude do gestor da produção (Yang et al., 2016).

Se a gestão Lean já deu provas ao longo de décadas dos seus benefícios para a indústria, as tentativas no passado de automatizar a produção geraram resultados menos bons devido à complexidade da tecnologia e ao seu elevado custo. Atualmente conceitos como o da Indústria 4.0 retomam essa iniciativa mas muitas pessoas estão céticas quanto ao seu sucesso (Kolberg & Zühlke, 2015). Esta dúvida poder-se-á levantar também no que respeita à sua compatibilidade com a filosofia Lean. Em conformidade com vários estudos podemos concluir que ambas são compatíveis e podem gerar sinergias (Mrugalska & Wyrwicka, 2017)(Wagner et al., 2017) contudo a digitalização só terá sucesso se a empresa e os seus processos tiverem um bom nível de implementação da filosofia Lean (Prinz, Kreggenfeld, & Kuhlenkötter, 2018) pois os seus processos são mais transparentes e simplificados facilitando a introdução de soluções tecnológicas. Ao contrário da crença popular o pensamento Lean não exclui a automação. Nos anos 1960 Taiichi Ono defendia que os processos deviam ser automatizados e supervisionados pelos empregados (Kolberg & Zühlke, 2015), no fundo é a base do Jidoka (autonomação). Segundo alguns autores (Kolberg & Zühlke, 2015) (Mrugalska & Wyrwicka, 2017) os exemplos que podemos encontrar de integração do Lean com a Indústria 4.0 tal como os exemplos da Tabela 14 baseiam-se em Produtos inteligentes, Máquinas inteligentes, Planeamento inteligente e Operadores Inteligentes (com capacidades aumentadas).

Tabela 14 - Exemplos de conjugação do Lean com a Indústria 4.0 (Kolberg & Zühlke, 2015)

Indústria 4.0	Pensamento Lean	
	Estratégia: JIT	Estratégia: Jidoka
	Ferramenta: Kanban	Ferramenta: Andon
Produto Inteligente	O produto contém informação do kanban de forma a ordenar a produção	
Máquina Inteligente	As máquinas possuem um interface para receber e emitir kanban automaticamente	A máquina avisa o operador de uma falha e emite um pedido de manutenção
Planeamento inteligente	Os sistemas de planeamento atualizam os Kanban em função das alterações que efetuam na produção	
Operador "Inteligente"	O operador recebe informação visual em tempo real acerca do estado da produção através da realidade aumentada	O operador tem com ele sistemas portáteis que lhes transmitem em tempo real avisos de falhas

Ainda não há muitos estudos sobre o impacto da Indústria 4.0 nos sistemas Lean (Wagner et al., 2017) contudo, a digitalização da produção e a automação inteligente são uma realidade e não chocam com o pensamento Lean. De facto ambos têm a mesma visão e a conjugação e a sua conjugação acrescenta Valor para todos os stakeholders (Kolberg & Zühlke, 2015). As novas tecnologias necessitam de estar assentes numa filosofia como o Lean e este necessita da Indústria 4.0 para se tornar mais flexível, mais dinâmico e rápido e a obter dados em tempo real para evoluir em função da dinâmica e exigência do mercado.

2.4.6 Literatura sobre tendências e casos práticos de implementação do Pensamento Lean

Através da revisão da literatura foi possível identificar um conjunto de trabalhos apresentados na Tabela 15 relevantes quanto a tendências no estudo da metodologia Lean também como exemplo de casos práticos de implementação do Lean.

Tabela 15 - Tendências no pensamento Lean e casos de implementação

Referências Bibliográficas	Resumo
(Trenkner, 2016)	Este trabalho salienta a importância de uma liderança Lean para o sucesso na implementação de mudanças. A sua implementação apenas através da redução de desperdícios com a expectativa de resultados num curto prazo é uma ideia errada. Dá-se como exemplo a importância que a cultura Toyota dá à preparação dos seus líderes e à atitude que estes devem ter junto dos seus subordinados para, em conjunto, desenvolver uma cultura Lean. Conclui-se que não há uma fórmula para se criar um estilo de liderança Toyota no entanto é necessária uma abordagem consistente e abrangente para a sua implementação e o cumprimento de uma ampla gama de princípios de liderança Lean com uma perspectiva de longo prazo.
(Abhale & Masurkar, 2015)	Neste trabalho procurou-se solucionar as falhas de fornecimento entre duas empresas através de um sistema de Kanban. Como resultado conseguiu-se diminuir inventários, os funcionários ficaram a saber quando e o que produzir, permitiu a redução de documentos e a melhoria do ambiente de trabalho.
(Adolph, Kübler, Metternich, &	Este trabalho propõe-se a criar um indicador semelhante ao OEE que se adapte a outras funções da empresa. Neste caso os seus autores propõem um OCE (overall

(Abele, 2016)	comissioning effectiveness) para a atividade logística de Comissioning. Esta ferramenta permite identificar desperdícios e ineficiências como se de um equipamento se tratasse uma vez que permite avaliar quantitativamente uma atividade através de um KPI que engloba os rácios de Disponibilidade, Performance e Qualidade.
(Ali Naqvi, Fahad, Atir, Zubair, & Shehzad, 2016)	Este trabalho utiliza metodologias de planeamento sistemático do layout de uma empresa conjuntamente com algumas ferramentas Lean com o objetivo de obter, entre vários cenários, uma solução otimizada de layout de uma empresa. Ao reduzir as distâncias entre cada processo os ganhos são múltiplos (menos tempo de transportes e menos custos, mais integração das secções e aumento de produção).
(Antosz & Stadnicka, 2017)	Este trabalho consistiu na avaliação da implementação da filosofia Lean num conjunto de pequenas e médias empresas (49) de uma localidade da Polónia. O estudo permitiu saber nesse universo quais o grau de implementação e de consciência das potencialidades do Lean Management. Constatou-se que apesar da maior parte das empresas não terem ainda implementado o Lean, muitas delas estão prontas para adotar esta filosofia para melhorar as suas operações e reduzir desperdícios. Verificou-se também que a principal metodologia lean implementada são os 5S.
(Charaf & Ding, 2015)	Este trabalho verificou a aplicabilidade da métrica da OEE numa indústria de fundição. As principais conclusões são que os coordenadores consideram a OEE uma ferramenta importante mas existem alguns obstáculos na sua aplicação. Os dados relativos aos tempos e a metodologia de recolha devem ser fiáveis no entanto foram registadas “falhas de origem não identificada” comprometendo a validade de qualquer valor apurado da OEE. A resistência do pessoal pode comprometer a implementação de mudanças. Deve ser bem comunicado o propósito das intervenções e os objetivos da melhoria. Verificou-se que a métrica da OEE não é aplicável a todo o tipo de indústria. Os fornos têm que estar ativos 24h/dia mas velocidade de processamento dos fornos depende variação das encomendas, a velocidade ótima produção não pode ser calculada ou torna-se meramente teórica tendo em conta o impacto na variação dos custos de produção.
(Coetzee, Van der Merwe, & Van Dyk, 2016)	Este trabalho analisa até que ponto a dimensão humana, considerada no TPS, foram incorporadas em estratégias de implementação Lean. Através da análise de cinco metodologias de implementação de uma estratégia Lean, verificou-se quais os princípios do TPS que estas contemplam e em particular à ênfase dada ao “respeito pelas pessoas”. Concluiu-se que as estratégias abordam mais os aspetos quantitativos da Filosofia Lean. Como sugestão de estudos futuros propõe identificar até que ponto a pouca inclusão das pessoas intervenientes nos processos de melhoria contínua poderá ser responsável pelo insucesso de alguns processos de implementação da produção Lean.
(Diaz, Jin, & Ares, 2017)	Este trabalho foca-se no estudo de tempos de ciclo na montagem de um componente de avião. Através da filosofia Lean estudou-se o processo de forma a encontrar pontos de melhoria de produtividade e de novas soluções que permitissem reduzir o ciclo. Como resultado, o recurso a metodologias Lean permitiu uma redução em 20% do tempo de ciclo e demonstrou-se que através da automação se poderia chegar aos 67% de redução.
(Dombrowski & Mielke, 2014)	Em muitas empresas, ao longo do tempo, há o declínio da cultura Lean e dos seus efeitos. Este trabalho debruça-se sobre a importância da liderança no combate a essa regressão ou estagnação e propõe o cumprimento de 15 regras pelos líderes de forma a obter uma cultura de melhoria contínua sustentável. Estas regras enquadram-se nas seguintes áreas – Cultura de melhoria contínua, auto-desenvolvimento, qualificação, gemba e Hoshin Kanri

(Elnadi & Shehab, 2014)	Este trabalho propõe um modelo de avaliação do nível de Lean numa empresa baseado em cinco áreas (relação com fornecedores, Gestão de topo, Força de trabalho, excelência de processos, relação com clientes). A partir dessas áreas apresenta 21 critérios que por sua vez se ramificam em 73 atributos que permitem avaliar de forma quantitativa o estado da implementação do Lean. Com base neste modelo os autores pretendem definir um índice geral de avaliação do Lean.
(Ferreira, Baptista, Azevedo, & Charrua-Santos, 2015)	Neste trabalho os autores alertam para as dificuldades recorrentes na implementação de um sistema Lean e propõe etapas e sequenciamento de ferramentas, através de um caso prático de uma indústria de trabalho intermitente por encomenda. Tendo como suporte principal o VSM, esta proposta defende a criação de sinergias entre um conjunto de ferramentas Lean (diagrama Spaghetti, matriz de desperdícios, etc.) com o intuito otimizar a implementação de uma filosofia Lean.
(Javier & Caliz, 2010)	Este trabalho descreve a implementação do TPM para obter um processo de melhoria contínua. Com o objetivo de diminuir o desperdício por avarias mediu-se o OEE antes e depois de implementar o TPM. Responsabilizou-se cada operador pela manutenção preventiva da sua máquina. Com esta e outras medidas conseguiu-se diminuir o número e tempo de paragens por avaria.
(José, Pinto, & Mendes, 2017)	Este trabalho procurou investigar como podemos obter melhorias ambientais através da implementação de ferramentas Lean. Através de um inquérito semiestruturado, da observação direta e da análise de dados foi possível demonstrar que muitas das técnicas do Lean management permitem gerar uma redução do impacto ambiental, quando aplicadas em termos de consumo recursos energéticos e de água. Esta redução gerou uma poupança de US \$17.900 anuais.
(Karam, Liviu, Cristina, & Radu, 2018)	O propósito deste trabalho é apresentar os resultados após a implementação da ferramenta SMED numa linha de produção de uma indústria farmacêutica. A implementação desta metodologia Lean no ponto da linha onde se geravam mais gargalos na produção permitiu reduzir em 30% dos tempos associados à troca de ferramentas no espaço de um ano. Para além dos benefícios económicos melhorou também a qualidade, a padronização e o trabalho em equipa.
(Koren, Gu, Badurdeen, & Jawahir, 2018)	Este trabalho promove o conceito de RMS (reconfigurable manufacturing System) como um modelo produtivo sustentável ecologicamente e socialmente conciliando os interesses de stake-holders, requisitos de produto e de processos. Sendo um conceito com cerca de 20 anos, através do caso de unidades de produção de componentes de transmissão automóveis, este artigo propõe algumas alterações ao modelo e enumera seis características nucleares deste - a Escalabilidade, a Convertibilidade, a Diagnosticabilidade, a Customização, a Modularidade e a Integrabilidade. O estudo alerta que o modelo deve ser mais estudado em relação às suas vantagens e desvantagens.
(Kurdve, Sjögren, Gåsvaer, Widfeldt, & Wiktorsson, 2016)	Este trabalho demonstra as diferenças entre implementar uma mudança mínima num processo ou optar por uma mudança mais drástica (kaikaku). Após analisar a linha de produção de uma peça automóvel de plástico através do VSM foram definidos dois possíveis planos de melhoria (plano A e plano B) sendo o plano B o que implica mais mudanças. Através da metodologia ECM (engineering change management) e da Simulação discreta de eventos (DES) foi possível concluir que o plano A produzirá melhorias de forma mais lenta que o plano B mas este último incorpora um nível de risco maior. O artigo conclui que a análise do risco associado a cada opção é importante e que ferramentas como a FMEA e a DES ajudam a avaliar os riscos antes de implementar mudanças.
(Pakdil &	Este trabalho propõe uma Ferramenta de Avaliação Lean a qual analisa aspetos

Leonard, 2014)	quantitativos e qualitativos do grau de implementação da gestão Lean com recurso a indicadores que, abrangendo oito dimensões de desempenho e cruzando estas com os sete desperdícios permite caracterizar o nível Lean de uma empresa. O sistema de avaliação recorre à lógica difusa para obter valores de desempenho e representa-os num gráfico de radar.
(Rahani & Al-Ashraf, 2012)	Este trabalho descreve como, através de ferramentas de Lean Production nomeadamente o Value Stream Mapping, foi possível diminuir o Tempo de Ciclo da produção de um componente automóvel em cerca de 14% e foi também possível redefinir o standard work para este produto.
(Stamm & Neitzert, 2008)	Este trabalho procura desenvolver indicadores-chave de desempenho (KPI) para PMEs que trabalham por encomenda. Com recurso a um caso concreto, o estudo propõe KPI para cinco áreas distintas: Liderança, qualidade, Custos, tempo e pessoas/organização. O estudo conclui que é importante para a implementação de um plano Lean a definição prévia de KPI relevantes ao longo de toda a cadeia de valor e que a sua medição e avaliação envolvam os colaboradores. Sugere também a pesquisa de KPI que avaliem o desempenho da liderança.
(Sundar et al., 2014)	Neste trabalho os autores analisam um conjunto de técnicas Lean e procuram definir um roteiro para a implementação de um Sistema de Produção Lean numa empresa. Através da análise de trabalhos de outros autores sobre cada uma das ferramentas Lean conclui-se neste artigo que o sucesso da implementação de um Sistema Lean passa por definir uma sequência correta de implementação dos elementos Lean para que os efeitos surjam de uma forma integrada e simultânea.
(Sundar, Balaji, & Satheesh Kumar, 2014)	Neste trabalho os autores analisam um conjunto de técnicas Lean e procuram definir um roteiro para a implementação de um Sistema de Produção Lean numa empresa. Através da análise de outros trabalhos sobre cada uma das ferramentas Lean conclui-se que o sucesso da implementação de um Sistema Lean passa por definir uma sequência correta de implementação dos elementos Lean para que os efeitos surjam de uma forma integrada e simultânea.
(Wahab, Mukhtar, & Sulaiman, 2013)	Este trabalho procura desenvolver um modelo de medição do nível de implementação das ferramentas Lean na indústria. Através da análise de 25 artigos relacionados com a medição do Lean, este trabalho identifica 7 dimensões existentes numa empresa às quais se encontram associados fatores ou ferramentas Lean. O trabalho sugere também a elaboração de um estudo que relacione as dimensões com oito tipos de desperdícios Lean.
(Wyrwicka & Mrugalska, 2017)	O propósito deste trabalho foi demonstrar a discrepância que por vezes existe entre as ideias Lean e a sua implementação. Neste estudo constatou-se que, numa empresa de 300 trabalhadores com ferramentas Lean fortemente implementadas há vários anos, o nível de desperdícios não diminuiu de maneira proporcional. Apresentam-se várias explicações para o insucesso das medidas nomeadamente o OEE e conclui que a profundidade da implementação de alguns métodos e técnicas Lean podem não reduzir os desperdícios se não forem acompanhados por mudanças de sistemas e de cultura de gestão.
(Yuvamitra, Lee, & Dong, 2017)	Com recursos ao VSM, este trabalho apresenta uma proposta de redução do tempo de processamento de uma encomenda numa empresa fabricante de cordas. Intervindo no fluxo de materiais e também de informação, a melhoria obtida reduz em cerca de 75% o tempo de processamento de uma encomenda.

3 ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO DE SATISFAÇÃO DE ENCOMENDAS

- 3.1 RECOLHA E ANÁLISE DE DADOS RELATIVOS AO PROCESSO**
- 3.2 IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS PROBLEMAS E OPORTUNIDADES DE MELHORIA**
- 3.3 SELEÇÃO DE AÇÕES DE MELHORIA E PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO**
- 3.4 AÇÕES DE MELHORIA - IMPLEMENTAÇÃO, CONTROLO E AJUSTAMENTO**
- 3.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS AÇÕES DE MELHORIA**

3 ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO DE SATISFAÇÃO DE ENCOMENDAS

Este estudo foca-se no Processo de satisfação de encomendas uma vez que é um processo-chave, engloba os subprocessos principais e é transversal a várias áreas funcionais. Considerou-se o início do processo não o momento em que um cliente concretiza a encomenda mas sim o momento em que o cliente faz uma consulta. Esta opção deve-se à importância de etapas anteriores na nivelção da carteira de encomendas e na negociação dos requisitos de uma encomenda neste tipo de indústria com todas as características de um processo produtivo tipo Job-shop (produção por encomenda) (Moreira, 2005):

- Fabrico de uma grande variedade de produtos em pequenos lotes;
- Constituído por múltiplas sequências de processamento e distintos setups;
- Dificuldade prever a procura e de antecipar as necessidades dos clientes;
- Equipamentos utilizados relativamente polivalentes e alguns com uso esporádico;
- Mão-de-obra com alguma especialização dificultando a rotação ou a contratação de colaboradores;
- Não é possível nivelar a produção recorrendo a *buffers* de produto pois cada encomenda é distinta;
- Incerteza nas condições da encomenda (alterações frequentes nas especificações do produto, quantidades, prazos, atraso nos fornecimentos, etc.);
- Dificuldade no planeamento da produção devido ao carácter dinâmico das ordens, da multiplicidade de processos produtivos, etc.;

Alguns autores afirmam também que neste tipo de produção uma encomenda passa cerca de 90% do tempo total de produção à espera no posto de trabalho ou entre os postos e só 10% em efetiva transformação nas máquinas (Yang et al., 2016).

3.1 Recolha e análise de dados relativos ao processo

A análise do estado atual do processo foi feita através de três métodos:

- Mapeamento do processo e respetivos subprocessos com recurso a fluxogramas, à descrição do seu funcionamento e dos problemas detetados;
- Mapeamento de uma encomenda concreta através da análise de fluxo de Valor;
- Análise da criação de valor através do estudo dos tempos de produção registados;

3.1.1 Mapeamento do processo de satisfação de encomendas e dos seus componentes

Uma vez que a empresa não possui nenhum processo documentado, todo o trabalho de recolha de informação e concretização dos fluxogramas baseou-se no seguinte método:

- Elaboração de um questionário que serviu de roteiro para a análise do processo;

- Ir aos locais onde o processo acontece (Gemba) e recolher informação visual sobre fluxos de materiais e informação;
- Ouvir a opinião e a descrição das atividades que os intervenientes executam no dia-a-dia e acompanhar ou simular a execução de cada tarefa;
- Desenhar fluxogramas do processo e identificar em cada processo problemas ou possibilidades de melhoria;

Através do roteiro constante no Anexo 1 foi possível analisar o processo e os elementos que o compõem – Entradas, Saídas, Recursos e Subprocessos.

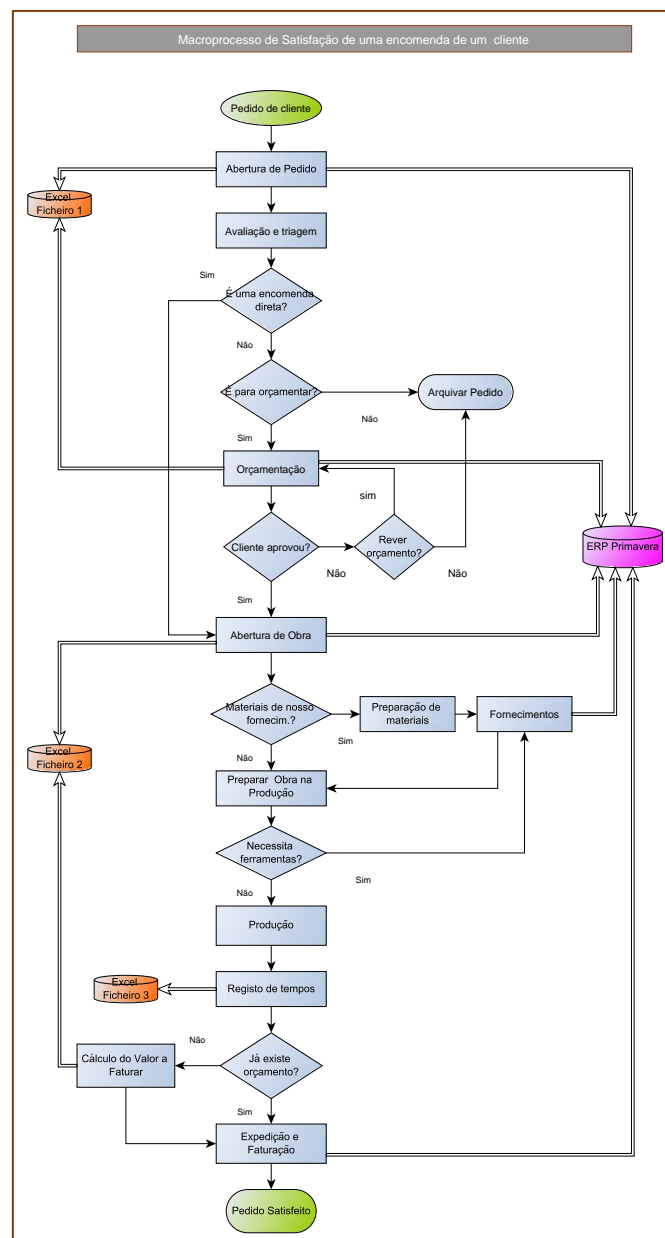


Figura 8 – Estado inicial do Processo de Satisfação de uma encomenda

Para visualizar o Processo de satisfação de uma encomenda procedeu-se à elaboração de um fluxograma deste e dos seus subprocessos. Pode-se ver na Figura 8 o processo

até ao nível dos principais subprocessos e fluxos de informação. Da análise a este processo destacam-se, genericamente, as seguintes evidências:

- As etapas de orçamentação e negociação nivelam a carga de encomendas contudo não existem indicadores de apoio à decisão que permitam saber se é possível assumir mais compromissos num determinado momento;
- A rapidez de resposta a pedidos de orçamento e da negociação dos mesmos são importantes para aferir a dinâmica da empresa;
- Após a confirmação de uma encomenda a preparação da mesma é feita em duas fases e em secções distintas. A encomenda de materiais é feita no início da preparação e só mais tarde se procede ao estudo do processo de fabrico e das ferramentas necessárias a adotar;
- A secção de Produção só levanta as OF (Ordens de Fabrico) quando recebe a matéria-prima ou quando tem postos de trabalho parados, gerando atrasos na produção;
- O Processo de Fornecimentos engloba várias funções, nomeadamente as compras, aprovisionamentos e logística interna sem procedimentos definidos.
- Apesar de serem registadas as compras, o registo de movimentos entre armazéns e a produção é escasso impedindo o controlo e rastreabilidade de inventários;
- Não há um sistema de Planeamento e controlo da Produção que agregue os dados dos tempos de produção, da situação de cada OF e dos consumos, em tempo real;
- Não há uma coordenação das diversas secções de produção;
- Não existe um sistema de gestão da Qualidade. Existe um processo de registo e tratamento de não conformidades instituído que mal se utiliza.

Descrivendo os subprocessos podemos identificar alguns problemas conforme consta na Tabela 16.

Tabela 16 - Descrição dos subprocessos e identificação de problemas

Subprocesso	Descrição e identificação de problemas
Abertura de Pedido de cliente	Este processo é feito sempre que um cliente solicita um orçamento ou faz uma encomenda. Cria-se no ERP um registo numerado do pedido e copia-se uma folha de Excel de orçamentação à qual se atribui o número do POR e do cliente. Nesta etapa não é feita nenhuma análise ao pedido. Apenas servirá para imprimir a capa do dossiê e anexar toda a informação e documentos provenientes do cliente.
Avaliação e triagem	É feita a análise do pedido e a separação do que será um pedido de orçamento de uma obra. É feita também uma análise qualitativa de cada pedido de forma a definir prioridades ou até declinar consultas de clientes. Este processo de triagem é feito de forma intuitiva pois não existe uma metodologia e critérios de triagem especificados e não existe um plano de produção que quantifique o nível de ocupação atual e futuro da capacidade de produção.
Orçamentação	O processo de orçamentação é constituído pela fase técnica de cálculo tempos e processos, a fase de determinação de recursos e custos e a fase comercial de aplicação de margens e negociação com o cliente. Este processo apresenta algumas limitações nomeadamente basear-se fundamentalmente numa folha de Excel mutio limitada na sua estrutura e na quantidade de itens que permite orçar (apenas

5 componentes) e no facto de não se apoiar num programa de de maquinação em CNC que permita orçamentar com maior precisão certas operações.

Quando uma encomenda é adjudicada, é aberta uma Encomenda de cliente (Obra) que poderá ter múltiplas Ordens de fabrico. Atualmente o processo de abertura de Obras e OF implica o registo de dados no ERP e numa folha de cálculo que permitirá registar também os tempos de fabrico. No entanto este processo apresenta as seguintes condicionantes:

**Abertura de
Obra e Ordens
de fabrico**

- A capa do dossiê de Obra é fotocopiada e preenchida manualmente;
- As Ordens de Fabrico são geradas no ERP de forma lenta, com dados não rastreáveis e a informação incluída é mínima ou insuficiente para a produção;
- Apesar de estar convencionado, atualmente não é incluída nas OF nenhuma informação relativa a gama operatória, tempos previstos e outras instruções
- Não é feito nenhum cronograma previsional da Obra e os dados não são integrados num plano agregado de Produção

A preparação de materiais apresenta os seguintes aspetos a melhorar:

**Preparação de
materiais**

- Apesar de ser feito um levantamento dos materiais necessários para uma OF, só raramente é feita a Lista de Materiais que acompanha a OF, permitindo à Produção identificar e validar os materiais a incorporar;
- As Requisições Internas de materiais (feitas por e-mail) não são elaboradas no ERP dificultando assim a integração e movimentação posterior de stocks bem como o processamento de encomendas a fornecedores;

O processo de fornecimentos inclui funções distintas tais como a Logística (receção e expedição de materiais e a movimentação interna), a gestão de armazéns e as Compras. Os problemas evidenciados neste processo são:

Fornecimentos

- Não está definido um procedimento para a validação qualitativa e quantitativa de forma sistemática dos fornecimentos rececionados;
- O material que circula internamente não possui qualquer identificação;
- Não é registado no ERP a entrada e saída de mercadorias para Produção;
- A gestão de ferramentas e utensílios da produção é bastante importante nesta atividade devido ao e variedade das ferramentas usadas. Neste âmbito, a empresa não possui um controlo eficiente das entradas e saídas de ferramentas entre a Produção e em que estado se encontram.

É feita quando se vai iniciar a obra pelo chefe de uma secção ou pelo operador que responsável pela primeira tarefa. Nesta etapa analisam-se os desenhos, a matéria-prima e define-se o método e sequência de fabrico e as máquinas, programas e ferramentas necessárias. Este processo apresenta as seguintes condicionantes:

**Preparação da
obra na
Produção**

- Não há um coordenador geral de toda a produção e todas as secções;
- Não há preparação produção “puxada”. Isto significa que a preparação de uma OF é feita “empurrada” pela chegada dos materiais ou quando o chefe de

secção verifica que um posto de trabalho terminou um serviço e está parado.

- A falta de antecipação da preparação origina atrasos de horas ou até de dias pois podem surgir imprevistos tais como dúvidas nos desenhos ou requisitos de clientes, falta o programa para CNC, defeitos na matéria-prima não detetados na receção de materiais, certas ferramentas necessárias não existem em stock e que demoram dias a serem fornecidas e por vezes constata-se que certas operações não podem ser feitas em determinado posto.

Produção

Cada encomenda tem uma sequência de fabrico própria que é executada sem uma definição por escrito. O responsável de secção entrega a OF no posto de trabalho onde considera ser a primeira tarefa e, após terminar essa tarefa, “encaminha” a OF para a operação seguinte, contudo este fluxo tem por vezes os seguintes problemas:

- O Fluxo está dependente da atitude da cada chefe de secção e forma como acompanha a produção;
- Frequentemente o fluxo da OF entre postos e tarefas não é contínuo pois o operador que termina a sua tarefa não sabe para onde segue a OF.
- Não há um procedimento a indicar quem desloca os materiais entre postos de trabalho;
- As prioridades de encomendas são definidas pelo chefe de cada secção no entanto, não existindo um coordenador geral, algumas encomendas ficam paradas entre as secções;
- Não havendo a discriminação da sequência operatória pode haver operações que ficam por fazer;
- Raramente se faz o registo do autocontrolo dimensional por cada operador;
- Não é feita uma validação final por cada chefe de secção;

Registo de tempos

Este processo permite recolher e processar dados relativos aos tempos de produção, a forma de ocupação dos recursos da empresa e também analisar os desempenhos e os desvios verificados entre o real e o previsto de uma obra. Cada registo diário contém data, horas, códigos de tarefa, funcionário, máquina, Ordem de Fabrico e Obra. A forma atual como a empresa recolhe e processa os tempos permite muitos erros e lacunas:

- Os registos são inicialmente escritos à mão por cada funcionário numa folha própria cuja caligrafia pode ser impercetível ou gerar trocas de algarismos aquando da passagem dos dados para a folha de cálculo;
- O registo não é feito em tempo real. Só no final do dia é que o funcionário preenche a folha por vezes “de memória”;
- Por hábito os operadores arredondam os registos de tempos para o quarto de hora seguinte podendo gerar desvios significativos em tempos de uma obra ;
- Antes de serem registados em Excel, os tempos são validados pelo chefe de secção contudo este passo é inútil pois não se efetuam correções nenhuma;
- O registo de tempos na folha de cálculo por um funcionário, gera problemas ou atrasos não é feito no mesmo dia, tem que esclarecer dúvidas na produção para corrigir os erros e está sujeito ao erro humano;

- A folha de cálculo de registo de tempos não se encontra integrada com uma lista de obras que permita cruzar e validar os dados introduzidos;
- Não se obtém automaticamente os tempos de uma OF;

Estas falhas deturpam a realidade e podem afetar as interpretações dos resultados das obras e do desempenho do processo produtivo.

Cálculo do Resultado de uma Obra

Este processo permite faturar encomendas sem orçamento prévio ao apurar o valor real de cada Obra e também apurar os desvios em obras antes orçamentadas. Os principais problemas detetados neste processo são:

- Os dados relativos a tempos de fabrico e a consumos e fornecimentos são morosos de obter e pouco fiáveis;
- A comparação entre recursos previstos e os reais obrigam praticamente à recolha de dados em papel para depois lançar numa folha de cálculo.

Expedição e faturação

Neste processo, os problemas detetados são:

- Não está definido quem valida a conclusão da encomenda e a sua expedição;
- O produto acabado não está identificado;
- Não há procedimentos para cargas e descargas;
- Dificuldade em coordenar transportes devido à incerteza no prazo de conclusão de uma encomenda;

As principais entradas identificadas ao longo do Processo constam na Tabela 17.

Tabela 17 - As Entradas no processo de satisfação de uma encomenda

Entradas	Descrição
Materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Aços, outros metais ou plásticos técnicos adquiridos pela empresa ou de clientes • Peças e estruturas semiacabadas de clientes para serem transformados ou reparados • Produtos acabados adquiridos a terceiros para serem incorporados no produto final • Matérias subsidiárias tais como líquidos de refrigeração, lubrificação, pastilhas de corte, gases de soldadura
Serviços	<ul style="list-style-type: none"> • A empresa recorre a alguns serviços externos nomeadamente tratamentos térmicos, decapagem e pintura.
Informação	<ul style="list-style-type: none"> • Consultas de clientes e Encomendas de clientes • Desenhos técnicos, instruções e requisitos do fornecimento (tolerâncias, prazos, etc.) • Dados provenientes de fornecedores (orçamentos, prazos, etc.)

A principal saída do Processo é a encomenda (produto/serviço) satisfeita segundo os requisitos do cliente para além de outras que constam na Tabela 18.

Tabela 18 - O que sai do Processo de satisfação de encomenda

Saídas	Descrição
Materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Produto acabado ou semiacabado • Peças e estruturas de clientes com serviço incorporado • Subprodutos (sucata e limalha) que são vendidos
Serviços	<ul style="list-style-type: none"> • Serviços de efetuados
Informação	<ul style="list-style-type: none"> • Documentos de expedição e faturação

	<ul style="list-style-type: none"> • Relatórios de controlo de qualidade p/clientes • Desenhos técnicos do produto • Ordens de compra • Dados do processo de produção (tempos, recursos)
Resíduos	<ul style="list-style-type: none"> • Óleos usados • Emissões térmicas e sonoras • Fumos de soldadura e de maquinaria

O Processo tem à sua disposição um conjunto de recursos sobre os quais baseia a sua atividade. Podemos identificar como recursos – a Organização, as Pessoas, as instalações, os equipamentos produtivos, os meios logísticos, o layout e os sistemas de informação.

