



Implementação Ferramentas e Liderança Lean , Quick Wins - Caso de Estudo

MANUEL JORGE CÂNDIDO RODRIGUES

dezembro de 2019

IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS E LIDERANÇA LEAN, “QUICK-WINS” - CASO DE ESTUDO

Manuel Jorge Cândido Rodrigues
1960325

2019

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS E LIDERANÇA LEAN, “QUICK-WINS” - CASO DE ESTUDO

Manuel Jorge Cândido Rodrigues
1960325

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação professor José Carlos Vieira de Sá (CVS) e coorientação professor doutor Francisco José Gomes da Silva (FGS)

2019

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento Engenharia Mecânica



JÚRI

Presidente

Doutor, Manuel Jorge Dores Castro
Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Mestre/Especialista José Carlos Vieira Sá
Professor Adjunto Convidado, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Coorientador

Doutor, Francisco José Gomes da Silva
Professor Adjunto Convidado, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Doutora Vanda Marlene Monteiro Lima
Professora Adjunta, Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico do Porto

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a todos que se cruzaram e ajudaram na minha vida pessoal, no meu percurso académico e profissional.

À Vinco Válvulas S.A..

Ao orientador José Carlos Sá, um agradecimento especial pelo desafio lançado no intuito da realização do mestrado.

Ao coorientador Francisco Silva, um agradecimento pela partilha de conhecimentos.

Ao pequeno Artur e Carina.

PALAVRAS CHAVE

Gestão por Objetivos / Objetivos *SMART*; *KPI*; *Kaizen* Diário; Gestão Visual; PDCA; *Gemba Walk*; 5S; Os “5 Porquês”; *Yokoten*; *Brainstorming*; Liderança *Lean*.

RESUMO

Objetivo: Este estudo foi realizado numa pequena e média empresa portuguesa do setor da metalomecânica, onde o *Lean Management* foi implementado através de várias ferramentas *Lean* (LT) e suas variantes. Este estudo envolveu dois objetivos principais: o primeiro demonstra como as LT permitem um grande impacto durante a fase de implementação, produzindo assim grande influência quer em termos de organização, quer em termos de resultados operacionais, bem como no contexto da motivação dos colaboradores. Sendo que o segundo objetivo consistiu na introdução de mudanças de procedimento baseadas na ferramenta gestão de recursos humanos através da liderança *Lean*. O foco para estas duas situações, é alcançar um aumento de 5% na taxa de ocupação na área de maquinagem, assim como um aumento de 10% no número de horas trabalhadas, com uma redução de 10% em relação aos custos de produtos defeituosos por hora, isto no primeiro trimestre de 2019, além da melhoria da perceção dos colaboradores na implementação das LT em 2,5%.

Metodologia/abordagem: a metodologia de pesquisa é uma pesquisa-pesquisa/ação, desenvolvida pelo professor *Kurt Lewin* do *MIT* que passa por ciclos de cinco estágios: Diagnóstico; Planeamento; Implementação; Avaliação; Conclusões.

Resultados: quanto aos quatro objetivos acima mencionados, observou-se: um aumento de 8,5% na taxa de ocupação das máquinas; assim como um incremento de 30,2% do número de horas trabalhadas; com uma redução de 27, 9% em custos não qualidade hora produzida no período. A perceção dos colaboradores teve um efeito de 6,1% de melhoria.

Limitação/implicação da pesquisa: o estudo é limitado a uma pequena e média empresa (PME) portuguesa no sector metalomecânico.

Originalidade/valor do caso de estudo: As ferramentas *Lean* podem ser implementadas de forma rápida e fácil e rapidamente compreendidas pelos colaboradores. Foi criada uma motivação adicional para o seu uso e obtenção de resultados operacionais muito satisfatórios em toda as áreas de produção.

KEYWORDS

Management by Objectives/SMART Objectives; KPI; Daily Kaizen; Visual Management; PDCA; 5S; “5 Whys”; Yokoten; Brainstorming; Lean leadership.

ABSTRACT

Purpose: *This study was performed in a Portuguese Small and Medium-sized Enterprise (SME) in a metalworking sector, where Lean Management has been implemented through several Lean Tools (LT) and their variations. This study comprised two main goals: The first demonstrates how LT allow the highest impact during the implementation phase, thus producing great influence, both in terms of organization and operational results, as well as in the context of employees’ motivation. The second goal consisted of introducing procedure changes based on the Management of Human Resources through Lean Leadership tool. The goal for these two objectives is to achieve a 5% increase in the occupancy rate in the machining area, as well as an increase of 10% in the number of hours worked, with a reduction of 10% in the costs of defective products per hour in the first quarter of 2019. The study also intends to improve plus to improving the perception of employees in the implementation of the LT in 2,5%.*

Methodology/Approach: *The research methodology is a Research-Research/ Action, developed by Professor Kurt Lewin of MIT that goes through cycles of five stages: Diagnosis; Planning; Implementation; Evaluation; Conclusions.*

Findings: *Regarding the five objectives above mentioned, it was observed: an increase of 8.5% in machine occupancy rate; as well as an increase of 30.2% in number of hours worked; with a reduction of 27.9% in non-quality hourly costs produced in the period. Employee perception had a 6,1% improvement effect.*

Research Limitation/implication: *The study is limited to Portuguese Small and Medium-sized Enterprise (SME) in the metalworking sector.*

Originality/Value of case study: *Lean tools can be rapidly and easily implemented and quickly understood by the workers. It was induced an additional motivation in the employees for its use and achievement of quick and very satisfying results in every production and manufacturing areas.*

LISTA DE ABREVIATURAS, UNIDADES E SÍMBOLOS

Lista de Abreviaturas

API	<i>American Petroleum Institute</i>
CNC	Comando Numérico (Computadorizado)
DN	Diâmetro Nominal
GPO	Gestão por Objetivos
I4.0	Indústria 4.0
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
I&D	Investigação e Desenvolvimento
JIT	<i>Just In Time</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
KPR	<i>Key Performance Result</i>
LM	<i>Lean Manufacturing</i>
LT	<i>Lean Tools</i>
LL	Liderança <i>Lean</i>
TPM	Manutenção Produtiva Total (<i>Total Productive Maintenance</i>)
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
NC	Não Conformidade
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
OPL	<i>One Point Lesson</i>
PME	Pequena e Média Empresa
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
PL	Produção <i>Lean</i>
Ra	Rugosidade
SMED	<i>Single Minute Exchange of Dies</i>
SGQ	Sistema Gestão da Qualidade
VSD	<i>Value Stream Design</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
Vinco	Vinco Válvulas S.A.
WIP	<i>Work-in-Progress</i>

Lista de Unidades

h	Hora
Min	Minuto
m	Metro

Lista de Símbolos

%	Percentagem
---	-------------

GLOSSÁRIO DE TERMOS

5S	Ferramenta com 5 palavras que permite reduzir ou eliminar desperdícios através de ambientes de trabalho organizados.
5 Porquês	É uma técnica com utilização de abordagem sistemática para a resolução de problemas.
<i>A3 Problem Solving</i>	É um método que incentiva as pessoas a trabalhar, pensar e comunicar como uma equipa, ajudar organizações a tomar decisões e distribuir autoridade para o nível adequado de boas decisões.
<i>Andon</i>	<i>Andon</i> é um termo Japonês que significa “luz de aviso” /sistema da sinalização, sendo um alarme automático sobre um erro no processo.
<i>Bottleneck</i>	Gargalo é uma etapa de um processo que faz com que toda a cadeia de valor necessite de abrandar ou até mesmo parar.
<i>Brainstorming</i>	Dinâmica de grupo que é usada como uma técnica para resolver problemas específicos.
<i>Daily Kaizen</i>	Reuniões Diárias realizadas de pé, com tempos estipulados, temas e com intervenientes identificados.
Diagrama de Spaghetti	A ferramenta permite, duma forma rápida e fácil, inquirir distâncias percorridas numa área, quer dos materiais, quer das pessoas.
<i>Gemba Walk</i>	Conceito em que os membros da gestão vão ao lugar real onde o trabalho é executado.
Gestão Visual	Ferramenta de gestão, que rapidamente informa o estado em que se encontra um determinado processo e quais as ações a tomar em tempo útil.
<i>Heijunka</i>	Termo japonês que se refere ao nivelamento da produção.
<i>Input</i>	Os inputs são agrupados em tipos; uma classificação corrente divide os inputs em materiais, mão de obra, capital, energia e informação.
Instruções de Trabalho	Ferramenta de repetibilidade eficaz para a maioria dos casos de fabricação, independentemente do nível de automação.
<i>Jidoka</i> (Automatização)	A palavra “ <i>Jidoka</i> ” é derivado da língua japonesa e é um composto de três palavras diferentes: “ <i>ji</i> ”, significando “ <i>one-self</i> ”, independentemente, “ <i>autonomously</i> ”; “ <i>do</i> ”, descrevendo a transformação, a mudança e; “ <i>Ka</i> ”, que é o fim de “ <i>action</i> ”.
<i>Just In Time</i>	Filosofia japonesa para produzir e entregar a quantidade necessária, quando necessária.
<i>Kaizen</i>	Palavra japonesa para Melhoria Contínua.
<i>Kanban</i>	Palavra japonesa que significa cartão ou etiqueta.
<i>KPI - KPR</i>	Indicador-chave de desempenho e indicador que mede a eficácia do processo.

<i>Lead Time</i>	Tempo necessário que um produto demora a percorrer todo o fluxo de valor.
<i>Lean</i>	Filosofia de gestão baseada na eliminação do desperdício.
<i>Lean Thinking</i>	Filosofia que se foca na redução ou eliminação de desperdícios; Pensamento “magro”.
<i>Lean Tools</i>	Ferramentas <i>Lean</i> que permitem a simplificação dos processos através da eliminação e redução dos desperdícios.
<i>Milk Run</i>	Representam sistemas de transporte, onde os materiais são entregues.
<i>Obeya Room</i>	Significa “quarto grande” ou “sala de guerra”, permitindo que, todos os membros líderes do projeto estivessem presentes, de modo a que todos compartilhem informações do projeto e se possam interajuda uns aos outros.
OEE	(<i>Overall Equipment Effectiveness</i>), Eficiência Global dos Equipamentos, é um indicador proposto na metodologia TPM (<i>Total Productive Maintenance</i>)
<i>Output</i>	Os <i>outputs</i> podem ser bens ou serviços e são também incluíveis num (ou vários) dos tipos referidos para os <i>inputs</i> . Consistem, em muitos casos, <i>input</i> de processos a jusante.
<i>PDCA</i>	Sistema de quatro passos, utilizado para o controle e melhoria contínua de processos e produtos.
<i>Poka-Yoke</i>	Consiste num mecanismo que impede a ocorrência do erro e que facilita a sua deteção.
Processo	Um processo (sistema operativo ou de produção) toma um conjunto de entradas (ou <i>input</i>) e transforma-as em saídas (<i>output</i>) de maior valor.
<i>SMED</i>	Conjunto de técnicas pertencentes ao <i>Lean</i> que visam reduzir o tempo de <i>setup</i> de uma máquina.
<i>TPM</i>	Ferramentas de Manutenção para maximizar o ciclo de vida e a produtividade do equipamento.
<i>VSM</i>	Ferramentas para mapear um processo e eliminar seus problemas críticos.
<i>Yokoten</i>	Expressão japonesa que significa a partilha das boas práticas.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - CICLO <i>ACTION-RESEARCH</i> (ADAPTADO PARA A TESE DE SUSMAN, 1983)	30
FIGURA 2 - FACHADA VINCO VÁLVULAS S.A.	32
FIGURA 3 - VÁLVULAS INDÚSTRIAS DA VINCO SERIE VD	33
FIGURA 4 - VÁLVULAS FARMACÊUTICAS DA VINCO SERIE RP	34
FIGURA 5 - PORMENOR TROCA DE FERRAMENTAS AUTOMÁTICA DUMA FRESADORA	35
FIGURA 6 - EXEMPLO DO RESULTADO DUM CÁLCULO DE ELEMENTOS FINITOS DUMA VÁLVULA	35
FIGURA 7 - CERTIFICAÇÕES DOS SISTEMAS DE GESTÃO	36
FIGURA 8 - PRINCIPAIS CERTIFICAÇÕES DO PRODUTO.....	37
FIGURA 9 – MÁQUINA DE HIDRO E PNEUMÁTICA DE TESTES, TESTES DE FOGO, MÁQUINA DE IDENTIFICAÇÃO QUÍMICA	37
FIGURA 10 - PRINCIPAIS PAÍSES DE VENDA DIRETA	38
FIGURA 11 – ÁRVORE DE ANÁLISE DE CAUSA, FERRAMENTA 5 PORQUÊS	45
FIGURA 12 - PASSOS PARA IMPLEMENTAR O MÉTODO 5S, SEGUNDO VERES, MARIAN, MOICA E AL-AKEL, 2017	47
FIGURA 13 – ESTADO INICIAL DUMA UNIDADE DE PRODUÇÃO PARA A UTILIZAÇÃO DO MODELO DA SIMULAÇÃO	49
FIGURA 14 – RESULTADO FINAL DO MODELO DE SIMULAÇÃO NUMA UNIDADE DE PRODUÇÃO	49
FIGURA 15 - EXEMPLO <i>KAIZEN</i> DIÁRIO	50
FIGURA 16 - EXEMPLO <i>POKA-YOKE</i> ATRAVÉS DA “VERIFICAÇÃO DE CÓDIGO DE BARRAS” E “TESTE DE DIMENSÕES (POSIÇÃO)”	52
FIGURA 17 - EXEMPLO PRÁTICO DUM <i>ANDON</i> NA INDÚSTRIA.....	53
FIGURA 18 – DIFERENÇA ENTRE UM <i>ANDON</i> E <i>POKA YOKA</i>	54
FIGURA 19 – REPRESENTAÇÃO DO FUNCIONAMENTO <i>KANBAN</i>	56
FIGURA 20 - EXEMPLO CIRCUITO INDUSTRIAL COM UTILIZAÇÃO DA FILOSOFIA <i>MILK RUN</i> , POR KORYTKOWSKI E KARKOSZKA (2016)	58
FIGURA 21 - <i>WHITE BOARD</i> REFERIDO EM “ <i>OBEYA DIGITALISATION OF MEETINGS – FROM WHITE-BOARDS TO SMART-BOARDS</i> ” NO ARTIGO DE FAST-BERGLUND; HARLIN E ÅKERMAN, EM 2016 ...	59
FIGURA 22 - <i>SMART-BOARD</i> REFERIDO EM “ <i>OBEYA DIGITALISATION OF MEETINGS – FROM WHITE-BOARDS TO SMART-BOARDS</i> ” NO ARTIGO DE FAST-BERGLUND; HARLIN; ÅKERMAN, 2016	60
FIGURA 23 – ESQUEMA E FORMULA DO CÁLCULO DO <i>OEE</i>	61
FIGURA 24 - PASSOS UTILIZADOS NA IMPLEMENTAÇÃO <i>SMED</i> , NO ARTIGO “ <i>A PRACTICAL STUDY OF THE APPLICATION OF SMED TO ELECTRON-BEAM MACHINING IN AUTOMOTIVE INDUSTRY</i> ” DE (MARTINS, ET AL., 2018)	63
FIGURA 25 - ARTIGO “ <i>SPAGHETTI IMPROVING THE MULTI-BRAND CHANNEL DISTRIBUTION OF A FASHION RETAILER</i> ”, (SILVA; PEREIRA; FERREIRA; SILVA, 2018), <i>LAYOUT</i> DO ARMAZÉM LOGÍSTICO EM UMA EMPRESA DE MODA, PROCESSO INICIAL.....	64

FIGURA 26 - ARTIGO “SPAGHETTI IMPROVING THE MULTI-BRAND CHANNEL DISTRIBUTION OF A FASHION RETAILER”, (SILVA; PEREIRA; FERREIRA; SILVA, 2018), LAYOUT DO ARMAZÉM LOGÍSTICO EM UMA EMPRESA DE MODA, PROCESSO FINAL	64
FIGURA 27 - EXEMPLOS DE MANUTENÇÃO PREDITIVA, IMAGEM TÉRMICA, TESTE PRESSÃO ESFERA, ANÁLISE VIBRAÇÕES	66
FIGURA 28 - DIGITAL VISUAL MANAGEMENT E O PROCESSO DE RECOLHA DE DADOS (STEENKAMP, HAGEDORN-HANSEN & OOSTHUIZEN, 2017)	68
FIGURA 29 - EXEMPLO VSM INICIAL DE OLIVEIRA; SÁ E FERNANDES, EM 2018	69
FIGURA 30 - FATORES CRÍTICOS DE INTRODUÇÃO LEAN (ALEFARI, SALONITIS & XU, 2017).....	73
FIGURA 31 - FATORES CRÍTICOS DE INTRODUÇÃO LEAN (ALEFARI, SALONITIS & XU, 2017), COMPARAÇÃO ENTRE GRANDES E PME	73
FIGURA 32 - PRINCIPAIS PRINCÍPIOS NA IMPLEMENTAÇÃO LL EM UK	74
FIGURA 33 - PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS PARA O LL SEGUNDO DOMBROWSKI E MIELKE EM 2014	75
FIGURA 34 - LAYOUT NO FINAL DE 2018	82
FIGURA 35 - TORNO CNC HYUNDAI L230LM	84
FIGURA 36 - PROCESSO DE CENTRAMENTO DUMA PEÇA NUM CENTRO CNC QUAZER	85
FIGURA 37 - TAXA DE OCUPAÇÃO PELAS QUATRO CÉLULAS NAS SEMANAS 46 A 50 DE 2018.....	86
FIGURA 38 - PRINCIPAIS COMPONENTES DUMA VÁLVULA DE ESFERA, EXEMPLO VÁLVULA SÉRIE VTR ..	88
FIGURA 39 - RESULTADOS INICIAIS - PERCEÇÃO DIMENSÕES GERAL.....	94
FIGURA 40 - RESULTADOS INICIAIS - PERCEÇÃO DIMENSÕES / CÉLULA	94
FIGURA 41 - RESULTADOS INICIAIS - PERCEÇÃO "CONSCIÊNCIA PARA A QUALIDADE"	95
FIGURA 42 - RESULTADOS INICIAIS - PERCEÇÃO "CONSCIÊNCIA PARA A MANUTENÇÃO E EQUIPAMENTOS"	96
FIGURA 43 - RESULTADOS INICIAIS - PERCEÇÃO "CONSCIÊNCIA PARA O PROCESSO_PRODUTO".....	96
FIGURA 44 - RESULTADOS INICIAIS - PERCEÇÃO "CONSCIÊNCIA PARA A LIDERANÇA / GPO"	97
FIGURA 45 - RESULTADOS INICIAIS - PERCEÇÃO "CONSCIÊNCIA PARA A CONFIANÇA PESSOAL"	98
FIGURA 46 - RESULTADOS INICIAIS - PERCEÇÃO "CONSCIÊNCIA PARA A FORMAÇÃO"	98
FIGURA 47 - VERSÃO DO LAYOUT PARA FINAL DO TRIMESTRE.....	103
FIGURA 48 - FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO INDIVIDUAL.....	106
FIGURA 49 - PARTE DO MAPA DOS KPI PARA O ANO 2019, COM OBJETIVO, MÉTRICA, MÉTODO DE MEDIÇÃO E META	107
FIGURA 50 - PAINEL GERAL NO SECTOR DA MAQUINAGEM	108
FIGURA 51 - QUADRO DE PRESENÇA KAIZEN DIÁRIO - ÁREA MAQUINAGEM.....	108
FIGURA 52 - GESTÃO VISUAL NO PAINEL DE KAIZEN DIÁRIO MAQUINAGEM.....	110
FIGURA 53 - GESTÃO VISUAL ÁREA DE MAQUINAGEM.....	111
FIGURA 54 - PLANO DE AÇÕES PDCA - KAIZEN DIÁRIO.....	111
FIGURA 55 - SLIDE DA APRESENTAÇÃO MINISTRADA A TODOS OS COLABORADORES.....	113
FIGURA 56 - 5S - ANTES E DEPOIS DA IMPLEMENTAÇÃO CÉLULA 1 – EXEMPLO DA IMPLEMENTAÇÃO ..	113
FIGURA 57 - 1ª PÁGINA DA FORMAÇÃO INICIAL TEÓRICA "5 PORQUÊS" / "YOKOTEN"	114
FIGURA 58 - IMPRESSO MOD182 - ANÁLISE DA CAUSA RAIZ - 5 PORQUÊS + YOKOTEN	115
FIGURA 59 - IMPRESSO MOD182 - ANÁLISE DA CAUSA RAIZ - 5 PORQUÊS + YOKOTEN (PARTE REFERENTE AO YOKOTEN).....	117
FIGURA 60 - RESULTADOS DA PERCEÇÃO DIMENSÕES GERAL.....	120

FIGURA 61 - RESULTADOS DIMENSÃO PERCEÇÃO POR CÉLULAS.....	121
FIGURA 62 - RESULTADOS DIMENSÃO PERCEÇÃO "CONSCIÊNCIA PARA A QUALIDADE"	122
FIGURA 63 - RESULTADOS DIMENSÃO PERCEÇÃO "CONSCIÊNCIA PARA A MANUTENÇÃO E EQUIPAMENTOS"	122
FIGURA 64 - RESULTADOS DIMENSÃO PERCEÇÃO "CONSCIÊNCIA PROCESSO _ PRODUTO"	123
FIGURA 65 - RESULTADOS DIMENSÃO PERCEÇÃO "LIDERANÇA / GPO"	124
FIGURA 66 - RESULTADOS DIMENSÃO PERCEÇÃO "CONFIANÇA PESSOAL"	124
FIGURA 67 - RESULTADOS DIMENSÃO PERCEÇÃO "CONSCIÊNCIA PARA A FORMAÇÃO"	125
FIGURA 68- ESQUEMA DA IMPLEMENTAÇÃO MILK-RUN.....	134
FIGURA 69 - PLANO DE MANUTENÇÃO SEMANAL DO OPERADOR - TPM.....	135
FIGURA 70 - OPL PARA 1ª TPM.....	136
FIGURA 71 - CRIAÇÃO POKA-YOKA NO PROCESSO DE TORNEAMENTO	137
FIGURA 72 - MOD116 - GPO	155
FIGURA 73 - MOD153 PLANO DE MANUTENÇÃO SEMANAL DO OPERADOR.....	156
FIGURA 74 - MOD182 5 PORQUÊS + YOKOTEN	157
FIGURA 75 - REGISTO FORMAÇÃO 5S.....	158
FIGURA 76 - REGISTO FORMAÇÃO 5 PORQUÊS + YOKOTEN	159

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO DO “ACTION-RESEARCH”	31
TABELA 2 - ESTRATÉGIA DE AGRUPAMENTO DE EQUIPAMENTOS POR CÉLULAS	83
TABELA 3 - TAXA DE OCUPAÇÃO PELAS QUATRO CÉLULAS NAS SEMANAS 46 A 50 DE 2018. NÚMERO DE COLABORADORES	86
TABELA 4 - Nº HORAS DE PRODUÇÃO DAS QUATRO CÉLULAS EM 2018. NÚMERO DE EQUIPAMENTOS	87
TABELA 5 - Nº MÉDIO SEMANAL DE “CORPOS + TERMINAIS” E “COMPONENTES” PRODUZIDOS	88
TABELA 6 - QUANTIDADES E CUSTOS NC DO ÚLTIMO QUADRIMESTRE 2018	89
TABELA 7 - Nº DE NC PRODUZIDAS POR MÊS E CUSTOS ASSOCIADOS	89
TABELA 8 - RÁCIO CUSTOS NC / HORAS PRODUZIDAS	89
TABELA 9 - OBJETIVOS PARA A TAXA DE OCUPAÇÃO 1º TRIMESTRE 2019. Nº DE COLABORADORES	100
TABELA 10 - OBJETIVO DE Nº HORAS DE PRODUÇÃO PARA AS QUATRO CÉLULAS	100
TABELA 11 - OBJETIVO PARA O RÁCIO CUSTOS NC / HORAS PRODUZIDAS	101
TABELA 12 - PLANEAMENTO INICIAL DOS TRABALHOS A DESENVOLVER	101
TABELA 13 - QUANTIDADE DE MÁQUINAS APÓS INSTALAÇÃO DE 3 NOVOS EQUIPAMENTOS	102
TABELA 14 - GESTÃO POR OBJETIVOS 1º TRIMESTRE	105
TABELA 15 - PLANO DEFINIDO DE IMPLEMENTAÇÃO “GEMBA WALK”	112
TABELA 16 - RESULTADO DAS AÇÕES DA REALIZAÇÃO DO BRAINSTORMING	117
TABELA 17 - RESULTADOS DA TAXA DE OCUPAÇÃO RELATIVA AO 1º TRIMESTRE 2019. Nº DE COLABORADORES	118
TABELA 18 - RESULTADOS DO Nº HORAS DE PRODUÇÃO PARA AS QUATRO CÉLULAS	119
TABELA 19 - RESULTADOS DO RÁCIO CUSTOS NC / HORAS PRODUZIDAS	119

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	29
1.1	Enquadramento e Motivação	29
1.2	Objetivo.....	29
1.3	Problema Proposto	29
1.4	Resultados esperados	30
1.5	Metodologia de Investigação.....	30
1.6	Apresentação da entidade acolhedora.....	32
1.6.1	Empresa	32
1.6.2	Produtos.....	33
1.6.2.1	Industrial Range (Válvulas Indústrias)	33
1.6.2.2	Sanitary Range (Válvulas Farmacêuticas).....	34
1.6.3	Principais equipamentos produtivos	34
1.6.4	Design e Desenvolvimento	35
1.6.5	Certificações	36
1.6.5.1	Sistema de Gestão.....	36
1.6.5.2	Produto	36
1.6.6	Testes e ensaios realizados internamente.....	37
1.6.7	Testes e ensaios a realizado no exterior ou em subcontratação.....	38
1.6.8	Principais Mercados.....	38
1.7	Estrutura e Organização da Dissertação	39
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	43
2.1	Motivação Organizacional	43
2.2	Lean Tools (LT) / Ferramentas Lean.....	43
2.3	Liderança Lean	72
2.4	Lean I4.0.....	76
2.5	Novos Conceitos Lean	77
3	DESENVOLVIMENTO	81
3.1	Dados Iniciais e Enquadramento	81
3.1.1	Enquadramento Área Fabril / Equipamentos	81
3.1.1.1	Layout.....	81
3.1.1.2	Células	83
3.1.1.3	Tipologia dos Equipamentos	83
3.1.1.3.1	Tornos CNC.....	83
3.1.1.3.2	Centros/Fresadoras CNC.....	84
3.2	Dados de Gestão e Registos.....	85
3.2.1	Taxa de Ocupação 2018 vs. Nº Colaboradores	85
3.2.2	Horas Trabalhadas vs. Nº de Equipamentos.....	86

3.2.3	Produção.....	87
3.2.3.1	Tipos de Materiais a Maquinar	87
3.2.3.2	Principais Elementos das Válvulas	87
3.2.4	Número de Peças Produzidas em 2018	88
3.2.5	Taxa de Produção de Conformes	88
3.2.6	Rácio Custos NC vs. Horas Trabalhadas	89
3.2.7	Liderança Lean	90
3.2.7.1	Inquérito aos Colaboradores.....	90
3.2.7.2	Ferramentas de Liderança Lean Seleccionadas	90
3.2.7.3	Metodologia de preparação dos inquéritos.....	90
3.2.8	Dimensões inquérito - “Consciência”	91
3.2.9	Resultados do inquérito inicial.....	93
3.2.9.1	Perceção Dimensões Geral	93
3.2.9.2	Perceção Geral / Célula	94
3.2.9.3	Perceção “Consciência para a Qualidade”	95
3.2.9.4	Perceção “Consciência para a Manutenção e Equipamentos”	95
3.2.9.5	Perceção “Consciência para o Processo_Produto”	96
3.2.9.6	Perceção “Consciência para a Liderança / GPO”	97
3.2.9.7	Perceção “Consciência para a Confiança Pessoal”	97
3.2.9.8	Perceção “Consciência para a Formação”	98
3.3	Planeamento	99
3.3.1	Definição do Objetivos.....	99
3.3.2	KPI	99
3.3.2.1	Taxa de Ocupação	99
3.3.2.2	Número de Horas Trabalhadas	100
3.3.2.3	Custos da Não Qualidade Interna / Horas Trabalhadas	100
3.3.3	Plano de implementação	101
3.4	Implementação de novos equipamentos e novo Layout.....	102
3.4.1	Equipamentos	102
3.4.2	Layout	102
3.5	Implementação de LT “Quick-Win”	104
3.5.1	Gestão por Objetivos / Objetivos SMART	104
3.5.2	KPI	106
3.5.3	Kaizen Diário	107
3.5.4	Gestão Visual	109
3.5.5	PDCA	111
3.5.6	Gemba Walk.....	111
3.5.7	5S	112
3.5.7.1	Formação	112
3.5.7.2	Antes / Depois.....	113
3.5.8	Os “5 Porquês”	114
3.5.8.1	Formação	114
3.5.8.2	Criação do Impresso.....	114

3.5.9	Yokoten	116
3.5.9.1	Formação	116
3.5.9.2	Impresso.....	116
3.5.10	Brainstorming.....	117
3.6	Análise de dados - Implementação de LT “Quick-Win”	118
3.6.1	Taxa de Ocupação.....	118
3.6.2	Número de Horas Trabalhadas	118
3.6.3	Custos da Não Qualidade Interna / Horas Trabalhadas.....	119
3.7	Análise de dados - Liderança Lean (Inquérito).....	120
3.7.1	Perceção Dimensões Geral	120
3.7.2	Perceção Dimensão Geral por Célula.....	121
3.7.3	Perceção “Consciência para a Qualidade”	121
3.7.4	Perceção “Consciência para a Manutenção e Equipamentos”	122
3.7.5	Perceção “Consciência para o Processo_Produto”	123
3.7.6	Perceção “Consciência para a Liderança / GPO”	123
3.7.7	Perceção “Consciência para a Confiança Pessoal”	124
3.7.8	Perceção “Consciência para a Formação”	125
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	129
4.1	Conclusões	129
4.2	KPI	129
4.2.1	Taxa de Ocupação.....	129
4.2.2	Número de Horas Trabalhadas	130
4.2.3	Custos da Não Qualidade Interna / Horas Trabalhadas.....	130
4.3	Liderança Lean (INQUÉRITO)	131
4.3.1	Perceção Dimensões Geral	131
4.3.2	Perceção Dimensão Geral por Célula.....	131
4.3.3	Perceção “Consciência para a Qualidade”	131
4.3.4	Perceção “Consciência para a Manutenção e Equipamentos”	132
4.3.5	Perceção “Consciência para o Processo_Produto”	132
4.3.6	Perceção “Consciência para a Liderança / GPO”	132
4.3.7	Perceção “Consciência para a Confiança Pessoal”	133
4.3.8	Perceção Dimensão “Consciência para a Formação”	133
4.4	Propostas de Trabalhos Futuros	134
4.4.1	Milk Run	134
4.4.2	TPM.....	135
4.4.3	One Point Lesson (OPL).....	136
4.4.4	Poka-Yoka	137
4.4.5	I4.0	137
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO.....	141
6	ANEXOS	155

6.1	ANEXO1 – Impressos.....	155
6.2	ANEXO2 – Formação.....	158

INTRODUÇÃO

- 1.1 Enquadramento e Motivação
- 1.2 Metodologia de Investigação
- 1.3 Apresentação da entidade acolhedora
- 1.4 Estrutura e Organização da Dissertação

1 INTRODUÇÃO

Este caso de estudo pretende analisar e implementar o modelo de Gestão *Lean* utilizando ferramentas *Lean / Lean Tools* (LT) numa Pequena e Média Empresa (PME) no sector metalomecânico, a Vinco Válvulas S.A.. Este processo passa por uma fase que tenciona implementar as LT, permitindo obter resultados imediatos em termos organizacionais, e por consequência, operacionais, tal como a motivação de todos os colaboradores, sendo denominadas por ferramentas *Lean "Quick-Win"*.

Simultaneamente, irá proceder-se à incorporação de filosofias de Liderança *Lean* (LL), de forma transversal a toda a cadeia hierárquica, que permitam uma maior envolvimento entre os órgãos de gestão, as áreas técnicas e os operacionais.

1.1 Enquadramento e Motivação

A procura constante do crescimento profissional e académico levam, nesta fase da vida, a somar mais um grau académico após um bacharelato e licenciatura neste mesmo Instituto Superior. O tema escolhido, cada vez mais atual, cada vez mais atrasado na sua implementação num mundo industrial português, mas que, vai avançando a velocidades diferentes. Acredita-se na potencialidade das ferramentas e é essa a minha motivação para a sua implementação na referida empresa, para que se consiga "*Quick-Wins*".

1.2 Objetivo

Demonstrar que a Liderança *Lean*, em associação com Ferramentas *Lean*, que tem impacto na indústria metalomecânica. Este impacto tem repercussões ao nível comportamental e ao nível de compromisso dos colaboradores com a empresa, podendo levar a resultados operacionais mais eficientes. Assim, pretende-se selecionar as LT mais apropriadas, em função do estado de maturidade da empresa, aplicando cada uma, no momento apropriado para a vida da empresa.

1.3 Problema Proposto

A empresa metalomecânica em questão está ligada à conceção e desenvolvimento para fabrico de válvulas de esfera, com a unidade fabril sediada em Portugal, que exporta para o mercado externo, e que, necessita de aumentar a sua taxa de produtividade na área de maquinaria. Este aumento produtivo é primordial para fazer face à concorrência oriunda do mercado europeu, com produtos inovadores e de produção

proveniente de países asiáticos que não concorrem apenas em termos de qualidade, mas também apresentem uma relação preço/qualidade que os tornem uma ameaça.

1.4 Resultados esperados

Os resultados esperados e alinhados com os da empresa para 2019 no primeiro trimestre, face aos homólogos de 2018, são:

- Aumento de 5% da taxa de produtividade;
- Aumento do número de horas trabalhadas em 10%;
- Diminuição em 10% do Rácio dos custos da Não Qualidade interna, em função do nº de horas trabalhadas;
- Melhoria da perceção dos colaboradores na implementação das LT em 2,5%.

1.5 Metodologia de Investigação

A metodologia de investigação usada neste trabalho é a *Action-Research* (Pesquisa-Ação), desenvolvida pelo professor Kurt Lewin do MIT que passa por ciclos de cinco estágios: (1) Diagnóstico; (2) Planeamento; (3) Implementação; (4) Avaliação; (5) Conclusões, conforme figura 1, numa adaptação para a tese de Susman, de 1983.

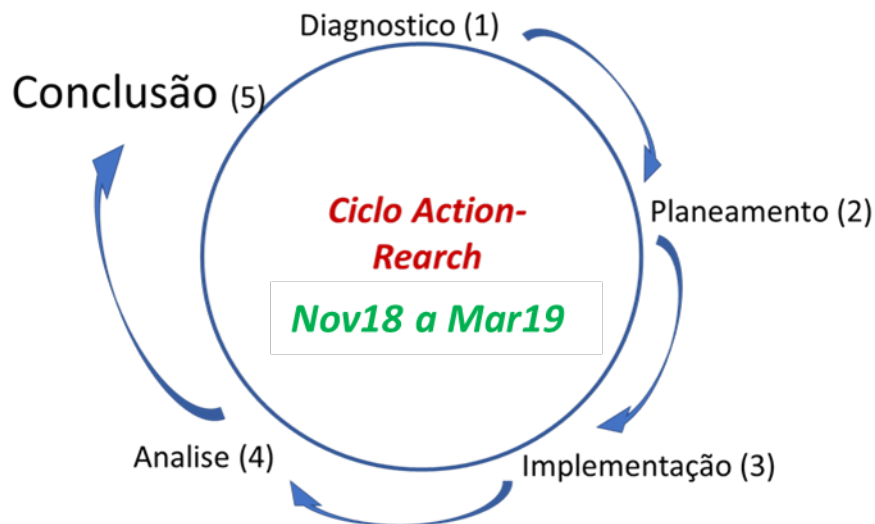


Figura 1 - Ciclo *Action-Research* (adaptado para a tese de Susman, 1983)

O primeiro estágio, **diagnóstico**, que identifica os problemas que estão a afetar o desempenho das organizações, nomeadamente na dificuldade que os agentes *Lean* têm na utilização e implementação das LT para a resolução de problemas nas empresas. Como tal, realizou-se nos meses de novembro e dezembro de 2018, este diagnóstico, que permitiu uma recolha mais pormenorizadas dos *Key Performance Indicators* (KPI) da empresa, assim como o estudo dos principais processos e subprocesso produtivos,

assim como o modo de gestão e organização de recursos, fluxos de pessoas e os componentes e peças produzidas. Durante este período teve, igualmente, início o estudo do Estado da Arte das principais LT e LL, recolhendo informações sobre o que de melhor se faz a nível mundial em cada uma das áreas.

O segundo estágio, **planeamento**, consistiu na recolha de informação sobre as LT e LL, de modo a organizar e analisar quais as mais apropriadas para cada fase do projeto. Nesta fase, desenvolveu-se um planeamento com metodologias comprovadas para sucessos rápidos, e outras que permitam a “sustentabilidade” da eficiência produtiva. Procedeu-se, igualmente, ao planeamento dos processos e métodos de gestão de recursos humanos a utilizar, assim como à análise das metodologias que permitam alterações estruturais na empresa.

O estágio intermédio, **implementação**, consistiu em colocar em prática as etapas definidas no planeamento, recolhendo os resultados obtidos durante o processo. Os dados recolhidos permitiram atestar o grau de implementação das medidas estabelecidas.

No quarto estágio, **análise dos dados** e validação das ações implementadas, procedeu-se à recolha de todos os registos e impressões dos intervenientes, sendo que depois foram extraídas as conclusões.

Quanto ao último estágio, **conclusão**, com todos os dados disponibilizados, concluiu-se que as premissas foram verdadeiras, já que os resultados vão ao encontro do esperado. Esta fase permitiu a validação da tese, estabelecendo as ações a propor posteriormente para a melhoria da empresa.

A planificação para a implementação do “*Action-Research*”, encontra-se na tabela 1.

Tabela 1 - Plano de implementação do “*Action-Research*”

	Nov 18	Dez 18	Jan 19	Fev 19	Mar 19	Abr 19	Mai 19	Jun 19	Jul 19
Diagnóstico	X	X							
Planeamento		X							
Implementação			X	X	X				
Análise					X	X			
Conclusão						X	X		
Apresentação Conclusões								X	X

1.6 Apresentação da entidade acolhedora

1.6.1 Empresa

A Vinco Válvulas S.A., (fotografia da fachada da empresa na figura 2) situada em Vila Nova de Famalicão, especializa-se na produção de válvulas de esfera, sendo uma marca de referência na área. A empresa, fundada em 1990, goza de grande prestígio e reconhecimento internacional na sua área, reivindicando em prova disso o estatuto de PME líder nos últimos cinco anos, assim como a homologação pelo importante grupo brasileiro Petrobras como fornecedor aprovado, além do grupo *Emerson*, o maior da Europa neste segmento. Devido aos fatores socioeconómicos do seu meio envolvente, a Vinco conduz grande percentagem do seu volume de negócios para o mercado externo, aproveitando o seu reconhecimento internacional para se estabelecer como uma referência nas indústrias química e petroquímica. De maneira a assegurar uma posição vanguardista e dominante na área, a Vinco realiza um grande investimento em Investigação e Desenvolvimento (I&D), apresentando uma variada gama de produtos e modelos para mercados novos, como a nova gama de produtos *High Purity*, vocacionados para a indústria farmacêutica, ou a gama *Fire Safe* para a indústria petrolífera. Para além de todo este investimento na área técnica da Vinco, a empresa procura sempre uma contínua melhoria nos seus produtos e serviços, desenvolvendo os primeiros passos na Indústria 4.0 (I4.0).

Para enfrentar o crescimento do negócio, bem como seguir a política de melhoria contínua, a Vinco está a investir:

- Na modernização e melhoria das instalações, acrescentando uma nova área de montagem;
- Aquisição de novos equipamentos;
- Reformulação do *layout* da fábrica;
- Restruturação e renovação dos quadros de gestão.



Figura 2 - Fachada Vinco Válvulas S.A.

1.6.2 Produtos

Válvula de esfera (do Inglês: *ball valve*) é um dispositivo mecânico utilizado para controlar o fluxo de fluido em tubulações. O nome advém do seu obturador ser uma esfera que, quando o fluido passa, esta está totalmente aberta e alinhada com a tubulação. Na posição fechada, o furo da esfera fica perpendicular ao sentido do fluido, ficando assim bloqueada a sua passagem.

As válvulas de esfera são muito utilizadas na indústria de óleo e gás, podendo as suas dimensões variar desde 1/2" = 12,75 mm, até de diâmetros tubo de 42" = 1066 mm, já considerado de grandes dimensões.

1.6.2.1 Industrial Range (Válvulas Indústrias)

Para as indústrias de Petróleo & Gás, Petroquímica, Química, Energia, Mineração, Siderurgia e Construção Naval:

- Construção tipo 3 peças, 2 peças ou monobloco;
- Esfera Flutuante ou Montagem *Trunnion*;
- À prova de fogo (*Fire Safe*) e Antiestáticas (ATEX);
- Duas, três ou quatro vias;
- Sedes resilientes para temperaturas de -196°C a +280°C;
- Sedes metálicas para temperaturas até +550°C;
- Diversos tipos de acionamento manual ou automático e dispositivos de segurança e controlo;
- Fabricadas a partir de materiais forjados, fundidos e laminados de alta resistência para condições de serviço severas.

Exemplo duma válvulas Industrial é apresentada na figura 3, sendo válvulas da Serie VD, em bronze.