❖ Recurso 1 – A Organização

Podemos caracterizar a organização existente na empresa pelos seguintes aspetos:

- Não existe um organograma formal com a descrição de funções, competências e hierarquias;
- Os processos e procedimentos internos não estão documentados;
- A empresa não tem um sistema de gestão da Qualidade;
- Não existe implementação do Lean manufacturing ou conhecimento deste conceito;
- Algumas áreas de suporte são geridas de forma partilhada com outras empresas do grupo;
- Algumas das funções não têm responsáveis e estão implementadas de forma residual;

❖ Recurso 2 – As Pessoas

Os recursos humanos da empresa em Abril de 2017 distribuíam-se da forma que se vê na Tabela 19. Apenas uma pessoa tem um curso superior e as restantes têm o 12º ano. Os conhecimentos em termos de Lean é praticamente nulo. A empresa também recorre a funcionários de empresas de trabalho temporário para suprir necessidades de produção.

Tabela 19 - Pessoal ao serviço em Abril de 2017

Secção	Nº de pessoas
Técnica e comercial	2
Administrativa e compras	1
Logística e aprovisionamento	1
Chefe de Maquinagem	1
Indiretos	5
Operadores de Máquinas-ferramenta	11
Serralheiros e Soldadores	4
Diretos	15
Total	20

❖ Recurso 3 – Os equipamentos produtivos

Para a sua atividade a empresa possui um parque de máquinas com as seguintes características:

- São fundamentalmente máquinas-ferramentas de média dimensão para trabalho do metal, nomeadamente fresadoras, mandriladoras, retificadoras, tornos e aparelhos de soldar;
- As máquinas são antigas (mais de 20 anos) e o seu estado de conservação não é muito bom fruto da inexistência de limpeza e de manutenção preventiva periódica;
- A empresa possui cerca de 24 máquinas, contudo, dada a atividade tipo oficina, a maior parte destas máquinas (13) não são sempre utilizadas;

❖ Recurso 4 – As instalações

A empresa encontra-se instalada em dois pavilhões contíguos cuja área coberta total é de cerca de 2000 m². Com mais de 40 anos, os pavilhões encontram-se algo degradados afetando a imagem, o conforto e o desempenho global dos recursos humanos e produtivos. Em detalhe:

- O sistema elétrico necessita de melhorias gerando problemas de eficiência de consumo, nomeadamente a energia reativa;
- Rede de ar comprimido envelhecida abastecida por dois compressores pouco eficientes agravada pela acumulação de humidade, prejudicial para máquinas e materiais;
- A iluminação e a sua eficiência podem ser melhoradas uma vez que aproveita pouca luz natural e recorre a lâmpadas de 250w;
- Pouco isolamento térmico do edifício e abertura constante de portões originam uma grande permeabilidade e amplitude térmica ao longo do ano;

❖ Recurso 5 – Meios de logística interna

Relativamente aos meios de transportes de carga internos a empresa tem:

- Um pavilhão possui 4 pontes rolantes e outro possui apenas uma o que origina algumas esperas nessa secção;
- Os corredores para circulação de materiais são exíguos ou encontram-se frequentemente obstruídos facto que impedem fluidez e rapidez na circulação;
- Os meios de movimentação (porta-paletes, empilhador, cintas, magnéticos, etc.) não têm um local fixo de arrumação gerando perdas de tempo à procura dos mesmos;

❖ Recurso 6 – Armazéns

Apesar de ter um inventário reduzido de matérias-primas ou produto acabado, dado o seu tipo de atividade, a empresa apresenta alguns problemas com a armazenagem:

- Não existem zonas definidas para armazenagem de materiais, produtos ou sucata;
- As matérias-primas, os produtos em curso e o produto acabado são colocados arbitrariamente “onde houver espaço” sem qualquer identificação, não se distinguindo por vezes, da sucata;
- As ferramentas não estão contabilizadas e não se faz um registo de entrada/saída das mesmas;

- Os dispositivos de medição e monitorização não se encontram devidamente arrumados ficando dispersos entre a ferramentaria e a área de Produção mesmo não estando a ser usados;
- Alguns equipamentos encontram-se a aguardar manutenção dispersos pela empresa.

❖ **Recurso 7 – Sistemas de informação**

Em relação a sistemas e tecnologia de informação a empresa:

- Utiliza um ERP para a gestão comercial da empresa mas não possui um módulo de gestão da produção;
- Recorre a uma folha de cálculo para registo de tempos de fabrico com muitas limitações;
- A empresa tem alguns computadores ligados em rede com exceção de alguns da seção da produção o que dificulta por vezes a transmissão de dados para as máquinas;
- A empresa utiliza um *software* CAD para desenho e preparação de obras e um software CAM para a programação das máquinas CNC;
- As máquinas da produção não estão todas conectadas a um único computador/servidor obrigando a passar os dados através de pendrives;

❖ **Recurso 8 – Layout e disposição de recursos**

Relativamente à disposição dos recursos na empresa evidencia-se o seguinte:

- O primeiro pavilhão destina-se principalmente a construção soldada, serralharia e manutenção, corte de materiais e também armazenagem de materiais;
- No segundo pavilhão encontram-se as secções com operações de fresagem, mandrilagem, retificação e torneamento, constituídas por máquinas de alguma dimensão;
- As máquinas encontram-se agrupadas de acordo com a sua função;
- Um corredor de cargas e descargas liga os dois pavilhões permitindo movimentar os produtos entre ambos contudo encontra-se frequentemente obstruído por materiais diversos dificultando operações internas e de receção e expedição;
- A distância entre as máquinas é demasiado pequena perdendo-se alguma mobilidade;
- A zona de cargas e descargas encontra-se distante dos serviços administrativos obrigando a longas e frequentes deslocações entre as duas áreas para expedir ou receber mercadoria.

Percorrendo a zona da produção e observando a sua dinâmica foi possível detetar os seguintes os problemas assinalados na Figura 9.

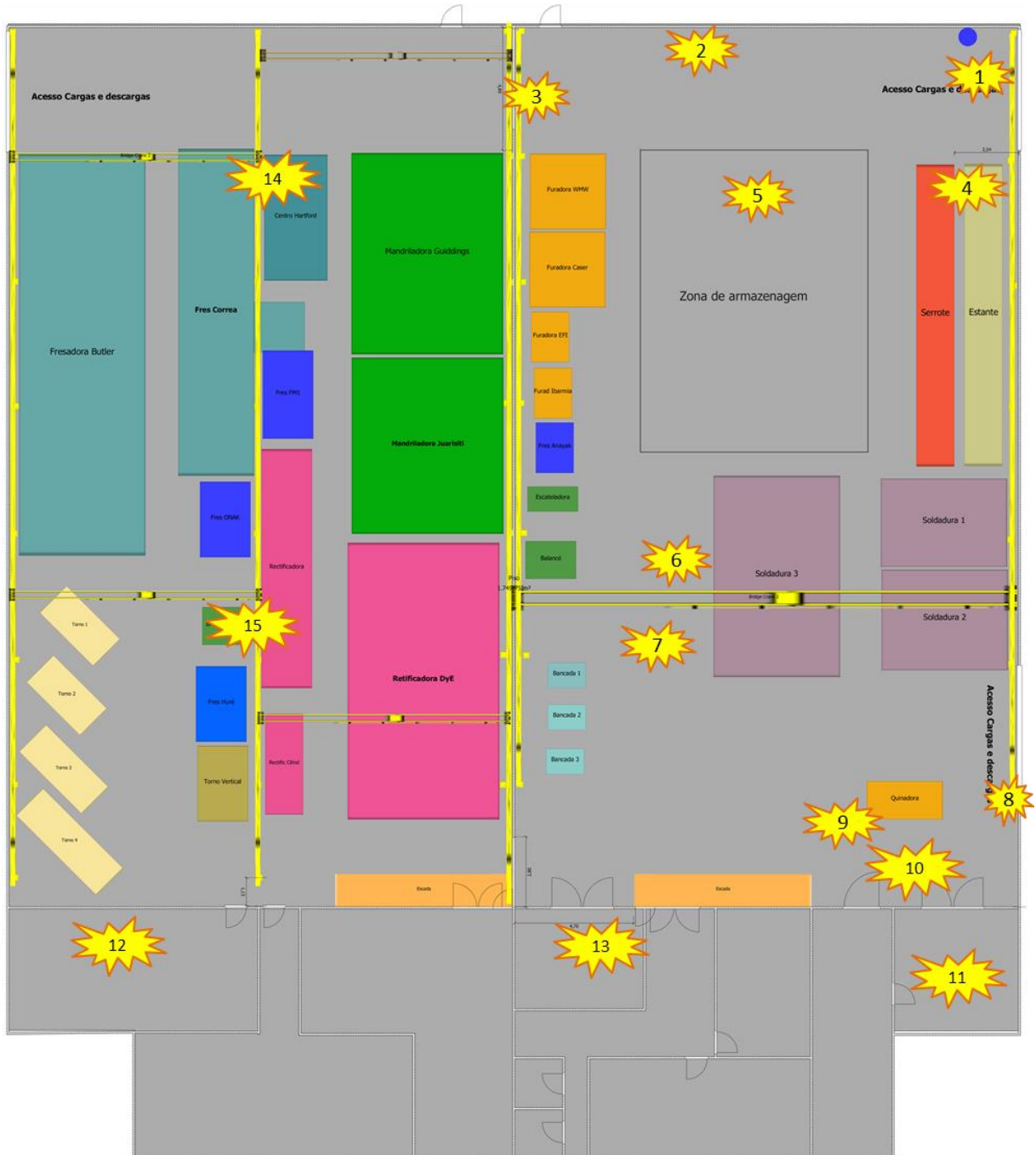


Figura 9 – Layout da produção e sinalização de problemas/opportunidades de melhoria

Na Tabela 20 descrevem-se alguns dos problemas detetados cujas imagens se apresenta no Anexo 12.

Tabela 20 - Descrição dos problemas detetados

Problema	Descrição
1	Zonas de receção de mercadorias por vezes obstruída por materiais diversos
2	Produto acabado, matérias-primas e sucata estão misturados e desarrumados
3	Dificuldade em passar de um pavilhão para outro
4	Dificuldade em retirar materiais da estante

5	Não há corredores definidos e os que há estão obstruídos
6	Armazenamento de equipamentos avariados sem destino definido
7	Ponte rolante única e com constantes avarias
8	Ponte rolante não chega até todo o pavilhão
9	Quinadora mal posicionada
10	Zona desarrumada ocupada por materiais que impedem o acesso a armazém
11	Armazém desarrumado, com material desnecessário e obsoleto
12	Ferramentaria desorganizada
13	Sala de materiais de pintura desarrumada e sem uso
14	Máquinas demasiado próximas umas das outras
15	Máquinas obsoletas e que há muito não são usadas

3.1.2 Análise de uma encomenda real e Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM)

Optou-se pela análise de uma obra já terminada de forma a evitar que a própria observação ou acompanhamento do processamento da encomenda influenciasse os fluxos e os desempenhos dos elementos, alterando os resultados finais da obra. Para efetuar esta análise cumpriu-se as seguintes etapas presentes na Tabela 21.

Tabela 21 - Etapas do VSM a executar

Etapa	Descrição
1	Caraterização das encomendas processadas pela empresa
2	Escolha de uma encomenda para caso de estudo
3	Cronograma da Obra e análise dos principais dados recolhidos
4	VSM do estado atual
5	VSM do estado futuro (ou desejável);
6	Diagrama de Esparguete;
7	Mapa de Causas e Efeitos de problemas

❖ Etapa 1 - Caraterização das encomendas processadas pela empresa

As encomendas satisfeitas são bastante heterogéneas em vários aspetos. Para sabermos se essa heterogeneidade se verifica na gama operatória, no número de operações envolvidas e nos tempos consumidos com cada obra fez-se uma análise das obras de 2016.

Através do Registo de tempos de fabrico desse ano procurou-se caracterizar as encomendas processadas para assim mapear todo o processo de satisfação de uma encomenda de uma forma mais representativa da realidade da empresa. Apesar dos

erros e limitações detetados no sistema de recolha e registo de tempos este ainda permite ter uma noção do processo produtivo da empresa.

Uma encomenda de cliente corresponde a uma Obra (ou ECL) e cada uma poderá ter múltiplas Ordens de Fabrico (OF). Em 2016 a empresa trabalhou 28.359 horas. Destas, 24.775 foram imputadas a Obras, mais precisamente 500 obras efetuadas durante esse ano. Através destes dados podemos concluir que, a média de horas por obra é de 49,5 horas. No entanto o desvio-padrão é elevado e como podemos ver pela Tabela 22 a maior parte das obras necessitou de uma média de 14,5 horas para ser executada e que 79% das obras absorveu apenas 23% das horas. Realce também para o facto de apenas 6 obras terem ocupado a produção da empresa em 6022 horas, ou seja como se percebe pela Figura 10 no ano de 2016 houve uma assimetria no tipo de obras que a empresa produziu.

Tabela 22 - Caracterização das obras de 2016 em função das horas

Classe	Intervalo	Nº Obras	% Obras	Horas	%horas	Média h
1	De 0 a 50	394	79%	5.732	23%	14,5
2	De 50,01 a 100,01	51	10%	3.565	14%	69,9
3	De 100,02 a 150,02	23	5%	2.835	11%	123,3
4	De 150,03 a 200,03	9	2%	1.609	6%	178,8
5	De 200,04 a 250,04	6	1%	1.273	5%	212,2
6	De 250,05 a 300,05	5	1%	1.344	5%	268,8
7	De 300,06 a 350,06	1	0%	303	1%	303,0
8	De 350,07 a 400,07	1	0%	371	1%	371,0
9	De 400,08 a 450,08	4	1%	1.721	7%	430,3
10	De 450,09 a mais	6	1%	6.022	24%	1.003,7
		500		24.775		49,6

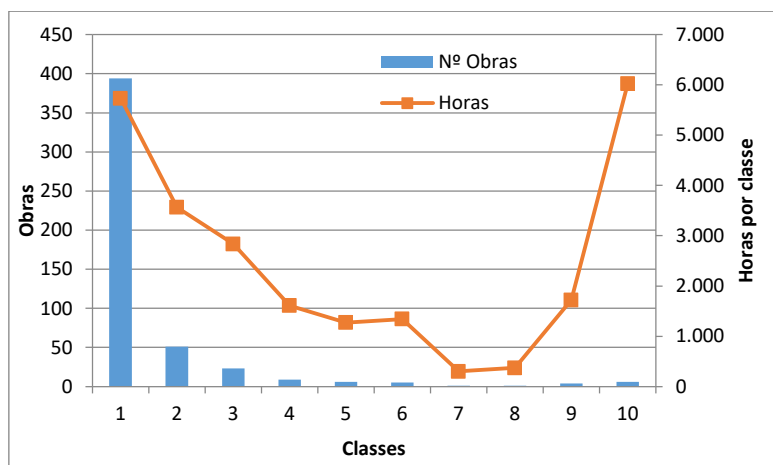


Figura 10 - Intervalos de horas de obras de 2016

Relativamente à composição de cada obra, podemos constatar, pela Tabela 23 e Figura 11 que 38% das obras implicam a realização de uma só operação e que cerca 80% das obras implicam a execução de 1 a 4 tarefas distintas.

Tabela 23 - Tarefas (operações) distintas efetuadas por obra

Nº tarefas	Frequência ordenada	%	Freq acum.	% acum.
1	191	38,2%	191	38,2%
2	82	16,4%	273	54,6%
3	73	14,6%	346	69,2%
4	50	10,0%	396	79,2%
5	35	7,0%	431	86,2%
6	18	3,6%	449	89,8%
8	12	2,4%	461	92,2%
7	13	2,6%	474	94,8%
9	8	1,6%	482	96,4%
10	5	1,0%	487	97,4%
13	2	0,4%	489	97,8%
11	5	1,0%	494	98,8%
12	3	0,6%	497	99,4%
15	1	0,2%	498	99,6%
19	0	0,0%	498	99,6%
14	2	0,4%	500	100,0%
16	0	0,0%	500	100,0%
17	0	0,0%	500	100,0%
18	0	0,0%	500	100,0%
20	0	0,0%	500	100,0%

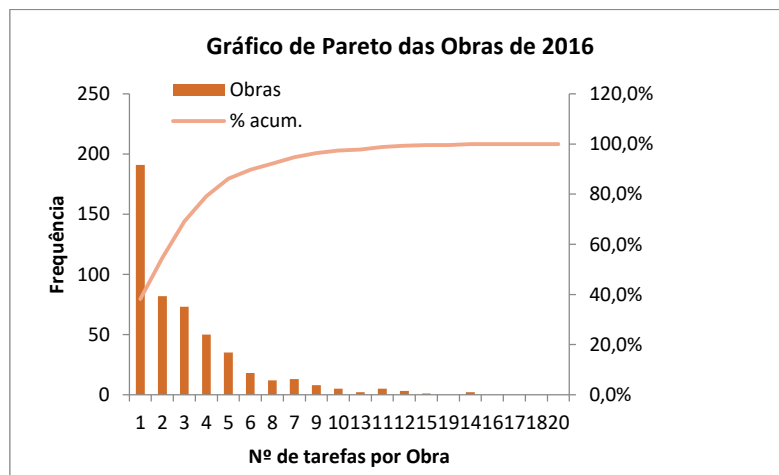


Figura 11 - Número de operações (tarefas) executadas em cada obra

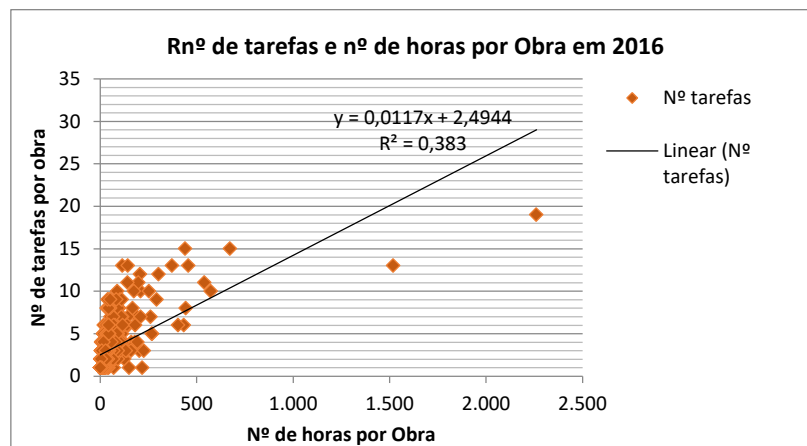


Figura 12 - Relação entre nº de tarefas e nº de horas p/Obra em 2016

Analisando o gráfico da Figura 12 de distribuição do nº de tarefas e das horas por obra podemos identificar a existência de uma correlação positiva entre estas variáveis e também a existência de *outliers* – duas obras com valores fora do normal em termos de horas trabalhadas. No que respeita à caracterização da gama ou sequência de fabrico é difícil determinar um padrão. Podemos no entanto identificar as tarefas mais frequentes em obras

Tabela 24 - Tarefas mais frequentes nas obras de 2016

Nº tarefa	Tarefa	Frequência em 2016
8	Fresagem CNC	184
9	Retificação	152
1	Montagem	144
13	Furação radial	141
31	Apertar peça	132
11	Torno	131
7	Fresagem Pequena	119
4	Soldadura	104
6	Fresagem Grande	59
3	Serrote	49

❖ Etapa 2 - Escolha de uma encomenda para caso de estudo

Para mapear o processo e analisar os seus fluxos de valor e desperdícios selecionou-se uma obra que fosse representativa de encomendas com algum grau de complexidade, que permitisse avaliar de forma ampla todo o sistema. A encomenda selecionada consistiu no fabrico da base de um gabarito de controlo de peças de automóveis, que podemos ver nas fotos da Figura 13. Implica o recurso a sete operações de transformação (tarefas) distintas que acrescentam valor. Incluía também o fornecimento do material e o transporte da peça para o cliente.

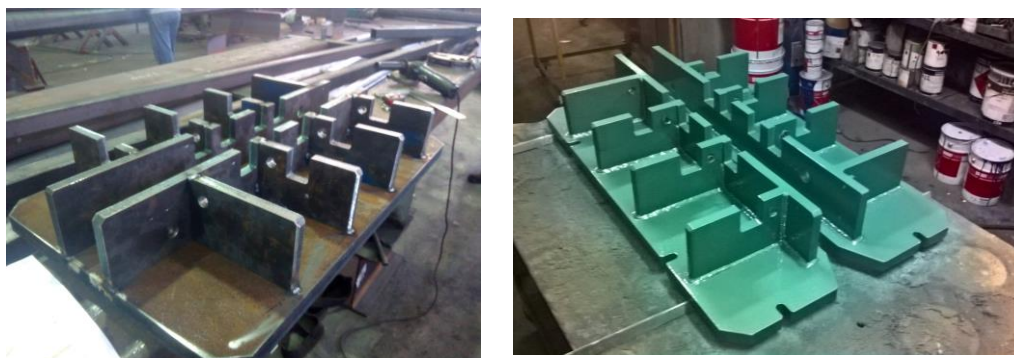


Figura 13 - Imagens da peça após soldadura e após pintura

Após a entrega do produto acabado no cliente, este reclamou pelo atraso na conclusão e entrega da peça, pela existência de furos com tolerância H7 que estavam fora de medida e pela falta da operação de Retificação em algumas faces da estrutura.

❖ Etapa 3 - Cronograma da Obra e análise dos principais dados recolhidos

Com os dados recolhidos acerca da obra foi possível elaborar um cronograma com o processo de fabrico previsto e real. Conforme se vê na Figura 14, é perceptível, para além do desvio cronológico, os três prazos de entrega renegociados com o cliente.

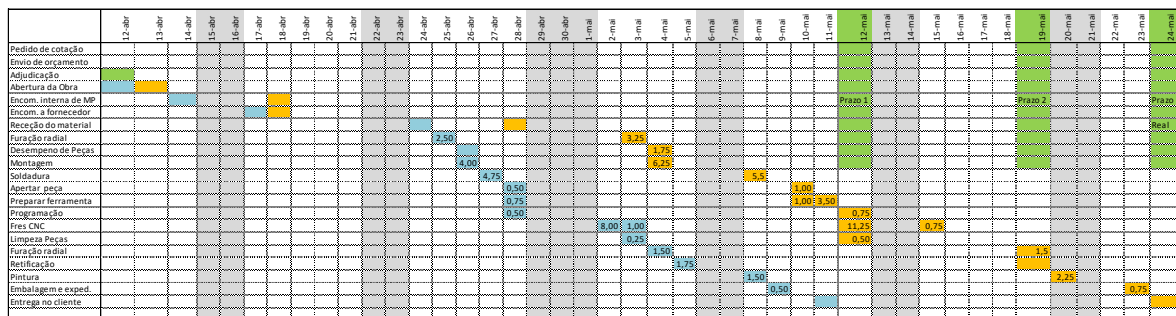


Figura 14 - Cronograma previsto (azul) e o real (amarelo)

Tabela 25 - Análise comparativa da evolução prevista da obra e os dados reais

Etapas	Previsto			Real			Desvios	
	Datas	Trabalho (horas)	Dias úteis	Datas	Trabalho (horas)	Dias úteis	Desvio Horas	Desvio Dias
Pedido de cotação	15-03-17			15-03-17				
Envio de orçamento	27-03-17		8	27-03-17		8		
Adjudicação	12-04-17			12-04-17				
Abertura da Obra	12-04-17		0	13-04-17		1		1
Encomenda interna de material	17-04-17		3	18-04-17		3		0
Encomenda a fornecedor	17-04-17		0	18-04-17		0		0
Receção do material	24-04-17		5	28-04-17		8		3
Furação radial	25-04-17	2,50	0	03-05-17	3,25	3	0,75	2
Desempeno de Peças	26-04-17	0,00	2	04-05-17	1,75	1	1,75	0
Montagem	26-04-17	4,00	0	04-05-17	6,25	0	2,25	0
Soldadura	27-04-17	4,75	1	08-05-17	5,50	2	0,75	1
Apertar/Alinhar peça	28-04-17	0,50	1	10-05-17	1,00	2	0,50	1
Preparar ferramenta	28-04-17	0,75	0	10-05-17	1,00	0	0,25	0
Preparar ferramenta	28-04-17	0,00	0	11-05-17	3,50	1	3,50	1
Programação	28-04-17	0,50	0	12-05-17	0,75	1	0,25	1
Fresagem CNC	02-05-17	8,00	2	12-05-17	11,25	0	3,25	-2
Limpeza Peças	03-05-17	0,25	1	12-05-17	0,50	0	0,25	-1
Fresagem CNC	03-05-17	0,00	0	15-05-17	0,75	1	0,75	1
Furação radial	04-05-17	1,50	1	19-05-17	1,50	4	0,00	3
Retificação	05-05-17	1,75	1	19-05-17	0,00	0	-1,75	-1
Pintura	08-05-17	1,50	1	20-05-17	2,25	1	0,75	0
Embalagem e expedição	09-05-17	0,50	1	23-05-17	0,75	1	0,25	0
Receção do material no cliente	12-05-17		3	24-05-17		1	0,00	-2
Reclamação do cliente				31-05-17				
Tempo desde adjudicação		26,50	22		40,00	30	13,50	8
Tempo útil disponível (horas)		88			136			
Horas c/obra parada		61,50			96,00			

Resumindo as principais etapas do processamento da encomenda constatamos na Tabela 26 que cada uma das etapas demorou mais que o previsto com exceção do tempo de entrega no cliente, o que implicou um atraso acumulado de 12 dias. Ou seja,

do prazo inicial de 30 dias, o cliente recebeu a encomenda 12 dias mais tarde, significando um desvio de 40% em relação ao previsto.

Tabela 26 - Análise de desvios de tempos da encomenda (em dias)

Principais etapas	Previsto	dias	Real	dias	desvio (dias)
Data de adjudicação	12-04-17		12-04-17		
Receção do material	24-04-17	12	28-04-17	16	4
Início do fabrico	24-04-17	0	03-05-17	5	5
Fim do fabrico	08-05-17	14	20-05-17	17	3
Embalagem e expedição	09-05-17	1	23-05-17	3	2
Entrega no cliente	12-05-17	3	24-05-17	1	-2
Dias totais		30		42	12

Lead time em dias	Previsto	Real	Desvio	%
Lead time (dias úteis)	22	30	8	36,4%
Lead time (dias de calendário)	30	42	12	40,0%

No que respeita à análise do desempenho do processo de produção efetuou-se a distinção das horas com valor acrescentado das restantes horas e os principais dados da obra resumem-se na Tabela 27.

Tabela 27 - Análise dos tempos e da criação de valor da obra

Horas de trabalho	Previsto	Real	Desvio	%
AV	24,50	32,00	7,50	30,6%
NAVN	2,00	6,25	4,25	212,5%
NAVD		1,75	1,75	
Esperas (desde receção do material)	61,50	96,00	34,50	56,1%
Lead time (em horas)	88,00	136,00	48,00	54,5%

Horas de trabalho	Previsto	Real	Desvio	%
Horas de processamento	26,50	40,00	13,50	50,9%
Horas em pausa	61,50	96,00	34,50	56,1%
	88,00	136,00	48,00	

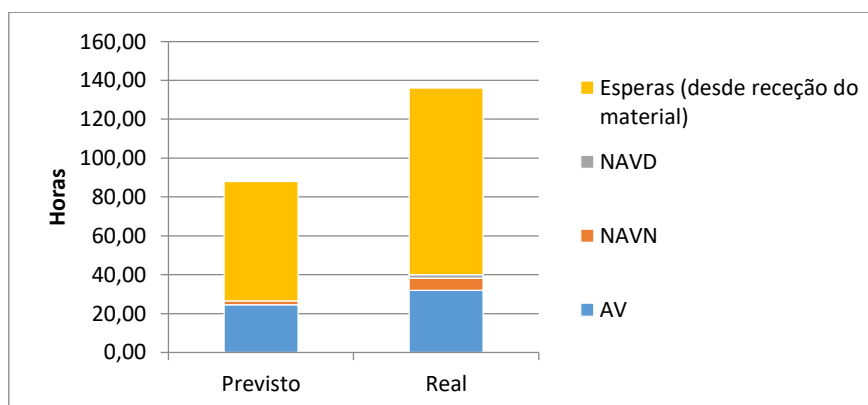


Figura 15 - Caracterização dos tempos da obra de acordo com a criação de valor

Da informação da tabela e da Figura 15 conclui-se que:

- O tempo com atividades que acrescentam valor (AV) aumentou 31% relativamente ao previsto sugerindo a existência de ineficiências no processo de fabrico ou que o tempo previsto estava incorreto;
- A previsão do processo de produção contemplava interrupções no fluxo de produção de cerca de 62 horas de esperas. Por si só este valor já é elevado, no entanto, na realidade, este valor passou para 96 horas o que evidencia problemas no processamento desta encomenda e de coordenação da produção;
- Os desperdícios que se detetam nesta obra são as Esperas, os Defeitos, os Retrabalhos e os Transportes e representam entre 75% a 80% do tempo da encomenda;
- Os tempos despendidos com defeitos, correção de defeitos e transportes não se encontram devidamente discriminados encontrando-se registados como tempos de tarefas que acrescentam valor;

❖ Etapa 4 - Mapeamento dos fluxos do Valor (VSM) do estado atual

O Gemba é local onde o trabalho de valor acrescentado acontece e onde, para além da resolução de problemas, se aprende e ensina sobre gestão (M. (The A. U. in C. Soliman, 2017). Recorrendo à metodologia do Value Stream Mapping para percorrer e perceber a secção de Produção, obteve-se a seguinte configuração do processo de produção para esta encomenda.

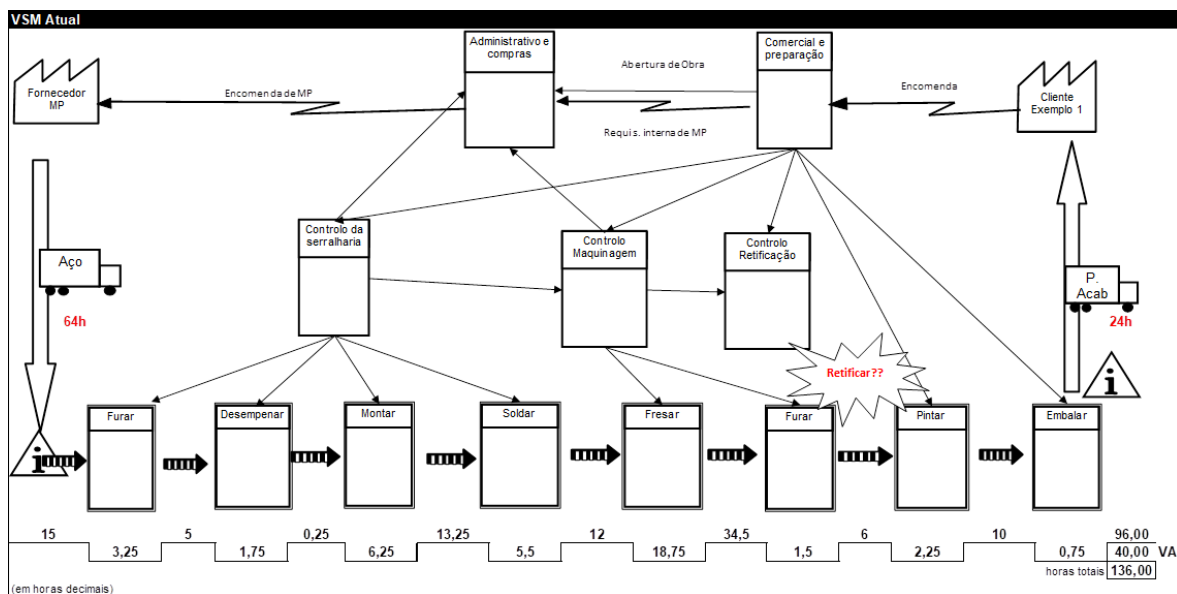


Figura 16 - Value Stream Mapping da Obra em análise no estado atual

Deste desenho da Figura 16 e mapeamento efetuado podemos concluir que:

- Existem muitas horas de esperas entre operações podendo significar a existência de gargalos, descoordenação da gestão da produção ou problemas de planeamento de produção que originem sobrecarga de encomendas;
- O material demorou a chegar e, para além disso, não entrou logo em produção pois quem ia fazer a furação não sabia que o material tinha chegado;
- Não foi feita a operação de Retificação por mó e que era um requisito do cliente. Esta falha pode ter sido originada por deficiente preparação da encomenda, falta de instruções ou falha no acompanhamento da produção;
- O desempenho de chapas foi efetuado devido a uma falha no processo de fornecimentos. Devia-se ter detetado o empeno do material na sua receção e devolvido logo para o fornecedor corrigir;
- A preparação de uma obra está fracionada entre a área comercial e os encarregados de secções;
- Por várias vezes os materiais estiveram em espera entre postos por falta de conhecimento dos operadores que a operação anterior estava concluída;
- A sequência de produção é definida à vista, ou seja, se os encarregados virem o material para uma obra procuram a OF para iniciar a produção mesmo que a obra não seja a mais prioritária. Se não virem o material, esquecem-se da obra ou até desconhecem a existência da mesma por ainda não terem a OF.