Figura 3 - Válvulas Indústrias da Vinco Serie VD

1.6.2.2 Sanitary Range (Válvulas Farmacêuticas)

Para as indústrias Farmacêutica, Cosmética, Bioquímica, Alimentar e Bebidas, características principais:

- Construção tipo 3 peças;
- Duas, três ou quatro vias;
- Antiestáticas (ATEX);
- Fabricadas a partir de materiais apropriados às linhas assépticas, eliminando pontos de contaminação e com elevado grau de acabamentos de superfície interior ou exterior;
- Diversos sistemas de acionamento manual ou automático e dispositivos de segurança e controlo.

Na figura 4, é apresentada duas válvulas farmacêuticas da Serie RP.



Figura 4 - Válvulas Farmacêuticas da Vinco Serie RP

1.6.3 Principais equipamentos produtivos

A evolução tecnológica é sempre uma das preocupações que as empresas devem ter, assim como se faz o *insourcing* ou *outsourcing*.

Nesta simbiose e após vários estudos para o efeito, os principais equipamentos disponíveis, são os seguintes:

- CNC Torno capacidade até Ø800 mm;
- CNC Fresadora capacidade até Ø800 mm;
- Máquina de Retificar;
- Máquina de Polir; Equipamento para Electro polir;
- Linha tratamento superficial de Fosfatação;
- Máquinas de Soldadura Mig-Mag (Processo Certificado);
- Cabine de Pintura.

Dos vários equipamentos existentes, apresentam-se na figura 5, o pormenor de troca de ferramenta automática numa fresadora.



Figura 5 - Pormenor troca de ferramentas automática numa fresadora

1.6.4 Design e Desenvolvimento

No departamento técnico, a equipa tem o seu foco no:

- Design e Desenvolvimento de novos produtos;
- Cálculo de elementos finitos, (abaixo na figura 6, apresenta-se o resultado dum cálculo de elementos finitos numa válvula);
- Projeto de peças para maquinaria;
- Projetos de montagem final.

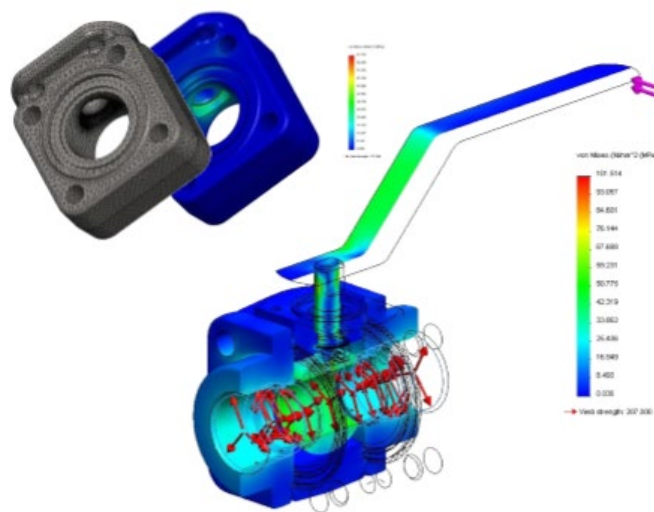


Figura 6 - Exemplo do resultado dum cálculo de elementos finitos numa válvula

1.6.5 Certificações

A empresa tem a preocupação de ter as principais certificações necessárias no mercado da fabricação de válvulas, quer a nível dos sistemas, quer ao nível do produto. Como exemplo, tem presente a Diretiva Equipamentos sob Pressão 2014/EU/68 módulo H, obrigatório para todo o tipo de válvulas acima de DN32 (diâmetro nominal 32 mm). A obrigatoriedade de certificação de produto irá também depender do país ou objetivo a que se destina.

O próximo passo da empresa será a certificação do sistema de gestão da entidade “*American Petroleum Institute (API) 6D*”, para abrir as portas do sector “Óleo e Gás” nos Estados Unidos da América e Golfo Pérsico.

1.6.5.1 Sistema de Gestão

A empresa está certificada em segundo dois referenciais:

- NP EN ISO 9001:2015 - Sistema Gestão da Qualidade;
- 2014/EU/68 módulo H - Diretiva Equipamentos sobre Pressão.

As entidades certificadoras para cada um dos referenciais, encontram-se na figura 7, respetivamente, para NP EN ISO 9001:2015 e para 2014/EU/68 módulo H.



Figura 7 - Certificações dos Sistemas de Gestão

1.6.5.2 Produto

As quatro principais certificações do produto são:

- EN ISO 10497:2010 – *Firesafe Design*;
- ISO 15848 – *TA Luft / Fugitive Emissions*;
- *ATEX Design*;
- 010/2011 & 032/2013 *EAC TR CU GOST*.

Tendo como logotipo cada uma certificações representadas na figura 8.



Figura 8 - Principais certificações do produto

1.6.6 Testes e ensaios realizados internamente

Todos os componentes adquiridos ou em subcontratação têm o seu plano de inspeção e teste, assim como os componentes são verificados em autocontrolo, existindo instruções de trabalho para o efeito, para os quais os colaboradores devem estar devidamente qualificados. No que se refere à aprovação final do produto e em função da diretiva 2014/EU/68, todas as válvulas devem ser inspecionadas de forma individual a partir de DN32, permitindo amostragem somente abaixo deste tamanho. Assim, realizam-se os seguintes testes, internamente:

- Hidrostáticos e pneumáticos (*Hydrostatic and Pneumatic*);
- *Fire Safe*;
- PMI – Identificação positiva do material (*Positive Material Identification*).

De forma a visualizar cada um destes testes, a figura 9 é representativa de cada um desses testes.



Figura 9 – Máquina de Hidro e Pneumática de testes, Testes de Fogo, Máquina de Identificação química

1.6.7 Testes e ensaios a realizado no exterior ou em subcontratação

Outros ensaios, também requeridos pelos clientes ou pelo processo são realizados externamente, quer pelo facto de serem necessários laboratórios acreditados, quer pelo facto de serem empresas com competência e especialistas, entre eles:

- Teste de impacto e anticorrosão (*Anti-corrosive and impact*);
- Inspeção de partículas magnéticas (*MPI – Magnetic Particle Inspection*);
- Inspeção por ultrassons (*UST – Ultrasound*);
- Inspeção por líquidos penetrantes (*LPI – Liquid Penetrant Inspection*).

1.6.8 Principais Mercados

A empresa tem efetuado vendas para os principais países utilizadores de válvulas, por exemplo da Europa Central, sendo que estas são entregues por distribuidores.

Os principais países de venda direta são os indicados na figura 10.



Figura 10 - Principais países de venda direta

1.7 Estrutura e Organização da Dissertação

A dissertação foi dividida em seis capítulos que estão organizados da seguinte forma:

- Capítulo 1. Introdução

No primeiro capítulo apresentam-se os objetivos da dissertação e as motivações para a sua realização. Ao longo deste capítulo é detalhada a metodologia de investigação que foi aplicada.

- Capítulo 2. Revisão Bibliográfica

No capítulo em causa, explanou-se toda a pesquisa bibliográfica sobre o tema da tese, de forma a contextualizar o problema e de forma breve apresentar o estado da arte. A pesquisa permitiu a análise de possíveis soluções, que são exploradas no capítulo seguinte.

- Capítulo 3. Desenvolvimento

Neste capítulo foi definido e discutido em detalhe o caso de estudo. Inicialmente, apresenta-se a metodologia desenvolvida, assim como os dados iniciais, sendo apresentada também a integração das LT na empresa assim, como os métodos para a implementação da LL. No final deste capítulo, expõe-se uma análise crítica aos dados alcançados, tendo-se discutido a sua praticabilidade.

- Capítulo 4. Conclusões

No 4º capítulo, reuniram-se os pontos mais importantes da análise de dados do caso de estudo, apresentando-se as principais conclusões e validação da tese. Apresentam-se também propostas para novos trabalhos no futuro, dentro do caso de estudo.

- Capítulo 5. Bibliografia e outras fontes de informação

Todos os artigos científicos e outras fontes de informação utilizados são apresentados neste capítulo, para completar a informação sobre o trabalho.

- Capítulo 6. Anexos

Neste capítulo 6, é incluída informação suplementar utilizada ao longo deste caso de estudo, complementando-o.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- 2.1 Motivação Organizacional
- 2.2 Enquadramento histórico do *Lean*
- 2.3 *Lean Tools (LT)* / Ferramentas *Lean*
- 2.4 Liderança *Lean*
- 2.5 *Lean I4.0*
- 2.6 Novos Conceitos *Lean*

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Motivação Organizacional*

Devido a mudanças constantes nas necessidades dos clientes, os empresários precisam tomar decisões eficazes para ter sucesso (Aas & Alaassar, 2017), sendo que o sucesso futuro da organização depende da medida em que somos bem-sucedidos na adaptação às mudanças que avançam rapidamente no mercado, sem negligenciarmos os valores para os quais o negócio está orientado (Dana, 2015). A procura por vantagens competitivas sobre os concorrentes é uma das estratégias necessárias para as empresas que pretendem sobreviver (Pinto, Pimentel & Cunha, 2016).

É vital melhorar a produtividade com tecnologia de ponta para qualquer indústria de produção ou de serviços. A quantidade com qualidade, ajuda uma empresa a permanecer no mercado global. A tecnologia tem-se tornado extremamente útil para a procura de novos clientes (Krishnan, Dev, Suresh, Sumesh & Rameshkumar, 2018).

Num ambiente cada vez mais competitivo, é absolutamente necessário gerir eficazmente os processos da empresa (Veres, Marian, Moica & Al-Akel, 2017) e o *Lean* contribui positivamente para o desempenho do negócio aplicado num contexto de fabricação, sendo também sugerido para fazer o mesmo num contexto de serviço (Andersson, Manfredsson & Lantz, 2015).

Assim, uma iniciativa de produção *Lean* está focada na redução de custos e no aumento do volume de negócios, eliminando sistematicamente e continuamente, todas as atividades que não são de valor agregado. Num mercado competitivo, *Lean* é "a solução" para a sobrevivência e sucesso indústrias transformadoras. A produção *Lean* ajuda as organizações a alcançarem a produtividade direcionada através da introdução de técnicas e ferramentas fáceis de aplicar e de fácil manutenção. O seu foco na redução e eliminação de desperdícios, permite que seja enraizado na cultura da organização e transformar os processos em lucro (Oliveira, Sá & Fernandes, 2017).

2.2 *Lean Tools (LT) / Ferramentas Lean*

O paradigma da Produção *Lean* (PL) / *Lean Manufacturing* (LM) foca-se na eliminação de atividades sem valor agregado, procurando a utilização do menor espaço necessário para produção, pelo menor número de trabalhadores e pelo menor *Work-in-Progress* (WIP), pelo menor tempo de paragens (Mahendran & Kumar, 2018). Assim, a PL tem vindo a ganhar popularidade mundial como um meio de reduzir o desperdício, melhorar a qualidade e aumentar a competitividade das empresas (Zalatar & Siriban-Manalang, 2018) contribuindo, para a sobrevivência e sucesso das empresas (Oliveira, Sá &

Fernandes, 2017; Pinto, Pimentel & Cunha, 2016). Podemos dizer então que, a implementação da PL, mesmo que de forma fragmentada, ajuda as empresas a alcançarem melhorias no desempenho operacional (Godinho Filho, Ganga, Gunasekaran, 2016; Neves, et al., 2018).

Para uma boa implementação da PL, existem várias ferramentas *Lean*, sendo estas de fácil aplicação e manutenção (Oliveira, Sá & Fernandes, 2017), as quais ajudam as organizações nos seus propósitos. Nesta análise bibliográfica, estudou-se artigos científicos, revistas de especialidade, quer nacionais quer internacionais, tendo sido analisados principalmente artigos da indústria, agrupado por empresas grandes ou de pequenas e médias envergadura. Tal como foram retiradas ilações de empresas de serviços, entre outro na área de saúde e da informática. Foram também utilizadas matérias lecionadas na 1ª Pós-Graduação *Lean - 6 Sigma* no Instituto Superior de Engenharia do Porto, como fonte de pesquisa e complemento aos artigos.

As LT seguintes foram selecionadas no enquadramento do projeto, com potencialidade de serem utilizadas no contexto real, assim como, apresentação de outras soluções para virem a ser integradas como parte de soluções. Estas são:

- **5 Porquês**

Os “5 Porquês” é uma técnica com utilização de abordagem sistemática para a resolução de problemas, com o intuito de encontrar a causa raiz de um defeito ou problema. O objetivo é identificar os fatores do evento negativo e determinar o que é preciso mudar para evitar ocorrências futuras semelhantes (Perry & Mehlretter, 2018).

Na aplicação da ferramenta “5 porquês” para encontrar a causa raiz, geralmente diz-se que: No 1º porquê, temos um sintoma; no 2º porquê, temos uma desculpa; no 3º porquê, temos um culpado; no 4º porquê, temos uma causa; no 5º porquê, temos a causa raiz. Devemos ter o cuidado de não confundir uma causa raiz com um fator esporádico. Os utilizadores não se devem sentir constrangidos pelo número arbitrário no título da ferramenta, uma vez que pode ser necessário utilizar mais, ou menos, do que o quinto ‘porquê’ (Serrat, 2010).

Mark Graban, um líder de pensamento na comunidade *Lean*, salienta que “5 Porquês” é apenas um componente do que deve ser um processo de resolução de problemas muito mais abrangentes (Grabán, 2016). Aquando da análise de problemas complexos, a ferramenta “5 Porquês” podem ilustrar, tanto a necessidade de profundidade (como um exemplo positivo), como a necessidade de amplitude (como um exemplo negativo). Por outro lado, a ferramenta “obriga” os utilizadores a uma única via analítica para qualquer determinado problema, existindo uma única causa raiz, como o exemplo apresentado na figura 11, por Card (2016).

A utilização dos “5 Porquês” pode ser aplicada numa vertente mais pessoal, como por exemplo, alunos de faculdades. Tendo os resultados demonstrado que os alunos aprendem com os seus próprios erros de forma mais eficaz, e que esta metodologia os

prepara melhor, como solucionadores de problemas, encontrando soluções para a prática da engenharia (Moaveni & Chou, 2018).

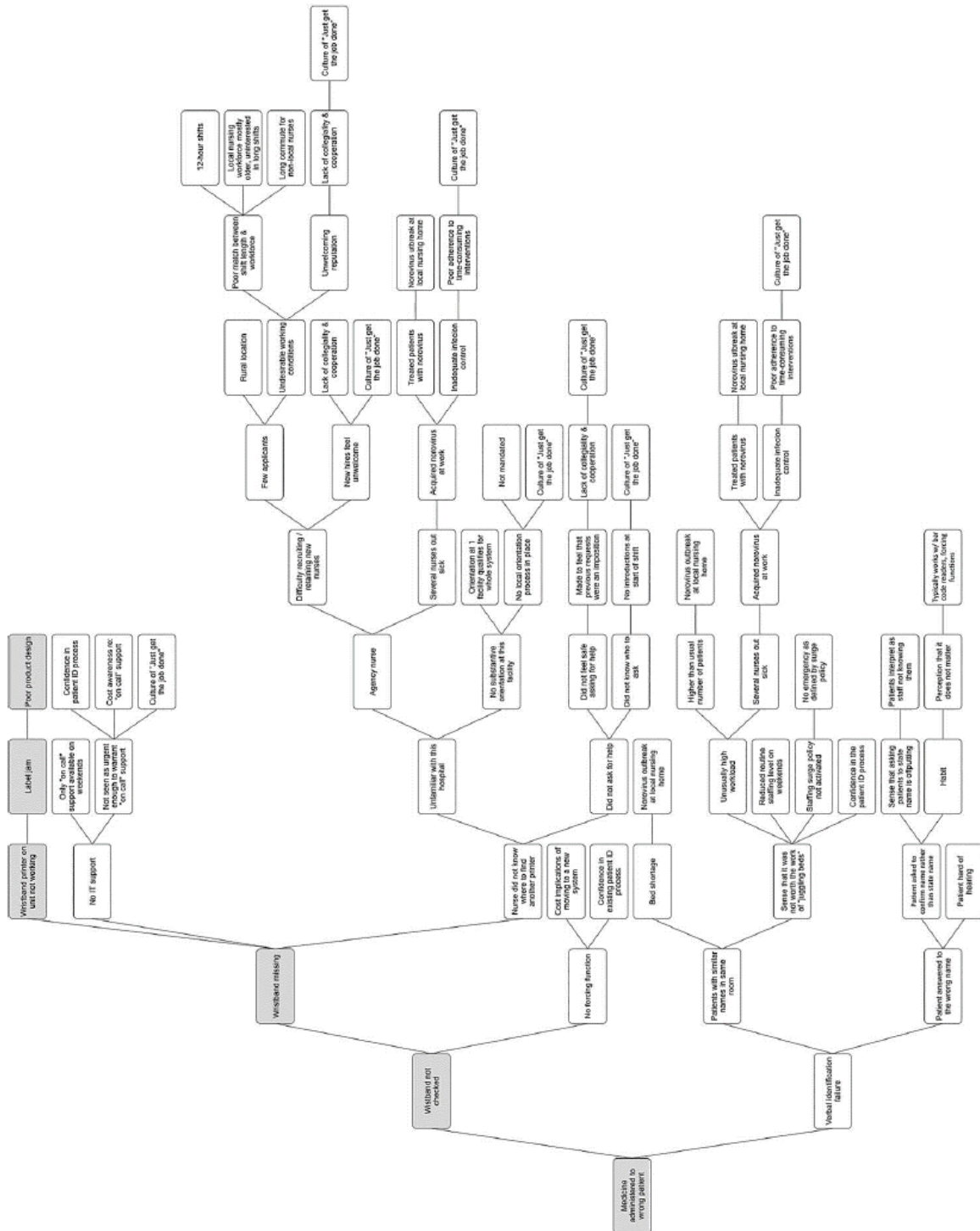


Figura 11 – Árvore de análise de causa, ferramenta 5 Porquês

- **5S**

5S é uma ferramenta básica dos sistemas LM (Agrahari, Dangle & Chandratre, 2015) desenvolvida no Japão nas décadas de 50 e 60. É uma ferramenta universal que pode ser aplicada em qualquer situação ou local, dentro duma unidade industrial.

É considerada uma das ferramentas mais importantes, uma vez que atua como uma janela para as outras ferramentas importantes (Mohan Sharma & Lata, 2017).

Podemos ver o sistema 5S como um normativo de regras, concebido para criar um ambiente de trabalho limpo e seguro (consequentemente, existe compromisso com a segurança) (Czifra, 2017), produtivo e proporcionar uma realização eficiente e eficaz das tarefas de negócio (Todorovic & Cupic, 2017; Czifra, 2017; Veres, Marian, Moica & Al-Akel, 2017). A ferramenta 5S divide-se em cinco passos, que se passam enumerar: **SEIRI** (Senso da Utilização) / **SEITON** (Senso da Ordenação) / **SEISO** (Senso da Limpeza) / **SEIKETSU** (Senso da Normalização) / **SHITSUKE** (Senso da Disciplina) (Mohan Sharma & Lata, 2017; Costa, Ferreira, Sá, & Silva, 2018).

- **SEIRI** (Senso da Utilização);
- **SEITON** (Senso da Ordenação);
- **SEISO** (Senso da Limpeza);
- **SEIKETSU** (Senso da Normalização);
- **SHITSUKE** (Senso da Disciplina).

A necessidade de implementação do método 5S, representa um dos primeiros passos da estratégia de LM, tendo influência imediata e significativa na atividade organizacional (Dana, 2015), e determina como resultado o aumento da produtividade da organização (Veres, Marian, Moica & Al-Akel, 2017), assim como o aumento dos indicadores operacionais e de rentabilidade a curto e médio prazo, diminuindo os custos de fabricação melhorando positivamente a rentabilidade (Todorovic & Cupic, 2017). No trabalho de Veres, Maria, Moica e Al-Akel, (2017) fazem sua apresentação gráfica dos 5S conforme figura 12 abaixo.



Figura 12 - Passos para Implementar o método 5S, segundo Veres, Marian, Moica e Al-Akel, 2017

- **Brainstorming**

Brainstorming é levada à letra e descrita como “tempestade de ideias”.

O *brainstorming* é uma dinâmica de grupo que é usada em várias empresas, como uma técnica para resolver problemas específicos, para desenvolver novas ideias ou projetos, para juntar informação e para estimular o pensamento criativo.

Brainstorming é um método criado nos Estados Unidos pelo publicitário Alex Osborn, usado para testar e explorar a capacidade criativa de indivíduos ou grupos, principalmente nas áreas de relações humanas, dinâmicas de grupo, publicidade e propaganda.

A técnica de *brainstorming* propõe que um grupo de pessoas se reúnam e utilizem os seus pensamentos e ideias para que possam chegar a um denominador comum, a fim de gerar ideias inovadoras que levem um determinado projeto adiante. Nenhuma ideia deve ser descartada ou julgada como errada ou absurda, todas devem estar na compilação ou anotação de todas as ideias ocorridas no processo, para depois evoluir até a solução final.

Para uma sessão de *brainstorming*, devem ser seguidas algumas regras básicas: são proibidos debates e críticas às ideias apresentadas, pois causam inibições, quanto mais ideias melhor; nenhuma ideia deve ser desprezada, ou seja, as pessoas têm liberdade total para falarem sobre o que quiserem; deve-se reapresentar uma ideia modificada ou combinação de ideias que já foram apresentadas; por fim, igualdade de oportunidade - todos devem ter oportunidade de expor as suas ideias.

- ***Bottleneck / Gargalo***

O *Bottleneck* de um processo, trata-se do local onde se obtém mais solicitações do que é possível processar, na sua capacidade máxima instalada. Isso provoca uma interrupção no fluxo de trabalho e atrasos em todo o processo de produção. Noutras palavras, caso se opere na sua capacidade máxima, não é possível processar todos os itens de trabalho o suficientemente rápido para transferir para os próximos estágios, sem causar um atraso. O afunilamento de fluxo de trabalho, pode ser devido à configuração dos equipamentos, computadores, pessoas, processo, ou entre outros (Rajesh & Kumara, 2018).

No domínio de produção, a produtividade de uma linha de produção é restrita por um *Bottleneck* de taxa de transferência, ou seja, a dinâmica operacional do sistema de produção. A previsão do *Bottleneck* para futuras execuções de trabalho, permite que os engenheiros de produção e manutenção possam gerir proactivamente os recursos, alcançando uma melhor taxa de transferência (Subramaniyan, Skoogh, Salomonsson, Bangalore, & Bokrantz, 2018). No entanto, a obtenção de estimativas precisas do impacto das mudanças no desempenho de uma determinada sessão, sobre um sistema de produção, é muitas vezes difícil (Rajesh & Kumara, 2018).

Nesse sentido, existem vários processos tecnológicos que permitem esta análise e implementação de melhorias que não sejam por tentativa erro. Um dos mais usuais, é a utilização dos estudos de simulação (com disponibilidade de *softwares* no mercado), com os dados reais de produção na fábrica, onde se constata qual é o processo *Bottleneck* presente na instalação (Krishnan, Dev, Suresh, Sumesh, & Rameshkumar, 2018). Considera-se uma das ferramentas mais poderosas disponíveis para quem toma decisão. (Rajesh & Kumara, 2018). Pode-se ainda resolver problemas utilizando algoritmos orientados a dados, no período ativo, de modo a prever o *Bottleneck* de *throughput* no sistema de produção, para o futuro produto (Subramaniyan; et al., 2018; Velumani & Tang, 2017).

Outra abordagem para a simulação, é utilizada para a localização dos *Bottleneck* de produção com base nos indicadores derivados de métricas de desempenho medidas em máquina, apresentando quadros estatísticos para diminuir a imprecisão de deteção orientada por dados, causados pela variabilidade do sistema (Yu & Matta, 2016). Este artigo, usa os preços duplos associados aos recursos de produção, num modelo de planeamento de produção, para apoiar a identificação do *Bottleneck*, à medida que o número de produtos no sistema muda ao longo do tempo. O modelo de planeamento, considera o comportamento de trabalho em linha com os recursos de produção, usando funções de compensação não lineares. As relações entre os preços duplos de diferentes recursos são diversas, e as informações de *Bottleneck* obtidas, são comparadas com as de um modelo, que não considera o comportamento em linha (Kefeli & Uzsoy, 2016). Velumane e Tang em 2017 no artigo publicado fazem alusão ao modelo de simulação do *Bottleneck*, na qual na figura 13 é apresentado uma unidade principal no modelo de simulação, sendo que na figura 14 é apresentado o resultado final da simulação.

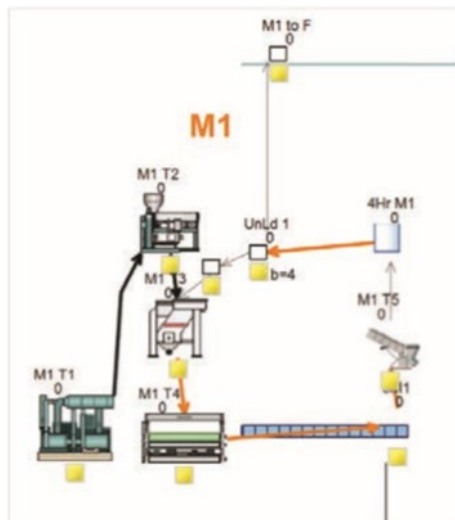


Figura 13 – Estado inicial duma unidade de produção para a utilização do modelo da simulação

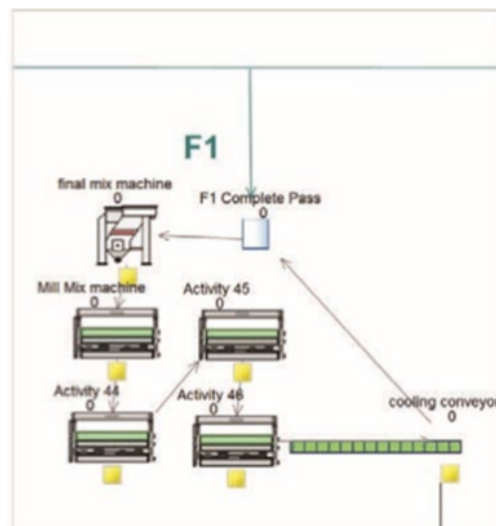


Figura 14 – Resultado final do modelo de simulação numa unidade de produção

- **Daily Kaizen**

Daily Kaizen / reuniões diárias são o principal subsistema de responsabilização empresarial que possibilita a cultura de melhoria contínua, funcionando eficientemente em forma de gestão visual, analisando e agindo com base em dados e análise de causas raiz, procurando melhorar continuamente as suas operações de forma estruturada e visível (Zarbo, Varney, Copeland, D'Angelo, & Sharma, 2015; Verbano, Crema, Nicosia, 2017).

Estas geralmente são realizadas de pé, com tempos estipulados, temas e com intervenientes identificados. Dependendo da área de negócio ou secção da empresa, alguns dos assuntos a tratar, nos quadros com utilização da gestão visual que são padronizados, são categorizados por métricas de qualidade, de tempo, de inventário, de

produtividade e de segurança, e ainda, tendência de frequência, análise de causa raiz, ações corretivas / preventivas, e melhorias resultantes do processo (Zarbo; et al., 2015). O envolvimento dos colaboradores, nas melhorias diárias, também é crítico para o sucesso da implementação (Alefari, Salonitis & Xu, 2017).

As reuniões de quadros demonstraram, através de análise, a efetividade e a eficiência das ferramentas de gestão visual (Verbano, Crema & Nicosia, 2017; Ahmed, 2014). Um exemplo bastante completo de como se deve apresentar e preencher os dados do *Kaizen* Diário foi apresentado por: Zarbo; Varney, Copeland, D'Ángelo e Sharma, em 2015, conforme figura 15.



Figura 15 - Exemplo *Kaizen* Diário

- ***Gemba Walk***

O conceito *Gemba Walk* é, essencialmente, o momento em que um membro da gestão vai ao lugar real onde o trabalho é executado (Gesinger, 2016; Southworth, 2012; Ahmed, 2014) ou ao lugar onde o valor é criado (Nestle, 2013). Sendo uma oportunidade para os líderes comunicarem e construírem confiança com a equipa, aumentando a cultura corporativa com o foco nas pessoas e nos processos (Minter, 2015), e tendo influência imediata e significativa na atividade organizacional (Dana, 2015).

Neste processo, existe quem envolva especialistas externos, mas o não envolvimento dos trabalhadores de forma plena no processo de melhoria, pode resultar no "oitavo desperdício" *Lean*, desperdiçando as capacidades e as habilidades dos mesmos (Nestle,

2013). O foco específico é dado às etapas dos processos de resolução de problemas, por meio do ciclo de *Plan-Do-Check-Act (PDCA)*, sendo que, muitos líderes usam *Gemba* erradamente apenas para resolver problemas, visitando as bases da empresa apenas quando há um problema (Ahmed, 2014).

- ***Heijunka* (nivelamento de produção)**

Heijunka é um termo japonês que significa nivelamento / balanceamento da produção. Os processos fabris são estudados para serem balanceados, para que na produção seja possível uma mudança rápida de produtos, para se produzir nas quantidades essenciais (Pinto, 2014).

Os objetivos de *Heijunka* da produção são: fluxo contínuo em toda a cadeia de abastecimento; eliminação dos picos de produção; redução do *stock*; evitar sobrecarga de trabalho; melhorar a capacidade de produção; maximizar a eficiência; melhorar a competitividade (Rewers, Hamrol, Żywicki, Bożek, & Kulus, 2017).

O balanceamento de sistemas de produção é um dos principais princípios de produção *Lean*, pois reduz o armazenamento em processo (*WIP*) e as correspondentes formas de desperdício (Dief & ElMaraghy, 2014).

O processo *Heijunka* deve ser tratado antes de chegar à produção. As flutuações dos pedidos dos clientes (que é considerada como uma variável aleatória com variação constante) não são transferidas diretamente para o sistema de produção, permitindo uma produção mais suave e uma melhor utilização da capacidade de produção. É necessário assim, determinar uma compensação entre a variabilidade no requisito de capacidade da linha de produção e o nível de *stock* (Grimaud, Dolgui & Korytkowski, 2014). A aplicação de abordagens de nivelamento convencionais é limitada à produção em grande escala, sendo criados procedimentos sistemáticos de nivelamento de baixo volume e alta produção de misturas, empregando técnicas de *clustering* para agrupar tipos de produtos em famílias de produtos.

São assim criados, padrões de nivelamento baseados em famílias que, descrevem uma sequência repetitiva de *slots* de capacidade, considerando todas as famílias. De acordo com o padrão de nivelamento, cada família é fabricada dentro de um intervalo periódico de tempo (Bohnen, Buhl & Deuse, 2013).

Os resultados mostraram que, determinar a política de nivelamento mais viável é altamente ditada pelo custo e limitações da escalabilidade da capacidade (Dief & ElMaraghy, 2014). A implementação da produção nivelada é uma solução boa e de baixo custo, que permite sistematizar e controlar a produção (Rewers, Hamrol, Żywicki, Bożek, & Kulus, 2017).

- ***Poka-Yoke***

O *Poka-Yoke* consiste num mecanismo que impede a ocorrência do erro e que facilita a sua deteção. O termo *Poka-Yoke*, é um termo japonês que significa em português “prevenção de erros inadvertidos”. A técnica *Poka-Yoke* é usada para eliminar os erros humanos (Jhorar & Kumawat, 2017). Um dos principais erros, que podem ocorrer durante o processo de produção, advém da natureza humana. O erro ocorre tanto na ausência de familiarização com o processo em questão, esquecimento, leitura errada dos sinais visuais ou instruções, ou por falta de concentração nas operações a serem realizadas, algo que leva à ocorrência de falhas. As etapas da implementação do método *Poka-Yoke* são: 1) Identificação do problema; 2) Análise do local que produz o erro; 3) desenvolvimento da solução *Poka-Yoke*; 4) implementação da solução; 5) acompanhamento da eficiência da solução. Vantagens: Aumento da qualidade, eliminando as falhas (Bâldea, Bâlteanu & Istrate, 2017).

A este respeito, deve-se notar que *Poka-Yoke* é uma ferramenta que pode ser usada para atingir a fabricação de defeitos zero, e tem o potencial de apoiar a implementação das fases *DMAIC* do *Six Sigma* (Vinod, Devadasan, Sunil, & Thilak, 2015, Costa, Silva & Ferreira, 2017)

O mesmo conceito aplicado na indústria, é utilizado também na engenharia do *software*, que, tem como grande desafio de entender, medir, gerir, controlar, e até mesmo para baixar a complexidade do *software*, aumentando a sua qualidade. Para melhorar o desempenho *dos softwares*, *Websites* e serviços, este método, é uma mais valia na indústria de *software* (Baseer, Reddy & Bindu, 2014).

Na cadeira Ferramentas *Lean*, da 1ª Pós-Graduação *Lean-6 Sigma*, do ISEP, por Bastos em 2018, foi apresentado a utilização do *Poka-Yoka*, através da “Verificação de Código de Barras”, assim como “Teste de dimensões (posição)”, conforme figura 16.

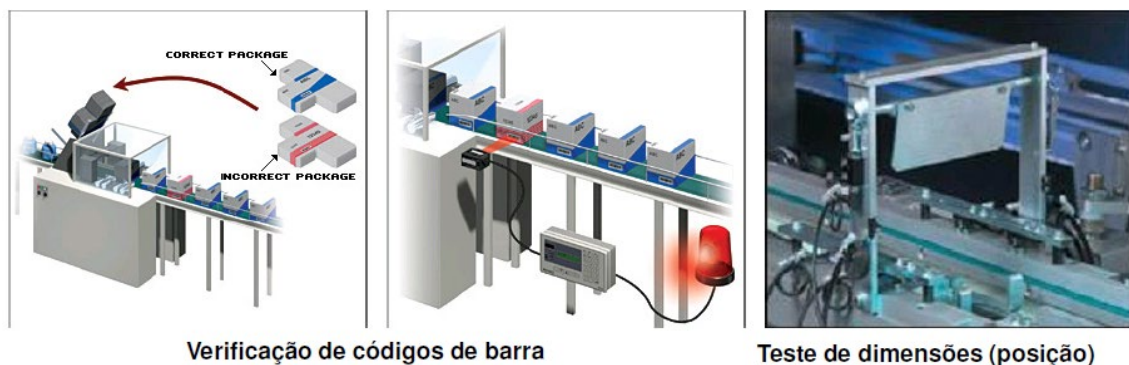


Figura 16 - Exemplo *Poka-Yoke* através da “Verificação de Código de Barras” e “Teste de dimensões (posição)”

- **Andon**

Andon é um termo Japonês que significa “luz de aviso” /sistema de sinalização. É um alarme automático sobre um erro no processo (Szmelter, 2012) que, através do acionamento das luzes e som de alarme, permite ao operador e outras partes (técnicos, manutenção) se reúnam para reparar a máquina de forma eficaz e também eficiente em termos de tempo (Nilda, Amrina, Rahmayanti, & Shifanof, 2018). Sendo um dos benefícios alertar de forma imediata a atenção para problemas, quando estes ocorrem no processo de fabrico. É um mecanismo simples e consistente para comunicação instantânea que deverá ter como reação, uma ação imediata. Conforme exemplo da figura 17, retirado da apresentação “PG-L6S_04 Gestão Visual”, da cadeira Ferramentas *Lean*, da 1ª Pós-Graduação *Lean-6 Sigma*, do ISEP, por Bastos em 2018, podemos ver a aplicabilidade dum *Andon* numa unidade fabril.



Figura 17 - Exemplo prático dum *Andon* na indústria

- **Andon vs. Poka-Yoka**

Através da figura 18, retirado da apresentação “ISEP_SS_04”, da cadeira *6 Sigma*, da 1ª Pós-Graduação *Lean-6 Sigma*, do ISEP, por Araújo em 2019 é possível, de uma forma simples, compreender as diferenças entre a aplicação do *Andon* numa forma preventiva, e uma maneira de resolver de forma definitiva um problema, através do *Poka-Yoke*, como exemplo abaixo descrito.

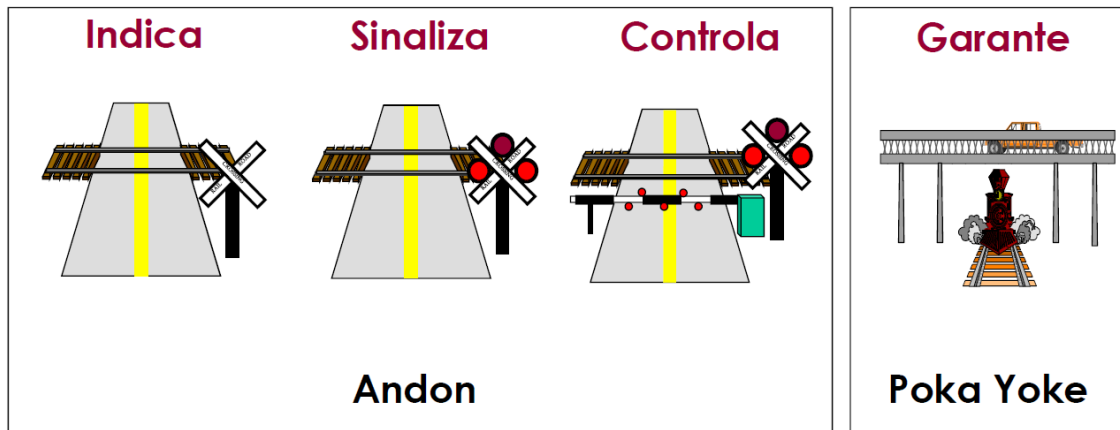


Figura 18 – Diferença entre um Andon e Poka Yoka

- **Jidoka (Automatização)**

A palavra "*Jidoka*" deriva da língua japonesa e é um composto de três palavras diferentes: "*ji*", significando "*one-self*", independentemente, "*autonomously*"; "*do*", descrevendo a transformação, a mudança e; "*ka*", que é o fim de "*action*". Como resultado de muitas traduções, a palavra foi primeiramente adaptada para o idioma Inglês como "*autonomation*", que é uma combinação das palavras "autonomia", e "*automation*". Outras fontes, também consideram outro nome para este conceito, "*Intelligent Automation*" / Automatização, incluindo o elemento humano, que é o condutor da melhoria do processo (Szmelter, 2012). Ou seja, a introdução do *Jidoka* no mundo industrial, é um conceito de produção *Lean* que integra automação com o fator humano (Pattanaik, Agrawal & Kumari, 2012).

Com a implementação do *Jidoka*, o operador não necessita de estar em constante supervisão do equipamento, sendo que os equipamentos podem detetar os defeitos de forma automática, tornando-se mais produtivos, podendo o colaborador estar a trabalhar em vários equipamentos ao mesmo tempo. Permite ainda um outro benefício na automatização, um aumento na diversidade de trabalho (Jesuthasan & Boudreau, 2018).

A implementação do *Jidoka* permite: redução das não-conformidades; aumento da eficácia no uso dos recursos de produção (especialmente humanos); prevenção de paragens das máquinas; aumento da flexibilidade de produção; aumentar o nível de qualidade dos produtos e; eliminação de erros humanos, muitas vezes causados pela rotina (Costa, Gouveia, Silva, & Campilho, 2018; Costa, Silva, & Campilho, 2017; Moreira, Gouveia, Silva, & Campilho, 2017). A técnica mais usada no *Jidoka* é o sistema *Andon*. As principais técnicas de controlo avançado adotadas na automação fabril, centram-se em cinco classes: 1- Controlo baseado em modelo, 2- Controlo baseado em inteligência computacional, 3- Controlo adaptativo, 4- Controlo baseado em sistemas de eventos discretos; 5- Controlo auto-desencadeado (Dotoli, Fay, Miśkiewicz, & Seatzu, 2017).

Deve-se salientar que, cada vez mais se integra a automação com inteligência artificial (Chui, George & Miremadi, 2017; Magalhães, Silva & Campilho, 2019).

Esta medida *Lean*, leva a muita discussão social sobre a forma como os avanços na automação afetarão as perspectivas de emprego para os operadores. Os otimistas dizem que, as máquinas libertarão os colaboradores para fazer um trabalho intelectual, mais criativo. Os pessimistas, preveem o desemprego maciço, chegando inclusive a afirmar que o fim da classe operária, que se deverá a este advento da inteligência artificial/automação (Jesuthasan & Boudreau, 2018; Araújo, Silva, Campilho, & Matos, 2017).

- ***Kanban***

Kanban é um termo de origem japonesa e significa literalmente “cartão” ou “sinalização”. Este é um conceito relacionado com a utilização de cartões (*post-it* e outros) para indicar o andamento dos fluxos de produção, em empresas de fabricação em série. Nesses cartões, são colocadas indicações sobre uma determinada tarefa, por exemplo, “para executar”, “em andamento” ou “finalizado”.

A utilização de um sistema *Kanban*, permite um controlo detalhado da produção, com informações sobre quando, quanto e o que produzir. O método *Kanban*, foi inicialmente aplicado em empresas japonesas de fabricação em série, e está estreitamente ligado ao conceito de “*Just-in-Time*” (JIT). O Sistema *Kanban* foi estabelecido como um método eficiente, para lidar com o inventário excessivo (Golchev, Jovanoski, Gechevska, & Minovski, 2015), regulamentando e simplificando o fluxo de materiais entre as linhas e os armazéns (Lolli, Gamberini, Giberti, Rimini, & Bondi, 2016). É um processo baseado num pedido que assenta em pistas visuais, para ajudar os trabalhadores a saber o que é necessário, quando é necessário e quanto é necessário (Ungvarsky, 2018).

Dependendo da estratégia logística, os sistemas *Kanban* podem ser divididos em sistemas de ordem-quantidade constante e/ou ciclo de ordem constante (Silva, Ferreira, Thüerer, & Stevenson, 2016). Deve-se também referir que este método tende a melhorar as relações fornecedor/cliente e a precisão dos cronogramas de fabricação, uma vez que, quando envolvidos no processo, devem fazer parte integrante do mesmo (Ungvarsky, 2018).

A implementação do sistema *Kanban*, deve ser suportado por simuladores de eventos discretos. Criam-se modelos de simulação que resultam na otimização do processo de produção (Golchev, Jovanoski, Gechevska, & Minovski, 2015).