❖ **Etapa 5 - Mapeamento dos fluxos do Valor (VSM) do estado futuro**

Em função dos problemas ou oportunidades de melhoria que se detetaram no mapeamento do fluxo do Valor apresenta-se a seguir uma proposta de VSM futuro na Figura 17 no qual as ideias mais assinaláveis são:

- Criação ou atribuição da função de gestor do Produção que coordenará todas as secções;
- A criação de um sistema de Planeamento e controlo da Produção que, para além de agregar os dados previsionais e reais de todas as encomendas, poderá englobar também a fase de preparação das Obras e Ordens de fabrico;

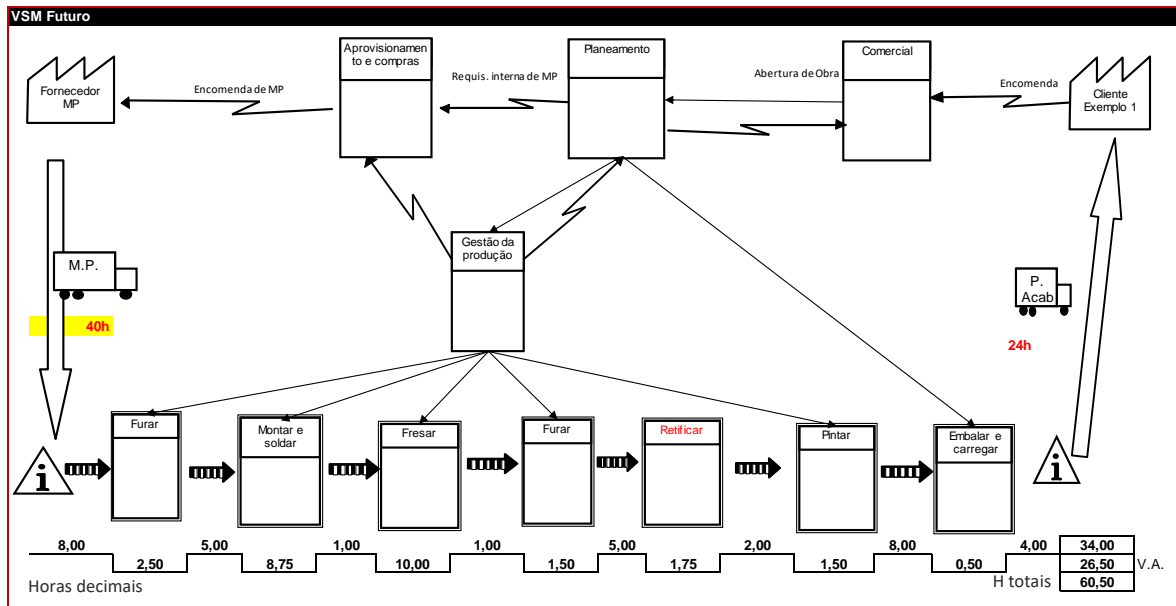


Figura 17 - O VSM do estado futuro (ou como deveria ser) do processamento da obra

❖ Etapa 6 - O Diagrama de esparguete

Tabela 28 - Sequência de operações da obra

Nº	Descrição da tarefa
1	Receção mat. Prima
2	Furação
3	Montagem
4	Desempeno
5	Soldadura
6	Fresagem CNC
7	Furação
8	Retificação (não foi feita)
9	Pintura
10	Embalagem e expedição

Analisando o diagrama de esparguete na Figura 18 podemos tirar as seguintes conclusões:

- Mesmo tendo faltado a operação de retificação (linha intermitente) e a existência de uma operação a mais (o desempenho), o processo de produção desta encomenda implicou muitos transportes;
- Para “otimizar” o percurso teriam que ser feitas alterações do layout das secções e respetivos equipamentos. Contudo, uma vez que a gama de produtos da empresa é muito heterogénea, as alterações efetuadas ao layout para este tipo de encomendas poderiam agravar os transportes internos noutra género de encomendas.

ETAPA		EFEITO	CAUSAS					
	Descrição	Problema	Método	Máquina (tecnologia)	Medidas	Meio ambiente	Material	Mão-de-obra (RH)
4	Abertura da Obra	Ordens de fabrico com pouca informação para operadores	Processo de abertura de Obra lento e incompleto	software com Ordens de Fabrico rudimentares	Não foi emitida folha de auto-controlo dimensional		Falta elaborar a lista de materiais (BOM)	Falta de preparador de Obra
5	Encomenda interna de material	A preparação de materiais tem limitações e pode ser melhorada	Não há lista de materiais (BOM) para cada obra		Não há prazos definidos para ter o material em produção		Não sabemos se há material em stock	Não há secção de aprovisionamentos
6	Encomenda a fornecedor	Atraso na obrenção da matéria-prima	Não foram definidos prazos ao fornecedor	Não há um controlo de fornecimentos pendentes	Não estão planeados prazos			Não há um dep de compras eficiente
7	Receção do material	Muito tempo a aguardar o material	Não foi definido prazo para ter material		Dimensões do material não controlado		Empeno do material não foi controlado	Não há um responsável pela receção do material
8	Furação radial	Início tardio da maquinagem	Não há um coordenador da produção	Podia não haver disponibilidade de maquinagem		O material perde-se no meio da desarrumação	O material chegou mas não foi identificado e arrumado	Ordem de fabrico entregue tardiamente
9	Desempeno de Peças	Material oxicotado com empenos severos	Não há processo de controlo de fornecimentos		Não há controlo dimensional da matéria-prima			Faltam pessoas ou um responsável pelo controlo de material
10	Montagem	Excesso de transporte de componentes e peça final		Os meios para transportar peças são insuficientes		Não há corredores livres para passar com o material		
11	Soldadura	Operação registada como Serrote em vez de soldadura	O controlo dos dados introduzidos é fraco	Sistema de recolha de tempos c/falhas				Funcionários desconhecem os códigos das tarefas
12	Apertar peça	Demasiado tempo a executar esta tarefa	Não há um estudo prévio de como apertar a peça	Faltam ferramentas adequadas para aperto				Pouca preparação do operador
13	Preparar ferramenta	Demasiado tempo a executar esta tarefa	As ferramentas só são preparadas quando a peça vai para a máquina		As ferramentas não estão na medida ou afiadas		Não existem ferramentas em stock	A preparação de obra não prevê as necessidades de ferramentas
14	Programação	A programação foi feita tardiamente	A programação só é feita quando a peça vai para a máquina					Falta um programador só com esta função
15	Fresagem CNC	Demasiado tempo a executar esta tarefa	O programa ou processo pode não ser adequado	Fresadora lenta ou com deficiências	Máquina ou instrumentos de medição não aferidos		Material pode ter excesso de sobresspessura	Operador pouco preparado
16	Limpeza de Peça	Demasiado tempo a executar esta tarefa	Método de limpeza inadequado		O tempo registado não está correto			Operador pouco preparado
17	Fresagem CNC	Apeça voltou a esta operação devido a um problema	Não foi identificado o motivo para voltar a fresar		Não há um registo de não conformidades e retrabalhos			
18	Furação radial	Demasiado tempo entre operações	Falta de coordenação entre secções	Indisponibilidade de máquina por estar ocupada		Não há comunicação entre intervenientes no processo	O material não foi logo colocado na zona de furação	Indisponibilidade de operador de furadora
19	Retificação	Não foi executada a retificação	Falta de coordenação entre secções				O material não foi para a secção de retificação	Falta de coordenador da produção

ETAPA		EFEITO	CAUSAS					
	Descrição	Problema	Método	Máquina (tecnologia)	Medidas	Meio ambiente	Material	Mão-de-obra (RH)
20	Pintura	Operação demorou muito	O método de pintura pode não ter sido o melhor	Poucas condições para movimentar peça e pintar adequadamente	Não há controlo visual e da espessura da tinta	Falta de espaço e condições para pintura	A tinta demorou a ser fornecida	Não há um pintor especializado
21	Embalagem e expedição	Demora na embalagem e expedição	Não são definidas instruções para a forma de embalamento	Os meios de embalagem são pouco adequados		Falta de área e condições para preparar expedição	Os materiais de embalagem estão distantes	Não está definido pessoal para logística
22	Entrega da encomenda	Só quando a peça está pronta é que se contrata o transporte	A logística não sabe antecipadamente e quando a peça fica pronta			Falta de certezas no desempenho de cada secção		Falta compromisso no cumprimento entre secções
23	Reclamação do cliente	O primeiro e o segundo prazo não foram respeitados	Dificuldade em prever prazos		Dificuldade em quantificar atrasos			Pouca preocupação em cumprir prazos
24	Reclamação do cliente	Furo fora de medidas especificadas	Método de fabrico permite falhas	Mau estado da máquina	Falta de controlo dimensional	Pressão para terminar peça	Mau estado da ferramenta	Distração ou incompetência do operador
25	Reclamação do cliente	Falta de retificação	Falta de coordenação do fabrico		Falta validação das etapas executadas	Pressão para terminar peça	Falta de controlo visual antes da expedição	Falta de um gestor de produção

As diferentes Causas foram posteriormente distribuídas em função da sua natureza funcional e processo associado (ver anexo 5). Após quantificar essa classificação torna-se possível verificar quais as áreas que mais necessitam de intervenção em termos de melhorias tal como se apresenta no gráfico da Figura 19.

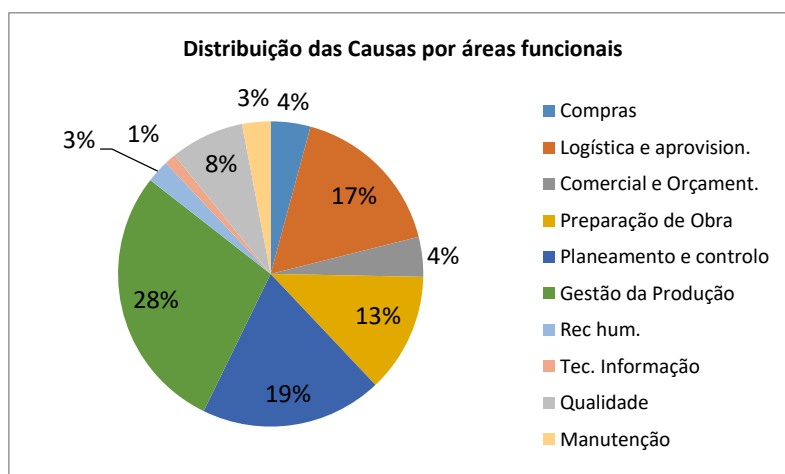


Figura 19 - Distribuição das Causas por áreas funcionais

Na obra em análise, as principais áreas que geraram problemas e afetaram a obra foram a Gestão da Produção, o Planeamento e Controlo, a Logística e a Preparação de Obra. Na Tabela 30 podemos ver um resumo das causas para os problemas evidenciados com esta obra e possíveis soluções.

Tabela 30 - Causas de problemas mapeados e possíveis soluções da obra

Causas detetadas	Soluções possíveis
Compras	
Desconhece os prazos para fornecerem materiais Prioridade ao critério preço. Não se define prazos rigorosos com fornecedores	Lista de materiais com prazos para o seu fornecimento Aproveitar melhor o ERP Criação de sistema de avaliação de fornecedores
Logística e aprovision.	
Não há um responsável pela Logística e aprovis. Falta a identificação de materiais Faltam corredores de movimentação de cargas e áreas de armazenagem definidas Não se sabe quem e quando movimentar material entre secções Gestão das ferramentas sem registo de entradas e saídas	Definir ou contratar um responsável pela logística Criar etiquetas de identificação de material Definir corredores e áreas de armazém O material de embalagem deve estar acessível Criar processo de gestão de ferramentas
Comercial e Orçamentação	
Processo ou ferramentas de orçamentação lentos e limitados Dificuldade em estabelecer prazos Noção de carga de trabalho obtida de forma intuitiva Informação sobre estado das encomendas pouco fiável	Nova folha de cálculo de orçamentação Criar ou adquirir sistema de Planeamento de Produção Melhorar processo e/ou contratar orçamentista O planeamento deve dar datas estimadas credíveis
Preparação de Obra	
Falta de um responsável pela preparação de Obras Não é feito o planeamento de todas as necessidades de uma obra A preparação da obra na produção é feita tardiamente ERP limitado na abertura de Obra e Ordens de fabrico A preparação de obra não prevê as necessidades de ferramentas Abertura de obra e Ordens de fabrico lento e com poucos dados	Definir um responsável pela Preparação de obras Criar um plano para cada Obra que integre materiais, tarefas, ferramentas, datas, sequência de produção, tempos previstos, etc.) Adquirir sistema de Planeamento de Produção Melhorar processo de emissão de ordens de fabrico
Planeamento e controlo de produção	
Não há um responsável pelo Planeamento e controlo Dificuldade em planear produção, saber estado da produção em curso, em antever e quantificar possíveis atrasos Não há um sistema de Planeamento de controlo de produção Não se sabe quando há obras em excesso ou em defeito Não é possível detetar desvios de tempos e prazos em tempo real	Definir um responsável pelo Planeamento e controlo Criar ou adquirir sistema de Planeamento de Produção Dados de registo de tempos obtidos de forma automática Sistema para comparar dados previstos de dados reais
Produção	
Não há um coordenador único das secções de produção Ordens de fabrico rececionadas tardiamente na produção As ferramentas necessárias, o métodos e a programação são definidos tardiamente Poucos programadores de máquinas CNC Dificuldade em antever necessidades de horas-extra Tempos de espera entre secções por falta de coordenação Pouca arrumação dos postos de trabalho Defeitos de matérias-primas detetados tardiamente Defeitos e não conformidades não comunicadas e registadas	Definir ou contratar um responsável único pela Produção Receber Ordens de fabrico mais rapidamente Implementar 5S Registo de Não conformidades
Recursos Humanos	
Pouca consciencialização para arrumação do posto de trab. Operadores pouco qualificados para certas funções	Formação específica Implementação de 5S
Tecnologias de Informação	
Sistema de recolha de tempos de fabrico lento e pouco fiável Rede interna de informação partilhada não abrange todos os computadores e máquinas.	Integrar as secções numa única rede Definir níveis de acesso Conectar máquinas a um servidor único
Qualidade	
Não há um responsável pela gestão da Qualidade Não é feito o controlo da qualidade de materiais rececionados Não é feito o registo sistemático de não conformidades Não há um sistema de controlo e registo de dimensões Não há uma gestão e manutenção dos DMM	Contratar um responsável pela gestão da qualidade Implementar um sistema de gestão da qualidade Registo de Não conformidades e o seu tratamento Registo de certificados de materiais
Manutenção	
Não há um responsável pela manutenção Não se faz manutenção preventiva das máquinas	Contratar responsável pela Manutenção Criar Plano de manutenção e hábitos de manutenção

3.1.3 Análise do Valor através do Registo dos tempos de Produção

Apesar de a empresa utilizar um ERP esta não possui um programa de gestão da produção. A ferramenta mais aproximada existente consiste numa folha de cálculo onde são registados os tempos de produção associados a cada OF. Para além de permitir agregar o tempo gasto com cada obra de forma a calcular o seu custo e analisar desvios, este registo contém dados relativos aos principais elementos que compõem o fluxo de produção - os Funcionários, as Máquinas e as Tarefas executadas. O tratamento destes dados permite obter informação relevante acerca do desempenho e criação de valor pelo processo que contudo não está a ser aproveitada pela empresa.

O primeiro passo efetuado foi analisar a folha de cálculo e a consistência e fiabilidade dos dados nela contida para permitir uma correta análise da criação do Valor e Desperdícios. Com base no registo de tempos relativos ao ano de 2016 constatou-se a existência problemas detalhados no Anexo 12 derivados que processo de recolha e registo dados, bem como a própria folha de cálculo, permitem e que resumidamente são:

- Tempos com tarefas erradas ou código de máquina errado ou não preenchido;
- Tempos lançados em duplicado em dois dias do ano (248h a mais);
- Tempos que deviam ter o campo de Obra ou de OF preenchidos;
- Tempos com nº de OF incoerente com o nº de Obra;
- Máquinas muito utilizadas mas com poucas ou nenhuma horas registadas;
- Não inclui o absentismo impossibilitando saber se faltam registar tempos de funcionários ou se estes efetivamente faltaram;
- Não são identificados os tempos de trabalho extraordinário ou que são feitos por alteração do horário de trabalho ou por turnos;
- A folha não distingue as tarefas que Acrescentam Valor (AV) das que geram desperdício;
- Os tempos relativos a Resolução de não conformidades são difíceis de identificar.

Tendo em conta que em 2016 o total de horas registadas foi de cerca de 28.300h podemos considerar que, genericamente, teremos uma margem de erro na ordem dos 20%. Este facto pode não inviabilizar as análises efetuadas contudo deve ser tido em linha de conta nas conclusões que se obtenham.

Numa segunda fase procurou-se identificar o tempo que a empresa despense com atividades que acrescentam valor e com atividades que são consideradas desperdícios. Para isso classificaram-se as várias tarefas pelo critério de criação de Valor (e consequentemente desperdício). Desta forma temos:

- Atividades que acrescentam Valor **AV**
- Atividades que Não Acrescentam Valor mas são Necessárias **NAVN**
- Atividades que Não Acrescentam Valor e Desnecessárias **NAVD**

Discriminando as horas trabalhadas por cada Tarefa obteve-se os seguintes valores presentes na Tabela 31.

Tabela 31 - Tempos de 2016 por Tarefa e por criação de Valor

Descr. Tarefa	AV	NAVN	NAVD	S/Tarefa ou c/erro	Horas anuais	Peso %	% acumul
Fresagem CNC	4.875				4.875	17%	17%
Montagem	3.512				3.512	12%	30%
Soldadura	3.193				3.193	11%	41%
Torno	3.027				3.027	11%	52%
Furação radial	2.537				2.537	9%	60%
Fres Pequena	2.487				2.487	9%	69%
Fres Grande	1.310				1.310	5%	74%
Retificação plana	1.232				1.232	4%	78%
Manutenção		1.006			1.006	4%	82%
Apoio à Produção		704			704	2%	84%
Serrote	507				507	2%	86%
Limpeza Posto de Trab.		452			452	2%	88%
Apertar/Alinhar peça		347			347	1%	89%
Aguardar Serviço			333		333	1%	90%
Preparar ferramenta		317			317	1%	91%
Avaria			309		309	1%	92%
Bancada	303				303	1%	93%
Outras			202		202	1%	94%
(em branco)				198	198	1%	95%
Pintura	191				191	1%	95%
Restantes tarefas	575	469	179	98	1.321	5%	100%
Horas anuais 2016	23.746	3.295	1.023	296	28.359	100%	
%	83,7%	11,6%	3,6%	1,0%	100,0%		

Da análise desta Tabela 31 e da Figura 20 podemos concluir que:

- Das 28.359 horas trabalhadas, a empresa ocupou cerca de 84% do tempo de produção com tarefas que Acrescentam valor (AV);
- As tarefas que não acrescentam valor (NAV) somam o total de 4.318 horas correspondendo a cerca de 16% do tempo total
- As oito principais tarefas da empresa representam 78% da sua atividade e são tarefas que acrescentam valor;

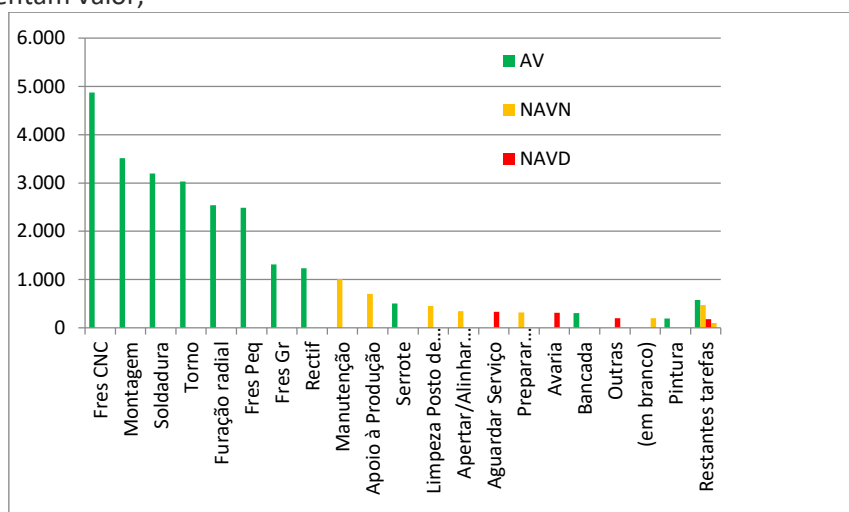
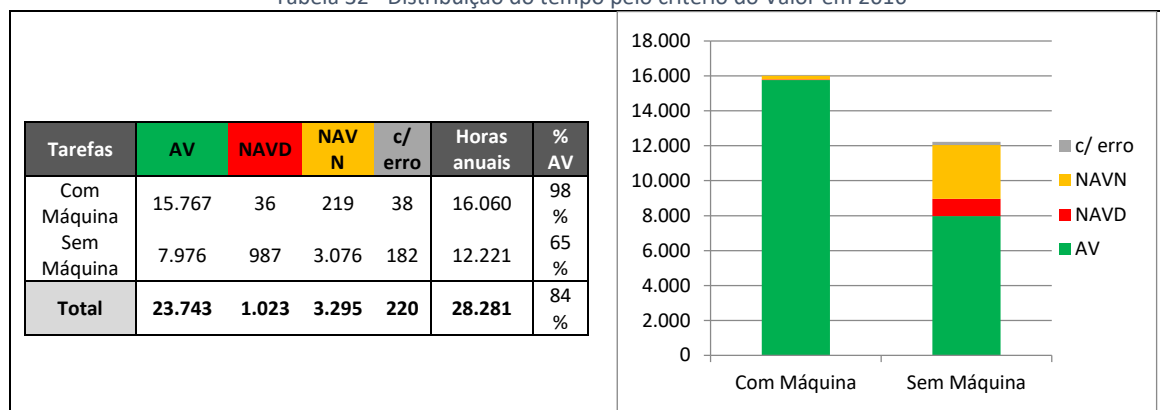


Figura 20 - Tarefas efetuadas em 2016

Fez-se a distinção entre tarefas que são feitas por máquinas e um segundo grupo que implicam o trabalho manual ou o recurso a aparelhos ou ferramentas de menor relevo como é o caso da Montagem e da Soldadura e a Manutenção.

Tabela 32 - Distribuição do tempo pelo critério do Valor em 2016



Como se pode constatar pela Tabela 32, as operações não associadas a máquinas apresentam mais horas que não acrescentam valor. Tal acontece porque tarefas como a Manutenção se encontram neste grupo. No entanto, o tempo de manutenção diz respeito a intervenções em máquinas sem que estejam devidamente identificadas.

Tabela 33 - tempos de trabalho 2016 por máquina e valor criado

Horas de máquinas	AV	NAVD	NAV N	c/ erro	Horas anuais	%	% Acum.	% AV
Fresadora JARBE FM1	2.865	2	34	13	2.914	18%	18%	98%
Falta identificar a máquina	2.512				2.512	16%	34%	100%
Fresadora HURÉ	1.678	15	147	2	1.841	11%	45%	91%
Mandriladora CNC Giddings	1.646		12	2	1.660	10%	56%	99%
Mandriladora JUARISTI	1.303	5	8		1.316	8%	64%	99%
Retificadora DYE	1.218	9	2	6	1.235	8%	71%	99%
Torno Mecânico SMOL	1.142		6		1.148	7%	79%	99%
MÁQ. FURAR RADIAL WMW	1.102	1		4	1.107	7%	86%	100%
Torno vertical SCHMIER	854				854	5%	91%	100%
Com erro no cod máq	613				613	4%	95%	100%
TORNO MECÂNICO PG	409				409	3%	97%	100%
Fresadora ONAK	140		4		143	1%	98%	98%
Torno Mecânico PG	103				103	1%	99%	100%
Fresadora JARBE F3	42	2			44	0%	99%	97%
Furadora de col. IBARMIA	38		1		39	0%	99%	97%
Furadora radial EFI	26				26	0%	99%	100%
Retificadora cilínd. COFIMSA	24			0	24	0%	100%	100%
Furadora de col. EFI	20				20	0%	100%	100%
Fresadora ANAYAK	14				14	0%	100%	100%
Brochadora OLENFULLING	14				14	0%	100%	100%
Prensa hidrául. 100T	6			8	14	0%	100%	43%
Serrote MAQFORT		2	5		7	0%	100%	0%
Punçoadora GEKA		2		3	5	0%	100%	0%
Escatelador Gripwell			2		2	0%	100%	
Fresadora BUTLER					0	0%	100%	
Centro maq. Vert HARTFORD					0	0%	100%	
Fresadora CORREA					0	0%	100%	
Retificadora REICHLE					0	0%	100%	
Máq. De furar radial ZJ					0	0%	100%	
Total Geral	15.767	36	219	38	16.060	100%		

Através da análise dos tempos de produção por máquina da Tabela 33 podemos concluir o seguinte:

- Existem horas de maquinagem (2.512h) sem qualquer máquina atribuída;
- A Fresadora Correa, segundo se apurou em chão de fábrica, foi uma das máquinas com mais uso no entanto não tem quaisquer horas registadas;
- De um parque de cerca de 30 máquinas deteta-se que 95% das operações de maquinagem são efetuadas por cerca de 10 máquinas;
- As restantes máquinas têm tempos residuais e sem identificar os motivos da sua escassa utilização. Por exemplo, a Fresadora Butler, a maior da empresa, não trabalhou o ano todo pois está a ser modernizada. Neste caso o tempo disponível da máquina devia estar registado como “Manutenção”.
- Outras máquinas encontravam-se operacionais mas tiveram muito pouca utilização, devendo o tempo de paragem ser identificado como “Não utilizada”. Desta forma é possível distinguir as máquinas não utilizadas devido a manutenções das máquinas não necessárias, permitindo diferentes interpretações em termos de gestão de recursos.

Procurou-se efetuar o apuramento do OEE das máquinas da empresa tendo como exemplo a máquina que mais trabalhou em 2016 – a fresadora CNC Jarbe FM1.

Tabela 34 - Tentativa de cálculo do OEE de uma máquina

Cálculo do OEE		Fresadora JARBE FM1 (Nº3)	
			Horas anuais
dias	365	8 Fres CNC	2.865
horas	24,0	20 Limpeza Posto de Trab	5
Máximo teórico	8.760,0	21 Avaria	1
Dias úteis	229	22 Manutenção	2
horas p/turno	8	23 Aguardar Serviço	2
turnos prev	1	31 Apertar/Alinhar peça	13
Tempo de produção planeado (horas)	1.832	32 Apoio à Produção	4
Tempo de operação real (horas)	2.865	35 Preparar ferramenta	8
Paragens não planeadas (horas)	48	36 Programação	2
Tempo de produção real	2.913	(em branco)	13
Diferença (horas)	1.081	Total Geral	2.913
Disponibilidade	98%		
Performance	????		
Qualidade	????		
OEE	????		

Pelos dados da Tabela 34 podemos determinar:

- A máquina trabalhou cerca de 1.081h a mais que o previsto não se sabendo se trabalhou em regime de 2 turnos ou em horas-extra. Caso tenha trabalhado em dois turnos ficou muito tempo parada ($3664-2913=751h$);
- Não existem dados que permitam apurar a performance;

- Não existem dados relativos a retrabalhos ou defeitos que permitam determinar o rácio de qualidade;
- O eventual rácio de disponibilidade de 98% é irrealista face ao que se observou em chão-de-fábrica, isto é, muitas paragens não foram devidamente registadas;

Desta forma podemos concluir que não é possível determinar o OEE de cada máquina devido aos seguintes fatores:

- Algumas das máquinas não são para exploração intensiva, ou seja, existem para execução de algumas operações menos frequentes;
- A empresa não tem produto ou produção standard, não existindo padrões relativos, por exemplo, a nº de peça/hora ou velocidades-padrão logo não é possível aferir a diminuição da performance de cada máquina;
- O sistema de registo de tempos não identifica horas de absentismo, horas-extra efetuadas, horas gastas com retrabalhos e correções de não conformidades e horas efetuadas por turnos.

Presume-se também a percentagem de horas que criam valor, 84% das horas totais de produção, correspondem a um desempenho demasiado otimista uma vez que, das observações efetuadas em chão de fábrica, os tempos que Acrescentam Valor são registados com muitas falhas e não transparecem microparagens e ineficiências de vária ordem. Esta realidade faz com que, por cada hora de suposta produção, uma grande fatia seja de desperdícios que não apurados.

No Anexo 2 podemos ver o trabalho efetuado com o objetivo de estimar o tempo efetivamente gasto com atividades que não acrescentam valor desnecessárias (NAVD) geradas pelas ineficiências do processo de produção. Os passos realizados foram os seguintes:

- Identificar, na perspetiva do operador, todas as etapas do processo produtivo;
- Identificar, para cada etapa, as falhas mais comuns no dia-a-dia, descritas pelos próprios funcionários que, na sua maioria, não são discriminadas no registo dos tempos de fabrico por durarem poucos minutos ficando “escondidas” nos tempos AV, NAVN e também NAVD;
- Para cada uma das falhas o operador estimou a frequência com que ocorrem numa escala que vai desde “Raramente” (poucas vezes ao ano) até “Muito frequente” (várias vezes por dia);
- Estimou-se o tempo médio, em minutos, gasto com cada “micro-desperdício” gerado pela diminuição da eficiência dos recursos ou outra causa;
- Do produto entre a frequência e os minutos obteve-se o tempo que ao longo do ano um operador gasta com desperdícios e não são registados.

Resumindo o Anexo 2 obteve-se a seguinte distribuição do tempo anual disponível teórico de 1.840h (230dx8h) em função do tipo de micro- ineficiências que consta na Tabela 35.

Tabela 35 - Horas gastas com micro-ineficiências por ano

Tipo de Ineficiência em microtempos	H/ano	%
Durante fabrico (AV)	269	15%
No transporte e movimentação	278	15%
Na preparação de ferramentas	245	13%
Na preparação de dados	180	10%
Na validação dos materiais e produtos	165	9%
Na coordenação	17	1%
Total de ineficiência em microtempos	1153	63%
Tempo restante a realizar tarefas	687	37%
Tempo disponível teórico	1840	100%

Interpretando a tabela temos a seguinte informação:

- Um operador gasta 1.153 horas por ano em micro-ineficiências correspondendo a 63% do seu tempo de trabalho;
- Cerca de 269h de micro-ineficiências surgem durante a realização de atividades que acrescentam valor (AV);
- 884h referem-se a micro-ineficiências que surgem durante as atividades NAVN e NAVD;
- O tempo restante (687h) será para a realização “normal” de todas as tarefas contudo não sabemos qual será a proporção das mesmas. Sabemos apenas que o tempo que o operador Acrescenta valor ao produto será menos de 37% do tempo total de trabalho.

Para se extrapolar o tempo efetivo de horas AV recorreu-se às horas registadas em 2016 em que temos como horas AV uma percentagem de 84% e as restantes (NAVN e NAVD) de 16%. Com estas percentagens distribuiu-se as 687 horas de atividade com o resultado na Tabela 36.

Tabela 36 - Apuramento das horas efetivas que Acrescentam Valor (AV)

	cálculo	valor obtido	% obtida
Microtempos durante tempos AV	269	269	15%
Microtempos durante tempos NAV	884	884	48%
Tempo a realizar tarefas AV	84%*687	577	31%
Tempo a realizar tarefas NAV	16%*687	110	6%
Horas anuais totais	1.840	1.840	100%

A conclusão que podemos tirar da Tabela 36 é que o tempo efetivo de horas que acrescentam valor de um operador rondará os 31% do seu tempo de trabalho.

Tabela 37 - Comparação das duas formas de analisar a criação de valor

Análise da criação de valor	AV	NAV	total	Num dia de 8h		
				AV	NAV	total
Pelos tempos de 2016	84%	16%	100%	6,7	1,3	8,0
Pelas perdas em microtempos	31%	69%	100%	2,5	5,5	8,0

Isto significa, pela análise da Tabela 37, que haverá uma disparidade muito grande entre os tempos AV registados em 2016 (84% do total) e a realidade (31%). Ou seja, num dia de 8 horas apenas cerca de 2,5 horas da ação de um funcionário se destinará a criar valor para o cliente. As restantes 5,5 horas serão de “luta” contra ineficiências e desperdícios. Importa referir que o método de apuramento baseado no mapa do Anexo 2 apresenta algumas limitações uma vez que foi feito apenas a 3 operadores, as frequências e tempos baseiam-se na perceção subjetiva de cada operador, mostrando-se também demasiado extenso e com aspetos a serem melhorados.

3.2 Identificação dos principais problemas e oportunidades de melhoria

Após a fase de recolha e análise de dados fez-se na Tabela 38 e Tabela 39 a lista dos principais problemas e oportunidades de melhoria relativas a cada subprocesso e recurso afetos ao processo principal.