O conceito de *Kanban*, na sua génese, é utilizado na indústria transformadora, sendo que a engenharia informática tem trabalhado a filosofia e aplicado na sua área de desenvolvimento.

Devido à sua complexidade, e ao aumento do tamanho de dados criam-se conceitos como “*Cloud kanban framework*” (Krishnaiyer, Chen & Bouzary, 2018), entre outros como “*Kanban-based scheduling system (KSS)*” para coordenar filas de trabalho e melhor resolver esses problemas (Tregubov & Lane, 2015).

Segundo Brás, na 1ª Pós-Graduação *Lean-6 Sigma*, na Cadeira Logística *Lean* o “Cálculo do nº de *kanban*” é realizado da seguinte forma:

- $N^{\circ} \text{ Kanbans} = \text{stock de abastecimento} + \text{formação de lote} + \text{Diferença de turnos} + \text{stock para pico} + \text{stock de segurança}$

Sendo:

- *Stock* de abastecimento = consumo médio x tempo de abastecimento
- Formação de lote = nº de *kanbans* para formar lote
- Diferença de turnos = *stock* para compensar diferença de tempos de abertura
- *Stock* para pico = cobertura para picos de procura conhecidos
- *Stock* de segurança = para compensar flutuações desconhecidas na procura e nível de serviço do fornecedor

Tendo como base representativa do funcionamento do *Kanban* a figura 19, pelo mesmo autor.

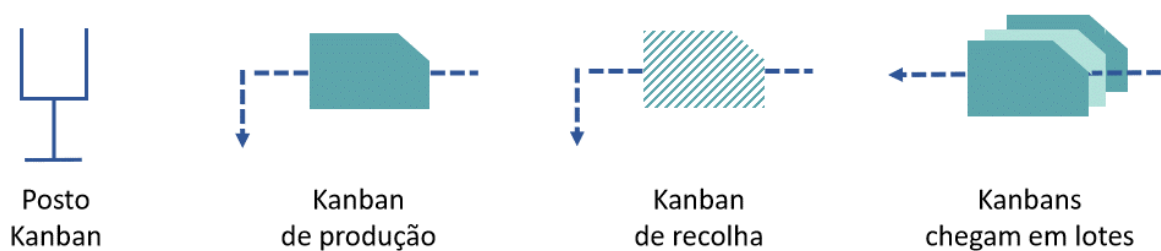


Figura 19 – Representação do funcionamento *Kanban*

- **KPI - KPR**

Key Performance Indicator (KPI) – Indicador-chave de desempenho – mede a eficiência dum processo. Este é medido geralmente de forma contínua e frequente. Deve ser conduzido a partir da estratégia da empresa, tendo em conta as expectativas das partes interessadas. Utiliza-se o *Key Performance Result (KPR)* – como indicador que mede a eficácia do processo, segundo José Oliveira, no curso de Pós-graduação *Lean Six Sigma*, na Cadeira Manutenção *Lean*.

Existem normas que tratam a questão dos indicadores, como a ISA95 (Samir, Khabbazi, Maffei, & Onori, 2018), assim como a ISO 22400, definindo um conjunto de indicadores chave de desempenho (*KPIs*) para avaliar o desempenho da operação de produção (a norma ISO 22400 define e descreve 34 *KPIs* para a gestão da operação de produção), apesar de ser concebida para ser neutra na indústria (Zhu, Johnsson, Varisco, & M.Schiraldj, 2018).

A medição dos indicadores chave de desempenho é um instrumento amplamente utilizado para detetar mudanças no desempenho do sistema de produção, a fim de

coordenar as contramedidas apropriadas. O principal desafio na coordenação de sistemas *KPI*, consiste na determinação de *KPIs* relevantes (Stricker, Echsler Minguillon & Lanza, 2017), sendo que a ausência dos indicadores de medição de produtividade adequados, leva a empresa a um desempenho desorientado (Azizi, 2015).

O uso de *KPIs* significa ter uma maneira de medir o progresso, bem como comparar o progresso com os objetivos. Ao comparar com os objetivos da empresa, os *KPIs* dão uma indicação se os objetivos foram realizados. Há duas maneiras de alcançar os *KPIs*: a primeira é diretamente, ou seja, os objetivos podem ser diretamente associados com uma entidade mensurável, como o número de produtos acabados, por exemplo, pois a quantidade de produto acabado pode ser medida diretamente fora da linha de produção; a segunda abordagem é a indireta, onde o *KPI* precisa de cálculos antes de mostrar informações significativas (Samir, Khabbazi, Maffei, & Onori, 2018).

Os sete indicadores mais comuns de desempenho para a produção são: - **Contagem** (*count*) refere-se à quantidade de produto criado, podendo ser a produção total dum dia, dum semana, ou mesmo, a produção individual do colaborador, a fim de incentivar a competitividade entre os colaboradores. - **Taxa de Rejeição** (*Reject Ratio*) denominada de sucata, este indicador é usado para manter o refugo dentro de limites aceitáveis. - **Taxa** (*rate*) – mede a velocidade com que as mercadorias são produzidas, tendo como objetivo manter as velocidades de operação numa taxa consistente. - **Target** – os valores de destino são definidos para saída, taxa e qualidade. Isso incentiva os colaboradores a atingirem os objetivos definidos para cada uma dessas categorias. - **Takt Time** – é a quantidade de tempo, dado pelo cliente, para terminar uma tarefa. Rastrear e exibir essas informações, ajuda um fabricante a identificar onde os gargalos estão a decorrer num processo. - **Eficácia geral dos equipamentos** (*Overall Equipment Effectiveness* (*OEE*)) – o *OEE* é uma medida onde, os recursos, os operadores e a maquinaria, estão a ser utilizados de forma eficiente. Um valor de *OEE* mais elevado, significa uma utilização mais eficiente dos recursos. - **Tempo de inatividade** (*Downtime*) – é considerado um dos *KPIs* mais essenciais. Reduzir o tempo de inatividade é um grande objetivo, porque o tempo ocioso significa lucros perdidos. Em muitos casos, os operadores devem inserir um código de motivo para justificar o tempo de inatividade, para que, as explicações para o tempo de inatividade possam ser controladas e revistas (Elhuni & Ahmad, 2017).

- **Milk Run**

Reduzir os custos logísticos, torna-se uma área importante para a fabricação de empresas na criação de lucros (Mei, Jingshuai, Teng, Xiuli, & Ting, 2017), e reduzir custos desnecessários. Um bom e eficiente processo de produção é valioso, enquanto todas as peças e materiais são acessíveis, quando necessário, e no momento exato (Bagheri, Mansouri & Rostami, 2016). O nome "*Milk Run*", tem como origem o sistema de venda de leite nos Estados-Unidos da América, onde o distribuidor ia de porta em porta, de

acordo com um itinerário repetitivo especificado, substituindo garrafas de leite vazias por cheias.

Os sistemas de *Milk Run* na indústria, representam sistemas de transporte, onde os materiais são entregues, a partir de uma área de armazenamento central, para vários pontos na produção em rotas fixas e predefinidas, utilizando trabalhadores logísticos especializados (Korytkowski & Karkoszka, 2016), e em intervalos de tempo curtos e definidos. Sistemas de *Milk Run*, geralmente permitem entregas frequentes, em tamanhos de lotes pequenos, com prazos curtos, e baixos *stocks* nos locais a serem utilizados. Assim, a operação estável e confiável do sistema é crucial para evitar atrasos e escassez de material (Staab, Klenk, Galka, & Günthner, 2016).

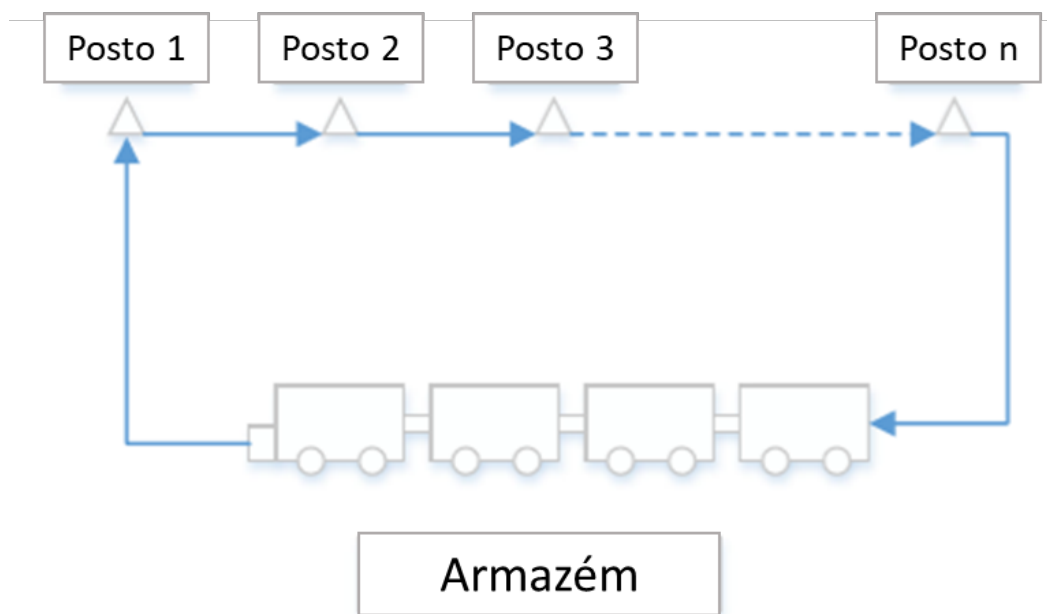


Figura 20 - Exemplo Circuito Industrial com utilização da filosofia *Milk Run*, por Korytkowski e Karkoszka (2016)

O conceito *Milk Run* é também, aplicado no sistema de recolha programada de peças, matérias-primas, desperdícios, semiacabados e produtos acabados entre os armazéns dos fornecedores e a empresa, cumprindo rotas estabelecidas dentro de uma janela de tempo, a fim de minimizar o custo das operações de transporte e reduzindo o *stock* na cadeia de abastecimento. O processo pode ser realizado pela própria empresa, fazendo a gestão da melhor rota para o seu veículo, determinando a quantidade de peças necessárias para recolher em cada fornecedor, visando também a melhor utilização e a capacidade do veículo reduzindo custos de manutenção, podendo transferir a operação de transporte para uma transportadora externa, otimizando custos logísticos (Moura & Botter, 2016; Korytkowski & Karkoszka, 2016).

Soluções como a aplicação de modelos de simulação, para analisar sistemas de execução de *Milk Run* em fábrica, ajudam a projetar rotas com baixo risco de atrasos (Staab, et al., 2016; Korytkowski & Karkoszka, 2016). Nos *Milk Run* logísticos "externos", além das

simulações, pode-se utilizar o auxílio dos algoritmos e construir um modelo matemático sobre como otimizar as rotas (Mei, et al., 2017). O conceito de *Milk Run*, também é utilizado na tecnologia informática, na qual usam os mesmos caminhos, levando a dependências entre rotas e possíveis engarrafamentos e bloqueios, o que afeta significativamente os tempos de ciclo, podendo levar a instabilidades no sistema (Staab, et al., 2016).

- ***Obeya Room***

Aquando o desenvolvimento do Prius da Toyota, em 1990, foi criada a sala / ferramenta “*OBEYA*”, que significa “quarto grande” ou “sala de guerra” (Fast-Berglund, Harlin & Åkerman, 2016), permitindo que todos os membros líderes do projeto estivessem presentes, de modo a que todos compartilhem informações do projeto e possam colaborar uns com os outros (Lermen, Echeveste, Peralta, Sonogo, & Marcon, 2018).

As empresas precisam tomar decisões eficazes para ter sucesso (Aas & Alaassar, 2017). A informação é um recurso vital nas atividades de desenvolvimento de qualquer negócio (Fast-Berglund, Harlin & Åkerman, 2016). A implementação da ferramenta *Obeya*, tem o potencial de impactar positivamente a capacidade de compreender e comunicar informações durante os processos empresariais, e fazer com que esses efeitos, por sua vez, melhorem a tomada de decisão (Aas & Alaassar, 2017). O seu aspeto unificador, torna o fluxo de comunicação mais eficiente, como um lar para uma equipa multifuncional (Fast-Berglund, Harlin & Åkerman, 2016), estes autores apresentam no seu artigo a utilização do *White Board* conforme figura 21.



Figura 21 - *White Board* referido em "*Obeya Digitalisation of Meetings – From White-boards to Smart-boards*" no artigo de Fast-Berglund; Harlin e Åkerman, em 2016

As abordagens de Gestão Visual, têm o potencial de melhorar ou afetar negativamente a tomada de decisão (Aas & Alaassar, 2017). A visualização é uma abordagem particularmente poderosa, quando combinada com a implementação de processos empresariais experimentais iterativos. Com a evolução da tecnologia, devemos passar

de “*White-boards to Smart-boards*”, surgindo o conceito “*iObeya*”. Os *Smart-boards* são capazes de filtrar e compartilhar informações. A digitalização da informação, possibilita salas de reuniões mais eficientes (podendo existir elementos na reunião em vários pontos no mundo), permitindo uma organização mais flexível num ambiente mais globalizado, na figura 22, pelos mesmos autores da figura anterior, apresentam exemplo da utilização dum *Smart-Board*. Além disso, as atualizações de economia, de tempo e dinâmicas, são vistas como um grande potencial (Fast-Berglund, Harlin & Åkerman, 2016).



Figura 22 - *Smart-Board* referido em “*Obeya Digitalisation of Meetings – From White-boards to Smart-boards*” no artigo de Fast-Berglund; Harlin; Åkerman, 2016

- ***Overall Equipment Effectiveness (OEE)***

O nível de *OEE (Overall Equipment Effectiveness)* é obtido com base na disponibilidade, desempenho/eficiência e taxa de qualidade das atividades dum equipamento (Fajrah & Noviardi, 2018; Domingo & Aguado, 2015; Sousa, et al., 2018; Moreira, Silva, Correia, Pereira, & Almeida, 2018) medindo o desempenho e identificando o mecanismo de perda (Azizi, 2015).

É uma das formas de medir e melhorar a eficiência dos processos industriais, sendo conhecido também como índice de eficiência global (Gomes & Corrêa, 2018). É uma das estratégias de melhoria de negócios (Binti Aminuddin, Garza-Reyes, Kumar, Antony, & Rocha-Lon, 2016). Uma das questões levantadas é como se mede o *OEE* em células de fabrico, sendo que cada equipamento tem o seu tempo padrão. Neste caso, deve-se

utilizar o *Takt-Time* como a maneira mais exata de medir a eficiência de uma célula de fabrico (Gomes & Corrêa, 2018).

O *OEE* tem sido alvo de estudo, além do conceito inicial desenvolvido na indústria, podendo mesmo ser utilizado em grande escala, para avaliar a efetividade dos sistemas de transporte urbano de mercadorias numa grande cidade, utilizando para isso modelos matemáticos com várias funções objetivas, duas das quais são multiobjectivos, para explorar as relações e compensações entre desenvolvimento económico, qualidade, desempenho e disponibilidade (taxas parciais do *OEE*). Ou seja, podemos otimizar e obter resultados positivos entre as métricas de *OEE* e a rentabilidade de um sistema de transporte (Muñoz-Villamizar, Santos, Montoya-Torres, & Jaca, 2018).

Oliveira, na 1ª Pós-Graduação *Lean - 6 Sigma*, na Cadeira *Manutenção Lean* apresenta esquema representativo do *OEE*, assim como o cálculo genérico do *OEE*, que é aqui apresentado na figura 23 (adaptado da figura original).

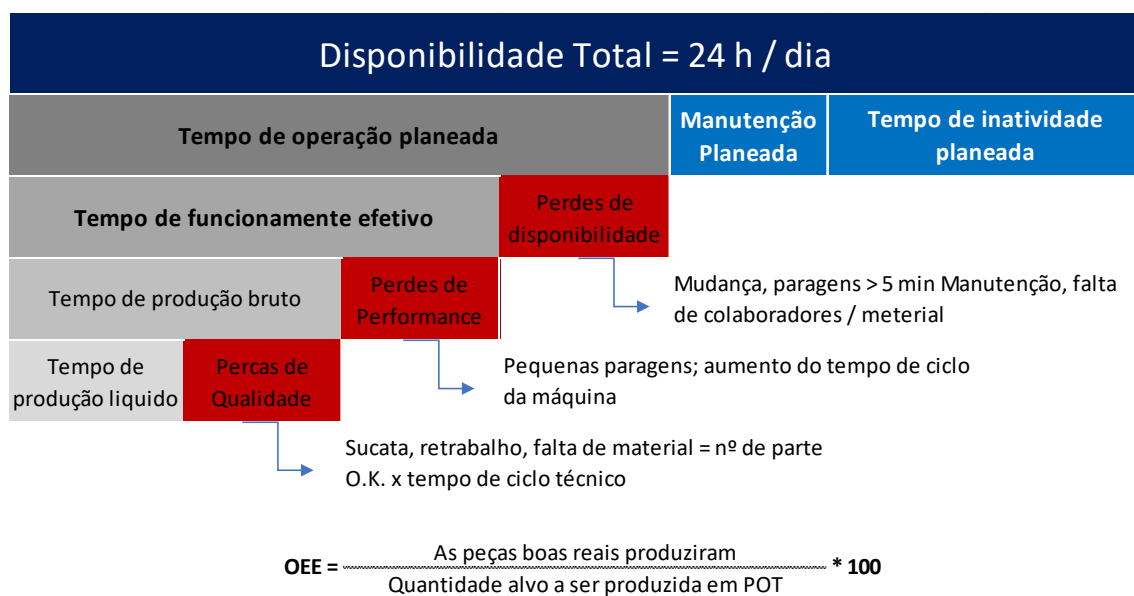


Figura 23 – Esquema e fórmula do cálculo do *OEE*

Existem outras métricas para descrever as melhorias de sustentabilidade em relação à situação inicial da empresa, após a implementação de um sistema de *LM* e “*green*”, sendo identificado como a eficácia geral dos equipamentos ambientais (*OEEE*). Representa a análise da evolução entre dois estados identificados na eficácia geral dos equipamentos (*OEE*) e a sustentabilidade em conjunto, globalmente e individualmente, das etapas de produção. O *OEEE* incorpora o conceito de sustentabilidade baseado no impacto ambiental, calculando o ciclo de vida completo do produto e o seu fim de vida. O *OEEE* permite que a sustentabilidade seja integrada em decisões de negócios, e compara o impacto ambiental de dois Estados, identificando as melhorias empreendidas dentro dos processos da empresa (Domingo & Aguado, 2015).

- **PDCA (Plan, Do, Check, Act)**

O *PDCA* é um sistema para melhorar continuamente uma organização. A fase "*Plan*" inicia o processo *PDCA* ao identificar o problema, de forma clara e objetiva. A fase "*Do*" toma a hipótese e testa-a pelo método científico. A fase "*Check*" é iniciada para estudar os efeitos da fase "*Do*". Os factos, são revelados, analisados e discutidos para determinar o que funcionou e o que não funcionou. A fase "*Act*" é, por vezes, referida como o "analisar", porque é projetada para identificar o que funcionou, e porquê (Schwagerman III & Dr. Ulme, 2013; Sá, 2019).

Foi possível constatar a importância da ferramenta *PDCA* para a gestão dos processos e a eliminação de não conformidades numa organização (Sousa, Silva, Agostinho, Couto, & Oliveira, 2017). O ciclo de *PDCA*, rende benefícios de aprendizagem sistemáticos, para instrutores, tomando medidas de melhoria (Sangpikul, 2017), sendo que o ciclo de *PDCA* funciona como uma estrutura do processo de aprendizagem estratégico (Pietrzak & Paliszkiwicz, 2015). Se os resultados foram bons, o grupo irá determinar como padronizar e compartilhar o sucesso, e eventualmente, retomar o ciclo *PDCA*, de forma a melhorar ainda mais. Se os resultados forem fracos, o grupo determinará como se preparar para repetir o ciclo de *PDCA*, uma vez mais (Schwagerman III & Dr. Ulme, 2013).

- **SMED**

"*Single Minute Exchange of Dies*" – *SMED*, significa troca rápida de ferramentas. É uma metodologia que permite reduzir os tempos de instalação do equipamento, possibilitando a produção económica em pequenos lotes. O seu uso ajuda a reduzir os tempos de paragem, permitindo a gestão da unidade industrial para responder rapidamente aos pedidos do mercado (Martins, Godina, Pimentel, Silva, & Matias, 2018).

O *SMED* foi desenvolvido na década de 1950, por *Shigeo Shingo*, um engenheiro industrial da *Toyota Company*, onde o foco principal era minimizar o tempo de mudança de ferramentas. A teoria do *SMED*, é fazer o processo de troca de ferramentas em menos de 10 min, em outras palavras, "num único dígito" - nome do método. Uma das analogias, que podem ser apresentadas através da aplicação *SMED*, é o cenário de *pit stop* de Fórmula 1, onde os *pit Crews* reabastecem sistematicamente, mudando novos pneus, reparando e realizam ajustes mecânicos, num curto espaço de tempo.

No *SMED*, todas as atividades de conversão, são classificadas nas atividades do tipo interno e externo: as atividades que podem ser concluídas somente quando a máquina está inativa são definidas como atividades do tipo interno, e as atividades que são executadas enquanto a máquina está no seu estado operacional, são classificadas como atividades do tipo externo. O objetivo principal de qualquer melhoria do processo de

transição, é minimizar o tempo de inatividade da máquina devido às atividades internas (Rosa, Silva, Ferreira, & Campilho, 2017; Sousa, et al., 2018). Portanto, a estratégia chave do *SMED*, está na procura da conversão das atividades internas para as atividades externas. Assim, consegue-se reduzir o tempo de inatividade da máquina (Ahmad & Soberi, 2018).

No *SMED* convencional, existem deficiências, sendo que as melhorias são feitas somente nas máquinas para reduzir os tempos de configuração e não envolve adequadamente os operadores. Em locais de trabalho com sistemas de configuração não ergonômicos, os operadores são expostos a diferentes riscos ergonômicos, causando, portanto, fadiga muscular (Correia, Silva, Gouveia, Pereira, & Ferreira, 2018). Para estas situações, utiliza-se o método *Taguchi*, que consiste em multi-respostas, e tem em consideração o risco de fadiga, considerando o método *SMED* integrado (Boran & Ekincioglu, 2017). Outra vantagem é a produção económica de pequenos lotes de produção, o que geralmente requer baixos investimentos no processo produtivo. Além disso, o *SMED* pode reduzir a ocorrência de erros no equipamento (Martins, Godina, Pimentel, Silva, & Matias, 2018), sendo que estes autores no seu artigo "*A Practical Study of the Application of SMED to Electron-beam Machining in Automotive Industry*", apresentam esquematicamente os passos que se deve utilizar para a implementação do *SMED*, conforme figura 24 (adaptado da figura original).

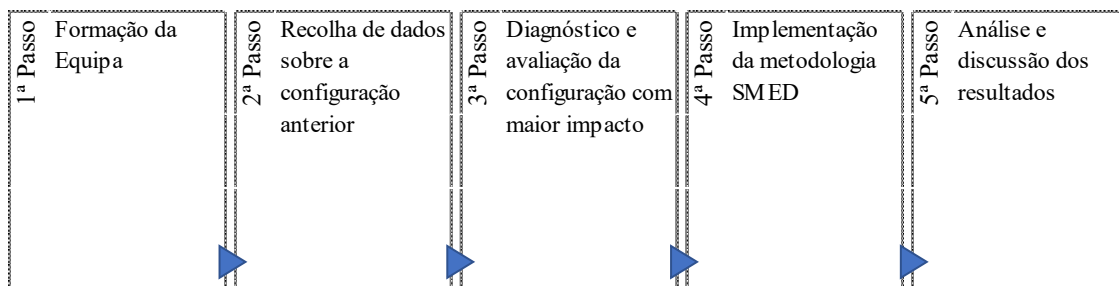


Figura 24 - Passos utilizados na implementação *SMED*, no artigo "*A Practical Study of the Application of SMED to Electron-beam Machining in Automotive Industry*" de (Martins, et al., 2018)

- ***Spaghetti Diagram / Diagrama de Spaghetti***

Esta ferramenta é designada como *Spaghetti Diagram*, devido ao resultado da análise inicial ser parecido com um prato de esparguete. O *Spaghetti Diagram*, é uma ferramenta básica para começar a desenhar o mapa do processo e tornar-se mais ergonómico (Yalçın, Elyas, Yıldız, Alpşen, & Yalçın, 2018). A ferramenta permite, numa forma rápida e fácil, inquirir distâncias percorridas no *Gemba*, quer dos materiais, quer das pessoas (Gremlin, 2016), sendo definido como uma representação visual e usando uma linha de fluxo contínua, rastreando o caminho de um item ou atividade por meio de um processo (Yalçın, et al., 2018) e possibilitando que se identifique as várias problemáticas e redundâncias associadas aos fluxos. O objetivo primordial é a

identificação de como reduzir as distâncias percorridas, de forma a otimizar processos, e assim melhorar o desempenho da organização (Gremlin, 2016), ou seja, para a identificação e eliminação eficiente e efetiva de atividades de adição de não-valor (Silva, Pereira, Ferreira, & Silva, 2018), estes autores apresentam duas figuras a 25 e a 26 (adaptadas das figuras originais) com o antes e depois da análise e implementação do Diagrama de Spaghetti num armazém logístico numa empresa.

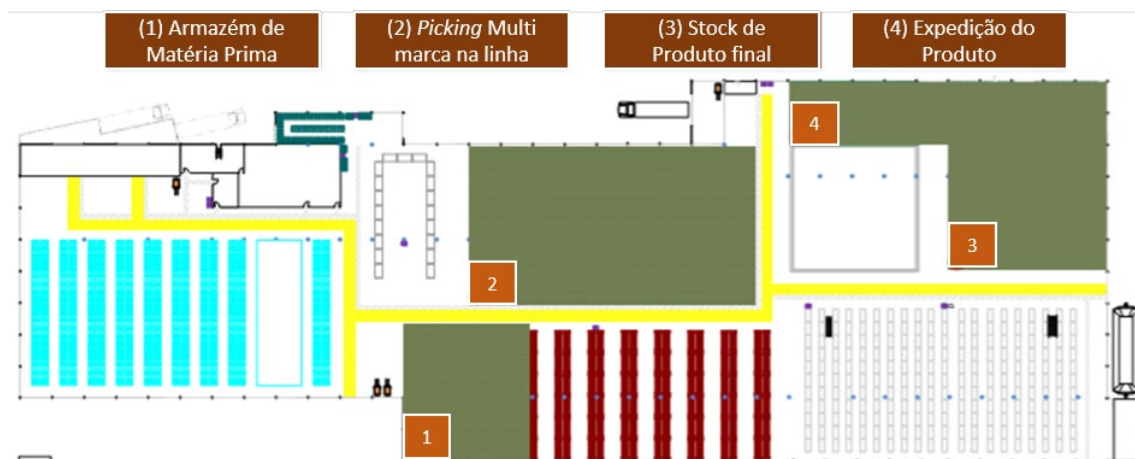


Figura 25 - Artigo "Spaghetti Improving the Multi-Brand Channel Distribution of a Fashion Retailer", (Silva; Pereira; Ferreira; Silva, 2018), Layout do armazém logístico em uma empresa de moda, processo inicial

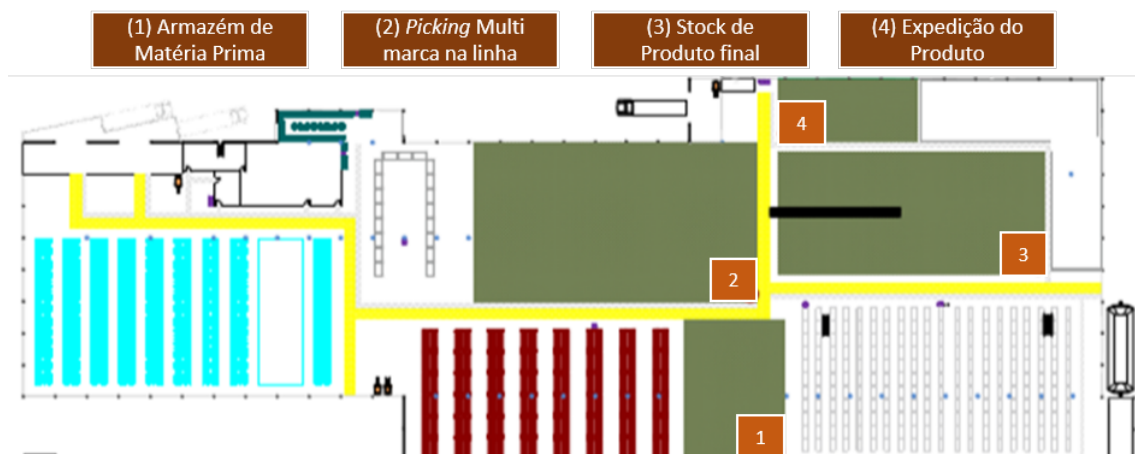


Figura 26 - Artigo "Spaghetti Improving the Multi-Brand Channel Distribution of a Fashion Retailer", (Silva; Pereira; Ferreira; Silva, 2018), Layout do armazém logístico em uma empresa de moda, processo final

- **Standard Work / Instruções de Trabalho**

O "Standard Work" (denominado trabalho padronizado na *Toyota*), permite que, os processos sejam concluídos de forma consistente, oportuna e repetível para eliminar a variabilidade. Simultaneamente, o *Standard Work* é uma ferramenta eficaz para a maioria dos casos de fabricação, independentemente do nível de automação. O

Standard Work é uma *LT*, que documenta a sequência do trabalho do operador, o seu movimento, assim como o da máquina, normalizando as operações e otimizando o tempo disponível para produzir. Permite ainda que a equipa labore ao mesmo ritmo, enquanto mantém a variabilidade fora do processo (Lu & Yang, 2015). As empresas devem desenvolver *Standard Work* utilizando a inovação e a criatividade (Free, 2016) (Antoniolli, Guariente, Pereira, Ferreira, & Silva, 2017).

O *Standard Work* considerado como um dos aspetos mais importantes do *Lean Thinking*, os principais objetivos são reduzir ou eliminar o número de atividades que não geram valor agregado, aumentar a produtividade e associar ações de melhoria contínua aos processos (Antoniolli, et al., 2017). Exemplo da aplicabilidade numa variante *Standard Work*: rotas de entregas de encomendas da *UPS*, minimizando o número de voltas à esquerda, que os seus condutores de entrega têm de fazer a cada dia. Os engenheiros da *UPS* descobriram que, as voltas à esquerda, eram um grande arrastamento para a eficiência. No tráfego, resultava em longas esperas nas vias esquerdas, desperdiçando tempo e combustível, e também levando a um número desproporcional de acidentes. Ao mapear rotas, que envolviam "uma série de *loops* à direita", a *UPS* melhorou os lucros e a segurança, podendo divulgar a sua política cativante e ecológica. A partir de 2012, a regra de virar à direita, combinada com outras melhorias, permitiu à *UPS* economizar cerca de 10 milhões galões de gás e reduziu as emissões, equivalente a tirar 5.300 carros da estrada por um ano (Free, 2016).

- **TPM – Total Productive Maintenance / Manutenção Produtiva Total**

O TPM é necessário para maximizar o ciclo de vida e a produtividade do equipamento (Vrignat, Aggab, Avila, Duculty, & Kratz, 2019). A manutenção produtiva total (*TPM*) significa manutenção autónoma, planeada e preventiva de máquinas e instalações. O *TPM* torna-se uma das bases para a estabilidade de desempenho operacional e de melhorias, e é uma ferramenta fundamental que permite a gestão da produção para alcançar níveis mais elevados de eficiência e eficácia. Traz, também, para tecnologias de produção, eficiência e rentabilidade (Oliveira, Sá & Fernandes, 2018). Para assegurar que as organizações de fabrico continuem a ser competitivas, a maioria está a aderir ao *TPM* e à produção, *Lean* para garantir operações perfeitas (Binti Aminuddin, Garza-Reyes, Kumar, Antony, & Rocha-Lon, 2016).

A implementação da ferramenta *TPM* promove a interação dos operadores com os equipamentos, proporcionando atenção contínua na deteção e antecipação de anomalias, resultando na redução de falhas, erro e defeitos de qualidade. A existência de uma cultura que promove um senso de propriedade psicológica, garante o comprometimento dos trabalhadores e gera maiores níveis de produtividade. A abordagem do *TPM*, é também uma mudança comportamental dos recursos humanos (Pinto, Pimentel & Cunha, 2016). É necessário envolver todos os colaboradores relevantes e isso pode incluir supervisores, as equipas de manutenção, engenheiros, operadores e outros. O ponto forte de uma política de *TPM*, são as várias tarefas de

manutenção que são delegadas aos operadores, e resulta na melhoria de “saúde” dos equipamentos (Vrignat, Aggab, Avila, Duculty, & Kratz, 2019).

A ferramenta TPM, tem as suas variantes, usando uma abordagem indutiva, sendo um processo de suporte que deve ser estruturado em três etapas: (i) definir, (II) implementar e (III) sustentar. O TPM deve ser conduzido como parte do trabalho diário ordinário. Na ótica dos colaboradores, o TPM reduz o risco de falta/esquecimento das áreas de responsabilidade e cria mais envolvimento. Na perspectiva do negócio, os objetivos como custo e qualidade são melhorados, além de que, o TPM também permite a redução de desperdícios (Andersson, Manfredsson & Lantz, 2015). De várias técnicas apresentadas por Oliveira, na 1ª Pós-Graduação Lean-6 Sigma, na Cadeira Manutenção *Lean* foi apresentado várias técnicas de Manutenção Preditiva, sendo estas apresentadas na figura 27.

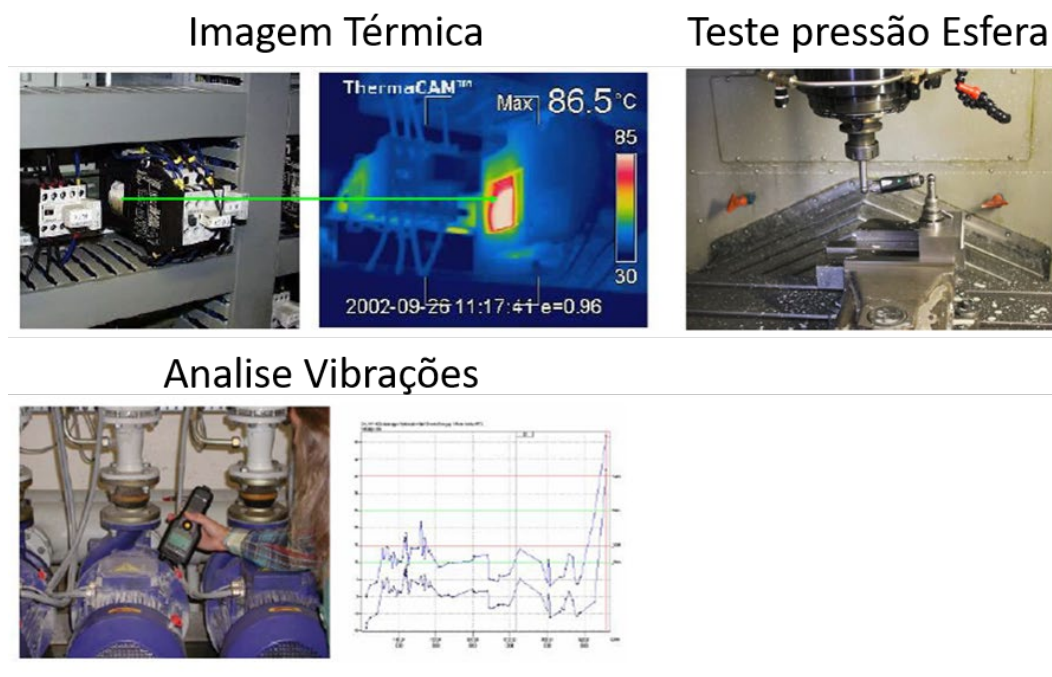


Figura 27 - Exemplos de Manutenção preditiva, Imagem Térmica, Teste Pressão Esfera, Análise Vibrações

- **Visual Management / Gestão Visual**

Gestão visual é, por si só uma ferramenta de gestão, que rapidamente informa aos seus interessados, o estado em que se encontra um determinado processo, e quais as ações a tomar em tempo útil. Permite que os líderes de equipa se envolvam melhor na solução de problemas e na melhoria contínua das mesmas (Bateman, Philp & Warrender, 2016). Os casos estudados, demonstram que as implementações do sistema de gestão visual servem para apoiar o desenvolvimento e a implementação da estratégia, facilitam a medição e revisão do desempenho, permitem o envolvimento das pessoas, melhoram a comunicação interna e externa, reforçam a colaboração e a integração, apoiam o

desenvolvimento de uma cultura de melhoria contínua e fomentam a inovação (Bititci, Cocca & Ates, 2016).

Desenvolver e implementar *dashboards* para a gestão visual integrada na vertente digital, é comum em grandes empresas. No entanto, estas práticas devem ser adaptadas às pequenas e médias empresas (PME), uma vez que diferem em várias características, incluindo a nível do sistema de informação. Partindo da base do processo tradicional, as principais fases são: - O desenvolvimento do *layout* do painel, considerando a gestão visual e as abordagens de melhoria contínua, como *Kaizen* e *TPM*; - O desenvolvimento de uma fonte de dados adequada, que alimenta os dados no painel. - Considerar o nível de maturidade da qualidade, do sistema de informação e comunicação da empresa. A consecução do painel de instrumentos, melhora o desempenho das áreas produtivas, melhora a informação produtiva e a comunicação e promove uma cultura de melhoria contínua a nível do chão de fábrica (Vilarinho, Lopes & Sousa, 2018).

Existem novos sistemas de gestão visual digitais que precisam ser incorporados em processos de produção. A *Internet* fez o seu progresso para a indústria transformadora e conduziu a um controlo melhorado, quando implementado, para monitorizar os recursos de fabrico. Sistemas de produção inteligentes, podem integrar os mundos virtuais e físicos, e realizar uma melhor transparência dos processos de produção. Estes sistemas de produção inteligentes, vão além dos meios tradicionais de colaboração. Um sistema de gestão visual pode ser implementado dentro de um ambiente de sistema de produção inteligente, focado no aumento da eficiência de produção e redução de custos. Inversamente, pode ser implementado e personalizado, em cada nível de gestão, dentro de uma empresa de produção (Steenkamp, Hagedorn-Hansen & Oosthuizen, 2017), na qual é apresentado na figura 28, um exemplo de Gestão Visual em suporte digital.



Figura 28 - Digital Visual Management e o processo de recolha de dados (Steenkamp, Hagedorn-Hansen & Oosthuizen, 2017)

- **VSM – Value Stream Mapping**

VSM (traduzido por mapeamento de fluxos de valor) é uma das melhores ferramentas para mapear um processo e eliminar os seus problemas críticos, que produz bons resultados, se aplicado a processos de produção (Carmignani, 2017; Sousa, et al., 2018).

Mapeamento de fluxo de valor (VSM) é um método desenvolvido por Rother e Shook, que permite uma visão geral do fluxo de material, desde da matéria-prima até à expedição do produto final. Os passos para a implementação da metodologia VSM, são: 1º Seleção do produto ou da família de produtos para uso como sujeito de melhoria; 2º Desenho da representação do estado atual; 3º Desenho do futuro estado, sem as ineficiências anteriormente apontadas. Isso é chamado de *Design de Fluxo de Valor (VSD)*; 4º Elaboração de um plano de trabalho para alcançar o estado futuro (Oliveira; Sá; Fernandes, 2018; Rohani; Zahraee, 2015).

É também, uma forma eficaz de registar prazos de execução, tempos de configuração e formulação de prazos através do cálculo de *Takt-time*. A partir do VSD, são implementadas outras Ferramentas *Lean* para conseguir os resultados desejados, entre elas: - *Just-in-time*; - *Kanban*; - *SMED*; - *5S: Standard Work*; (Rohani & Zahraee, 2015), incluindo: - Balanceamento de Linha – *Heijunka*. Exemplo gráfico é apresentado por Oliveira, Sá e Fernandes, em 2018 no artigo “*Continuous improvement through “Lean Tools”: An application in a mechanical company”*”, aqui apresentado na figura 29.