Tabela 38 - Problemas detetados nos subprocessos

Subprocesso	Problema	Possível solução
Abertura de Pedido	Processo relativamente lento	Emitir capa de Obra por Excel
Avaliação e triagem	Aceitação de novas encomendas com base na intuição da carga de produção em curso	SPCP
	Ferramentas de orçamentação limitadas	Melhorar folha de orçamentação
Orçamentação	Não é feita a simulação de maquinaria em CNC	Software CAM para simulação das operações
	A abertura de uma Obra é um processo lento	Informatizar a abertura de obra
Abertura de Obra e OFs	As OF criadas no ERP não são rastreáveis	SPCP
	As ordens de fabrico têm pouca informação relativa a sequência de fabrico, prazos e requisitos do cliente	Melhorar conteúdos de OF
	Os dados das OF não são integrados num plano de produção	SPCP
	Não há uma Lista de materiais por Obra ou OF	Criar Lista de materiais
Preparação de materiais	As Requisições Internas não são feitas através do ERP	Rever procedimentos do processo
	Não há uma distinção entre funções de Logística, Compras e Aprovisionamentos	Definir organigrama
Fornecimentos	Algumas compras não são feitas através do ERP	Rever procedimentos de compra
	Não há procedimentos para a validação de materiais recebidos e expedidos	Criar procedimentos para receção e expedição de materiais
	Os materiais rececionados, em circulação ou a expedir não têm qualquer identificação	Criar etiquetas de identificação
	Os materiais são armazenados sem critério misturando matérias-primas, produto acabado, em curso e sucata	Definir áreas de armazenagem
	Difícil acompanhamento de encomendas a fornecedores pendentes	Aproveitar melhor ERP existente
	O Registo de entradas e saídas de materiais de armazéns para produção tem falhas	Aproveitar melhor ERP existente
	Movimentação, cargas e descargas de materiais é lento	Melhorar condições aplicar 5S
	Deficiente gestão de ferramentas e utensílios	Criar um sistema de controlo de ferramentas
Preparação da obra na Produção	Feita tardiamente quando a obra já deveria arrancar em produção	Antecipar e integrar a Preparação da obra
	Não é feita juntamente com a preparação de materiais e abrangendo todas a gama operatória	Antecipar e integrar a Preparação da obra
	Só são detetadas as faltas de ferramentas, de recursos e lacunas técnicas quando a obra está em produção	Antecipar e integrar a Preparação da obra

Subprocesso	Problema	Possível solução
Produção	Falta de coordenação entre secções da produção	Definir um responsável único pela gestão da produção
	Produção não nivelada devido a excesso ou diminuição de encomendas	Sistema de planeamento e controlo da produção
	Dificuldade em fornecer informação fiável acerca de estado da cada Obra	Sistema de planeamento e controlo da produção
	A produção não sabe que já chegaram materiais ou quando estão prontos de outras secções	Sistema de Kanban para Ordens de fabrico e gestão visual
	Não existe um registo de autocontrolo dimensional	Criar folha de controlo dimensional
	Não existe um registo e resolução de não conformidades	Criar um SGQ
	Só terminando uma obra é que se prepara o trabalho seguinte	Gestão visual / Kanban para OFs
	Postos de trabalho desarrumados com acumulação de ferramentas e de resíduos (limalhas)	Implementar 5S
Registo de tempos de produção	Demasiadas deslocações dos operadores em busca de ferramentas, meios de movimentação, etc.	Preparação atempada da obra e fornecimento ferramentas
	Erros ou lacunas no preenchimento das fichas de tempos pelos operadores	Melhorar sistema de recolha e registo de tempos e consumos
	Validação dos dados é escassa ou feita de forma tardia	Validação diária de registos de tempos
	A folha de Cálculo de registo de tempos é limitada, permite erros e não está integrada com as Obras	SPCP
Avaliação da Obra	O registo de tempos na folha é feito de forma tardia	Melhorar sistema de recolha de dados
	Os dados relativos a tempos e consumos de uma obra são pouco fiáveis e morosos de obter	Melhorar sistema de recolha de tempos e SPCP
	O apuramento de desvios entre tempos e consumos previstos e os reais é moroso	SPCP
Expedição e faturação	Não está definido quem valida a expedição	SGQ
	A Embalagem e carga de materiais são muito lentas	Melhorar condições de embalagem, cargas e descargas

Relativamente aos recursos associados ao processo destacam-se na Tabela 39 os principais problemas ou oportunidades de melhoria.

Tabela 39 - Problemas nos recursos associados ao processo

Recursos do Processo	Problemas/oportunidades de melhoria	Possível Solução
Organização	Não há um organigrama formal e descrição de funções	Definir organigrama
	Os processos não estão documentados	Redigir e validar processos
	Não há um SGQ	Implementar um SGQ
	Não está prevista a implementação do Lean	Sensibilização para o Lean
	Não estão definidos KPI	Definir KPI para os processos
Pessoas	Poucas pessoas para assumir responsabilidades funcionais	Contratar quadros técnicos
	Não se incentiva a apresentação de sugestões	Caixa de sugestões
Equip. Produtivos	Parque de máquinas antigo e a necessitar manutenção	Plano de manutenção
	Tecnologias necessitam de ser atualizadas	Modernização de máquinas
	Falta de gestão da manutenção	Nomear responsável pela manutenção
	Alguns equipamentos não são utilizados	Definir equipamentos a abater
	Ferramentas e DMM não são aferidas periodicamente	SGQ

Condições Logísticas	Corredores de circulação de materiais e pessoas estreitos ou inexistentes	Definir layout com corredores marcados
	Áreas de armazenagem não definidas	Definir áreas de armazenagem
	Alguns armazéns ocupados com monos e desarrumados	Implementar 5S
Layout	Meios de movimentação desarrumados e dispersos	Definir sítios fixos para empilhador, porta-paletes, cintas, etc.
	O Layout indefinido em algumas áreas	Rever layout
	Desarrumação de materiais e não identificados	Implementação de 5S
Instalações	Mau aproveitamento de espaços	Colocar estantes para matéria-prima
	Iluminação fraca e pouco económica	Aproveitar iluminação natural e Lâmpadas LED
	Custos com energia reativa muito elevados	Substituir baterias condensadoras
Sistemas de informação	Sistema de ar comprimido e compressor ineficiente	Substituir compressor
	Informação em rede desorganizada e sem hierarquias	Melhorar rede de computadores
	A rede interna não engloba todos os terminais de computadores e máquinas	Ligar máquinas a rede interna

3.3 Seleção de ações de melhoria e plano de implementação

Na Tabela 40 apresenta-se o conjunto de medidas selecionadas para serem implementadas na empresa dadas as potenciais melhorias que podem gerar.

Tabela 40 - As Ações de melhoria selecionadas

	Ação de melhoria	Objetivos
1	Sensibilização para a mudança	Sensibilizar, formar e facilitar implementação de mudanças
2	Organigrama	Organizar funções e responsabilizar
3	Redefinição de processos	Simplificar, reduzir tempos e agilizar tarefas
4	Folha de orçamentação	Agilizar e aumentar capacidade de resposta de orçamentação
5	SPCP	Melhorar planeamento e controlo de produção, melhorar a comunicação, promover gestão puxada e a Gestão visual
6	KPI	Melhorar controlo e análise de desempenho em tempo útil
7	Reorganizar Rede interna	Melhorar comunicação e agilizar processos de produção
8	SGQ	Reduzir erros, satisfazer requisitos de clientes de qualidade e rastreabilidade e reduzir custos
9	Etiquetas de identificação	Melhorar arrumação e reduzir tempos e erros de picking
10	Condições de armazenagem	Aproveitar espaços, reduzir tempos e melhorar segurança
11	Transportes internos	Reduzir tempos de processo e reduzir riscos
12	Implementação dos 5S	Eliminar “monos”, racionalizar recursos, reduzir tempos
13	Gestão de ferramentas	Melhorar controlo, agilizar processo, reduzir tempos e custos
14	Célula um operador duas máquinas	Rentabilizar recursos e aumentar produtividade

A sequência das medidas apresentadas não obedece a nenhum critério de implementação uma vez que são autónomas. Não foi, portanto, definido um plano, no entanto, podemos distinguir que as medidas têm naturezas distintas - umas são de

caráter estratégico e organizacional, outras associadas ao processamento e monitorização de informação e outras de natureza operacional e de atuação sobre os recursos físicos. Houve a preocupação, como podemos verificar na Tabela 41, que cada medida proposta tenha impacto em diferentes componentes do processo de satisfação de encomendas.

Tabela 41 - Impacto das ações de melhoria nos recursos e processos

Processo de satisfação de encomendas	Recursos do Processo						Subprocessos								
	Organização	Pessoas	Equip. Produtivos	Equip. Logística	Layout e Instalações	Sistemas de informação	Negocial	Preparação de obra	Fornecimentos	Planeamento da produção	Produção	Controlo da produção	Expedição	Avaliação	Gestão de Não conformidades
Sensibilização para a mudança	✓	✓					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Organigrama	✓	✓					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Redefinição do processo	✓	✓					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Folha de orçamentação							✓							✓	
SPCP						✓	✓	✓		✓		✓		✓	
KPI			✓				✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓
Rede interna	✓					✓		✓			✓				
SGQ	✓	✓									✓				✓
Etiquetas				✓					✓				✓		
Melhorar armazenagem				✓	✓				✓				✓		
Melhorar movimentação de materiais				✓	✓				✓		✓		✓		
Implementação dos 5S	✓		✓		✓				✓		✓				
Melhorar gestão de ferramentas						✓		✓	✓	✓	✓				
Célula um operador- duas máquinas		✓									✓				

3.4 Ações de Melhoria - Implementação, controlo e ajustamento

As ações de melhoria selecionadas são em seguida apresentadas com diferentes graus de detalhe e também de abrangência em função do nível de implementação que se atingiu.

3.4.1 Sensibilização para a mudança

Como se constatou na literatura revista um dos fatores críticos mais importantes para o sucesso das ações de melhoria consiste no grau de empenho e envolvimento das pessoas da empresa nessas ações. Para tal foram definidos grupos-alvo e formas de distintas de abordagem tendo em conta cultura atual da empresa, dimensão, a estrutura informal existente e o desconhecimento da cultura Lean.

Tabela 42 - Metodologia para garantir o envolvimento e a colaboração das pessoas

Grupo-alvo	Forma de abordagem
Gerência	<ul style="list-style-type: none"> • Explicação dos objetivos da dissertação • Conversas em chão-de-fábrica sobre desperdícios observáveis e possíveis soluções; • Análise da viabilidade da implementação das soluções
Quadros e indiretos	<ul style="list-style-type: none"> • Explicação dos objetivos da dissertação; • Questionário na fase de recolha de dados acerca das suas ações no dia-a-dia e discussão de problemas e desperdícios que identificam e possíveis soluções; • Apresentação de alguns conceitos Lean e suas ferramentas • Envolver cada um nas ações e ferramentas a desenvolver
Operários	<ul style="list-style-type: none"> • Questionário sobre as tarefas exercidas no dia-a-dia, problemas e desperdícios que percebem e possíveis soluções; • Promover as vantagens das ações e envolver cada um na sua implementação • Apresentar de forma visual alguns conceitos Lean e a evolução de alguns KPI

3.4.2 Proposta de organigrama e descrição de funções

A ausência de uma organização bem definida e de responsáveis por determinadas áreas funcionais poderá ser resolvida pela definição de um organigrama e um manual com a descrição de funções e de procedimentos internos. A empresa necessita de ter uma equipa bem estruturada onde cada função tenha um responsável e onde cada um saiba as suas funções, competências e responsabilidades. Na Figura 21 apresenta-se uma proposta de organigrama compatível com as necessidades detetadas.

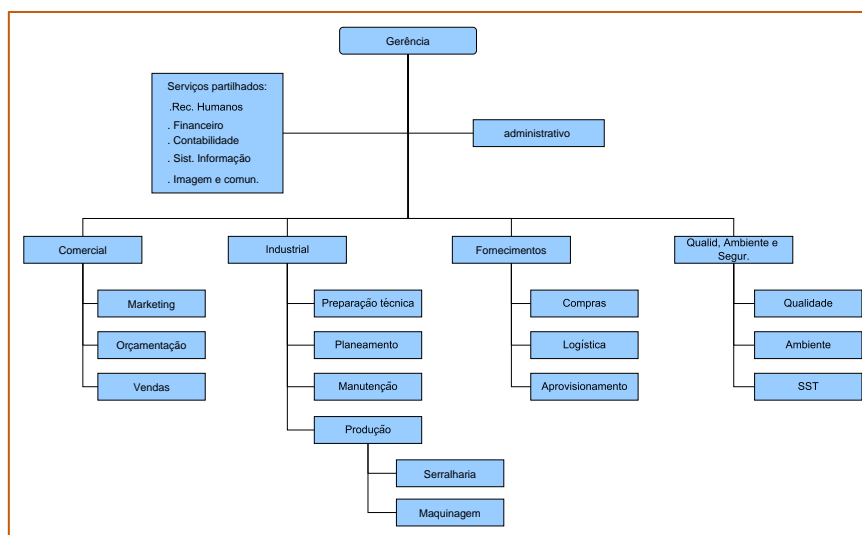


Figura 21 - Proposta de organigrama

Em função dos recursos humanos existentes e do organigrama proposto a concretização desta estrutura passará por contratar mais pessoas devidamente qualificadas para um conjunto de funções sem responsáveis. Nesse sentido, durante o ano de 2017 foi contratado um responsável pela manutenção e um responsável pelo planeamento e controlo da produção. Esta medida permitiu aproximar o VSM existente do VSM do estado futuro que se pretende que consta na Figura 17.

3.4.3 Redefinição do Processo de satisfação de uma encomenda

Após a análise efetuada ao processo de satisfação de uma encomenda e respetivos subprocessos no capítulo anterior cujos fluxogramas constam no Anexo 3, estes foram revistos considerando as melhorias propostas.

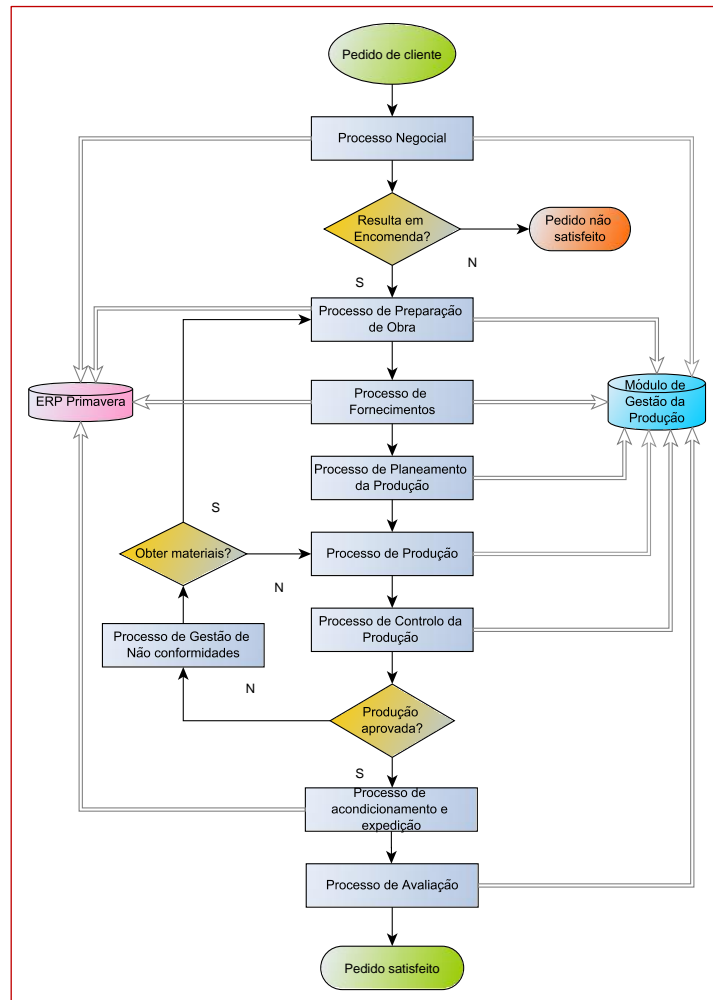


Figura 22 - Proposta de novo Fluxograma do processo c/fluxo de informação

Na Figura 22 podemos ver o fluxograma global do Processo de satisfação de encomendas melhorado. As principais alterações e benefícios para o processo de satisfação de uma encomenda:

- Pela primeira vez efetuou-se o desenho e descrição do processo e subprocessos existentes que nunca foram documentados;
- A representação gráfica permitiu identificar lacunas e problemas do estado atual e elaborar um estado futuro com processos otimizados e áreas funcionais claras;
- Agregou-se vários subprocessos em outros mais abrangentes e coerentes com as áreas funcionais;
- Identificou-se as necessidades relativas a sistemas de informação que melhorem a integração e processamento de informação;

Gestão de não conformidades	<ul style="list-style-type: none"> O autocontrolo deverá funcionar para todas as ordens de fabrico O registo de reclamações e de não conformidades deve ser reativado
Embalagem e expedição	<ul style="list-style-type: none"> A adoção de ferramentas visuais e etiquetas permitem uma rápida identificação de materiais rececionados e a expedir
Avaliação da Encomenda	<ul style="list-style-type: none"> O apuramento do resultado de uma Obra passa a ser imediato

3.4.4 Folha de cálculo de orçamentação

As limitações da folha de cálculo de orçamentação que a empresa utilizava no final de 2016 impediam a celeridade e o rigor do processo de orçamentação necessários para a satisfação dos pedidos de clientes. Não se encontrando no mercado de software uma alternativa válida, tendo em conta as características da empresa e da sua atividade, optou-se por melhorar a folha de cálculo existente. Uma nova versão com melhorias significativas foi adotada pela empresa em Janeiro de 2017. Posteriormente em janeiro de 2018 implementou-se outra versão melhorada. Para a avaliação do desempenho das diferentes versões da folha de Orçamentação procedeu-se à cronometragem do tempos de orçamentação de 10 orçamentos distintos, ou seja, variando o nº de posições a orçamentar, o nº de tarefas da gama operatória, o nº de linhas de materiais de FSE (fornecimentos e serviços externos).

Tabela 44 – Comparação do desempenho das folhas de cálculo de orçamentação

Folha de orçamentação	Versão inicial de 2016	Versão Jan 2017	Versão Jan 2018
Nº de posições por folha de cálculo	5	30	50
Quadro de resumo?	Não	Sim	Sim
Copiar dados para ERP	Difícil (copiar linha a linha)	Fácil (copiar todas em simultâneo)	Fácil (copiar todas em simultâneo)
Facilidade de efetuar alterações	Difícil	Fácil	Fácil
Folhas a imprimir	1 por peça	1 para 30 peças	1 para 50 peças
Impressão de capa de consulta?	Não	Sim	Sim
Tabelas de dados técnicos	Não	Não	Sim
Orçamentar 1 a 5 posições (horas)	0,90	0,78	0,72
Orçamentar 6 a 30 posições (horas)	5,76	4,50	4,32
Orçamentar 31 a 50 pos. (horas)	14,00	8,80	8,00

Em função dos tempos apurados (ver Tabela 44) procedeu-se à quantificação da melhoria entre versões de folha de cálculo. Para tal calculou-se, tendo como referência o número de orçamentos efetuados no 1º Trimestre de 2016 e a sua distribuição pelo número de posições por orçamento, obtendo valores constantes na Tabela 45

Tabela 45 – Determinação da melhoria de orçamentação com base nos orçamentos do 1º Trim. de 2016

Cálculo dos tempos de orçamentação - Referencial: Nº de orç do 1º Trimestre de 2016							
Minutos estimados	Horas/orç			Nº Orç 1º Trim 2016	Horas/trim		
	V2016	V2017	V2018		V2016	V2017	V2018
Orçamentar 1 a 5 posições	0,90	0,78	0,72	172	155	134	124
Orçamentar 6 a 30 posições	5,76	4,50	4,32	82	472	369	354
Orçamentar 31 a 50 posições	14,00	8,80	8,00	4	56	35	32
				258	683	538	510
Horas anuais					2.732	2.153	2.040
Poupança/ano (horas)						-579	-113
						-21,2%	-5,3%
Melhoria de 2016 para 2018 (horas)							-692
							-25,3%
Tempo médio pond p/Orç - Método 1 (horas)					2,65	2,09	1,98
						-21,2%	-5,3%
Varição 2016-2018 do tempo médio de orçamentação							-25,3%

Resumindo a Tabela 45, de 2016 para 2018, as melhorias efetuadas reduziram em cerca de 692 horas o tempo de orçamentação para um mesmo conjunto de orçamentos significando que, em média a elaboração de um orçamento passou de 2,65 para 1,98 horas tal como vemos na Figura 24 o que equivale a uma redução de 25,3% do tempo gasto para o mesmo nº e dimensão de orçamentos.

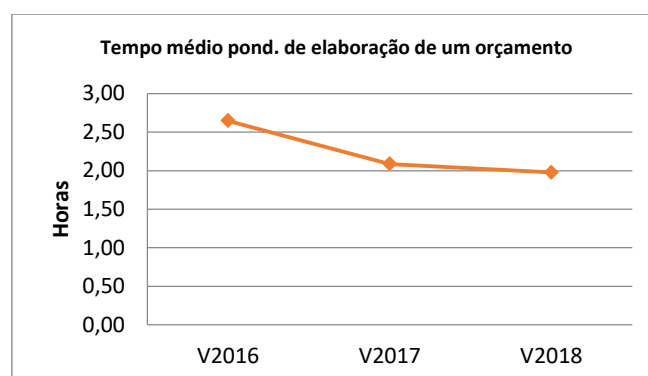


Figura 24 - Tempo médio de elaboração de um orçamento (horas)

3.4.5 Sistema de planeamento e controlo da produção

A melhoria do processo de produção e a gestão eficiente dos recursos passará inevitavelmente pela implementação de um Sistema de Planeamento e Controlo da Produção adequado à empresa. As vantagens deste sistema não impedem que esta ferramenta não seja considerada uma prioridade de investimento da empresa devido aos seguintes argumentos:

- A pequena dimensão da empresa face ao valor significativo do investimento;
- As dificuldades em implementar o sistema face aos hábitos existentes;
- A complexidade e multiplicidade de variáveis a considerar;
- Os recursos necessários a afetar para garantir a fiabilidade da informação;
- A impossibilidade de existir planeamento de produção realista neste setor;

Face a estes factos a solução que se propõe passa por criar uma folha de cálculo à medida e com as capacidades constantes na Tabela 46.

Tabela 46 - Principais requisitos para o sistema de gestão da produção da empresa

Planeamento	<ul style="list-style-type: none"> • Registo das OF e Introdução de tempos, tarefas e de datas previstas para a OF; • Determinação da capacidade disponível prevista para um período (dia, ano, etc.) • Criação e emissão de Ordens de Fabrico; • Determinação do Takt-time “genérico” de cada OF
Controlo	<ul style="list-style-type: none"> • Integração dos registos de tempos de ocupação dos recursos produtivos; • Determinação da capacidade ocupada atual e futura; • Análise de desvios entre tempos previstos e reais; • Análise da criação de Valor e desperdícios de tempo; • Apuramento do resultado de cada obra.

Não se pretende que este sistema efetue automaticamente o escalonamento otimizado da produção. A informação que este produzir relativamente a prazos, obras em carteira, capacidade tomada atual e futura, que se pretende sintética, visualmente clara e de rápida interpretação, apoiará a tomada de decisões em tempo útil relativas à intervenção no processo produtivo da forma mais adequada para nivelar a produção e garantir fluxos contínuos. O SPCP criado baseado numa folha de cálculo possui a estrutura base conforme a Tabela 47.

Tabela 47 - Estrutura base do SPCP

Entrada de dados	Registo da capacidade máxima por recurso	Registo da capacidade disponível por recurso	Registo dos tempos previstos por OF	Registo dos tempos reais de Produção
Planos agregados	Plano de capacidade máxima instalada	Plano de capacidade disponível	Plano previsto de produção	Plano real de produção
Principais outputs	<ul style="list-style-type: none"> • Potencial de produção 	<ul style="list-style-type: none"> • Previsão de produção • Análise da necessidade de recursos 	<ul style="list-style-type: none"> • Takt-time por OF • Prazos das OF • Prever necessidade de horas-extra ou subcontrato • Possibilidade de aceitar mais encomendas 	<ul style="list-style-type: none"> • Resultado e Desvios p/OF • Desempenhos dos recursos • Taxa de cumprimento de prazos • Desníveis de ocupação dos recursos

Esta nova folha de cálculo presente no Anexo 11 foi implementada no início de 2017 tendo como objetivo inicial melhorar a informação obtida com base nos tempos de fabrico no entanto, como se verificou na análise aos tempos de 2017, não houve melhorias significativas nas horas com erros como podemos ver no Anexo 12. As causas detetadas para a fraca melhoria são:

- O registo de tempos na produção ainda ser feito em papel e os funcionários continuam a cometer erros no seu preenchimento;

- A validação e correção dos dados das folhas continua quase inexistente fazendo com que ainda se transponham para o computador os erros provenientes da produção;
- Apesar de melhorada, a folha de cálculo ainda permite campos vazios e outros não limitados por uma tabela de valores pré-definidos;

Como se vê na Figura 25, tentou-se fazer o controlo visual dos prazos das obras através de um quadro com o calendário e com *post-its* por cada obra no entanto este método mostrou-se pouco eficaz dado o nº médio de 50 obras em curso que sobrecarrega o mapa. Mesmo colocando apenas algumas das obras, a necessidade de uma constante atualização manual do quadro retirou o efeito desejado a esta solução.

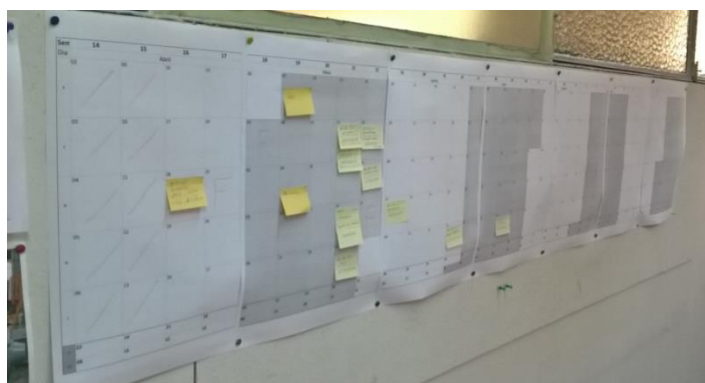


Figura 25 - Mapa de gestão de prazos de obras

Em 2018 criou-se uma folha de cálculo mais completa que vai buscar um conjunto de ideias às ferramentas Lean para se obter informação mais fiável:

- Poka Yoke – Iniciando o registo de um tempo não permite a existência de campos vazios ou com informação não pré validada;
- Apresenta Gráficos Yamazumi de análise de desempenho de máquinas e funcionários;
- Informação visual pois apresenta em cores as OF cujo prazo foi ultrapassado, as que têm uma sobrecarga;
- Apresenta um painel de bordo com a evolução de alguns KPI;
- Visualização de tempos AV, NAVN e NAVD com recurso a tabelas e gráficos dinâmicos;
- Determinação do Takt time aproximado de cada OF.

No entanto, sendo mais complexa e maior em termos de ficheiro, a velocidade de processamento é muito lenta. A folha tem também limitações quando várias pessoas a usam em simultâneo e não permite que se efetue diretamente da Produção o registo dos tempos de fabrico. Em alternativa iniciou-se a criação de uma base de dados em *software open source* e cuja estrutura de relações de dados se apresenta na Figura 26.

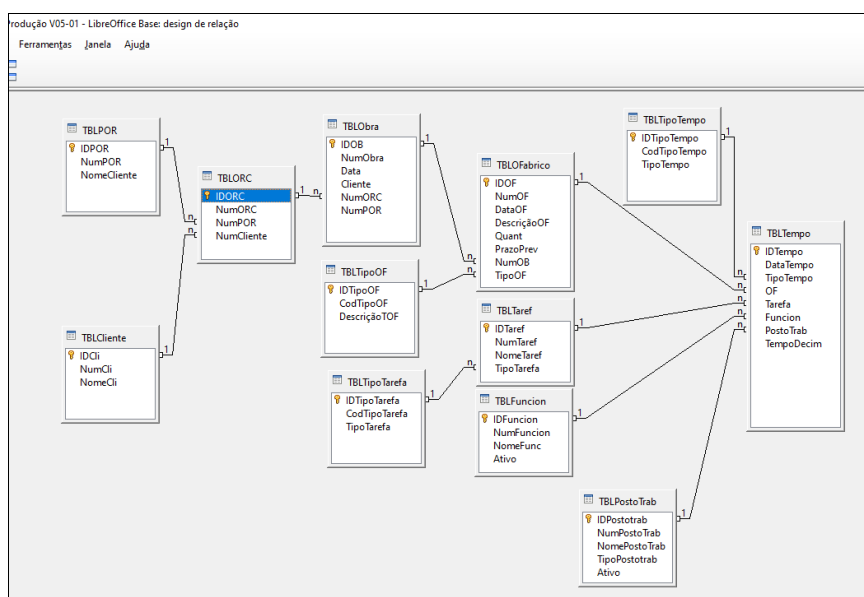


Figura 26 - Proposta de relação de tabelas da Base de dados a implementar

Apesar das melhorias que a nova solução pode trazer, está longe de ter as potencialidades de um dos SPCP existentes no mercado pelo que a empresa deverá futuramente equacionar a aposta numa solução compatível com o ERP que possui assegurando que seja parametrizável em função das suas necessidades, garanta a estabilidade e a segurança dos dados do sistema. De qualquer forma, mesmo com a ferramenta existente e que ainda poderá ser melhorada, as vantagens obtidas são:

- Integração de dados até agora dispersos permitindo o seu cruzamento e a obtenção de informação relevante relativa ao desempenho dos recursos;
- Maior celeridade na introdução de dados e de validação dos mesmos;
- Maior rapidez na emissão de documentos como OF e capa da Obra;
- A possibilidade de prever a ocupação atual e futura dos recursos produtivos da empresa de forma a tomar decisões em tempo útil relativamente a aceitação de encomendas, necessidade de horas-extra e de recurso a subcontratos;
- Possibilidade de analisar a criação de valor e desperdícios mais rapidamente;
- Mais rapidez na análise de resultados e de desvios de tempos em cada OF

3.4.6 Definição dos KPI de avaliação e controlo do processo

A empresa não utilizava qualquer indicador que permitisse avaliar o desempenho do processo de satisfação de encomendas de clientes. Os KPI (Key Performance Indicators) são fundamentais para quantificar determinados aspetos relativos ao processo num determinado momento e avaliar a evolução desses indicadores ao longo do tempo.

Os indicadores-chave em seguida propostos na Tabela 48 têm como objetivo medir a melhoria do processo de satisfação de encomendas e não propriamente desempenho da empresa em termos económicos e recorrem a um conjunto de dados presentes no Anexo 8.

Tabela 48 - Os KPI propostos

Subprocesso	Descrição do KPI
Orçamentação	<ul style="list-style-type: none"> Tempo médio de resposta a um POR Taxa de POR que deram origem a orçamentos
Preparação de Obra	<ul style="list-style-type: none"> Tempo médio entre a abertura da Obra e o seu início em produção Tempo médio entre Requisições Internas e Receção do material na Produção Quantidade de horas de Preparação de obras sobre as horas totais Quantidade de horas de Programação de máquinas sobre as horas totais
Fornecimentos	<ul style="list-style-type: none"> Quantidade de horas a aguardar materiais sobre horas totais Quantidade de horas a aguardar ferramentas sobre horas totais
Produção	<ul style="list-style-type: none"> Taxa de Horas que AV sobre Horas totais trabalhadas Taxa de tempo desperdiçado - Horas que NAVD/Horas totais Taxa de não qualidade - Horas gastas com RNC sobre horas totais Taxa de eficiência de cada funcionário (horas AV do func./Horas totais) Taxa de eficiência de cada máquina (horas AV da máq./Horas totais)
Registo de tempos	<ul style="list-style-type: none"> Horas com erros nos registos de tempos

Apresenta-se em seguida a explicação de alguns dos KPI a utilizar, a sua fórmula, como podem ser interpretados e as condicionantes que possam existir à informação obtida.