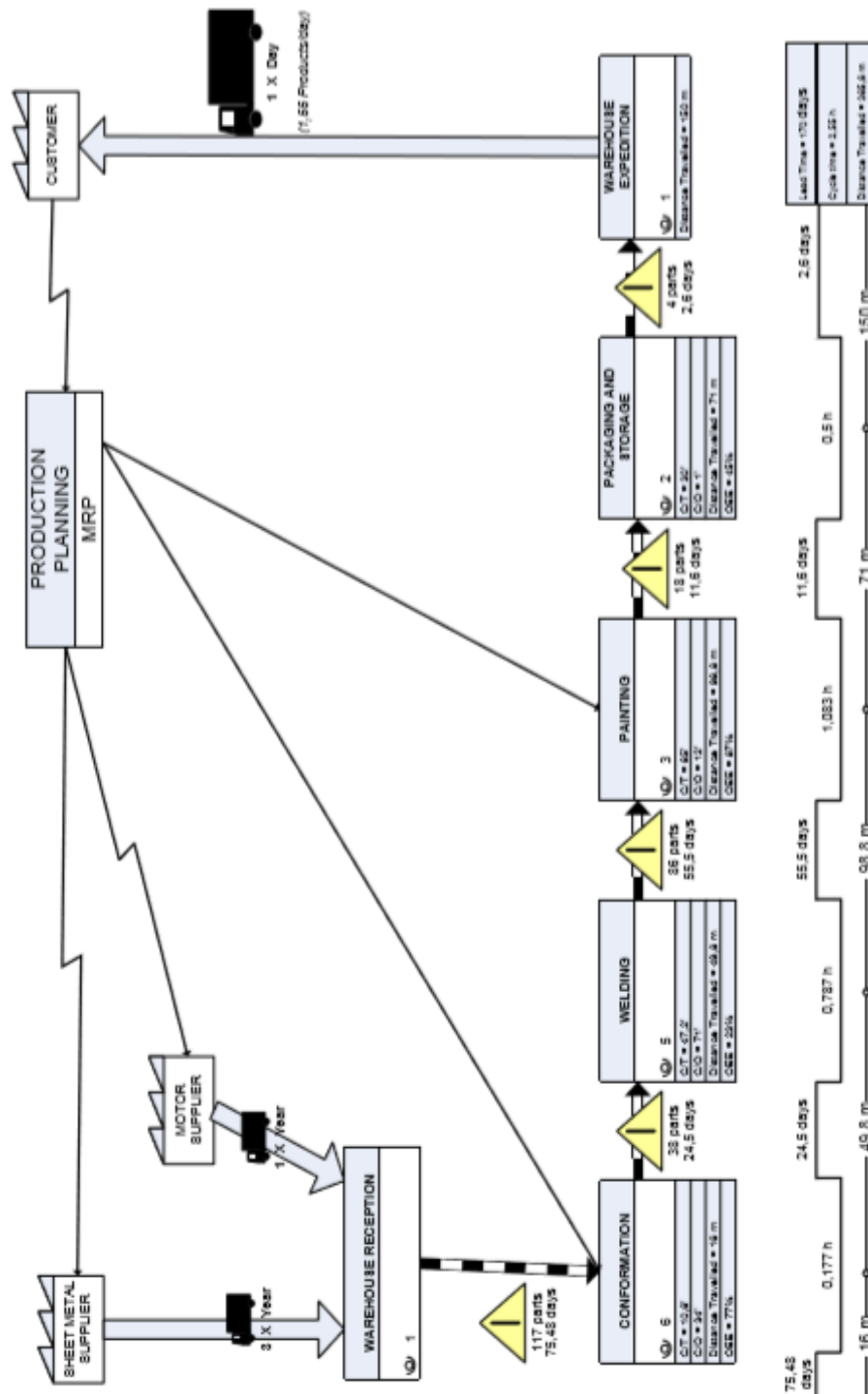


Figura 29 - Exemplo VSM inicial de Oliveira; Sá e Fernandes, em 2018

- **Yokoten**

Yokoten é uma expressão japonesa, que significa o ato de “compartilhar informação”.

Trata-se da prática de compartilhar “horizontalmente”, entre os diferentes setores, áreas e departamentos da organização, as boas ideias, as práticas importantes, as

soluções de problemas que podem ser replicadas, ou seja, o positivo e benéfico que se utiliza num determinado departamento, e que poderia ser usado com os mesmos benefícios também em outro.

A Toyota introduziu o conceito *Yokoten*, que consiste em realizar relatórios concisos, sobre os processos bem-sucedidos de solução de problemas, implementados nas suas diversas fábricas e distribuir (levar conhecimento) às outras fabricas, para serem implementadas soluções (Demeter, Szász & Rácz, 2016).

- **Gestão por Objetivos / Objetivos S.M.A.R.T.**

S.M.A.R.T. - é um acrónimo para uma prática de estabelecimento de metas. Os objetivos devem ser: - "*S*" *specific* / específicas, "*M*" *measurable* / mensuráveis, "*A*" *attainable* / atingíveis, "*R*" *relevant* / relevantes e "*T*" *timely* / oportunas. A sua origem é atribuída à estratégia de Gestão por Objetivos (GPO). O foco da GPO, é garantir que as equipas de uma organização estejam a trabalhar para os mesmos objetivos, enquanto a SMART estabelece o plano de ação.

Embora, seja frequentemente usado para o colaborador na gestão de negócios, o método *SMART* também tem sido usado na formulação de planos de desenvolvimento pessoal (Campbell, 2018).

- **A3 Problem Solving**

O termo A3, surge a partir das origens do relatório, que utilizava papel de tamanho A3 medindo 11 x 17 polegadas (297 x 420 mm), escolhido porque era o maior tamanho de papel que poderia ser enviado por fax entre os locais de produção da Toyota (A.Flug MD & Nagy, 2016). As informações, podem ser facilmente recolhidas a partir destes relatórios e apresentadas no formato *PDCA* (*Plan-Do-Check-Act*) numa única página (A.Flug MD & Nagy, 2016; Schwagerman III & Dr. Ulme, 2013; Lenorta, Staša, Holmana, & Wichera, 2017). Isso permite uma identificação rápida da causa raiz e a implementação do fluxo de trabalho (DeGregory, Ward, Watts, Locker, & Kindwall-Keller, 2015; Fernandes, 2019).

Normalmente, o relatório tem secções esquerda e direita, estando as secções do lado esquerdo relacionadas com a fase de planeamento (*P*) e as secções do lado direito para as fases fazer-controlar-ação (*DCA*) do ciclo *PDCA* (Lenorta, et al., 2017). É muito comum, os colaboradores saltarem diretamente para a "resolução" do problema sem estruturar e estudar devidamente a análise. O valor real do relatório A3 reside, essencialmente, na sua capacidade de permitir aos utilizadores analisar um problema, transmitindo eficazmente as informações relevantes para um público-alvo, apoiando-se fortemente em ferramentas visuais (A.Flug MD & Nagy, 2016), de forma muito concisa

(Schwagerman III & Dr. Ulme, 2013; Pereira, Silva, Bastos, Ferreira, & Matias, 2019). Por outro lado, este método não é adequado quando trabalhamos na inovação, na originalidade e criatividade. Os métodos de *brainstorming* são mais apropriados neste caso (Lenorta, et al., 2017).

A estrutura do A3 pode ter várias etapas, sendo que, normalmente, se divide em sete a dez etapas: a) Antecedentes/esclarecer o problema; b) Situação atual; c) Definir metas; d) Analisar de causa raiz; e) Contramedidas; f) Implementar; g) Confirmar de efeito/*follow-up* (Schwagerman III & Dr. Ulme, 2013). Existem outros que defendem o A3 com o mesmo princípio, contudo com utilização de dez secções: 1) Questão; 2) *Background*; 3) Condição atual; 4) Objetivo; 5) Análise da causa raiz; 6) Condição-alvo; 7) Contramedidas; 8) Implementação e análise de custos; 9) Teste; 10) Acompanhamento/auditoria (Bassuk & Washington, 2013).

A utilização A3 tem várias vantagens: é um método que incentiva as pessoas a trabalhar, pensar e comunicar como uma equipa, ajuda as organizações a tomar decisões e distribui autoridade (Lenorta, et al., 2017; Schwagerman III & Dr. Ulme, 2013).

- **Células de Fabrico**

Para transformar as células de trabalho, e como respondem de forma eficaz e eficientemente às flutuações da procura, assim como às variedades do produto, existem definições de “Células de Fabrico” que diferem:

- Quanto à diferenciação dos sistemas produtivos;
- Quanto à Natureza e Volume dos Produtos (Volumes médios de produtos com diversificação média, flexibilidade intermédia, adequada à procura variável e estável, fabrico e montagem por encomenda);
- Quanto ao *Input* Humano;
- Especialização elevada para a família de produtos, cadências médias pré-determináveis, operários muito versáteis para todas as operações incluindo atividades de gestão e manutenção da célula, espírito de grupo e de interajuda;
- Quanto às Características de Gestão (*stocks* de matérias-primas em curso, sejam relativamente baixos ou bem geridos, e movimentação de materiais otimizados, independentemente de haver ou não possibilidade de automatização, pelo menos, em algumas partes do processo);
- Produtividade intermédia a boa, com possibilidade de melhorar a complexidade na gestão de operações, com o decorrer do tempo, e da capacidade à custa do conhecimento e estudo da célula;
- Ciclos de produção intermédios (Bastos, 2018).

2.3 Liderança Lean

A liderança *Lean* pode ser o elo perdido entre a caixa de ferramentas *Lean* e uma organização sustentável, continuamente melhorada. É amplamente aceite que, para a implementação seja bem-sucedida, o compromisso da gestão de topo é de grande importância. Além disso, o envolvimento dos colaboradores nas melhorias diárias também é crítico para o sucesso da implementação.

A liderança *Lean* pode ser considerada como uma forma de sustentar e melhorar o desempenho dos colaboradores. Além disso, as características e qualidades do líder *Lean* são realçadas (Dombrowski & Mielke, 2014).

Liderar não é impor, liderar é despertar nos outros a vontade de fazer (Carrasqueiro, 2019)

No estudo comparativo com a nossa realidade de PME, no artigo científico realizado por Alefari; Salonitis e Xu, em 2017, que se baseou em revisões sistemáticas de literatura e de entrevistas conduzidas em várias companhias de produção no Reino Unido, concluiu que o compromisso da gestão de topo é considerado extensamente como um fator vital. O compromisso da gestão de topo deveria ser demonstrado de forma a desenvolver uma visão clara, garantindo recursos financeiros suficientes, e proporcionando liderança estratégica. Embora a transformação em *Lean* seja muitas vezes desejável para ser conduzida a partir do chão de fábrica, é importante que a gestão de topo lidere a transformação nos seus primeiros passos, pois existem evidências empíricas de que o comprometimento e o apoio da gestão afetaram negativa e positivamente os esforços da implementação de iniciativas *Lean*. Num total de 75 empresas que foram contactadas, 48 aceitaram realizar entrevistas por telefone (corresponde a 64%, tendo sido realizadas em dezembro de 2016). Estas empresas participantes, representam vários sectores, incluindo indústria automóvel, aeroespacial, defesa, bens de consumo, entre outras. Das 48 empresas, 20 (ca 42%) são PME, permitindo uma comparação com a grandes empresas. As entrevistas foram direcionadas para os fatores críticos de sucesso de produção *Lean*. No estudo, os resultados dos fatores críticos de sucesso, bem como as barreiras, estão relacionadas com a gestão de topo (Alefari, Salonitis & Xu, 2017).



Figura 30 - Fatores críticos de introdução *Lean* (Alefari, Salonitis & Xu, 2017)

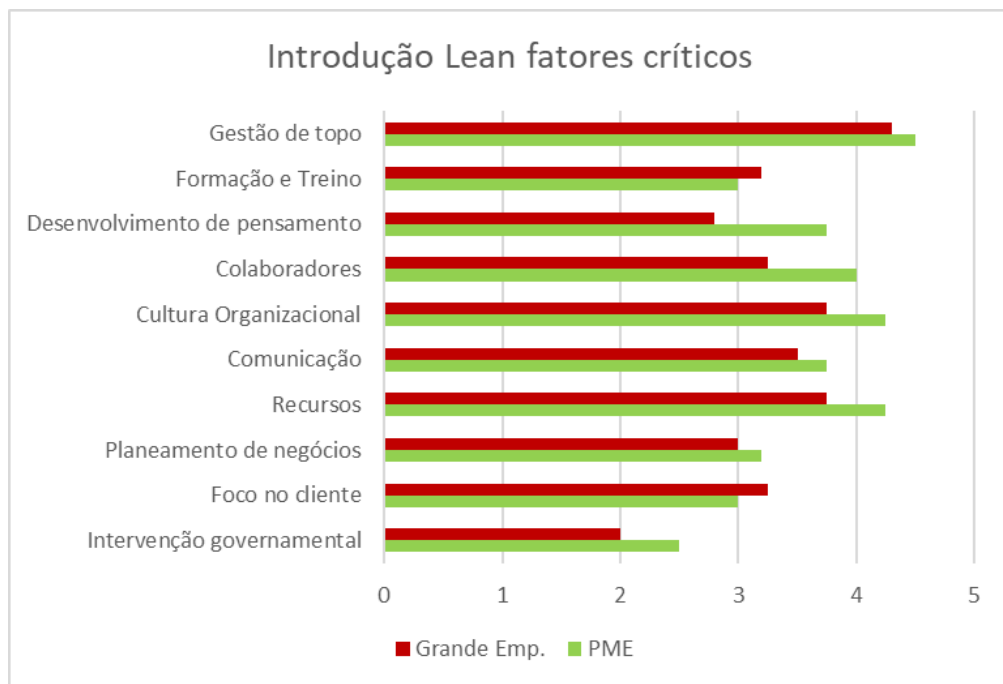


Figura 31 - Fatores críticos de introdução *Lean* (Alefari, Salonitis & Xu, 2017), comparação entre grandes e PME

A figura 30 (adaptado da figura original) apresenta os resultados globais, enquanto, a figura 31 (adaptado da figura original) indica as diferenças identificadas entre as PME e as grandes organizações. É evidente que, a partir das respostas recebidas, "*Top Management*" é fundamental na introdução de Produção *Lean* tanto nas grandes organizações como em PME.

O sistema de liderança *Lean* é descrito (como mostra a figura 32 (adaptado da figura original)), através de cinco princípios:

- Cultura de melhoria;
- Autodesenvolvimento;
- Qualificação;
- *Gemba*;
- *Hoshin Kanri* – implantação de políticas. (Alefari, Salonitis & Xu, 2017)

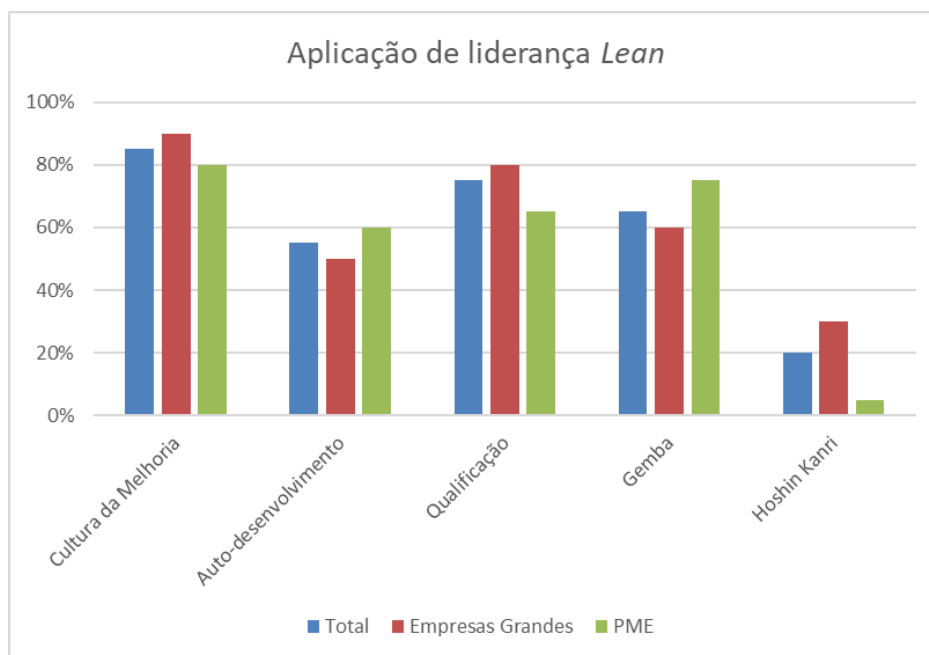


Figura 32 - Principais princípios na implementação LL em UK

Dombrowski e Mielke, em 2014, consideraram o *Lean Leadership* um sistema metódico para a implementação sustentável e melhoria contínua de LM. Esses autores descrevem a cooperação dos colaboradores e líderes como um esforço mútuo para a perfeição. Isso inclui o foco no cliente de todos os processos, bem como o desenvolvimento a longo prazo de colaboradores e líderes. Os elementos básicos da liderança *Lean* podem ser descritos através de cinco princípios fundamentais, conforme apresentado na figura 33 (adaptado da figura original).

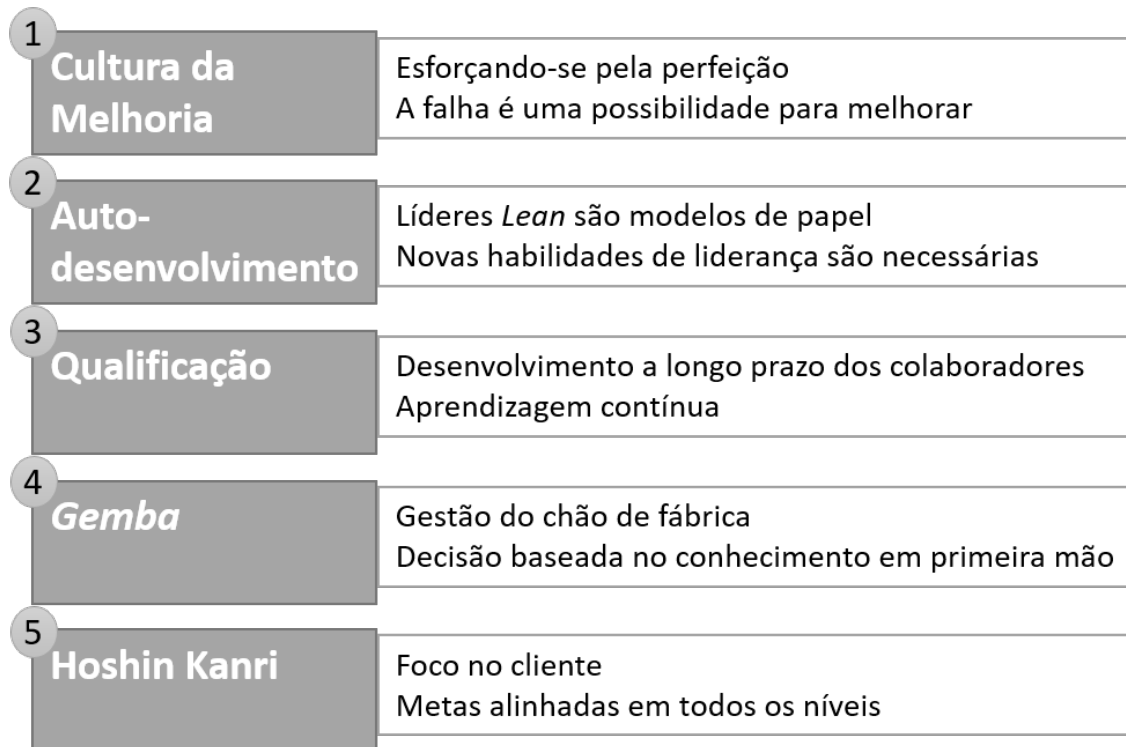


Figura 33 - Princípios fundamentais para o LL segundo Dombrowski e Mielke em 2014

Estes princípios foram derivados de várias referências e podem ser vistos como uma conclusão independente de abordagens recentes. Estes princípios foram subdivididos cada um deles em três patamares, sendo eles:

Cultura de melhoria contínua

1. A melhoria contínua exige a continuidade do líder;
2. Os líderes têm de promover a melhoria contínua, mas não podem intervir diretamente na resolução dos problemas;
3. Irão ocorrer sempre erros, mas as suas consequências devem ser evitadas.

Autodesenvolvimento

4. A autoconsciência é o primeiro passo para o desenvolvimento pessoal;
5. Após uma promoção, o *status quo* tem que ser interiorizado;
6. A liderança *Lean* requer diferentes habilidades e comportamento.

Qualificação

7. Os líderes têm de fazer o seu trabalho real supérfluo;
8. Todos os colaboradores precisam de ser desenvolvidos individualmente;
9. A aprendizagem tem de ser realizada em ciclos curtos.

Gemba

10. As decisões baseiam-se em factos;
11. O *Gemba* é o local de ação e de aprendizagem;
12. Liderar no *Gemba* só funciona com uma pequena relação líder-colaborador.

Hoshin Kanri

13. Os objetivos a longo prazo nunca são abandonados em favor do objetivo a curto prazo;
14. O sistema-alvo também é utilizado para avaliar o desenvolvimento do colaborador;
15. No esforço para a perfeição, a formulação de objetivos intermediários é indispensável (Dombrowski & Mielke, 2014).

Grandes organizações tornaram-se líderes devido à sua liderança e iniciativas sustentáveis. Uma dessas iniciativas é a adoção de uma liderança *Lean* para alinhar as principais estratégias com todas as áreas funcionais do negócio. A liderança é provável que ocorra num ambiente *Lean*, porque as melhorias que acontecem são contínuas e podem somente ser suportadas pela liderança que compreende este aspeto importante.

O tópico de *Lean Leadership Buy-ins* organizacionais fala sobre como a liderança *Lean* poderia afetar as organizações que adotam ferramentas de qualidade *Lean* e outras. A liderança desempenha um papel muito importante ao adotar processos *Lean* e como a liderança *Lean* pode abordar o problema do processo. A aplicação de ferramentas de liderança para processos *Lean* precisa de visão e criatividade. Observa-se também que a gestão *Lean* e os processos *Lean* acontecem somente se a liderança for capaz de efetivamente comunicar o pensamento de melhoria contínua para trazer uma organização *Lean*.

Liderança *Lean* tenta trazer a voz do cliente no coração do negócio. Esta é orientada para ajudar os colaboradores a trabalhar juntos de forma mais eficaz para entregar exatamente o que os clientes valorizam. Também deve ser capaz de fortalecer os sistemas de desempenho (Dr. Revathi Iyer, 2017).

2.4 Lean I4.0

A indústria 4.0 (I4.0), também conhecida como a quarta revolução industrial, integra as pessoas e as máquinas digitalmente com a Internet e com a tecnologia da informação.