KPI 1	Tempo médio de elaboração de orçamento (dias)
Descrição	Permite saber, em média, quantos dias demora a elaborar um orçamento.
Fórmula	$\frac{\sum(DORC - DPOR)}{QORC}$
Interpretação	O aumento do nº de dias pode indicar problemas no processo de orçamentação
Condicionantes	A dimensão e complexidade dos orçamentos podem afetar o tempo de elaboração
KPI 2	Taxa de resposta a Pedidos de orçamento (%)
Descrição	Permite saber qual a capacidade da empresa responder com orçamento aos pedidos de orçamentos
Fórmula	$\frac{QPOR \text{ com Orçamento}}{QPOR} \times 100$
Interpretação	É a relação entre os Pedidos de Orçamento que deram origem a pelo menos um Orçamento e o número total de Pedidos de Orçamento. A diminuição da percentagem pode significar pouca capacidade para responder aos pedidos dos clientes
Condicionantes	Existem Pedidos de orçamento que não são orçamentados por não serem do nosso âmbito ou não poderem ser satisfeitos devido a um fator

KPI 3	Tempo médio de início da produção de uma OF (dias)
Descrição	Permite saber, em média, quantos dias demora a iniciar a produção de uma OF
Fórmula	$\frac{\sum(DRIP - DOF)}{QOF}$
Interpretação	O aumento do nº médio de dias pode significar problemas na preparação da obra, atrasos nos fornecimentos ou indisponibilidade para iniciar a obra na produção
Condicionantes	

KPI 4	Tempo médio de atraso da entrega das OF ao cliente (dias)
Descrição	Permite saber, em média, quantos dias se atrasaram as OF que foram entregues fora do prazo acordado com os clientes
Fórmula	$\forall(DREC - DPEC > 0) \rightarrow \frac{\sum(DREC - DPEC)}{QOF}$
Interpretação	Se a média dos dias de atraso das OF que sofreram atrasos aumentar significa que a empresa tem problemas em processar as encomendas, logo em cumprir prazos
Condicionantes	O indicador não permite saber qual das etapas do processo foi responsável pelo atraso
KPI 5	Taxa de eficiência dos funcionários (%)
Descrição	Permite saber, por funcionário ou pelo conjunto dos operadores, do total de horas que esteve presente na empresa qual a percentagem que ocupou com tarefas que acrescentam valor
Fórmula	$\frac{TRTAV}{TRFD} \times 100$
Interpretação	Quanto maior for a percentagem melhor será o desempenho. Do tempo real em que o funcionário está disponível na empresa, quanto mais horas ocupar com atividades que acrescentam valor, melhor.
Condicionantes	Alguns funcionários têm predominantemente têm funções atribuídas que não geram valor
KPI 6	Taxa de eficiência das máquinas (%)
Descrição	Permite saber, por máquina ou conjunto de máquinas, do total de horas disponíveis para laboração qual a percentagem que esteve a acrescentar valor
Fórmula	$\frac{TRTAV}{TRMD} \times 100$
Interpretação	Quanto maior for a percentagem melhor será o desempenho. Do tempo real com máquina disponível. É a relação entre o tempo real que a máquina executou tarefas que acrescentam valor e o tempo real em que a máquina esteve disponível
Condicionantes	Alguns funcionários têm predominantemente têm funções atribuídas que não geram valor

KPI 7	Taxa de eficiência do fluxo do processo produtivo (%)
Descrição	Permite saber qual a percentagem do tempo entre o início e o fim de processamento de uma obra foi ocupado com o seu efetivo processamento
Fórmula	$\frac{\text{Tempo Real de processamento (horas)}}{(\text{Data de fim} - \text{Data de início}) \times \text{horas/dia} \times \frac{\text{dias úteis anuais}}{365}} \times 100$
Interpretação	Quanto maior for a percentagem melhor será o desempenho. Por exemplo uma obra que tenha 5 horas de processamento e tenha demorado 4 dias entre o seu início e o seu fim teve mais interrupções no seu processo que uma obra que tenha as mesmas 5 horas apenas num só dia
Condicionantes	Alguns funcionários têm predominantemente têm funções atribuídas que não geram valor
KPI 8	Taxa de não qualidade do processo produtivo (%)
Descrição	Permite saber qual a percentagem do tempo de produção é gasto com resolução de Não conformidades
Fórmula	$\frac{TRRNC}{TTP} \times 100$
Interpretação	Quanto maior for a percentagem de Tempo Real gasto com resolução de Não Conformidades em relação ao Tempo Total de Produção pior será o desempenho da empresa em termos de qualidade
Condicionantes	Algumas das conformidades detetadas pelo cliente podem ser resolvidas por ele fora do processo de produção da empresa

Os acrónimos presentes nestes KPI são descritos no Anexo 8 e, assim como outras informação necessária para o cálculo dos KPI, deverá a empresa estruturar a informação e a forma de a obter de forma a calcular rápida e periodicamente o valor dos KPI para deles se tirar partido em tempo útil.

3.4.7 Reorganizar rede interna de comunicação de dados

Grande parte da comunicação interna entre funções não produtivas é efetuada de forma digital através da rede interna existente. Contudo o sistema de comunicação com a Produção encontrava-se limitado. Um dos fluxos críticos relacionado com a transmissão de dados de cada obra para máquinas de controlo numérico, e que é feita em três níveis (Abertura de Obra no ERP → Programação CAM da Obra → Introdução do programa na máquina de CNC) apresentava alguns problemas associados à má configuração da rede tal como se vê na Figura 27:

- Dados dispersos por vários computadores de chão de fábrica não ligados em rede. Os desenhos técnicos e outros dados são introduzidos com uma pendrive;
- As máquinas CNC não estão em rede e não possuem um servidor permanentemente conectado pelo que se tem que deslocar um portátil máquina a máquina para transmitir os dados. Quando duas máquinas necessitam do mesmo computador não podem trabalhar em simultâneo;
- Alguns equipamentos sofrem danos elétricos por não estarem numa rede de alimentação dedicada e estabilizada.

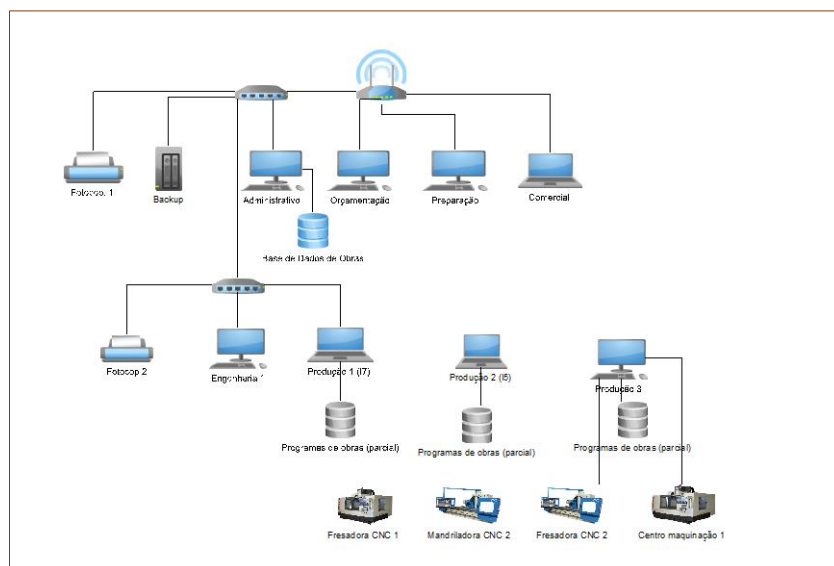


Figura 27 - Rede de sistemas de informação até 2017

Estes factos causam perdas de tempo a passar dados, dificultam a pesquisa de dados, geram custos de manutenção e risco de perda de dados. Como solução propôs-se uma revisão da rede com a configuração apresentada na Figura 28.

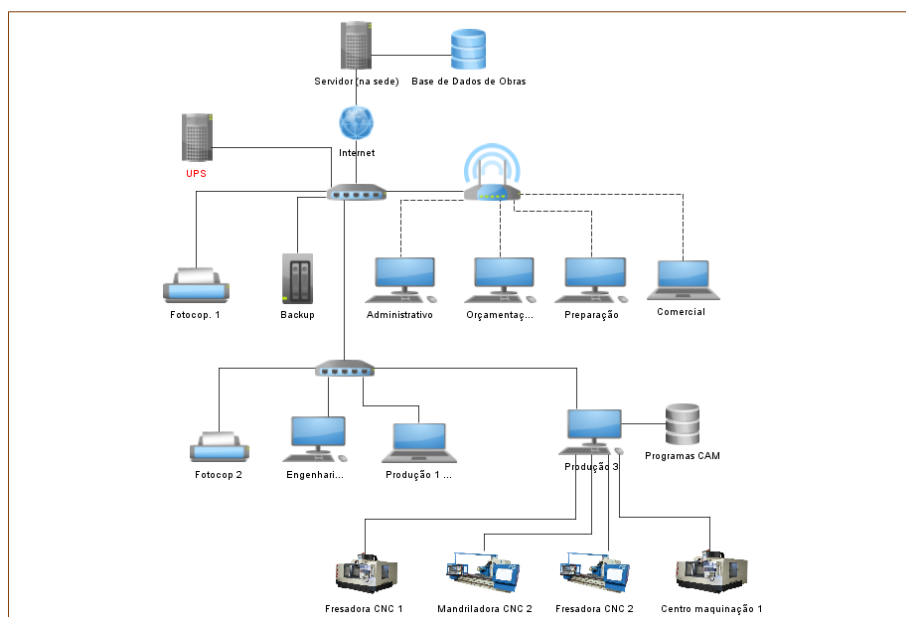


Figura 28 - Rede implementada em 2018

As principais alterações propostas foram:

- A conexão da rede da empresa à rede do grupo guardando no servidor central os dados das Obras;
- A centralização da informação das Obras numa só diretoria;
- A ligação por cabo de todas as máquinas CNC a um servidor que guarda e transmite os programas CAM para as máquinas em simultâneo;
- A instalação de uma UPS exclusiva para toda a rede de computadores.

As vantagens obtidas com estas alterações são:

- Transmissão de dados através de uma única rede entre equipamentos aumentando a rapidez de início de produção;
- Maior concentração e organização dos dados permitindo pesquisas rápidas;
- Deixa de ser necessário deslocar computadores para programar máquinas;
- Alimentação de computadores estável reduzindo a possibilidade de danos elétricos e de perda de dados por falhas de energia;

3.4.8 Implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade

Como já foi referido, o fator crítico para a implementação bem-sucedida de um SGQ passa por designar uma pessoa responsável por esta função. Apesar de se considerar prioritário para a empresa, dada a inexistência de responsável para esta função, a abordagem deste tema neste trabalho passou por desenvolver os seguintes instrumentos necessários para fazer face a algumas das exigências dos clientes em termos de Qualidade:

- Criação de um Sistema de Gestão de Não conformidades que engloba o registo das não conformidades e do seu respetivo tratamento;
- Criação de uma folha de registo de controlo dimensional;

- Criação de um mapa de registro de certificados de materiais.

A principal vantagem destas ferramentas é dotar a empresa de instrumentos que permitam responder às necessidades dos clientes cujo sistema de qualidade obriga a que os seus fornecedores apresentem registos de controlos dimensionais e de rastreabilidade de matérias-primas.

3.4.9 Etiqueta de Identificação dos materiais

Com este modelo de etiqueta apresenta na Figura 29 será possível identificar todo o tipo de materiais que poderão estar na empresa. Desta forma evitam-se perdas de tempo a procurar materiais, facilita-se a identificação do material e evitam-se erros relativos ao destino dos materiais.

		Identificação de material	
		Obra	OF
			Qt.
Designação			
Ref.ª			
Cliente			
Matéria Prima			
M. do Cliente			
Prod. acab.			
Outros			
	Sim	Não	
Controlado?			
Conforme?			
Obs:			
Data:		Ass:	

Figura 29 – Proposta Etiqueta de identificação

3.4.10 Melhorar área e condições de armazenagem

Como se constatou, a empresa tem diversos problemas na movimentação de cargas internamente devido à desarrumação de materiais, à falta de definição de corredores e de zonas para armazenagem consoante o tipo de produto. No exemplo da Figura 30 identificaram-se vários problemas numa estrutura que serve de estante de armazenagem de produtos siderúrgicos.

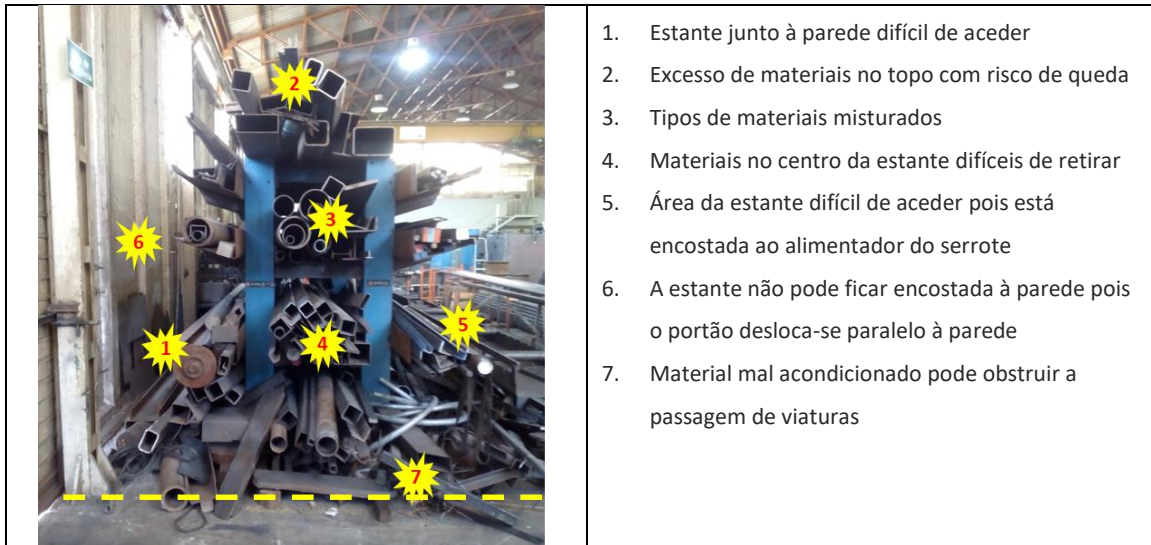


Figura 30 - Identificação de problemas numa estante

A solução que se propõe é a eliminação desta estante e a colocação de uma estante cantilever noutra parede tal como vemos na Figura 31. A estante proposta terá comprimento 12m x altura 3m x profundidade 0,8m. Terá cerca de 38 m² de área de armazenagem contra os cerca de 25m² da estante atual. O investimento, de acordo com orçamentos obtidos, rondará os 2.500 a 3.000€.

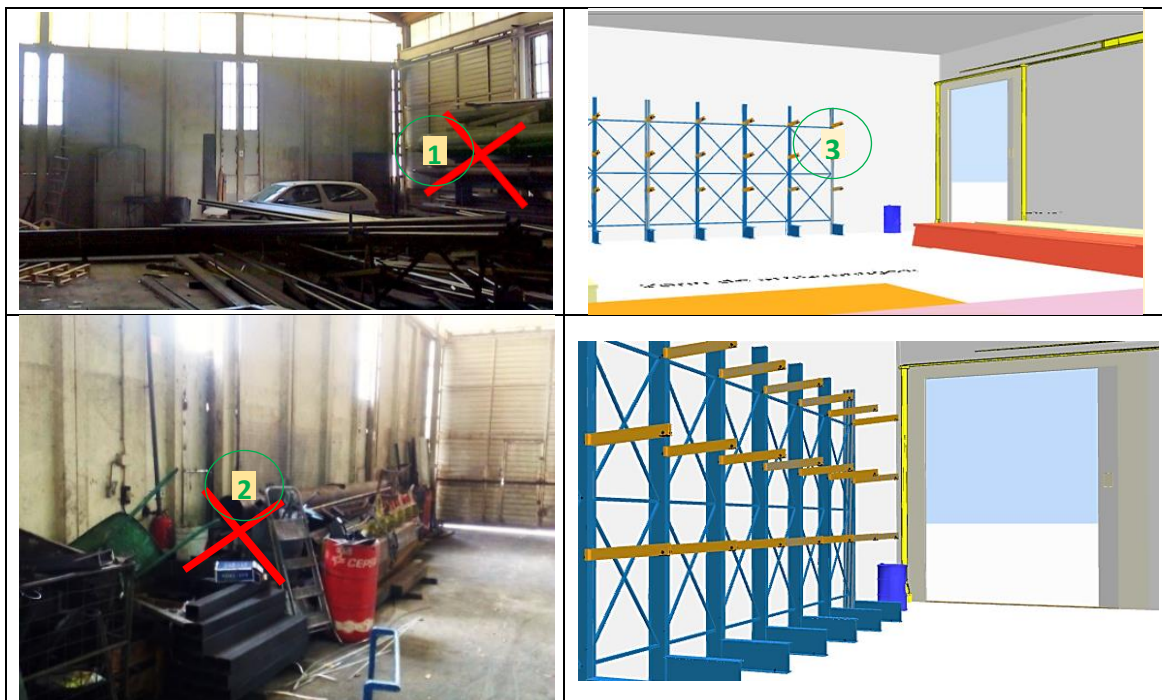


Figura 31 - Proposta de solução para o armazenamento

As etapas desta melhoria são, conforme a Figura 31:

1. Remoção do material da estante atual e a própria estante;
2. Remoção de materiais diversos junto à parede contígua
3. Aquisição e colocação de uma estante cantilever;

4. Aplicação dos 5S no material a colocar na estante nova, separando o que é sucata e arrumando por famílias o material que interessa. As vantagens desta solução são as seguintes:
- Estante mais acessível para empilhador ou para ponte rolante;
 - Maior área de armazenamento vertical (de 25 para 38m²);
 - Estante em paralelo com a zona de descarga permite passar materiais de um camião para a estante sem necessitar de muitas manobras;
 - Aproveitamento de uma zona com poucas valências;
 - Libertação da zona entre a parede e o serrote permitindo usá-la como área de alimentação do serrote.

3.4.11 Melhorar condições de transportes internos

Esta ação visa melhorar a movimentação de materiais e pessoas no pavilhão da serralharia. Aqui existe apenas uma ponte rolante que “alimenta” 6 postos de trabalho de serralharia e soldadura e, além disso, é por onde se faz grande partes das cargas e descargas. Para além dos constrangimentos já evidenciados no Anexo 7, importa detalhar outros problemas nesta secção e evidenciados na Tabela 49.

Tabela 49 - Problemas relacionados com transportes na secção de serralharia

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Empilhador sem local definido para estacionamento 2. Materiais não deixam passar o empilhador nem o porta-paletes 3. Corredores não definidos 4. Ponte rolante única
-------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Observando a secção em atividade e pelos dados apurados na Tabela 35 estima-se que cada funcionário perde cerca de 1,5 horas a tratar de transportes e manuseamento de materiais, o que também inclui as referidas micro- ineficiências previstas no Anexo 2. No caso concreto da serralharia consiste em aguardar pela ponte rolante, procurar cintas ou porta-paletes “perdidos” e desviar materiais desarrumados para movimentar o material que pretende. Além disso o empilhador raramente é uma alternativa pois não existem corredores para este circular. Apurando o impacto deste desperdício estima-se que 6 funcionários perderão cerca de 2.070 horas anuais equivalendo a um custo de oportunidade por não produção na ordem dos 20.000€/ano.

A solução proposta passa por:

- Definir corredores com largura suficiente para passar o empilhador;

- Definir e assinalar locais para arrumação dos meios de movimentação de cargas;

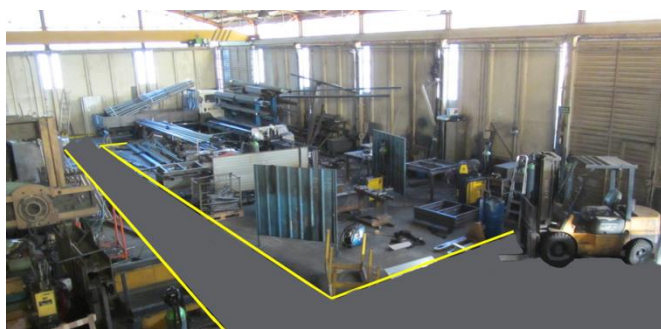


Figura 32 – Proposta para a localização de um dos corredores

Acredita-se que com esta solução o tempo perdido em transportes reduzirá significativamente. Não tendo contudo resultados apurados em relação aos efeitos desta medida, podemos referir que uma redução de 20% do tempo significará menos 414h e uma redução de custos de movimentação.

3.4.12 Implementação dos 5S

Sugere-se a aplicação dos 5S no parque de máquinas, nas áreas de armazenagem, em cada posto de trabalho da produção e da área administrativa. Exemplifica-se em seguida a aplicação dos 5S no parque de máquinas dada a quantidade de máquinas cuja utilização é nula ou residual pelos motivos presentes na Tabela 50 e que a empresa deve ponderar se as mantém.

Tabela 50 – Máquinas com subaproveitamento e seus motivos

Causas do subaproveitamento da máquina	Exemplos de Máquinas
Máquinas em bom estado mas sem operadores	Retificadora Reichle, Fresadora Onak
Máquinas avariadas ou com funcionamento limitado	Centro maq. Vert HARTFORD, Fresadora Butler
Máquinas pouco eficientes e com alternativas internas	Torno England, Fresadora Anayak
Máquinas fora do âmbito de atividade da empresa	Dois Balancés, Quinadora Adira, Brochadora Ollenfuling
Máquinas em manutenção/armazém há vários anos	Torno vertical Ernst, Furadoras Ibarria e EFI

1ºS – Separar - Identificaram-se as máquinas desnecessárias que a empresa pode prescindir. A saída de 8 máquinas enunciadas na Tabela 51 libertará um espaço de cerca de 35 m² a serem usados de forma mais eficiente, uma redução de alguns custos de manutenção e, da venda destes equipamentos como usados ou como sucata, resultará também algum retorno económico.

Tabela 51 - Máquinas a separar por não serem necessárias

Máquina	Área M ²	Horas trab. em 2017	Ação a tomar	Áreas	M ²	%
Retificadora Reichle	18	0	Manter	Produção	1400	72%
Fresadora Onak	6	100	Manter	Restantes	550	28%
Centro maq. Hartford	13	400	Reparar e manter	Área total	1950	100%
Fresadora Butler	80	0	Reparar e manter	Área a libertar	35	2%
Torno vertical Ernst	12	0	Reparar e manter			
Fresadora Anayak	4	50	Retirar			
Balancé 1	4	0	Retirar			
Balancé 2	3	0	Retirar			
Quinadora Adira	7	0	Retirar			
Brochadora Ollenful	2	0	Retirar			
Torno England	9	0	Retirar			
Furadora Ibarmia	3	0	Retirar			
Furadora EFI	3	0	Retirar			
	164	550				

2ºS Arrumar – Consiste na redefinição do layout da área de produção após a saída das máquinas e o conveniente aproveitamento do espaço libertado;

3ºS Limpar – Efetuar a limpeza e reparação das máquinas que se mantêm na produção em particular as que não funcionavam sujeitas a uma intervenção profunda;

4ºS Manter – A limpeza e a pequena manutenção deverão ser hábitos que cada funcionário deve praticar no seu posto de trabalho;

5º Disciplinar - a criação de procedimentos para a limpeza e a pequena manutenção diária de cada máquina e a consolidação dos hábitos de limpeza e manutenção pelos operadores.

3.4.13 Melhorar gestão de ferramentas e consumíveis

O custo anual com ferramentas de desgaste rápido e de matérias subsidiárias é significativo (ronda os 30.000€). Embora seja contabilisticamente considerado custo do exercício, uma grande parte são ferramentas e consumíveis de custo elevado (caso das pastilhas de corte) que podem durar anos implicando um empate de capital relevante. Neste aspeto a empresa apresenta os seguintes problemas

- A ferramentaria desorganizada e sem um cadastro das ferramentas existentes na ferramentaria e das que estão dispersas pela produção;
- Três pessoas têm a chave da ferramentaria mas não existe um responsável único pela mesma. Por vezes entrega-se a chave aos operadores para levantarem as ferramentas;
- Quem procura e pega nas ferramentas são os operadores e quando as deixam não se sabe se as deixaram no sítio correto;
- Regista-se por escrito os movimentos das ferramentas no entanto, não havendo um inventário e a contabilização dos movimentos, o seu efeito é quase nulo;
- Numa só obra o operador vai diversas vezes à ferramentaria em vez de levantar de uma só vez as ferramentas necessárias;

Para além disso, estimou-se pelo Quadro 2 do Anexo 2 que um operador perde 272 horas/ano na obtenção e preparação de ferramentas de corte, de aperto, de controlo e consumíveis o que corresponde a cerca de 15% das horas anuais disponíveis (272/1840h). É importante salientar que a empresa só tem uma máquina com magazine automático de ferramentas para as restantes máquinas, mesmo as CNC necessitam da ação do operador para fornecer e colocar a ferramenta de corte.

Apesar de não ser um subprocesso identificado neste trabalho como diretamente relacionado com o Processo de satisfação de uma encomenda, justifica-se a sua análise dados desperdícios que gera. A empresa deverá rever o processo de gestão das ferramentas por três motivos – controlar e racionalizar os consumos e tempo de vida destes produtos, permitir a sua imputação a centros de custos e agilizar a sua disponibilização aos operadores reduzindo desperdícios de tempo. Desta forma, a ação a concretizar passa pelas seguintes etapas:

- Redefinir o processo e procedimentos para a gestão de ferramentas e consumíveis;
- Definir um responsável pela ferramentaria e pela gestão do seu inventário estudando a viabilidade de ser uma pessoa só com esta função;
- Fazer um levantamento das ferramentas existentes na ferramentaria e na produção;
- Definir as ferramentas essenciais para cada operador ter no seu posto e recolher as que deverão estar na ferramentaria para acesso comum aos vários funcionários;
- Aplicar os 5S na ferramentaria para eliminar “monos” e organizar o espaço;
- Obter um sistema informático para codificação e registo de movimentos de ferramentas;
- Recuperar algumas ferramentas recorrendo a serviços externos para afiá-las;
- Limitar o acesso à ferramentaria e definir quem remove e volta a armazenar as ferramentas no devido lugar de forma a manter a organização da ferramentaria;

Com esta ação, pondo de parte o seu impacto na redução dos consumos de ferramentas, analisando apenas a melhoria do tempo de disponibilização das ferramentas aos operadores, podemos estimar através do Anexo 14, a possibilidade de reduzir em 166 horas o tempo que cada operador perde em busca de ferramentas ou seja uma redução de cerca de 61% do tempo perdido tal como se resume na Tabela 52.

Tabela 52 - Melhoria de horas de acesso a ferramentas

Fase do processo	Antes	Após
Ferramentas de aperto	51	14
Ferramentas de maquinagem	151	61
Consumíveis de produção	36	13
Ferramentas de controlo dimensional	35	18
Horas anuais	272	107

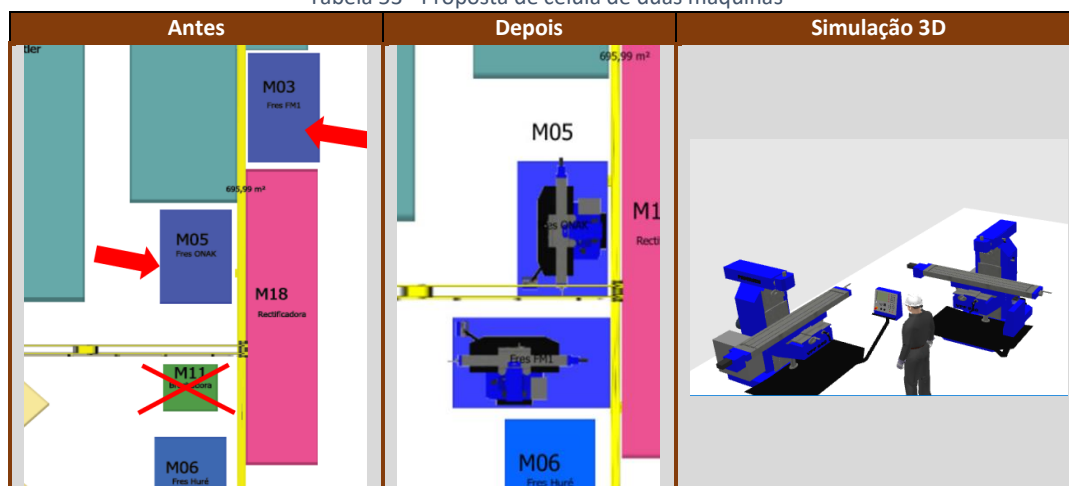
3.4.14 Criação de células de um operador e duas máquinas

Esta proposta tem como fundamento o facto de frequentemente se verificar que certas máquinas não necessitam da intervenção do seu operador durante períodos relativamente longos quando estão a processar e pelo facto de existirem na empresa máquinas que estão subaproveitadas por falta de pessoas. Considerando que estas teriam ocupação caso tivessem operadores, a sugestão que se faz seria de afetar duas máquinas a um operador. Para concretizar esta ideia seria necessário considerar os seguintes fatores:

- As máquinas têm que estar dispostas de forma a estarem ambas acessíveis para opera-las e serem monitorizadas por um só operador;
- A dimensão das máquinas deve permitir uma rápida aproximação do operador;
- Os ciclos ou operação das máquinas devem permitir a intervenção numa das máquinas enquanto a outra processa;
- O par de máquinas deverá ser constituído por máquina que não obriguem a uma intervenção mais intensiva do operador;
- O operador selecionado para esta função terá que estar motivado e ter aptidão para trabalhar com ambas as máquinas.

Com base nestas premissas a solução que se propõe é a de colocar a fresadora Jarbe CNC FM1 e a Fresadora Onak (convencional) atribuídas a um só operador. Uma vez as duas máquinas estão distantes e dispostas em paralelo terá que movimenta-las e posicioná-las em L tal como se vê na Tabela 53.

Tabela 53 - Proposta de célula de duas máquinas



Eliminando a máquina M11 e juntando as máquinas M03 e M05 em L teríamos inúmeras vantagens. Desta forma seria possível aumentar a produtividade do par de máquinas com os mesmos recursos.

Como podemos ver na Tabela 54, no ano de 2016 as horas de produção das duas máquinas foram muito desniveladas. A fresadora Jarbe trabalhou muito acima das

horas previstas com um regime de horas-extra quase equivalentes a um segundo turno, enquanto a segunda máquina praticamente não trabalhou.

Para determinar o impacto da solução proposta, com base nas horas de 2017, assumiu-se que a taxa de ocupação do funcionário seria igual ao da primeira máquina em 2017 (1.183h/1.840h=64%) e que ambas as máquinas teriam também esta taxa de ocupação. Esta taxa reflete também o facto de haver mais tempos de paragem em cada máquina quando há coincidência temporal da necessidade de intervenção do operador nas duas máquinas em simultâneo significando que uma das máquinas ficará parada à espera de intervenção do operador. Apesar disso, estima-se que a adoção de uma solução em célula permita aumentar o nº de horas de ocupação das duas máquinas em 82% com um só funcionário.

Tabela 54 - Aumento da ocupação em horas das máquinas em célula

Máquina	Horas Planeadas	Reais 2016	Reais 2017	Célula
Fresadora Jarbe FM1 CNC	1.840	2.913	1.183	1.183
Fresadora Onak	1.840	143	114	1.183
horas totais	3.680	3.056	1.297	2.366
tx ocupação		83%	35%	64%
Varição				82%

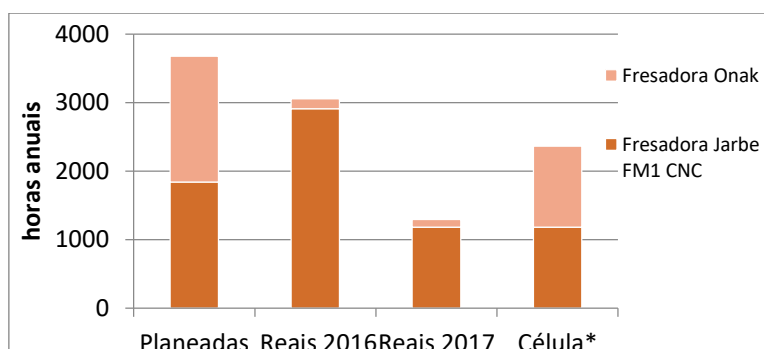


Figura 33 - Comparação de horas reais trabalhadas e estimativa de horas em célula

Através do Anexo 10 comprovam-se os benefícios económicos para a empresa na adoção deste modelo de produção. Recorrendo a custos anuais e margens fictícios, usados meramente para efeitos de demonstração, foram efetuados dois cenários de vendas e de custos. Um com duas máquinas e dois operadores e outro com duas máquinas e um operador. Mesmo que a taxa de ocupação das máquinas reduza de 75% para 65% devido a um aumento do tempo de paragens das máquinas quando ambas têm setups coincidentes, os custos globais são menores uma vez que temos menos um operador e a margem de lucro obtida é cerca de três vezes maior de cerca de 3.000€ para cerca de 9.000€.

3.5 Análise dos resultados das ações de melhoria

Na Tabela 55 apresenta-se um resumo do impacto real ou estimado de cada uma das melhorias propostas tanto qualitativamente como quantitativamente.

Tabela 55- Resumo do impacto das ações de melhoria propostas

Ação	Melhorias qualitativas	Melhorias quantitativas
Sensibilização para a mudança	Maior recetividade das pessoas em relação a implementação de mudanças	Não determinadas
Organigrama	Clarificou as áreas funcionais, a identificação dos seus responsáveis e as necessidades de recursos humanos	Não definidas
Redefinição de processos	Simplificação e agilização dos subprocessos, a otimização de recursos.	Redução de tempos de processamento de uma encomenda e dos seus custos
Folha de orçamentação	Tornou a orçamentação mais rápida e compatível com projetos mais extensos ou complexos	Reduziu em cerca de 25% o tempo de orçamentação e possibilitou a orçamentação até 50 referências
SPCP	Apresenta a ocupação atual e futura dos recursos, ajuda no controlo de prazos e na obtenção de uma produção “puxada”	Permite quantificar capacidades, disponibilidades e desvios tanto de prazos como de tempos de produção
KPI	Permitem avaliar a evolução da empresa em fatores-chave entre curtos períodos de tempo permitindo atuar mais rapidamente sobre os fatores que os determinam	Os KPI propostos apuram-se entre períodos curtos (semanas, meses)
Rede interna	Agrega a informação e acelera a sua transmissão interna e acelera o processo de fabrico em CNC	Não definidas
SGQ	A Gestão da qualidade permite responder às exigências dos clientes relacionadas com rastreabilidade e garantia da qualidade	Permitirá quantificar tempos e custos com não qualidade
Etiquetas	Previne trocas de materiais, perdas de tempo em busca dos mesmos e facilita o controlo e rastreabilidade de inventários	Redução não determinada de tempo, movimentos, metros percorridos, custos com materiais não conformes
Condições de armazenagem	Aumento da capacidade de armazenagem, distinção de armazéns, arrumação dos mesmos, facilidade de acesso a armazéns e materiais	Aumento da área de armazenagem de 25m ² para 38m ² . Redução não determinada de tempo, movimentos, metros percorridos e custos
Movimentação de materiais	Maior rapidez no acesso aos meios de movimentação. Maior facilidade cargas, rapidez e segurança de deslocar cargas	Redução em cerca de 20% do tempo de transporte na serralharia (menos 414 horas anuais)
5S no parque de máquinas	Otimização do parque de máquinas, melhor aproveitamento do espaço existente. Redução de custos de manutenção.	Eliminação de 8 máquinas. Libertação de 35 a 40 m2 de área de produção. Redução de custos de manutenção.
Gestão de ferramentas	Melhor controlo e racionalização do consumo de ferramentas e consumíveis, redução de nível médio de inventário. Redução de tempos de obtenção de ferramentas.	Redução não definidas de custos, do valor dos inventários e uma potencial redução do tempo de obtenção de ferramentas em 61%
Célula de um operador e duas máquinas	Permite rentabilizar máquinas existentes sem acrescentar mais recursos humanos. Permite nivelar as horas de produção de ambas as máquinas evitando sobrecargas	Possível incremento de 80% de horas-máquina num conjunto de duas máquinas e um incremento da margem de lucro em cerca de 200%

4 CONCLUSÕES

- 4.1 PRINCIPAIS CONTRIBUTOS DESTE TRABALHO**
- 4.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS**
- 4.3 RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS**

4 CONCLUSÕES

4.1 Principais contributos deste trabalho

Para além das melhorias apresentadas na Tabela 55, a presente dissertação demonstrou que é possível recorrer às ferramentas Lean, com a exceção do OEE, para mapeamento e análise da empresa estudada. A pesquisa detetou problemas que geram ineficiências e desperdícios e identificou as suas potenciais causas. As 14 ações propostas no sentido de reduzir ou eliminar essas causas encontram-se em níveis de implementação distintos tal como apresenta na Tabela 56.

Tabela 56 - Estado da implementação e resultados reais ou potenciais

	Ação de melhoria	Estado da implementação e resultados alcançados
1	Sensibilização para a mudança	A abordagem informal do assunto e as respostas obtidas em função do roteiro de análise do processo e desperdícios foi bastante positiva
2	Organigrama	Foi apresentado à gerência. Foram contratadas duas pessoas para funções técnicas e de coordenação
3	Redefinição de processos	Foram apresentados informalmente os fluxogramas do processo sem que fossem validados contudo já se efetuaram mudanças nos processos
4	Folha de orçamentação	Foi implementada uma nova ferramenta que já sofreu melhorias resultando uma redução de 25% do tempo de orçamentação face ao estado inicial
5	SPCP	Foi implementada uma nova ferramentas que permitiu agilizar o controlo e obter dados mais fiáveis contudo limitações técnicas impedem acrescentar mais capacidades ao sistema.
6	KPI	Já foram calculados alguns dos KPI contudo ainda não há um histórico suficiente para apreciar a pertinência dos indicadores
7	Reorganizar Rede interna	A rede foi reconfigurada e já se conectou todas as máquinas CNC a um servidor faltando consolidar hábitos de organização da informação.
8	SGQ	Não foi ainda possível definir um responsável pelo SGQ no entanto criou-se e melhorou-se um conjunto de documentos e registos essenciais para a empresa
9	Etiquetas de identificação	Apesar de ser uma medida simples, a utilização das etiquetas ainda não foi posta em prática por questões relacionadas com a sua configuração
10	Melhorar condições de armazenagem	Neste trabalho começou por se aplicar o primeiro dos 5S ao material que está na estante de forma a eliminar sucata. A gerência pondera a aquisição da estante cantilever proposta.
11	Melhorar transportes internos	Criou-se um corredor provisório na secção da serralharia para testar a viabilidade da sua localização. A possível entrada de mais máquinas para a secção condicionou a restante definição de corredores
12	Implementação dos 5S	A gerência concordou com a retirada de algumas das máquinas e vai ser efetuado até final do ano.
13	Melhorar gestão de ferramentas	Fez-se a recolha de ferramentas da produção contudo foi parcial. Não tendo ainda sido definido um responsável pela ferramentaria esta medida ainda está por implementar.
14	Célula 1 op. 2 máq.	Esta proposta ainda não foi implementada faltando definir o operador que possa trabalhar com ambos os equipamentos.

Foi possível também elaborar uma ferramenta baseada num roteiro e questionário semi-estruturado (Anexos 1 e 2) que permitiram identificar desperdícios de tempo, quase invisíveis dada a curta duração, e que apesar de baseados na percepção cada operador, permitiu calcular uma eventual taxa de eficiência ou criação de valor da empresa que, segundo o valor apurado, rondará os 31% do tempo de trabalho.

Acima de tudo, fruto da metodologia investigação-ação, conclui-se que o maior contributo deste trabalho foi, questionando os envolvidos sobre as suas tarefas e atos rotineiros, fazê-los olhar à sua volta e refletirem que qualquer comportamento e ação, por mínima que seja, podem ser melhorados servindo de alavanca para melhorias de hábitos e do desempenho geral da empresa.

4.2 Considerações finais

As ações propostas neste trabalho apoiaram-se no fundamento do pensamento Lean da mudança com uma visão de longo prazo, logo com remotas expectativas quanto à evidência imediata de resultados consistentes. A principal preocupação foi selecionar áreas e formas de ação que garantissem à empresa caminhar direção correta de criação de processos sólidos e simultaneamente abertos à sua contínua otimização, estabelecendo hábitos e métodos melhores que os de ontem mas piores que os de amanhã.

Ao longo deste trabalho foram perceptíveis barreiras previsíveis relacionadas com as vicissitudes da cultura atual da empresa, da falta de hábitos da gestão de topo em atuar em função de um plano estruturado e da resistência das pessoas à mudança. A constatação destes obstáculos provou que a intervenção nos processos através da simples redação de novas regras não é por si só capaz de gerar mudanças consistentes. Identificou-se seis fatores sobre os quais as ações de melhoria devem atuar de uma forma equilibrada e concertada – Os recursos (pessoas, tecnologia e infraestruturas), as habilitações (competências da empresa, cultura interna, comunicação) e a “organização” (dos processos, dos sistemas de informação, dos elementos físicos e das regras formalmente instituídas).

As considerações que podemos fazer começam pelo fator mais importante – as Pessoas. É crítico para o sucesso das mudanças numa organização a atitude construtiva das pessoas face à mudança, começando por quem as lidera. Isto significa que estabelecer uma cultura Lean a empresa tem que se conhecer bem, focar-se em construir equipa, técnica e culturalmente apta, para lidar com novos conceitos. A Cultura de uma empresa é moldada pelos seus líderes sendo pouco provável estabelecer uma cultura Lean sem existir uma liderança Lean. O domínio da empresa das competências técnicas nas atividades que esta diz fazer bem é essencial para sua sobrevivência bem como a modernização tecnológica, contudo tem que ser realizada de forma prudente uma vez que a empresa tem que estar apta para absorver e tirar partido da tecnologia sem gerar “desequilíbrios” internos e a dimensão do investimento tem que estar de acordo com o retorno e resultados esperados. A Comunicação, que neste contexto engloba os sistemas e tecnologias de informação é importante o seu contributo no sentido de criar um “sistema nervoso” que permita monitorizar múltiplas áreas da empresa. É crucial sabermos qual a informação

essencial, qual a forma mais eficiente de a obter, qual a segurança e a fiabilidade dessa informação. Acima de tudo é importante ter hábitos de análise e reflexão sobre a informação que se recebe. Na mudança organizacional e de processos, o foco deverá estar sempre no princípio do pensamento Lean de procura do Valor para o cliente e os processos deverão ser um instrumento ao serviço das pessoas e da inteligência humana na busca desse Valor.

4.3 Recomendações de trabalhos futuros

Os trabalhos futuros recomendados relacionados com a empresa em estudo englobam a continuação da implementação das ações de melhoria apresentadas e outros tópicos que a empresa necessita melhorar:

- Analisar as potencialidades de um sistema de armários automáticos para a gestão das ferramentas de produção;
- Nomear um responsável pela gestão da qualidade e outro pela gestão da produção;
- Procurar uma melhor solução para o SPCP e que contemple o registo de tempos de fabrico diretamente na Produção;
- Avançar com os 5S para cada posto de trabalho;
- Recomenda-se o estudo aprofundado dos processos de Preparação de obra e de Produção e eventual a implementação do SMED;
- Melhorar a ferramenta de identificação das micro- ineficiências dado ser muito extensa;
- Cálculo dos custos produção por função, posto e unidade de tempo;
- Estudar as vantagens e o retorno do investimento em máquinas mais modernas;

Este trabalho pôs em relevo a necessidade de aprofundar a investigação académica de alguns temas que poderão ser alvo de trabalhos futuros tais como:

- As empresas que aprendem – Como é que as empresas gerem e transmitem a sua cultura, conhecimento e competências técnicas e como se distinguem as competências da empresa das competências dos seus funcionários;
- O contributo do Marketing para o pensamento Lean. O seu contributo na identificação do valor para o cliente final, no ciclo de vida do produto e na promoção da produção puxada;
- A informação Lean – Estudo da aplicação do pensamento Lean na produção e gestão da informação. Analisar a informação à luz dos conceitos de valor e desperdício Leane se conceitos de Muda, Mura e Muri se aplicam à informação como produto e ao sistema que a processa. Estudar até que ponto podemos considerar estar perante uma forma de desperdício Lean. Estudar o desequilíbrio (excesso ou falta) de informação como causa de problemas num sistema e nas pessoas que o integram e formas de validar a quantidade e qualidade da informação essencial para uma organização.

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- Abhale, S. S., & Masurkar, S. (2015). Lean Manufacturing Achieved by Implanting Kanban at Supplier End. *Industrial Engineering & Management*, 4(3), 4–8. <https://doi.org/10.4172/2169-0316.1000171>
- Adolph, S., Kübler, P., Metternich, J., & Abele, E. (2016). Overall Commissioning Effectiveness: Systematic Identification of Value-added Shares in Material Supply. *Procedia CIRP*, 41, 562–567. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.12.039>
- Aikenhead, G., Farahbakhsh, K., Halbe, J., & Adamowski, J. (2015). Application of process mapping and causal loop diagramming to enhance engagement in pollution prevention in small to medium size enterprises: Case study of a dairy processing facility. *Journal of Cleaner Production*, 102, 275–284. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.069>
- Alefari, M., Salonitis, K., & Xu, Y. (2017). The Role of Leadership in Implementing Lean Manufacturing. *Procedia CIRP*, 63, 756–761. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.169>
- Ali Naqvi, S. A., Fahad, M., Atir, M., Zubair, M., & Shehzad, M. M. (2016). Productivity improvement of a manufacturing facility using systematic layout planning. *Cogent Engineering*, 3(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2016.1207296>
- Almanei, M., Salonitis, K., & Xu, Y. (2017). Lean Implementation Frameworks: The Challenges for SMEs. *Procedia CIRP*, 63, 750–755. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.170>
- Antosz, K., & Stadnicka, D. (2017). Lean Philosophy Implementation in SMEs – Study Results. *Procedia Engineering*, 182(June), 25–32. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.107>
- Baldwin, R. (2012). *Global supply chains: Why they emerged, why they matter, and where they are going*. *Journal of International Economics* (Vol. 90). <https://doi.org/10.3386/w16827>
- Bauer, M., Lucke, M., Johnsson, C., Harjunkski, I., & Schlake, J. C. (2016). KPIs as the interface between scheduling and control. *IFAC-PapersOnLine*, 49(7), 687–692. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.258>
- Behzadirad, A., & Stenfors, F. (2015). Key Performance Indicators A study of key performance indicators.
- Bhamu, J., & Singh Sangwan, K. (2014). Lean manufacturing: literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(7), 876–940. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315>
- Binti, N., Hame, M., Kowang, T. O., & Fei, G. C. (2017). Categorization of Lean Research and Development Tools and Techniques: A Process-Based Approach, 10(January). <https://doi.org/10.17485/ijst/2017/v10i3/110643>
- Bлга, P., & Boer, J. (2012). The Influence of Quality Tools in Human Resources Management. *Procedia Economics and Finance*, 3(12), 672–680. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(12\)00213-4](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(12)00213-4)
- Bodi, Ş., Dragomir, M., Banyai, D., & Dragomir, D. (2015). Process Improvements Using Simulation Software and Quality Tools. *Applied Mechanics and Materials*, 808(July 2017), 376–381. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.808.376>
- Bouras, A. (2015). Quality tools to improve the communication level in the surgery department at a local hospital. *Computers in Human Behavior*, 51, 843–851.

- <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.11.066>
- Brundage, M. P., Bernstein, W. Z., Morris, K. C., & Horst, J. A. (2017). Using Graph-based Visualizations to Explore Key Performance Indicator Relationships for Manufacturing Production Systems. *Procedia CIRP*, 61, 451–456. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.176>
- Buehlmann, U., & Fricke, C. F. (2016). Benefits of lean transformation efforts in small- and medium-sized enterprises. *Production and Manufacturing Research*, 4(1), 114–132. <https://doi.org/10.1080/21693277.2016.1212679>
- Charaf, K., & Ding, H. (2015). Is Overall Equipment Effectiveness (OEE) Universally Applicable? The Case of Saint-Gobain. *International Journal of Economics and Finance*, 7(2), 241–252. <https://doi.org/10.5539/ijef.v7n2p241>
- Coetzee, R., Van der Merwe, K., & Van Dyk, L. (2016). Lean Implementation Strategies: How Are the Toyota Way Principles Addressed? *South African Journal of Industrial Engineering*, 27(3), 79–91. <https://doi.org/10.7166/27-3-1641>
- Coughlan, P., & Coughlan, D. (2002). Action research for operations management, (1995). <https://doi.org/10.1108/01443570210417515>
- Critten, P. (2016). A radical agenda for enabling organisation transformation through work-applied learning. *Journal of Work-Applied Management*, 8(1), 65–78. <https://doi.org/10.1108/JWAM-05-2016-0006>
- Cupek, R., Ziebinski, A., Huczala, L., & Erdogan, H. (2016). Computers in Industry Agent-based manufacturing execution systems for short-series production scheduling. *Computers in Industry*, 82, 245–258. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2016.07.009>
- Damij, N., & Damij, T. (2014). Process Management, 7–25. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-36639-0>
- Delautre, G. (2017). The distribution of value added among firms and countries: The case of the ICT manufacturing sector, (16). Retrieved from http://www.ilo.org/global/research/publications/WCMS_544190/lang--en/index.htm
- Deshpande, S. P., Damle, V. V., Patel, M. L., & Kholamkar, A. B. (2015). Implementation of '5S' Technique in a Manufacturing Organization: a Case Study. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 4(1), 136–148.
- Diaz, I. C., Jin, Y., & Ares, E. (2017). Cycle time study of wing spar assembly on aircraft factory. *Procedia Manufacturing*, 13, 1019–1025. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.107>
- Dinis-Carvalho, J., Guimarães, L., Moreira, F., Rodrigues, J., & Lima, R. M. (2014). Waste Identification Diagrams with OEE data. *XX International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (ICIEOM 2014), 8th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management (CIO2014) and International IIE Conference 2014*, 313–320.
- Dombrowski, U., & Mielke, T. (2014). Lean leadership -15 rules for a sustainable lean implementation. *Procedia CIRP*, 17, 565–570. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.146>
- El-Namrouy, K. A. (2013). Seven Wastes Elimination Targeted by Lean Manufacturing Case Study "Gaza Strip Manufacturing Firms". *International Journal of Economics, Finance and Management Sciences*, 1(2), 68. <https://doi.org/10.11648/j.ijefm.20130102.12>

- Elnadi, M., & Shehab, E. (2014). A conceptual model for evaluating product-service systems leanness in UK manufacturing companies. *Procedia CIRP*, 22(1), 281–286. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.07.132>
- Eniko, P., Sokovic, M., & Kramar, D. (2017). Using Quality Tools for Process Development and Improvement; Case Study on Cylinder Manufacturing. *International Journal "Advanced Quality,"* 44(1), 27. <https://doi.org/10.25137/IJAQ.n1.v44.y2016.p27-34>
- Ferreira, T., Baptista, A. A., Azevedo, S., & Charrua-Santos, F. (2015). Tool development for support lean manufacturing implementation in intermittent production environment. *2015 World Congress on Engineering, WCE 2015*, 2218, 972–977. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84991258295&partnerID=40&md5=dfd4ebdfc457b95f5df5b15abc971a31>
- Fonseca, L., Lima, V., & Silva, M. (2015). Utilization of Quality Tools: Does Sector and Size Matter? *International Journal for Quality Research*, 9(4), 605–620.
- Found, Pauline; Bicheno, J. (2016). *The Routledge Companion to Lean Management*. <https://doi.org/10.4324/9781315686899.ch3>
- Gamberini, R., Galloni, L., Lolli, F., & Rimini, B. (2017). On the Analysis of Effectiveness in a Manufacturing Cell: A Critical Implementation of Existing Approaches. *Procedia Manufacturing*, 11(June), 1882–1891. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.328>
- Giffi, C. A. (2016). Global Manufacturing Competitiveness Index 2016. *Deloitte*, 40. <https://doi.org/https://www2.deloitte.com/global/en/pages/manufacturing/articles/global-manufacturing-competitiveness-index.html>
- Gomez, C. (2013). *Emerging trends in global manufacturing industries*.
- Haddara, M., & Elragal, A. (2015). The Readiness of ERP Systems for the Factory of the Future. *Procedia - Procedia Computer Science*, 64, 721–728. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.598>
- Hambach, J., Kümmel, K., & Metternich, J. (2017). Development of a Digital Continuous Improvement System for Production. *Procedia CIRP*, 63, 330–335. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.086>
- Harrington, H. J. (1991). *Business Process Improvement: The Breakthrough Strategy for Total Quality, Productivity, and Competitiveness*. McGraw-Hill Education. Retrieved from <https://books.google.pt/books?id=NMZTAAAAMAAJ>
- Hedman, R., Subramaniyan, M., & Almström, P. (2016). Analysis of Critical Factors for Automatic Measurement of OEE. *Procedia CIRP*, 57, 128–133. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.023>
- Heynitz, Harald; Bremicker, M. (2016). *The factory of the future*. KPMG.
- Hill, J., Thomas, A. J., Mason-Jones, R. K., & El-Kateb, S. (2018). The implementation of a Lean Six Sigma framework to enhance operational performance in an MRO facility. *Production and Manufacturing Research*, 6(1), 26–48. <https://doi.org/10.1080/21693277.2017.1417179>
- Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004a). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(10), 994–1011. <https://doi.org/10.1108/01443570410558049>
- Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004b). Learning to evolve. *International Journal of*

- Operations & Production Management*, 24(10), 994–1011.
<https://doi.org/10.1108/01443570410558049>
- Instituto Português da Qualidade. (2015). NP EN ISO 9000:2015 - Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário. *Instituto Português Da Qualidade*, 1–41.
<https://doi.org/10.1021/nl0484907>
- Irani, S. a, & Zhou, J. (2008). Value Stream Mapping of a Complete Product. *White Paper of Lean Manufacturing Japan*, (1), 1–24. Retrieved from http://www.lean-manufacturing-japan.com/white_paper/value_stream_mapping_of_a_comp.html
- ISO. (2010). International Standard. In *ISO 5807:1985 Preview Information processing -- Documentation symbols and conventions for data, program and system flowcharts, program network charts and system resources charts* (Vol. 1985).
- Jadhav, J. R., Mantha, S. S., & Rane, S. B. (2014). Development of framework for sustainable Lean implementation: an ISM approach. *Journal of Industrial Engineering International*, 10(3). <https://doi.org/10.1007/s40092-014-0072-8>
- Javier, R., & Caliz, J. (2010). “ Aplicación de un Proceso de Mejora Continua en un Taller Mecánico Utilizando la Técnica de Manufactura Celular .”
- José, M., Pinto, A., & Mendes, J. V. (2017). Operational Practices of Lean Manufacturing : Potentiating Environmental Improvements, 10(4), 550–580.
- Kang, N., Zhao, C., Li, J., & Horst, J. A. (2016). A Hierarchical structure of key performance indicators for operation management and continuous improvement in production systems. *International Journal of Production Research*, 54(21), 6333–6350.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1136082>
- Karam, A.-A., Liviu, M., Cristina, V., & Radu, H. (2018). The contribution of lean manufacturing tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry. A SMED project. *Procedia Manufacturing*, 22, 886–892. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.125>
- Kletti, J. (2007). *Manufacturing Execution Systems - MES*. Berlin: Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-8349-9458-5>
- Knol, W. H., Slomp, J., Schouteten, R. L. J., & Lauche, K. (2018). Implementing lean practices in manufacturing SMEs: testing ‘critical success factors’ using Necessary Condition Analysis. *International Journal of Production Research*, 7543, 1–19.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1419583>
- Kolberg, D., & Zühlke, D. (2015). Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies. *IFAC-PapersOnLine*, 28(3), 1870–1875. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.359>
- Koren, Y., Gu, X., Badurdeen, F., & Jawahir, I. S. (2018). Sustainable Living Factories for Next Generation Manufacturing. *Procedia Manufacturing*, 21, 26–36.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.091>
- Kumar, S. A., & Suresh, N. (2009). *Operations Management. Zhurnal Eksperimental'noi i Teoreticheskoi Fiziki*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Kurdve, M., Sjögren, P., Gåsvaer, D., Widfeldt, M., & Wiktorsson, M. (2016). Production System Change Strategy in Lightweight Manufacturing. *Procedia CIRP*, 50(1m), 160–165.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.04.137>
- Lewis, P., & Cooke, G. (2013). Developing a lean measurement system to enhance process improvement. *International Journal of Metrology and Quality Engineering*, 4(3), 145–151.

<https://doi.org/10.1051/ijmqe/2013058>

Lindberg, C. F., Tan, S., Yan, J., & Starfelt, F. (2015). Key Performance Indicators Improve Industrial Performance. *Energy Procedia*, 75, 1785–1790. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.07.474>

Maarof, M. G., & Mahmud, F. (2016). A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises. *Procedia Economics and Finance*, 35(October 2015), 522–531. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(16\)00065-4](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(16)00065-4)

Maestrini, V., Luzzini, D., Shani, A. B., & Canterino, F. (2016). The action research cycle reloaded: Conducting action research across buyer-supplier relationships. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 22(4), 289–298. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2016.06.002>

Maia, L. C., Alves, A. C., & Leão, C. L. (2011). Metodologias Para Implementar Lean Production: Uma Revisão Crítica De Literatura. *6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME2011)" A Engenharia No Combate à Pobreza, Pelo Desenvolvimento e Competitividade"*, 0915A.

Mani, M., Larborn, J., Johansson, B., Lyons, K. W., & Morris, K. C. (2016). Standard Representations for Sustainability Characterization of Industrial Processes. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 138(10), 101008. <https://doi.org/10.1115/1.4033922>

Martins, P. V., & Zacarias, M. (2017). An Agile Business Process Improvement Methodology. *Procedia Computer Science*, 121, 129–136. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.018>

Michalska, J., & Szewieczek, D. (2007). The 5S methodology as a tool for improving the organisation. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 24(2), 211–214. Retrieved from http://www.journalamme.org/papers_vol24_2/24247.pdf

Mirzaei, P. (2011). LEAN PRODUCTION : INTRODUCTION AND IMPLEMENTATION BARRIERS WITH SMEs IN SWEDEN, 1–68.

Moradlou, B. H., & Perera, T. (2017). Identification of the Barriers in Implementation of Lean Principles in Iranian SMEs: Case Study Approach, 17(1).

Moreira, M. do R. M. de O. A. (2005). Planeamento e Controlo de Operações em Job-Shop, 307.

Mostafa, S., & Dumrak, J. (2015). Waste Elimination for Manufacturing Sustainability. *Procedia Manufacturing*, 2(February), 11–16. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.003>

Mostafa, S., Dumrak, J., & Soltan, H. (2013). A framework for lean manufacturing implementation. *Production and Manufacturing Research*, 1(1), 44–64. <https://doi.org/10.1080/21693277.2013.862159>

Mrugalska, B., & Wyrwicka, M. K. (2017). Towards Lean Production in Industry 4.0. *Procedia Engineering*, 182, 466–473. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.135>

MSB, I. M. S. B. (2014). *Factory of the future. IEC Market Strategy Board (MSB) (Vol. 123)*. <https://doi.org/10.1097/01.AOG.0000445580.65983.d2>

Neyestani, A., & Neyestani, B. (2017). UC Santa Barbara UC Santa Barbara Previously Published Works Title Seven Basic Tools of Quality Control: The Appropriate Techniques for Solving Quality Problems in the Organizations Seven Basic Tools of Quality Control: The Appropriate Techniques for Solv. <https://doi.org/10.5281/zenodo.400832>

- OECD. (2013). Interconnected Economies Benefiting from Global Value Chains: Benefiting from Global Value Chains, 269. <https://doi.org/10.1787/9789264189560-en>
- OHNO, T. (1997). O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. *Cristina Schumacher.: Porto Alegre, RS: Artes Médicas*. [https://doi.org/Estante de Casa 3a prateleira](https://doi.org/Estante%20de%20Casa%203a%20prateleira)
- Pakdil, F., & Leonard, K. M. (2014). Criteria for a lean organisation: Development of a lean assessment tool. *International Journal of Production Research*, 52(15), 4587–4607. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.879614>
- Paschek, D., Rennung, F., Trusculescu, A., & Draghici, A. (2016). Corporate Development with Agile Business Process Modeling as a Key Success Factor. *Procedia Computer Science*, 100(0), 1168–1175. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.273>
- Prinz, C., Kreggenfeld, N., & Kuhlenkötter, B. (2018). ScienceDirect ScienceDirect ScienceDirect ScienceDirect Costing models for Prinz capacity optimization Industry used capacity operational efficiency Lean meets Industrie – a practical approach to interlink the and method world and cyber-physical world Lea. *Procedia Manufacturing*, 23(2017), 21–26. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.155>
- Rafique, M. Z., Ab Rahman, M. N., Saibani, N., & Arsad, N. (2017). A systematic review of lean implementation approaches: a proposed technology combined lean implementation framework. *Total Quality Management & Business Excellence*, 3363(July), 1–36. <https://doi.org/10.1080/14783363.2017.1308818>
- Rahani, A. R., & Al-Ashraf, M. (2012). Production flow analysis through Value Stream Mapping: A lean manufacturing process case study. *Procedia Engineering*, 41(Iris), 1727–1734. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.375>
- Rawson, J. V., Kannan, A., & Furman, M. (2016). Use of Process Improvement Tools in Radiology. *Current Problems in Diagnostic Radiology*, 45(2), 94–100. <https://doi.org/10.1067/j.cpradiol.2015.09.004>
- Roriz, C., Nunes, E., & Sousa, S. (2017). Application of Lean Production Principles and Tools for Quality Improvement of Production Processes in a Carton Company. *Procedia Manufacturing*, 11(June), 1069–1076. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.218>
- Rosa, C., Silva, F. J. G., & Ferreira, L. P. (2017). Improving the Quality and Productivity of Steel Wire-rope Assembly Lines for the Automotive Industry. *Procedia Manufacturing*, 11(June), 1035–1042. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.214>
- Rother, M., & Shook, J. (2003). Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda. *Lean Enterprise Institute Brookline*, 102. <https://doi.org/10.1109/6.490058>
- Rüttimann, B. G., & Stöckli, M. T. (2016). Lean and Industry 4.0—Twins, Partners, or Contenders? A Due Clarification Regarding the Supposed Clash of Two Production Systems. *Journal of Service Science and Management*, 09(06), 485–500. <https://doi.org/10.4236/jssm.2016.96051>
- Salehi, F., & Yaghtin, A. (2015). Action Research Innovation Cycle: Lean Thinking as a Transformational System. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 181, 293–302. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.891>
- Salleh, N. A. M., Kasolang, S., Mustakim, M. A., & Kuzaiman, N. A. (2017). The Study on Optimization of Streamlined Process Flow Based on Delmia Quest Simulation in an

- Automotive Production System. *Procedia Computer Science*, 105(Iris 2016), 191–196. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.01.206>
- Salonitis, K., & Tsinopoulos, C. (2016). Drivers and Barriers of Lean Implementation in the Greek Manufacturing Sector. *Procedia CIRP*, 57, 189–194. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.033>
- Sharma, Vikram;Dixit, Amit;Qadri, M. (2014). Analysis of Barriers To Lean Implementation in Machine Tool Sector. *International Journal of Lean Thinking*, 5(1), 1–25.
- Sharma, H., & Suri, N. M. (2017). Implementation of Quality Control Tools and Techniques in Manufacturing Industry for Process Improvement, 1581–1587.
- Shradha Gupta Monica Sharma Vijaya Sunder M, & Authors, F. (2016). Lean Services : a Systematic Literature Review. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 65(8), 1025–1056.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2013). *Operations Management. Operations Management*. <https://doi.org/9780132342711>
- Sokovic, M., Pavletic, D., & Pipan, K. K. (2010). Quality Improvement Methodologies – PDCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS Industrial management and organisation Industrial management and organisation. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 43(1), 476–483.
- Soliman, M. (The A. U. in C. (2017). What Toyota Production System is Really About, (April). <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2366.2567/2>
- Soliman, M., & Saurin, T. A. (2017). Lean production in complex socio-technical systems: A systematic literature review. *Journal of Manufacturing Systems*, 45, 135–148. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2017.09.002>
- Stamm, M., & Neitzert, T. (2008). Key Performance Indicators (KPI) for the implementation of lean methodologies in a manufacture-to-order small and medium enterprise, *m*, 1–14. Retrieved from <http://aut.researchgateway.ac.nz/handle/10292/3857>
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheesh Kumar, R. M. (2014). A review on lean manufacturing implementation techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>
- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, 23(4), 582. <https://doi.org/10.2307/2392581>
- Todnem By, R. (2005). Organisational change management: A critical review. *Journal of Change Management*, 5(4), 369–380. <https://doi.org/10.1080/14697010500359250>
- Tokola, H., Gröger, C., Järvenpää, E., & Niemi, E. (2016). Designing Manufacturing Dashboards on the Basis of a Key Performance Indicator Survey. *Procedia CIRP*, 57, 619–624. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.107>
- Trenkner, M. (2016). Implementation of lean leadership. *Management*, 20(2), 129–142. <https://doi.org/10.1515/manment-2015-0055>
- Tsironis, L. K. (2018). “Quality improvement calls data mining: the case of the seven new quality tools.” *Benchmarking: An International Journal*, ol. 25(1), 44–75. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/BIJ-06-2016-0093>
- Verdouw, C., Robbmond, R., & Kruize, J. W. (2015). Integration of production control and

- enterprise management systems in horticulture. *CEUR Workshop Proceedings*, 1498(November), 124–135.
- Wagner, T., Herrmann, C., & Thiede, S. (2017). Industry 4.0 Impacts on Lean Production Systems. *Procedia CIRP*, 63, 125–131. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.02.041>
- Wahab, A. N. A., Mukhtar, M., & Sulaiman, R. (2013). A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions. *Procedia Technology*, 11(Iceei), 1292–1298. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.327>
- Weigel, A. L. (2000). A Book Review : Lean Thinking by Womack and Jones. *Review Literature And Arts Of The Americas*, (November), 5.
- Womack, James P.; Jones, Daniel; Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production-- Toyota's Secret Weapon in the Global Car Wars That Is Now Revolutionizing World Industry*.
- Wyrwicka, M. K., & Mrugalska, B. (2017). Mirages of Lean Manufacturing in Practice. *Procedia Engineering*, 182, 780–785. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.200>
- Yang, S., Arndt, T., & Lanza, G. (2016). A Flexible Simulation Support for Production Planning and Control in Small and Medium Enterprises. *Procedia CIRP*, 56, 389–394. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.10.062>
- Yuvamitra, K., Lee, J., & Dong, K. (2017). Value Stream Mapping of Rope Manufacturing : A Case Study, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/8674187>

6 ANEXOS

ANEXO 1 – ROTEIRO DE APOIO À ANÁLISE DO PROCESSO DE SATISFAÇÃO DE ENCOMENDAS

ANEXO 2 – MAPA DE DETERMINAÇÃO DE DESPERDÍCIO DE TEMPO

ANEXO 3 – FLUXOGRAMAS DO ESTADO INICIAL DOS SUBPROCESSOS

ANEXO 4 - ESTADO FUTURO DOS SUBPROCESSOS EM FLUXOGRAMAS

ANEXO 5 - MAPA DE CAUSAS DE PROBLEMAS POR ÁREA FUNCIONAL/PROCESSO

ANEXO 6 – EXEMPLO DE PROBLEMAS NO REGISTO MANUAL DE TEMPOS

ANEXO 7 – IMAGENS DE PROBLEMAS IDENTIFICADOS EM CHÃO DE FÁBRICA

ANEXO 8 – INFORMAÇÃO RELEVANTE PARA A CONSTRUÇÃO DE KPI

ANEXO 9 – VERSÕES DE FOLHAS DE ORÇAMENTAÇÃO

ANEXO 10 – BENEFÍCIO ECONÓMICO DE UMA CÉLULA DE DUAS MÁQUINAS E UM OPERADOR

ANEXO 11 – FOLHA DE PLANEAMENTO E CONTROLO DA PRODUÇÃO

ANEXO 12 – ERROS DETETADOS NO REGISTO DE TEMPOS DE PRODUÇÃO

ANEXO 13 – DOCUMENTOS CRIADOS ASSOCIADOS AO SGQ

ANEXO 14 – CÁLCULO DA REDUÇÃO DOS TEMPOS DE OBTENÇÃO DE FERRAMENTAS

ANEXO 15 – SIMULAÇÃO 3D DO LAYOUT DA EMPRESA COM ALGUMAS AÇÕES EFETUADAS

Anexo 1 – Roteiro de apoio à análise do processo de satisfação de encomendas

Parte 1

Componentes do Processo	Tipo	Descrição
Entradas	Materiais	Matérias-Primas, subsidiárias, Prod. acabados ou semiacabados e ferramentas
	Serviços	Serviços especializados e subcontratos
	Informação	Pedidos do cliente, Dados técnicos e requisitos do produto, de fornecedores
Recursos	Organização	Organigrama, SGQ, Processos docum. e grau de implementação do Lean
	Pessoas	Número, competências e distribuição por Áreas funcionais
	Equip. Produtivos	Número de máquinas/postos, tipo de máquinas, outras tecnologias
	Logística	Meios movimentação de carga, armazéns e ferramentaria, vias de acesso e de movimentação, relações com fornecedores
	Layout	Desenho do Layout geral da empresa, Desenho do layout da Produção
	Instalações	Áreas e edifícios, Infraestruturas (ar, água, eletricidade e iluminação)
	Sist. de informação	programas de apoio ao processo, rede de comunicação, outros
Processo	Financeiros	Qual a influência no fluxo de processamento de uma encomenda
	Mapeamento do Proc.	Fluxogramas, descrição das atividades, Riscos associados, KPI associados
	Foco no processo produtivo	Sequência de produção, capacidade de produção, gamas operatórias
Saídas	VSM	Desenho do VSM do Produto
	Produto ou serviço	Tipos de produtos ou serviços, Quantidades e lotes, Número de encomendas, Composição do produto/serviço
	Informação	Dados de controlo dos processos, certificações, docs. de expedição, docs. de controlo do produto, comunicação com clientes e fornecedores
	Resíduos e emissões	Materiais, subprodutos, térmicos, sonoros, gases e outros prod. voláteis

Parte2

Tema	Tipo	Questão
Desperdícios	Transportes	Quais os motivos para sair/ausentar do posto de trabalho?
		Que transportes ou deslocações poderiam ser evitados?
	Movimentos	Que movimentos efetua no posto de trabalho?
		Que movimentos poderiam ser evitados ou outras melhorias podem ser efetuadas?
	Esperas	Quais os motivos para não estar a produzir? (aguardar por, preparar, deslocar-se, ausentar-se do posto de trab, avaria, reparação de avaria, limpar, arrumar)
		Que esperas é que poderiam ser evitadas?
	Inventário	Existem ruturas de fornecimento de materiais ou ferramentas?
		Os materiais ou ferramentas acumulam-se no posto de trabalho?
		Quais os motivos para a falta ou excesso?
	Sobreprodução	Costuma produzir mais peças do que as necessárias?
		Quais os motivos?
	Retrabalho	Como evitar sobreprodução?
		Costuma produzir peças de substituição ou fazer operações que julga desnecessárias?
	Defeitos	Como evitar retrabalhos?
		Quais as causas dos defeitos?
Competências	Como podem ser evitados os defeitos?	
	Sente-se com competência para fazer as suas tarefas?	
	Sente que poderia estar a fazer outras tarefas?	
	Sente-se apoiado para executar as suas tarefas?	
Segurança	O que seria necessário para melhorar o seu desempenho?	
	Quais os fatores de insegurança no posto de trabalho	
Princípios	Fluxo	O que pode ser melhorado no posto em termos de segurança e conforto?
		Os materiais, instruções e ferramentas chegam a tempo ao seu posto?
		Os prazos para executar uma tarefa são claros?
	Nivelamento	Existe pressão para cumprir prazos?
		O que pode ser melhorado para cumprir tempos e prazos?
		Costuma haver picos de produção (excesso/defeito) no posto de trabalho?
		Quais os motivos?
		Como se podem evitar os picos?

Anexo 2 – Mapa de determinação de desperdício de tempo

Quadro 1

Fase do processo	Micro-ineficiência constatada	Tipo de ineficiência	Rarament e (Vezez p/1 ano)	Pouco freq (Vezez /mês) 11 m	Freq Vezez /Semana (48 sem)	Muito freq Vezez /Dia (230d)	Tem po médi o da falha (min)	H /Ano
Fluxo do trabalho	Aguardar novo serviço	Na coordenação		5			10	9
	Interromper um serviço para fazer outro	Na coordenação		4			10	7
	Não saber o que vai fazer no fim do atual serviço	Na coordenação			1		1	1
Instruções de fabrico	Início de um trabalho sem OF ou outros documentos	Na preparação de dados		2			10	4
	Instruções pouco claras ou incompletas	Na preparação de dados			2		10	16
	Aguardar esclarecimento de instruções	Na preparação de dados			2		15	24
Desenhos técnicos	Aguardar por desenhos ou esclarecimentos	Na preparação de dados			8		5	32
	Desenhos ilegíveis ou incompletos	Na preparação de dados			4		6	19
	Refazer desenhos ou falar com cliente	Na preparação de dados		4			20	15
Lista de materiais	Aguardo lista de materiais	Na preparação de dados			5		5	20
	Não sei se que materiais já vieram e quais são	Na preparação de dados			5		5	20
Program. de máquina	Aguardo programação da máquina	Na preparação de dados		4			15	11
	Erros de comunicação com a máquinas	Na preparação de dados	6				30	3
	Faltam desenhos 3D do cliente	Na preparação de dados			2		10	16
Ferramentas de aperto	Aguardo disponibilidade de ferramentas	Na preparação de ferram.		4			15	11
	Vou Procurar ferramentas ou improviso umas	Na preparação de ferram.			2		20	32
	Ferramentas pouco adequadas ou em mau estado	Na preparação de ferram.				1	2	8
Ferramentas de maquinagem	Ferramenta existe mas não disponível	Na preparação de ferram.			6		8	38
	Tenho que esperar por um responsável para ir à ferramentaria	Na preparação de ferram.				2	3	23
	Deslocar à ferramentaria e procurar eu as ferramentas	Na preparação de ferram.				2	5	38
	A ferramenta existe mas está em mau estado	Na preparação de ferram.			8		3	19
	Aguardo que as ferramentas venham do fornecedor	Na preparação de ferram.		4			30	22
	A ferramenta não existe ou não aparece por desarrumação	Na preparação de ferram.			4		3	10
Consumíveis de produção	Procurar as pastilhas de corte para a ferramenta que necessito	Na preparação de ferram.				3	3	35
	Aguardo o fornecimento de pastilhas ou parafusos para estas	Na preparação de ferram.		4			2	1
Gabaritos ou calibres	Tenho que procurar os gabaritos ou calibres	Na preparação de ferram.		2			5	2
	Os gabaritos ou calibres não estão organizados e identificados	Na preparação de ferram.		2			10	4
	Tenho que fabricar ou aguardar pelos gabaritos ou calibres	Na preparação de ferram.	3				40	2
Matéria-prima ou material semi-acabado	O material a utilizar não está localizado e identificado	Na validação de materiais e prod			6		5	24
	Tenho que procurar o material que vou utilizar	Na validação de materiais e prod			3		3	7
	O material tem sobresspressuras maiores que o necessário	Na validação de materiais e prod		6			15	17
	O material a usar tem defeitos ou empenos	Na validação de materiais e prod		3			30	17
	O material chega de outra secção com problemas	Na validação de materiais e prod		8			20	29

Fase do processo	Micro-ineficiência constatada	Tipo de ineficiência	Rarament e (Vezez p/1 ano)	Pouco freq (Vezez /mês) 11 m	Freq Vezez /Semana (48 sem)	Muito freq Vezez /Dia (230d)	Tem po médi o da falha (min)	H /Ano
Transporte de materiais p/posto de trabalho (meios, trajetos)	Sou eu que vou buscar os materiais a colocar na minha máquina	No transporte e movimentação			5		10	40
	Tenho que Procurar dos meios de transporte (ponte, cintas, etc.)	No transporte e movimentação			5		5	20
	Aguardo disponibilidade dos meios de transporte	No transporte e movimentação				2	5	38
	Os meios de transporte estão em mau estado	No transporte e movimentação			1		4	3
	Desviar obstáculos para poder chegar à minha máquina	No transporte e movimentação				2	3	23
Limpeza da peça	As peças semi-acabadas não estavam limpas e sem rebarbas	Na validação de materiais e prod				3	5	58
Colocação da peça na máquina	Tenho que movimentar manualmente peças grandes ou pesadas	No transporte e movimentação			3		4	10
	Aguardar por ajuda para colocar peça na minha máquina	No transporte e movimentação		3			5	3
Desempenh o da máquina	A máquina não é a mais adequada	Durante fabrico (AV)		5			8	7
	A máquina trabalha limitada por alguns problemas	Durante fabrico (AV)				2	6	46
	A máquina avaria e ainda não se iniciou a reparação corretiva	Durante fabrico (AV)	6				15	2
	Retrabalhos por defeitos gerados pelo estado da máquina	Durante fabrico (AV)		3			20	11
	Execução da limpeza e lubrificação da máquina	Durante fabrico (AV)		5			15	14
desempenh o das ferramentas de maquinagem	As ferramentas não são as mais adequadas	Durante fabrico (AV)		8			3	4
	Gasto mais ferramentas e tempo de aperto por falta de qualidade	Durante fabrico (AV)			2		5	8
	A pouca qualidade da ferramenta afeta o tempo de fabrico	Durante fabrico (AV)		4			5	4
parâmetros de maquinagem	Ajustes até determinar os melhores parâmetros de corte	Durante fabrico (AV)			6		4	19
	Parâmetros condicionados ao estado da máquina	Durante fabrico (AV)			2		7	11
A configuração da peça	A peça apresenta tolerâncias no limite do que podemos garantir	Durante fabrico (AV)		5			10	9
	As peças são pouco adequadas para a nossa capacidade	Durante fabrico (AV)	8				15	2
Matéria-prima ou mat semi-acabado	O material com impurezas ou poros só detetados na maquinagem	Durante fabrico (AV)		6			12	13
	O material tende a sofrer empenos durante a maquinagem	Durante fabrico (AV)		6			4	4
Desempenh o dos consumíveis	A qualidade das pastilhas afetou o tempo de fabrico	Durante fabrico (AV)		10			3	6
	A qualidade de outros consumíveis afetou o tempo de fabrico	Durante fabrico (AV)		3			3	2
Escolha do processo de aperto e de fabrico	A da peça vibra muito ao maquinar por dificuldade em aperta-la	Durante fabrico (AV)		3			8	4
	A peça poderia ser maquinada com menos apertos	Durante fabrico (AV)		2			12	4
	A sequência de fabrico da peça não foi a melhor	Durante fabrico (AV)		3			15	8
A competência do operador	Estou tecnicamente pouco à vontade p/executar certos trabalhos	Durante fabrico (AV)		5			10	9
	Os trabalhos repetitivos e pouco exigentes desmotivam	Durante fabrico (AV)	10				3	1
Suporte técnico e acompanhamento	Tenho que parar o trabalho para esclarecer dúvidas	Durante fabrico (AV)			2		10	16
	Recorro aos colegas para esclarecer dúvidas	Durante fabrico (AV)			4		6	19
	Não sei qual o prazo ou o tempo previsto para executar a OF	Durante fabrico (AV)			5		2	8
Ambiente de trabalho	Posto sujeito a temperaturas muito baixas ou muito elevadas	Durante fabrico (AV)			8		3	19
	A falta de espaço no meu posto prejudica o meu desempenho	Durante fabrico (AV)			6		3	14
	A falta de arrumação do meu posto prejudica o meu desempenho	Durante fabrico (AV)			2		2	3
Controlo dimensional	Não recebi a ficha de controlo dimensional para registar medições	Na validação de materiais e prod				3	1	12

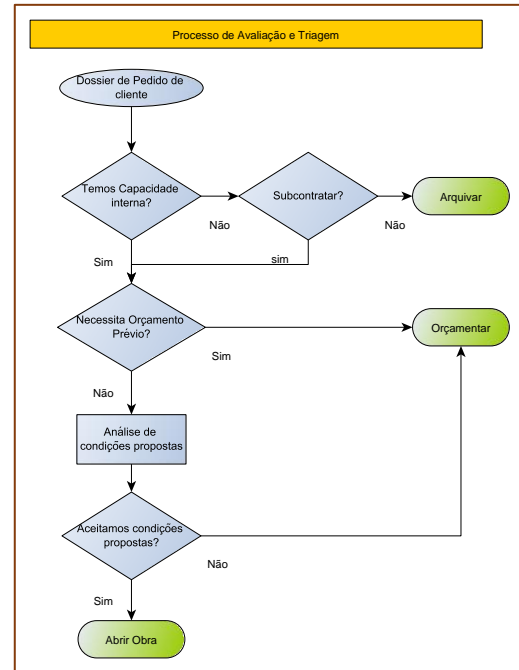
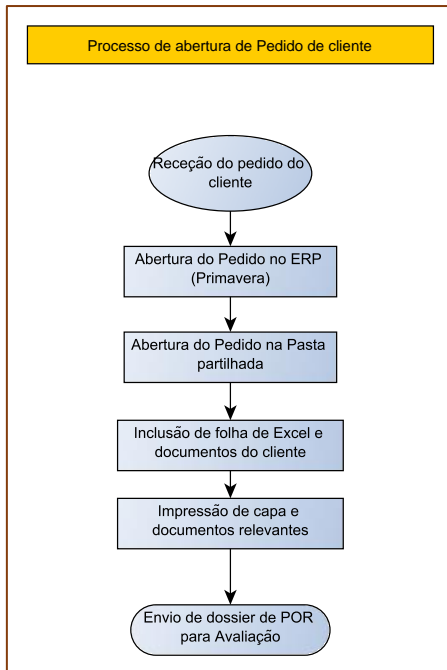
Fase do processo	Micro- ineficiência constatada	Tipo de ineficiência	Rarament e (Vezez p/1 ano)	Pouco freq (Vezez /mês) 11 m	Freq Vezez /Semana (48 sem)	Muito freq Vezez /Dia (230d)	Tem po médi o da falha (min)	H /Ano
	Não sei quais as medidas da peça que tenho que controlar	Na validação de materiais e prod		2			4	1
Ferramentas de controlo dimensional	As ferramentas não estão arrumadas e tem que se procurar	No transporte e movimentação			2		3	5
	As ferramentas de controlo não estão calibradas	No transporte e movimentação			3		6	14
	As ferramentas não estão disponíveis	No transporte e movimentação			2		10	16
Manusear ou retirar peça da máquina	Necessito de ajuda para retirar as peças da máquina	No transporte e movimentação			4		5	16
	Tenho que aguardar por meios para tirar a peça da máquina	No transporte e movimentação				2	5	38
Transporte do produto transformado	O operador leva as peças do seu posto p/ armazém	No transporte e movimentação			5		6	24
	Desobstruir trajeto para armazenar o produto acabado	No transporte e movimentação			5		2	8
	Procurar os meios de transporte ou aguardar disponibilidade	No transporte e movimentação			5		4	16
	Procurar Local de armazenagem e acondicionar peças	No transporte e movimentação			5		1	4

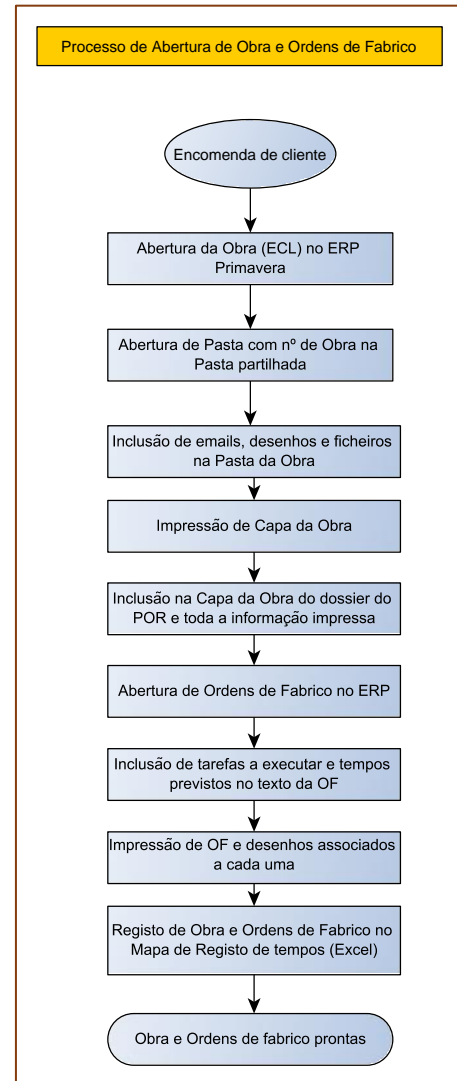
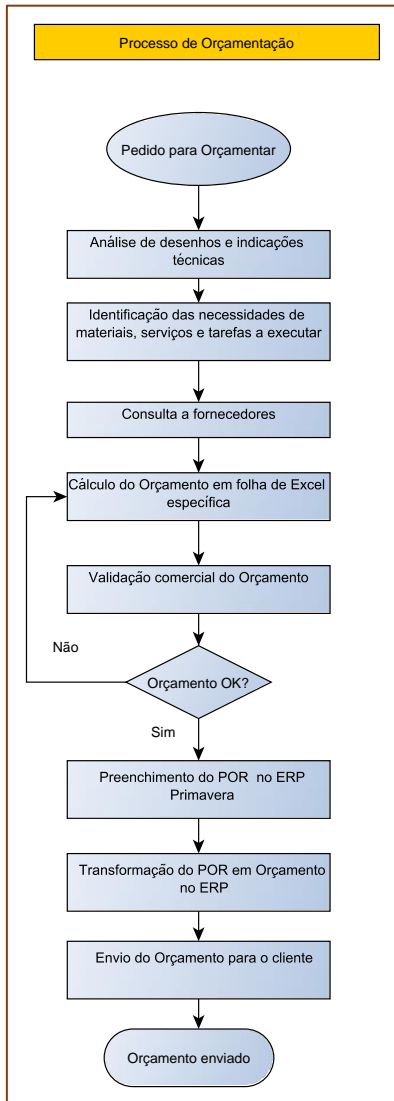
1.153

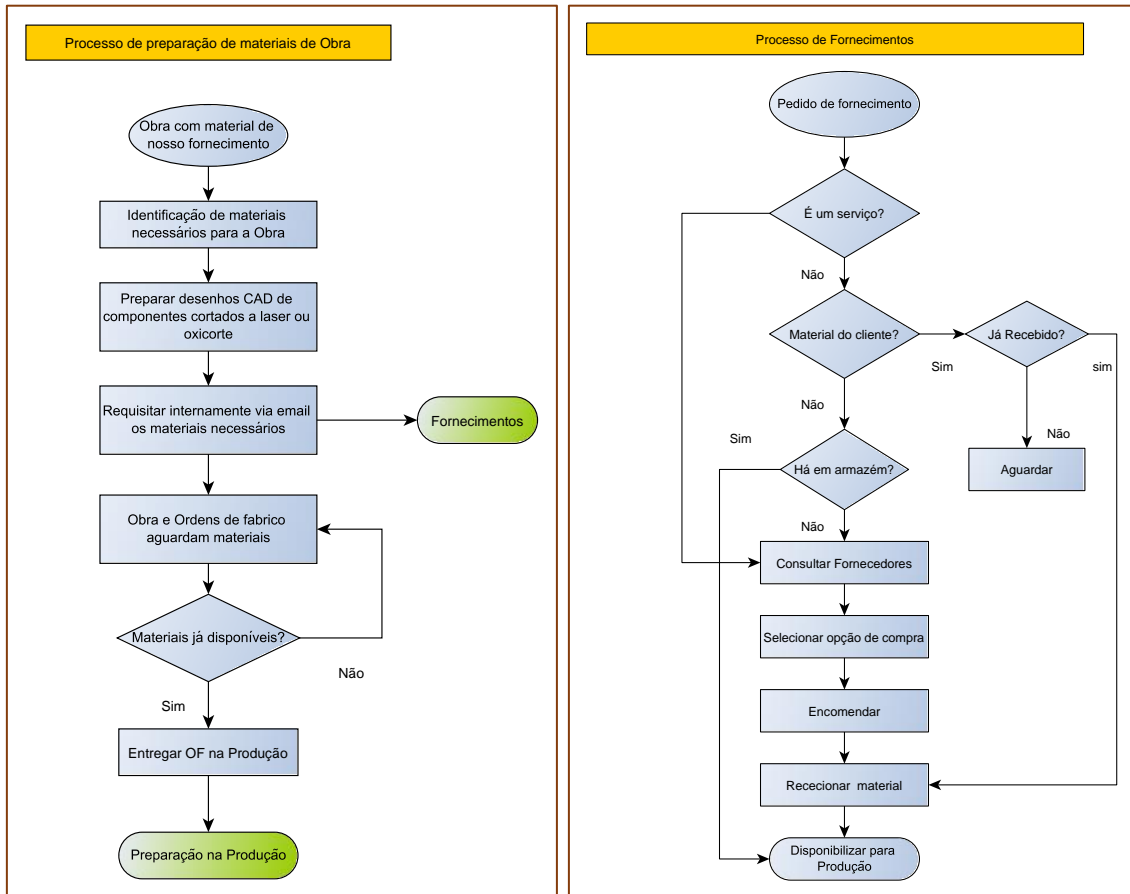
Quadro 2

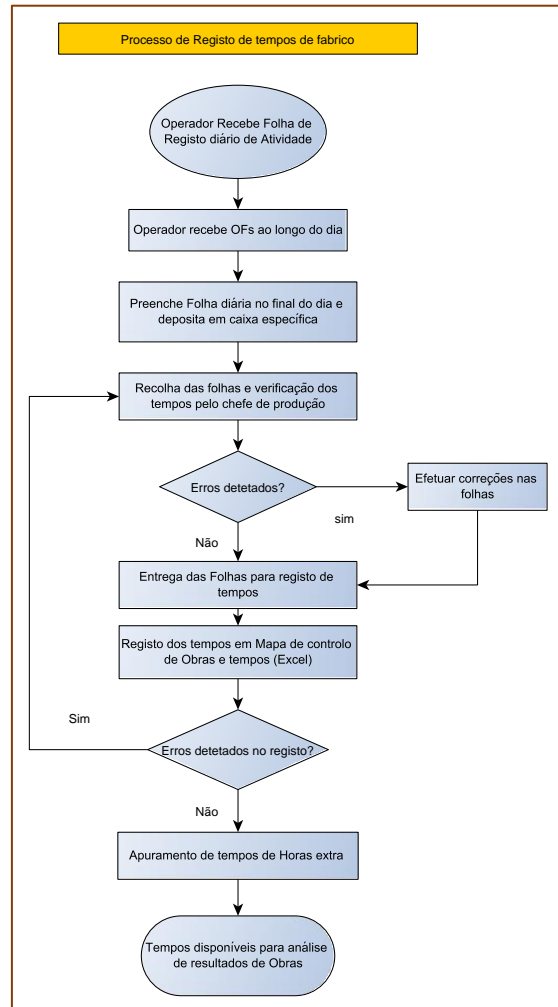
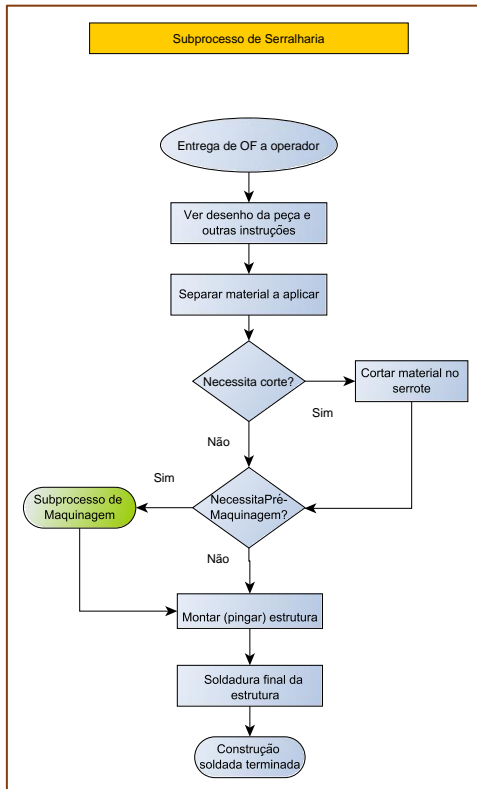
Resumo de Perdas de tempo por problemas em cada fase	perdas de tempo			
	Fases do processo	min./ano	horas	%
Ferramentas de maquinagem	9.032	151	13%	13%
Transporte de materiais p/posto de trabalho (meios, trajetos)	7.472	125	11%	24%
Matéria-prima ou material semi-acabado	5.612	94	8%	32%
Desempenho da máquina	4.775	80	7%	39%
Desenhos técnicos	3.952	66	6%	45%
Limpeza da peça	3.450	58	5%	50%
Retirar peça da máquina	3.260	54	5%	54%
Transporte do produto transformado	3.120	52	5%	59%
Ferramentas de aperto	3.040	51	4%	63%
Instruções de fabrico	2.620	44	4%	67%
Suporte técnico e acompanhamento	2.592	43	4%	71%
Lista de materiais	2.400	40	3%	74%
Ambiente de trabalho	2.208	37	3%	77%
Consumíveis de produção	2.158	36	3%	81%
Ferramentas de controlo dimensional	2.112	35	3%	84%
Parâmetros de maquinagem	1.824	30	3%	86%
Programação de máquina	1.800	30	3%	89%
Matéria-prima ou mat semi-acabado	1.056	18	2%	90%
Fluxo do trabalho	1.038	17	2%	92%
Escolha do processo de aperto e de fabrico	1.023	17	1%	93%
Desempenho das ferramentas de maq.	964	16	1%	95%
Controlo dimensional	778	13	1%	96%
Colocação da peça na máquina	741	12	1%	97%
A configuração da peça	670	11	1%	98%
A competência do operador	580	10	1%	99%
Gabaritos ou calibres	450	8	1%	99%
Desempenho dos consumíveis	429	7	1%	100%
	69.156	1.153		

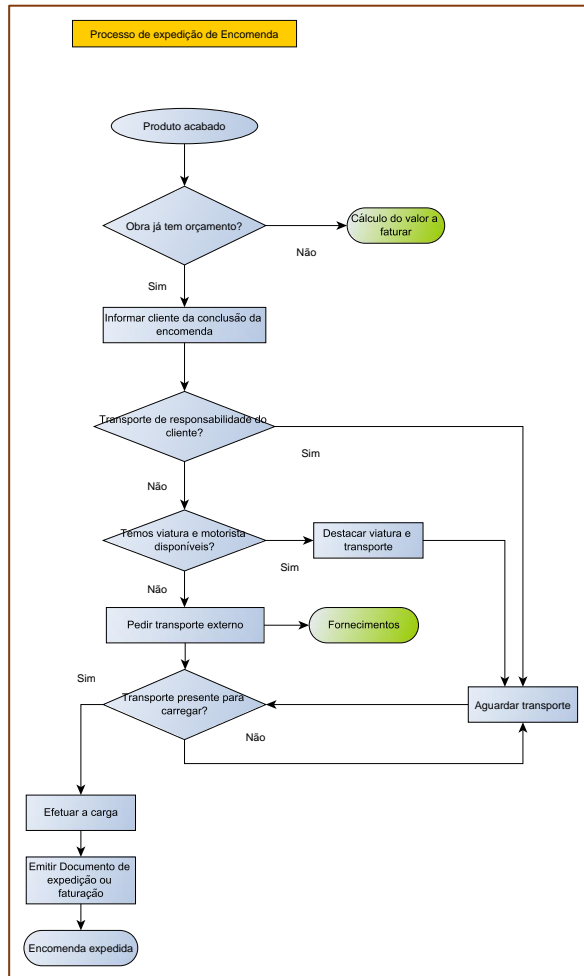
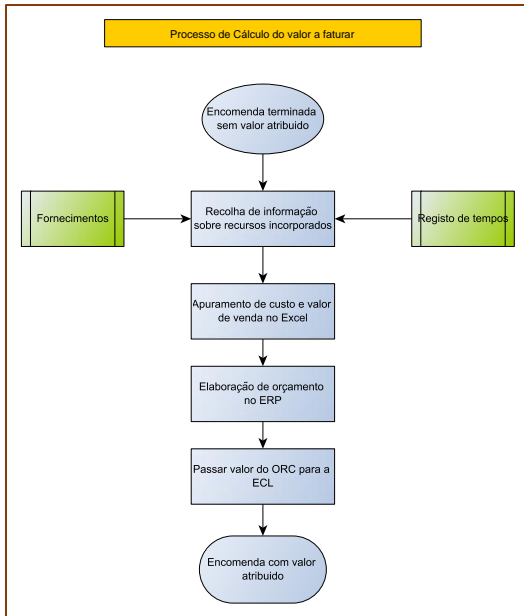
Anexo 3 – Fluxogramas do estado inicial dos Subprocessos



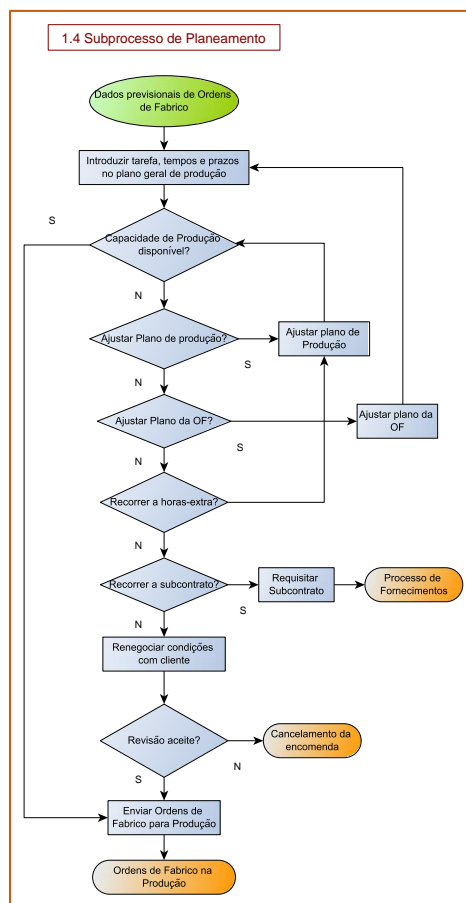
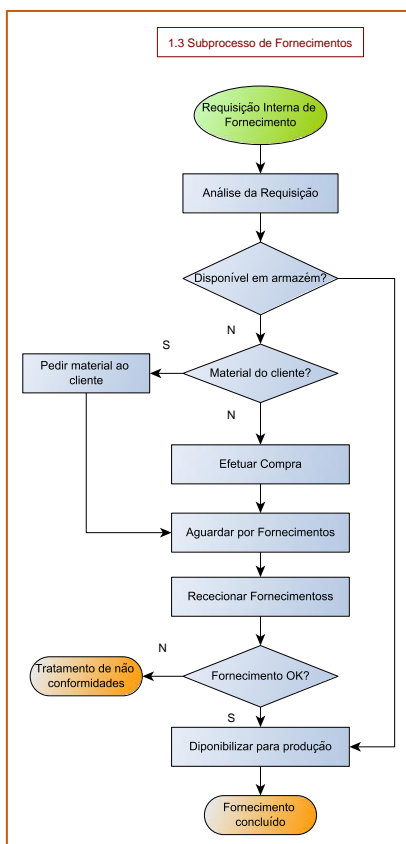
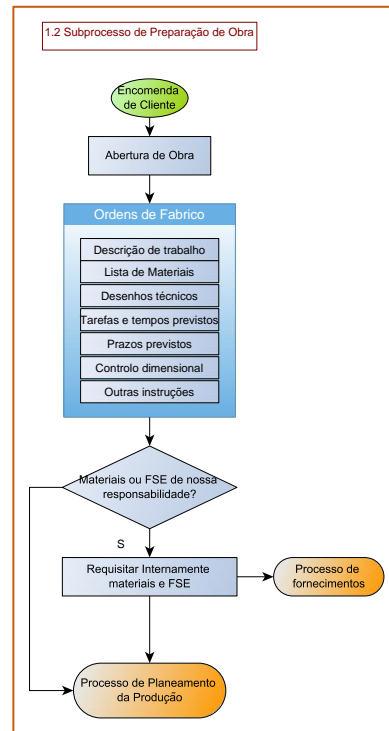
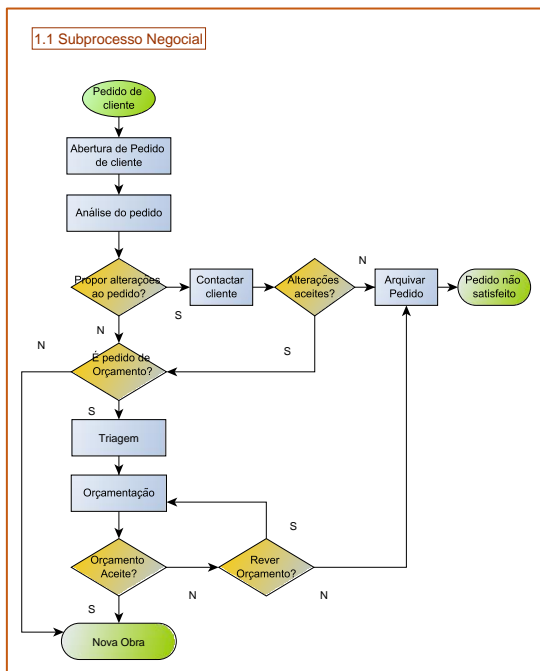


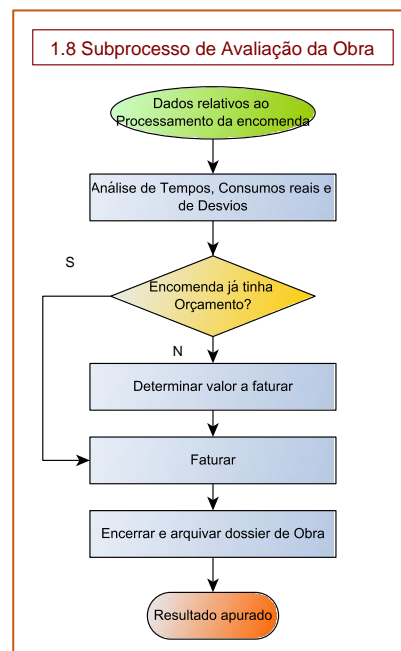
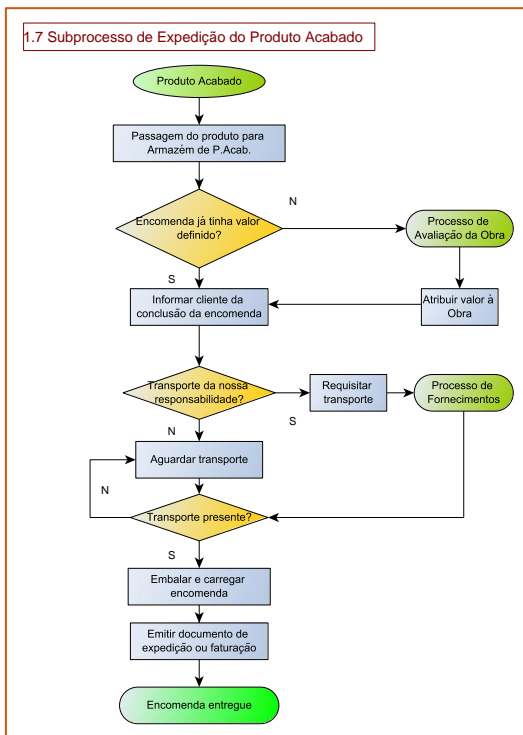
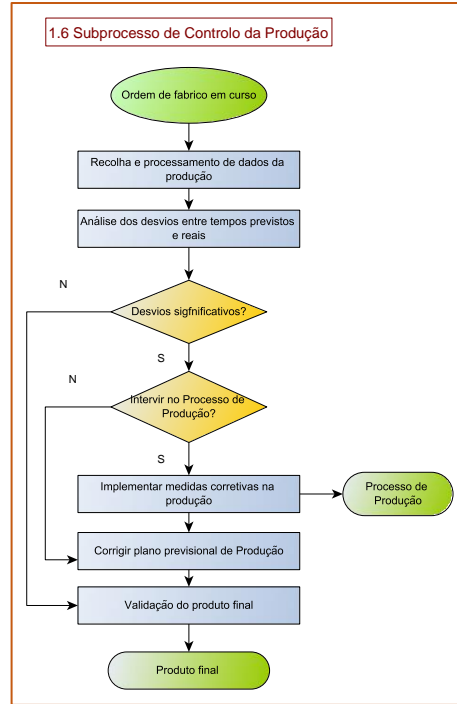
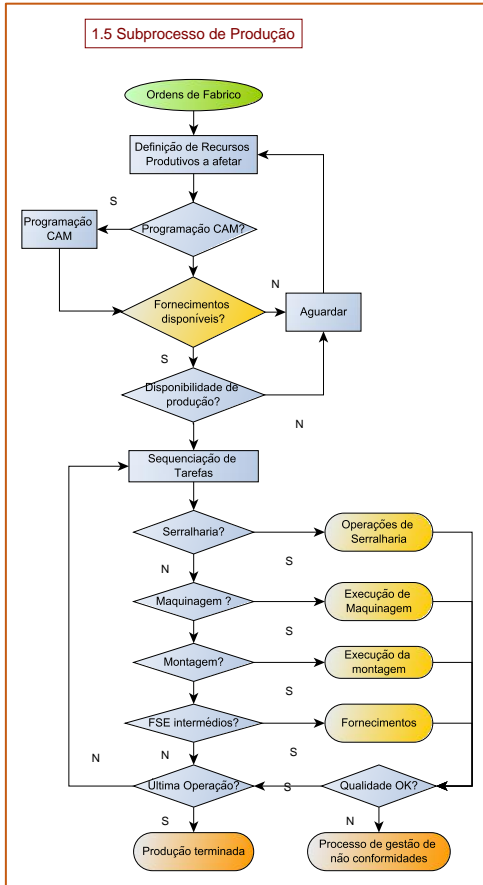






Anexo 4 - Estado futuro dos subprocessos em fluxogramas





Anexo 5 - Mapa de Causas de problemas por área funcional/processo

Causas	Compras	Logística e aprovision.	Comercial e Orçament.	Preparação de Obra	Planeamento e controlo de produção	Produção	Rec hum.	Tec. Informação	Qualidade	Manutenção
Método										
A logística não sabe antecipadamente quando a peça fica pronta	1	1			1					
A programação só é feita quando a peça vai para a máquina				1	1	1				
As ferramentas só são preparadas quando a peça vai para a máquina				1	1	1				
dificuldade em prever prazos				1	1					
Falta de coordenação entre secções				1	1	1				
Falta de instruções ou de coordenação do fabrico				1	1	1				
Método de fabrico permite falhas						1				
Método de limpeza inadequado						1				
Não foi definido prazo para ter material	1	1		1						
Não foi identificado o motivo para voltar a fresar						1			1	
Não foram definidos prazos ao fornecedor	1				1					
Não há lista de materiais (BOM) para cada obra	1	1		1						
Não há plano geral de produção					1					
Não há processo de controlo de fornecimentos	1	1								
Não há um coordenador da produção					1	1				
Não há um estudo prévio de como apertar a peça				1		1				
Não são definidas instruções para a forma de embalagem		1								
O controlo dos dados introduzidos é fraco					1					
O método de pintura pode não ter sido o melhor					1	1				
O programa ou processo de fabrico pode não ser adequado				1	1	1				
processo de abertura de obra e ordens de fabrico lento e incompleto				1	1					
Processo de elaboração de orçamento lento			1							
Máquina (tecnologia)										
Faltam ferramentas adequadas para aperto						1				
Folha de cálculo de orçamentação limitada			1							
Fresadora lenta ou com deficiências						1				1
Indisponibilidade de máquina por estar ocupada					1	1				
Mau estado da máquina										1
Não há um controlo de fornecimentos pendentes	1	1								
Não há um software de planeamento de produção					1					
Os meios de embalagem são pouco adequados		1								
Os meios para transportar peças são insuficientes		1								
Podia não haver disponibilidade de maquinaria					1	1				
Poucas condições para movimentar e pintar peça adequadamente		1				1				
Sistema de recolha de tempos c/falhas					1	1				
software com Ordens de Fabrico rudimentares				1	1					
Medidas										
As ferramentas não estão na medida ou afiadas						1			1	1
Dificuldade em quantificar atrasos				1	1					
Dimensões do material adquirido não controlado		1				1			1	
Falta de controlo dimensional						1			1	
Falta de validação das etapas executadas					1	1			1	
Faltavam medidas e esclarecimentos técnicos do cliente			1	1						
Máquina ou instrumentos de medição com cotas pouco fiáveis						1			1	1
Não estão planeados prazos				1	1					
Não foi emitida folha de auto-controlo dimensional						1			1	
Não há controlo dimensional das matéria prima		1							1	
Não há controlo visual e da espessura da tinta						1			1	
Não há prazos definidos para ter o material em produção				1	1	1				
Não há quantificação de prazos intermédios				1	1					
Não há um registo de não conformidades internas e retrabalhos						1			1	
O tempo registado não está correto					1					
Meio ambiente										
Falta de área e condições para preparar expedição		1								
Falta de certezas no desempenho de cada secção					1	1				
Falta de espaço e condições para pintura						1				
Interrupções			1							
Não há comunicação entre intervenientes no processo					1			1		
Não há corredores livres para passar com o material		1								
O material perde-se no meio da desarrumação		1				1				
Pressão para terminar peça						1	1			
Material										
A tinta demorou a ser fornecida	1	1		1						
Empeno do material não foi controlado		1							1	
Falta de controlo visual antes da expedição		1							1	
Folha de cálculo materiais limitada			1	1						
Mau estado da ferramenta						1				1
Não existem ferramentas em stock		1				1				
Não sabemos se há material em stock		1								
O material chegou mas não foi identificado e arrumado		1								
O material não foi imediatamente colocado na zona de furação		1			1	1				
O material não foi para a secção de retificação		1			1	1				
O material pode estar com excesso de sobressadura		1				1			1	
Os materiais de embalagem estão distantes		1								
Mão-de-obra (RH)										
A preparação de obra não prevê as necessidades de ferramentas				1		1				
Distração ou incompetência do operador						1	1	1		
Falta compromisso no cumprimento entre secções					1	1				
Falta de coordenador da produção						1				
Falta de pessoas ou de um responsável pelo controlo de material		1				1				
Falta de preparador de Obra				1						
Falta de um gestor de produção						1				
Falta um programador só com esta função				1		1				
Funcionários desconhecem os códigos das tarefas					1	1		1		
Indisponibilidade de operador de furadora						1				
Não é um responsável pelo planeamento da produção					1					
Não está definido pessoal para logística		1								
Não há secção de aprovisionamentos		1								
Não há um pintor especializado							1			
Não há um responsável pela receção do material		1								
Operador pouco preparado						1	1			
Ordem de fabrico entregue tardiamente				1		1				
Pouca preocupação em cumprir prazos			1		1	1				
Pouca preparação do operador						1	1			
Poucos orçamentistas			1							
166	7	28	7	21	32	47	4	2	13	5
percentagem dos problemas por área funcional	4%	17%	4%	13%	19%	28%	2%	1%	8%	3%

Anexo 6 – Exemplo de problemas no registo manual de tempos

The image shows a handwritten time recording form with several red annotations pointing to specific issues:

- dados em texto sem o nº de obra**: Points to the 'OBRA' column where 'BUTLER' is written instead of a number.
- Números ilegíveis**: Points to the handwritten numbers '036' in the 'Nº FUNCIONÁRIO' field and '12:30' in the 'HORA FIM' column.
- Falta o nº da máquina ou posto de trabalho**: Points to the 'ORDEN FABRICO' column where '681' and '728' are written instead of machine numbers.






OBRA	ORDEN FABRICO	TAREFA	QUANTIDADE	HORA INICIO	HORA FIM
BUTLER		22		8:00	9:45
BUTLER		22		10:00	12:30
410	681	13		15:45	15:45
410	728	13		16:00	17:45

ENCARREGADO / CHEFE DE EQUIPA

SG.007.03

Anexo 7 – Imagens de problemas identificados em chão de fábrica

Descrição	Imagem
1 – Zonas de receção de mercadorias encontra-se por vezes obstruído por materiais armazenados no corredor	
2- Materiais desnecessários e desarrumados	
3 -Dificuldade em passar de um pavilhão para outro	
4 - Dificuldade em retirar materiais da estante	
5 - Desarrumação, não há corredores definidos. Não há distinção entre produto acabado, matérias-primas e sucata	
6 - Armazenamento de equipamentos avariados sem destino definido	
7 - Ponte rolante única e com constantes avarias	
8 - Ponte rolante não chega até todo o pavilhão	
9 - Quinadora mal posicionada	

<p>10 - Zona desarrumada ocupada por materiais que impedem o acesso a armazém</p>	
<p>11 - Armazém desarrumado, com material desnecessário e obsoleto</p>	
<p>12 - Ferramentaria desorganizada</p>	
<p>13 - Sala de pintura com poucas condições</p>	
<p>14 - Máquinas demasiado próximas</p>	
<p>15 - Máquinas que quase nunca foram usadas</p>	

Anexo 8 – Informação relevante para a construção de KPI

Código	Descrição do indicador
	Datas relevantes para construção de KPI
DPOR	Data do Pedido de Orçamento
DORC	Data do Orçamento
DOBR	Data da Obra
DOF	Data da OFabrico
DRI	Data da Requis. Interna
DRRF	Data real da Receção de fornecimentos
DRIP	Data real do Início da produção
DRFP	Data real do Fim da produção
DREX	Data real da expedição
DREC	Data real de Entrega ao cliente
DPRF	Data prevista da Receção de fornecimentos
DPIP	Data prevista do Início da produção
DPPF	Data prevista do Fim da produção
DPCOF	Data prevista de Conclusão da OF
DPEX	Data prevista da Expedição
DPEC	Data prevista de Entrega ao cliente
	Quantidades relevantes para construção de KPI
QPOR	Quantidade de Pedidos de Orçamento num período
QORC	Quantidade de Orçamentos num período
QOB	Quantidade de Obras num período
QOF	Quantidade de Ordens de Fabrico num período
	Valores € relevantes para construção de KPI
VORC	Valor do ORC
VNC	Valor da NC
VPOBR	Valor Previsto da Obra
VROBR	Valor Real da Obra
VPOF	Valor Previsto da Ofabrico
VROF	Valor Real da Ofabrico

Tempos relevantes para construção de KPI

Código	Descrição do indicador	Por tipo tarefa	Por tipo de OF	Por turno	Por máq.	Por Funcion
TRTAV	Tempo Real com Tarefas que AV	x			x	x
TRTNAVN	Tempo Real com Tarefas que NAVN	x			x	x
TRTNAVD	Tempo Real com Tarefas que NAVD	x			x	x
TRABS	Tempo Real com Absentismo	x				x
TRMO	Tempo Real Com Máquinas Ociosas (tb é NAVD)	x			x	
TRPR	Tempo Real com Produção normal		x			
TRTPE	Tempo Real com Trabalhos para a própria empresa		x			
TRRNC	Tempo Real com Resolução de não conformidades		x			
TRMPL	Tempo Real com Manutenção Planeada		x			
TRMNPL	Tempo Real com Manutenção Não Planeada		x			
TRTU1	Tempo Real no turno 1			x		
TRTU2	Tempo Real no turno 2			x		
TRHE1	Tempo Real em Hora extra 1			x		
TRMD	Tempo Real Com máquina disponível				x	
TRFD	Tempo Real Com funcionário disponível					x

Anexo 9 – Versões de Folhas de Orçamentação

ORÇAMENTO DE CUSTOS

DATA: 11-11-2016 RESPONSÁVEL ORÇ: _____

ORÇ. Nº: CC0083

CLIENTE: MAGRAM

TÍTULO: FABRICO DE MOLDE

PERÍODO: DECEMRO

MÃO DE OBRA

Código	Designação	Un.	Custo Orçado			Total
			Nº Horas	Disponíveis	Custo/7h	
T001	Montagem	lr			18,00	
T002	Bancada	lr			18,00	
T003	Serrote	lr	0,30		18,00	5,40
T004	Soldadura	lr	11,50		18,00	207,00
T005	Pintura	lr			18,00	
T006	Fresagem Grande	lr			25,00	
T007	Fresagem Pequena	lr			20,00	
T008	Fresagem CNC	lr			25,00	107,50
T009	Rectificação	lr			20,00	
T010	Rect. Cilíndrica	lr			20,00	
T011	Torno	lr			18,00	
T012	Torno CNC	lr			20,00	
T013	Furação	lr	1,00		18,00	18,00
T014	Mandriladora	lr			20,00	
T015	Limpou posto trabalho	lr			18,00	
T016	Cargas/descargas	lr	0,10		18,00	1,80
T017	Preparação técnica	lr			18,00	
T022	Reparação/manutenção	lr			18,00	
T018	Transporte	lr			18,00	
TOTAL			20,40		26,57	419,70

Orçamentação V2016

POR/CC: 0

DATA: 00-01-1900

Tipo: INICIAL

Cliente: 0

Mão de Obra Orçamento unitário

cod	Tarefa	un	Custo	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
T01	Montagem	h	18,00										
T02	Bancada	h	18,00										
T03	Serrote	h	18,00										
T04	Soldadura	h	18,00										
T05	Pintura	h	18,00										
T06	Fres. Grande												
T07	Fres. Peq.												
T08	Fresagem CNC												
T09	Rectificação												
T10	Rect. Cilind.												
T11	Torno												
T12	Torno CNC												
T13	Furação												
T14	Mandriladora												
T15	Escatelar												
T16	Cargas/descarg												
T17	Prep. técnica												
T18													
T19													
T20													

RESUMO DE ORÇAMENTO

POR/CC: _____ Imprimir Capa

DATA: _____

Tipo: INICIAL

Cliente: _____

Pos	Designação	Qt	Preço unit.	Valor total	Custo un.	Custo tot	Marg tot	K
1			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Orçamentação V2017

Orçamento unitário

Tarefas (horas decimais)/unidade

Código da Tarefa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	horas p. unid.	
01	18,00	18,00	18,00																					
02																								
03																								
04																								
05																								
06																								
07																								
08																								
09																								
10																								
11																								
12																								
13																								
14																								
15																								
16																								
17																								
18																								
19																								
20																								
21																								

Resumo de Orçamento

POR: _____ Data: _____

Cliente: _____

Tipo: _____

Pos	Designação	Qt	Preço unit.	Valor total	Custo un.	Custo tot	Marg tot	K
07			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
08			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Orçamentação V2018

Anexo 10 – Benefício económico de uma célula de duas máquinas e um operador

Custo anual do operador*	14.560
Custo anual da máquina*	15.000
	29.560
Horas homem /ano	1.840
Horas máquina/ano	1.840
Custo hora	16,07
Tx margem*	1,40
Preço hora Venda	22,49

Cenário 1	quant	Custo anual	horas	tx efic	horas efetivas	Vendas	Margem	Mrg%
Homens	2	29.120	3680	75,0%	2.760			
Máquinas	2	30.000	3680	75,0%	2.760	62.076		
		59.120			5.520	62.076	2.956	5%

Cenário 2	quant	Custo anual	horas	tx efic	horas efetivas	Vendas	Margem	Mrg%
Homens	1	14.560	1840	75,0%	1.380			
Máquinas	2	30.000	3680	65,0%	2.392	53.799		
		44.560			3.772	53.799	9.239	17%

* Os valores apresentados são fictícios servindo apenas base para o cálculo da demonstração

Diferença
6.283
213%

Anexo 11 – Folha de Planeamento e Controlo da Produção

K3920

1	2	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	2	NumTan	RBarrio	Data	Miq	Funci	NOME FUNC	Ano	Obra	Ofabrico	Tarefa	DESC.TAR	Hini	Hfim	Inclui alimpo	TempoDei	
4046	3928	3930	29-06-16	17	1	ABILIO SOARES	2016	212	250	9			08:00	09:45		1,75	
4047	3928	3930	29-06-16	17	3	ANTONIO OLIVEIRA PEREIR	2016	214	252	9			10:00	17:45	sim	6,00	
4048	3928	3930	29-06-16	CNC	5	JORGE GONCALVES	2016	197	234	8			06:00	07:40		1,67	
4049	3928	3930	29-06-16		5	JORGE GONCALVES	2016	197	234	36			07:40	08:20		0,67	
4050	3928	3930	29-06-16	CNC	5	JORGE GONCALVES	2016	197	234	8			08:20	15:20	sim	5,25	
4051	3928	3930	29-06-16		5	JORGE GONCALVES	2016			20			15:20	15:45		0,42	
4052	3928	3930	29-06-16	CNC	9	CLAUDINO SILVA	2016	69	74	8			16:00	17:45		1,75	
4053	3928	3930	29-06-16		9	CLAUDINO SILVA	2016	211	249				08:00	15:45	sim	6,00	
4054	3928	3930	29-06-16		16	HERCULANO FERNANDES	2016			35			16:00	17:45		1,75	
4055	3928	3930	29-06-16	14	16	HERCULANO FERNANDES	2016			11			08:00	17:45	sim	8,00	
4056	3928	3930	29-06-16	6	22	CARLOS BARRAS	2016			217			06:00	17:45	sim	10,00	
4057	3928	3930	29-06-16	13	24	JOAO OLIVEIRA PEREIRA	2016	189	227	11			08:00	09:45		1,75	
4058	3928	3930	29-06-16	13	24	JOAO OLIVEIRA PEREIRA	2016	189	225	11			10:00	17:45	sim	6,00	
4059	3928	3930	29-06-16	8	24	JOAO OLIVEIRA PEREIRA	2016	197	234	6			08:00	17:45	sim	8,00	
4060	3928	3930	29-06-16		31	DIOGO SILVA	2016			20			08:00	17:45	sim	8,00	
4061	3928	3930	29-06-16		31	DIOGO SILVA	2016			32			08:00	09:00		1,00	
4062	3928	3930	29-06-16		31	DIOGO SILVA	2016			32			09:00	11:45		2,75	
4063	3928	3930	29-06-16	3	31	DIOGO SILVA	2016	212	250	8			11:45	15:10	sim	1,67	
4064	3928	3930	29-06-16		31	DIOGO SILVA	2016			20			15:10	16:10		1,00	
4065	3928	3930	29-06-16	3	31	DIOGO SILVA	2016	197	234	8			16:10	17:45		1,58	
4066	3928	3930	29-06-16		36	LEONARDO RIBEIRO	2016	69	74	4			08:00	17:45	sim	8,00	
4067	3928	3930	29-06-16		37	ANTONIO BATISTA	2016	69	74	4			08:00	17:45	sim	8,00	
4068	3928	3930	29-06-16		39	EMMANUEL FERREIRA	2016	69	74	7			08:00	17:45	sim	8,00	
4069	3928	3930	29-06-16		110	BELMIRO MACHADO	2016	69	74	1			08:00	17:45	sim	8,00	
4070	3928	3930	30-06-16		1	ABILIO SOARES	2016	212	250	1			08:00	09:45		1,75	
4071	3928	3930	30-06-16		1	ABILIO SOARES	2016	69	74	1			10:00	12:30		2,50	
4072	3928	3930	30-06-16		1	ABILIO SOARES	2016	197	234	1			13:45	17:45		4,00	
4073	3928	3930	30-06-16	17	3	ANTONIO OLIVEIRA PEREIR	2016	214	252	9			08:00	12:30		4,50	
4074	3928	3930	30-06-16	17	3	ANTONIO OLIVEIRA PEREIR	2016			9	Feliz Inox		13:45	15:45		2,00	

H10366

1	2	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	A
3	4	Num	Data	Funci	Nome Func	Ofabrico	Obra	Descrição	Tarefa	NomeTan	Miq	NomeMiq	Hini	Hfim	Ajuste	TempoDei	
1258	10255	22-12-2017	16	Herculano Fernandes						35	Preparar ferramenta		0	8:00	9:45	1,75	
1259	10256	22-12-2017	16	Herculano Fernandes						11	Torno	13	Torno vertic	10:00	15:45	4,50	
1260	10257	22-12-2017	16	Herculano Fernandes						11	Torno	15	Torno SMOL	16:00	17:45	1,75	
1261	10258	22-12-2017	19	Cristiano Sousa	171140	170676	Fabrico de peça Conf. Des. 196_16_05_001			8	Fres CNC	2	Mandr. guide	8:00	17:45	8,00	
1262	10259	22-12-2017	24	João Oliveira Pereira						17	Apostolarias Exteriores		0	8:00	17:45	8,00	
1263	10260	22-12-2017	26	António Furtado	171149	170676	Fabrico de peça Conf. Des. 196_16_02_002			6	Fres Gr	8	Mandr. Juari	8:00	16:45	7,00	
1264	10261	22-12-2017	26	António Furtado	171140	170676	Fabrico de peça Conf. Des. 196_16_05_001			13	Furação radial	0		16:45	17:45	1,00	
1265	10262	22-12-2017	28	Heider Carvalho						38	Orçamentação	0	8:00	17:45	8,00		
1266	10263	22-12-2017	28	Carlos Barros						22	Manutenção	0	8:00	9:45	1,75		
1267	10264	22-12-2017	22	Carlos Barros	171127	170671	Fabrico de conj. MCESTUPSTLN38A			7	Fres Pec	6	Fres. Huré	10:00	12:30	2,50	
1268	10265	22-12-2017	22	Carlos Barros	171127	170671	Fabrico de conj. MCESTUPSTLN38A			7	Fres Pec	6	Fres. Huré	13:45	15:00	1,25	
1269	10266	22-12-2017	22	Carlos Barros	171144	170676	Fabrico de peça Conf. Des. 196_16_06_001			20	Limpeza Posto de Trab	0	15:00	15:30	0,50		
1270	10267	22-12-2017	22	Carlos Barros	171144	170676	Fabrico de peça Conf. Des. 196_16_06_001			31	Apesar de	6	Fres. Huré	15:30	15:45	0,25	
1271	10268	22-12-2017	22	Carlos Barros	171144	170676	Fabrico de peça Conf. Des. 196_16_06_001			6	Fres. Huré	16:00	17:45	1,75			
1272	10269	22-12-2017	36	Leonardo Ribeiro	171148	170676	Fabrico de peça Conf. Des. 196_16_02_002			13	Furação radial	0	8:00	12:00	3,75		
1273	10270	22-12-2017	36	Leonardo Ribeiro	171149	170676	Fabrico de peça Conf. Des. 196_16_02_002			13	Furação radial	0	12:00	12:30	0,50		
1274	10271	22-12-2017	36	Leonardo Ribeiro	171149	170676	Fabrico de peça Conf. Des. 196_16_02_002			13	Furação radial	0	13:45	17:20	3,33		
1275	10272	22-12-2017	36	Leonardo Ribeiro						22	Manutenção	0	17:00	17:45	0,42		
1276	10273	22-12-2017	44	Francisco Alconada	171234	170715	Processo de Corte e Soldadura - Passerelle			4	Soldadura	0	16:00	14:15	1,25	8,00	
1277	10274	22-12-2017	110	Belmiro Machado	171234	170715	Processo de Corte e Soldadura - Passerelle			1	Montagem	0	8:00	17:45	8,00		
1278	10275	22-12-2017	1005	Filipe Mendes	171234	170715	Processo de Corte e Soldadura - Passerelle			1	Montagem	0	6:00	8:00	2,00		
1279	10276	22-12-2017	1005	Filipe Mendes	171124	170671	Fabrico de conj. MCESTECPTLD26A			3	Serrote	0	8:00	9:45	1,75		
1280	10277	22-12-2017	1005	Filipe Mendes	171124	170671	Fabrico de conj. MCESTECPTLD26A			1	Montagem	0	10:00	12:30	2,50		
1281	10278	22-12-2017	1005	Filipe Mendes						25	Carga/Descarga	0	13:45	16:00	2,00		

Registo de Tempos

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	2	Num	Data	Funci	Nome Func	Ofabrico	Obra	Descrição	Tare	NomeTarefa	Miq	NomeMiq	Hini	Hfim	Ajuste	TempoDei
10327	10322	28-12-17	28	Háider Carvalho						38	Orçamentação		0	8:00	17:45	8,00
10328	10323	28-12-17	32	Oleksandr	170989	170603	Servico de execu			3	Serrote		0	8:00	12:30	4,25
10329	10324	28-12-17	32	Oleksandr	170989	170603	Servico de execu			4	Soldadura		0	13:45	17:45	3,75
10330	10325	28-12-17	26	António Furtado	171120	170668	Fabrico de pilare			6	Fres Gr	8	Mandr. Juaristi	8:00	16:45	7,00
10331	10326	28-12-17	26	António Furtado	171127	170671	Fabrico de conj. M			6	Fres Gr	8	Mandr. Juaristi	16:45	17:45	1,00
10332	10327	28-12-17	36	Leonardo Ribeiro	171141	170676	Fabrico de peça C			13	Furação radial	0	10:00	12:30	2,50	
10333	10328	28-12-17	36	Leonardo Ribeiro	171141	170676	Fabrico de peça C			13	Furação radial	0	13:45	14:30	0,75	
10334	10329	28-12-17	36	Leonardo Ribeiro	171121	170671	Fabrico de conj. M			0	14:30	15:20			0,83	
10335	10330	28-12-17	36	Leonardo Ribeiro						0	15:20	16:00			1,17	
10336	10331	28-12-17	1005	Filipe Mendes	170989	170603	Servico de execu			3	Serrote	0	8:00	12:30	1,75	
10337	10332	28-12-17	1005	Filipe Mendes	171262	170728	Maquinagem de l			1	Montagem	0	8:00	12:30	2,50	
10338	10333	28-12-17	1005	Filipe Mendes	171126	170671	Fabrico de conj. M			13	Furação radial	0	8:45	17:45	3,75	
10339	10334	28-12-17	1008	Carlos (Pneu Feliz)						32	Apoio à Produção	0	8:00	12:30	4,25	
10340	10335	28-12-17	1008	Carlos (Pneu Feliz)						32	Apoio à Produção	0	13:45	15:45	2,00	
10341	10336	28-12-17	1008	Carlos (Pneu Feliz)	171262	170728	Maquinagem de l			5	Pinçura	0	16:00	17:45	1,75	
10342	10337	28-12-17	39	Emmanuel Ferreira												
10343	10338	28-12-17	39	Emmanuel Ferreira												
10344	10339	28-12-17	39	Emmanuel Ferreira												
10345	10340	29-12-17	4	Jorge Antunes												
10346	10341	29-12-17	5	Jorge Gonçalves	171121	170671	F									
10347	10342	29-12-17	5	Jorge Gonçalves	171121	170671	F									
10348	10343	29-12-17	5	Jorge Gonçalves												
10349	10344	29-12-17	5	Jorge Gonçalves												

Horas mensais

Menu

- Ordens de fabrico
- Máquinas
- Clientes
- Tarefas
- Funcionários

Botões: Emitir Ordem de Fabrico

Anexo 12 – Erros detetados no registo de tempos de produção

Erros detetados no registo de tempos	2016	2017	Var%
Horas que deviam ter nº de Obra	195	863	343%
Horas com nº de Obra c/erro	35	5	-86%
Horas que deviam ter nº de OF	596	672	13%
Horas com nº OF c/erro	617	137	-78%
Horas sem nº de Tarefa	197	404	105%
Horas com nº tarefa c/erro	98	12	-88%
Horas que deviam ter nº de Máquina	3.842	3.895	1%
Horas com nº máquina c/erro	599	19	-97%
Horas sem nº de Funcionário	5	0	-100%
Horas com nº funcionário c/erro	0	0	0%
Horas totais com erros	6.184	6.007	-3%
Horas totais	28.359	30.774	9%
Peso %	22%	20%	

Anexo 14 – Cálculo da redução dos tempos de obtenção de ferramentas

Situação atual		Raramente	Pouco frequente	Frequente	Muito frequente	Tempo médio da falha (min.)	Min. p/Ano
Fase do processo	Falha ou ineficiência constatada	Vezes p/ano	Vezes p/mês	Vezes p/Semana	Vezes p/Dia		
Ferramentas de aperto	Aguardo disponibilidade de ferramentas		4			15	660
	Vou Procurar ferramentas ou improviso umas			2		20	1.920
	Ferramentas pouco adequadas ou em mau estado				1	2	460
Ferramentas de maquinagem	Ferramenta existe mas não disponível			6		8	2.304
	Tenho que esperar por um responsável para ir à ferramentaria				2	3	1.380
	Deslocar à ferramentaria e procurar eu as ferramentas				2	5	2.300
	A ferramenta existe mas está em mau estado			8		3	1.152
	Aguardo que as ferramentas venham do fornecedor		4			30	1.320
Consumíveis de produção	A ferramenta não existe ou não aparece por desarrumação			4		3	576
	Procurar as pastilhas de corte para a ferramenta que necessito				3	3	2.070
Ferramentas de controlo dimensional	Aguardo o fornecimento de pastilhas ou parafusos para estas		4			2	88
	As ferramentas não estão arrumadas e tem que se procurar			2		3	288
	As ferramentas de controlo não estão calibradas			3		6	864
	As ferramentas não estão disponíveis			2		10	960
						Min.	16.342
						H	272

Situação após melhoria na ferramentaria		Raramente	Pouco frequente	Frequente	Muito frequente	Tempo médio da falha (min.)	Min. p/Ano
Fase do processo	Falha ou ineficiência constatada	Vezes p/ano	Vezes p/mês	Vezes p/Semana	Vezes p/Dia		
Ferramentas de aperto	Aguardo disponibilidade de ferramentas		2			15	330
	Vou Procurar ferramentas ou improviso umas		2			15	330
	Ferramentas pouco adequadas ou em mau estado			2		2	192
Ferramentas de maquinagem	Ferramenta existe mas não disponível			3		8	1.152
	Tenho que esperar por um responsável para ir à ferramentaria			3		3	432
	Deslocar à ferramentaria e procurar eu as ferramentas			6		5	1.440
	A ferramenta existe mas está em mau estado		6			3	198
	Aguardo que as ferramentas venham do fornecedor		1			30	330
Consumíveis de produção	A ferramenta não existe ou não aparece por desarrumação		4			3	132
	Procurar as pastilhas de corte para a ferramenta que necessito				1	3	690
Ferramentas de controlo dimensional	Aguardo o fornecimento de pastilhas ou parafusos para estas		4			2	88
	As ferramentas não estão arrumadas e tem que se procurar			2		3	288
	As ferramentas de controlo não estão calibradas		2			6	132
	As ferramentas não estão disponíveis		6			10	660
						Min.	6.394
						H	107

Anexo 15 – Simulação 3D do layout da empresa com algumas ações efetuadas