A I4.0 gere grandes de quantidade de dados em tempo real, que não tirará o poder das pessoas de tomar decisões ou da sua responsabilidade, mas apoiarão as pessoas, fornecendo informações relevantes em tempo real, permitindo assim a melhoria contínua dos processos de produção.

Uma gestão bem organizada da informação é um pilar crítico no desempenho global das organizações modernas, o que significa que a qualidade da informação pode afetar os resultados. Assim, é vital melhorar a produtividade com tecnologia de ponta para qualquer indústria de produção ou de serviços (Krishnan, Dev, Suresh, Sumesh, & Rameshkumar, 2018). A produção I4.0 está a transformar a indústria transformadora, impulsionando a integração das tecnologias de informação e comunicação, e do

processo de fabricação. Como resultado, as empresas de produção geram grandes volumes de dados, que podem ser potencialmente usados para tomar decisões operacionais orientadas por dados usando algoritmos informatizados (Subramaniyan, Skoogh, Salomonsson, Bangalore, & Bokrantz, 2018; Barbosa, Silva, Pimental, & Gouveia, 2018).

A I4.0 descreve a visão de uma produção inteligente que pode atender a esses requisitos futuros do mercado. *Lean Automation* é a aplicação de tecnologias da indústria 4.0 para métodos de produção *Lean*, a fim de combinar benefícios de ambos os domínios. As primeiras soluções proprietárias de automação *Lean* existem, mas para aumentar a capacidade de mudança na produção, é necessária uma interface de comunicação unificada e comum. Existe já trabalho em andamento para uma interface para a digitalização de métodos de produção *Lean* (Kolberg, Knobloch & Zühlke, 2017; Pinto, Silva, Costa, Campilho, & Pereira, 2019).

2.5 *Novos Conceitos Lean*

A evolução do conceito *Lean* tem cada vez mais designações, quer por junção de conceitos mais tecnológicos ao *Lean* tradicional, quer por introdução de outros conceitos, como por exemplo os conceitos “green”. Não sendo os fatores principais para a tese, seguem-se alguns novos conceitos estudados no Estado da Arte:

From White-boards to Smart-boards (*iObeya*) (Fast-Berglund, Harlin & Åkerman, 2016);

Scrap value stream mapping (S-**VSM**): a new approach to improve the supply scrap management process. (Carmignani, 2017);

A PDCA-based approach to Environmental Value Stream Mapping (E-**VSM**) (Garza-Reyes, Romero, Govindan, Cherrafi, & Ramanathan, 2018);

Lean and Green strategy: The Lean and Green House and maturity deployment model (Verrier, Rose & Cillaud, 2016);

Eficácia geral dos equipamentos ambientais (**OEEE**) (Domingo & Aguado, 2015).

DESENVOLVIMENTO

- 3.1 Dados Iniciais e Enquadramento
- 3.2 Dados de Gestão e Registos
- 3.3 Planeamento
- 3.4 Implementação novos equipamentos e novo Layout
- 3.5 Implementação de LT “Quick-Win”
- 3.6 Análise de dados - Implementação de LT “Quick-Win”;
- 3.7 Análise de dados - Liderança Lean (INQUÉRITO AOS COLABORADORES)

3 DESENVOLVIMENTO

No desenvolvimento e em continuação da investigação *Action-Research*, são dissecados os três primeiros capítulos, sendo:

- a) **Diagnóstico**
 - Capítulo 3.1 Dados iniciais e enquadramento;
 - Capítulo 3.2 Dados de gestão e registos,
- b) **Planeamento**
 - Capítulo 3.3 Planeamento.
- c) **Implementação**
 - Capítulo 3.4 Implementação de novos equipamentos e alteração de *layout*;
 - Capítulo 3.5 Implementação de LT “*Quick-Win*”.

3.1 *Dados Iniciais e Enquadramento*

Este estudo foi desenvolvido numa área de maquinagem, onde os equipamentos são de corte por arranque de apara, denominados por tornos e centros/Fresadoras de controlo numérico computadorizado (CNC).

Durante os meses de novembro e dezembro de 2018, foram compilados e analisados todos os dados relevantes existentes na área maquinagem, correspondente aos pavilhões 1 e 2 da empresa, de 4.

A base de dados inicial recria, de forma fidedigna, o espelho real existente, para a partir daí se estipularem os objetivos e estabelecer os planos de ações. Nesse sentido, os dados iniciais e enquadramento estão divididos em três categorias:

- Enquadramento da área fabril / equipamentos;
- Dados de gestão e Registos;
- Liderança *Lean*.

3.1.1 *Enquadramento Área Fabril / Equipamentos*

3.1.1.1 *Layout*

Para uma melhor compreensão do trabalho desenvolvido, apresenta-se na figura 34 o *layout* com a localização física das células existentes, assim como os equipamentos no final do ano de 2018. A área de estudo compreendia inicialmente parte do pavilhão 1 e pavilhão 2, num total de 2000 m².

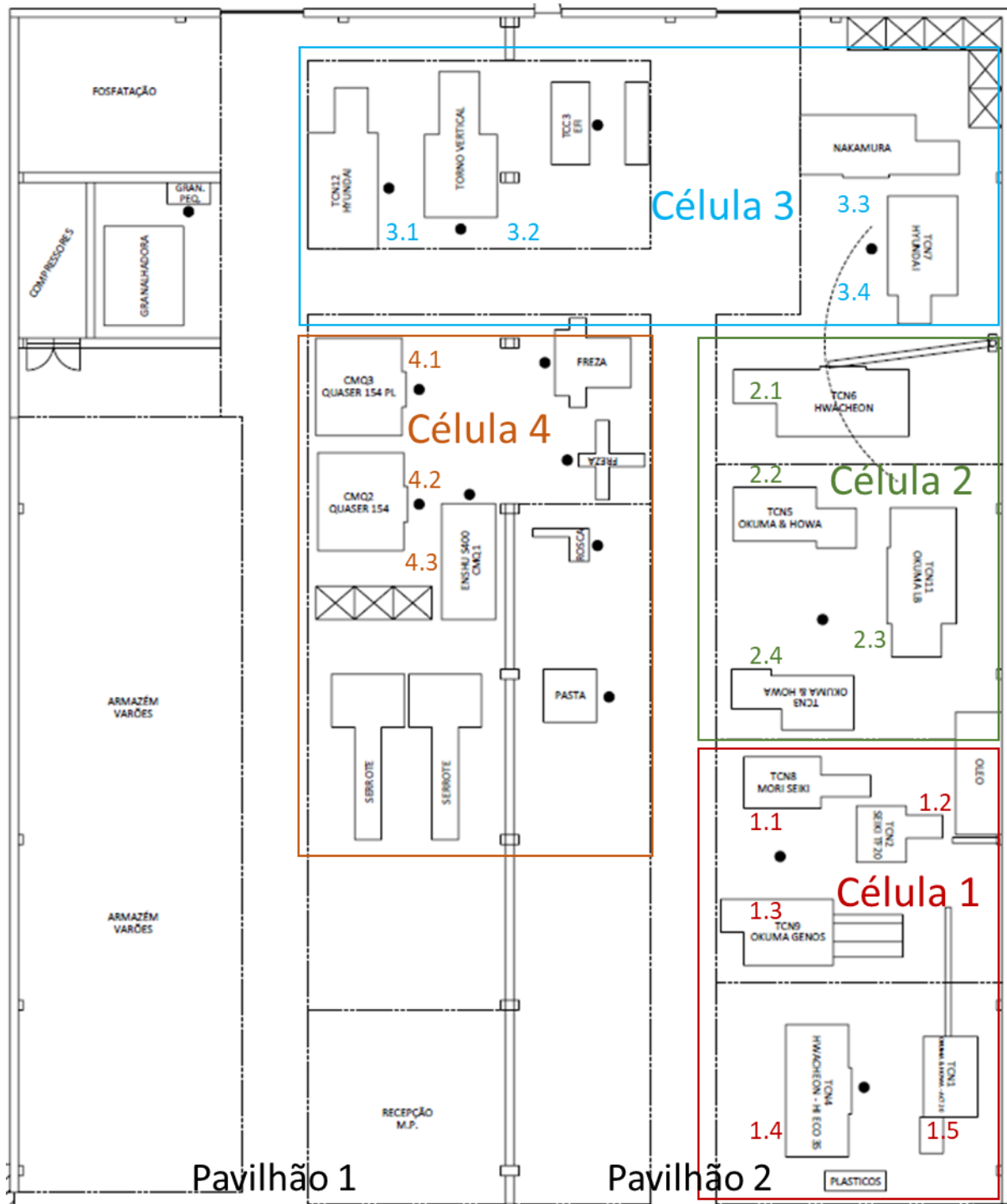


Figura 34 - Layout no final de 2018

Em cada célula, é referido o número de cada equipamento. Assim, como exemplo, na célula 1 temos os equipamentos 1.1 / 1.2.

3.1.1.2 Células

Dependendo do produto a ser transformado, as células de produção respondem de forma eficaz e eficientemente às flutuações de variedade de produtos. Melhorar a otimização de espaço, fornecida por esse tipo de *layout*, aumenta o desempenho e reduz substancialmente o desperdício. O conceito de valor é a base desta filosofia, que visa aumentar a competitividade e manter uma filosofia de melhoria contínua.

A empresa tem estruturado os seus equipamentos em quatro células, conforme tabela 2, na qual é agrupado por tipo de equipamento, depende da sua tipologia mecânica de corte, pela sua capacidade de volume de corte e pelos materiais a trabalhar.

Tabela 2 - Estratégia de agrupamento de equipamentos por células

	CNC	Quantidade	Capacidade	Plásticos	Varão	Fundidos
Célula 1	Tornos	5	400 mm	Sim	Sim	Sim
Célula 2	Tornos	4	400 mm	Não	Sim	Sim
Célula 3	Tornos	4	800 mm	Não	Sim	Sim
Célula 4	Centros	3	800 mm	Não	Sim	Não
Total		16				

3.1.1.3 Tipologia dos Equipamentos

A empresa encontra-se equipada com máquinas de “Comando Numérico Computadorizado” (CNC), tornos e centros / fresadoras.

O sistema computadorizado controla em simultâneo vários eixos, através duma programação. A programação pode ser realizada nos próprios comandos da máquina ou usa programas realizados externamente ao equipamento: CAD/CAM (CAD/CAM é a abreviatura inglesa para as seguintes expressões: CAD - “*computer-aided design*” - desenho assistido por computador / CAM - “*computer-aided manufacturing*” - produção assistida por computador).

3.1.1.3.1 Tornos CNC

“Torno” é uma máquina-ferramenta que permite cortar / desbastar / acabar as peças com forma geométrica de revolução. Estes equipamentos operam fazendo rodar a peça (principalmente varões e tubos, podem ser adaptados componentes com geometria irregular, fixando à máquina, com buchas especiais, adaptadas para o efeito) prendendo-a ao cabeçote. A peça pode ficar presa só no cabeçote ou também, entre o contraponto de centragem.

A ferramenta de corte é pressionada num movimento regulável de avanço de encontro à superfície da peça. Este movimento remove o material, usando normalmente

equipamentos de 3 eixos (X, Y e Z) - caso desta empresa em questão. Contudo, existem Tornos CNC com mais eixos. Algumas ferramentas e melhorias foram sendo introduzidas nos equipamentos, desde as mais simples “ferramentas motorizadas” que, permitem fazer furos como se fosse uma fresadora, desde alimentadores automatizados ou mesmo *robots*, que fazem os movimentos completos de abastecimentos de peças para torner e remover material na máquina.

A empresa dispunha, no início do caso de estudo, de 13 tornos CNC (na figura 35, temos um Torno CNC Hyundai L230LM) e 1 torno convencional. Este último, não foi considerado para os cálculos e para o processo de melhoria, por ser utilizado para trabalhos específicos de suporte à fábrica, e não para os trabalhos em série na produção de válvulas.



Figura 35 - Torno CNC Hyundai L230LM

3.1.1.3.2 Centros/Fresadoras CNC

As fresadoras são ferramentas de corte que, a partir de um movimento rotativo, realizam cortes e perfurações nos materiais. Normalmente, os equipamentos têm três eixos associados, contudo, em função da complexidade da peça, poderão ter cinco eixos, podendo ser observado na figura 36 um processo de centragem numa peça.

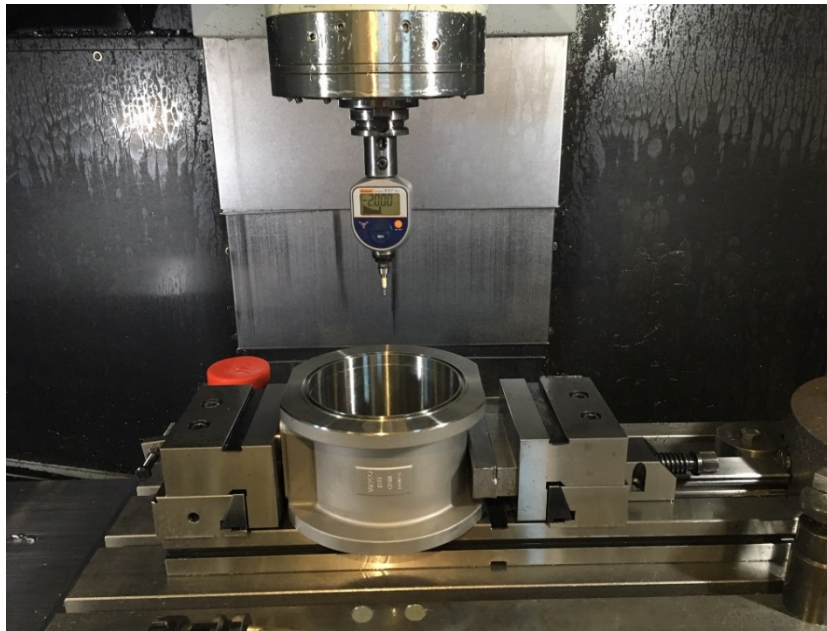


Figura 36 - Processo de centrando numa peça num centro CNC Quazer

3.2 *Dados de Gestão e Registos*

Os dados recolhidos nos meses de novembro e dezembro de 2018, são referência e base para o caso de estudo. Para isso, foram selecionadas as cinco melhores semanas com os melhores resultados, sendo elas as semanas de 46 a 50 de 2018. Os diferentes tipos de registo são os apresentados nos subcapítulos seguintes.

3.2.1 *Taxa de Ocupação 2018 vs. Nº Colaboradores*

A regra de cálculo existente para a taxa de ocupação é:

- Tempo registado em máquina em funcionamento de corte / 8 horas disponíveis dos equipamentos/colaboradores. Em caso de existência de horas extras, é acrescentado o período à disponibilidade do equipamento/colaborador.

Os dados foram compilados semana a semana, tendo sido tirada a média por célula, assim como a média das médias, para saber quais os dados de base que devem ser utilizados, refletido na tabela 3.

Informação importante, é saber quantos colaboradores estão alocados a cada célula, nesse período. Para efeitos de cálculo, não é considerada a taxa de absentismo. A existência de absentismo e a compensação para atingir os objetivos, deverá ser conseguida pelos restantes elementos da célula.

Tabela 3 - Taxa de ocupação pelas quatro células nas semanas 46 a 50 de 2018. Número de colaboradores

	Semana 46/2018	Semana 47/2018	Semana 48/2018	Semana 49/2018	Semana 50/2018	Média	Colabora dores
Célula 1	57.1%	59,8%	54,3%	47,4%	63,8%	56.5%	5
Célula 2	58.4%	64,7%	52,9%	55,4%	49,1%	56.1%	5
Célula 3	60.6%	56,3%	53,0%	41,7%	61,1%	54.6%	4
Célula 4	41.7%	45,2%	44,2%	45,8%	40,6%	43.5%	3
Média	54.3%	56.5%	51.1%	47.6%	53.7%	52.7%	Total 17

De forma a visualizar a taxa de ocupação das diferentes células de trabalho, tendo como objetivo 100% de taxa de ocupação e em função de cada semana selecionada, apresenta-se a figura 37. É possível ver as flutuações neste período, assim como ver o ponto de partida da média calculada por cada célula.

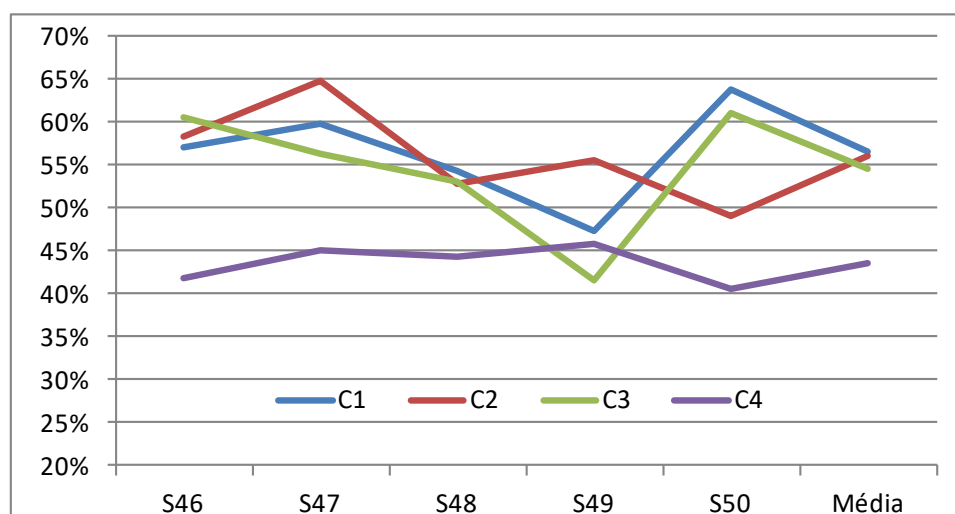


Figura 37 - Taxa de ocupação pelas quatro células nas semanas 46 a 50 de 2018.

3.2.2 Horas Trabalhadas vs. N° de Equipamentos

Utilizando a mesma base temporal da taxa de ocupação, obtém-se a contabilização do nº de horas trabalhadas, por cada célula de trabalho. O número de horas trabalhadas é calculado pela utilização do máximo de tempo disponível dos equipamentos e pela quantidade de equipamentos disponíveis. Deve-se considerar também, a tipologia do equipamento e a sua capacidade de trabalho, além da configuração dos componentes, e qual o tempo de operação necessário. Na tabela 4, é apresentada a contabilização do número de horas de produção, no período de estudo.

Tabela 4 - Nº horas de produção das quatro células em 2018. Número de equipamentos

	Semana 46/2018	Semana 47/2018	Semana 48/2018	Semana 49/2018	Semana 50/2018	Média	Equipam entos
Célula 1	125h44	136h11	121h59	84h05	148h17	123h15	5
Célula 2	129h47	135h39	115h47	125h26	91h57	119h43	4
Célula 3	84h20	81h00	78h03	56h02	83h03	76h29	4
Célula 4	51h45	55h46	52h57	59h15	48h50	53h42	3
Nº horas	391h36	408h36	368h46	324h48	372h07	373h10	Total 16

3.2.3 Produção

3.2.3.1 Tipos de Materiais e Maquinaria

A empresa trabalha com uma grande variedade de materiais, sendo que se pode atribuir esses materiais a duas principais gamas de produtos, sendo elas:

- Válvulas Industriais (Materiais / Normas)

A105N-LF2 / A182 F316-316L / A182 F304-304L / A182 F51 / A182 F44 / A182 F55 /
A182 F321 / A350 LF2 / A351 CF3M / BS1400 LG4 / BS1400 AB2 / INCONEL 625 /
TITANIUM B348 Gr.2 / CG-RPTFE / GL-RPTFE / TFM / PEEK / PEEK MOD / PEEK DEVLON
/ UHMWPE / PTFE / TFM 1600 / DELRIN

- Válvulas Farmacêuticas (Materiais / Normas)

A182 F316--316L / A351 CF3M / A351 CF3 / AL6XN (UNS N08367) / 1.4435 BN2 /
HASTELLOY C22 / C276 / TITANIUM B348 Gr.2 / TFM 1600 / PTF / PTFE

3.2.3.2 Principais Elementos das Válvulas

A divisão simplificada de uma válvula pode ser feita pela divisão em três grandes blocos: Corpo, Terminais e secção de vedação (que contempla a esfera). Existem os restantes elementos que, juntamente com a secção da vedação, são considerados também componentes da mesma, conforme figura 38.



Figura 38 - Principais Componentes duma válvula de esfera, exemplo válvula série VTR

3.2.4 Número de Peças Produzidas em 2018

É necessário saber, com a capacidade instalada, e com a atual taxa de ocupação, qual a quantidade de peças produzidas. Assim, subdivide-se nos dois blocos seguintes: 1º bloco contempla os corpos e terminais e o 2º bloco junta todos os componentes necessários para completar o funcionamento de uma válvula. Os resultados médios semanais de 2018, são os referidos na tabela 5:

Tabela 5 - Nº médio semanal de “corpos + terminais” e “componentes” produzidos

Média Semanal 2018	TOTAL
Corpos + Terminais	835
Componentes	1165

3.2.5 Taxa de Produção de Conformes

A taxa de produção é calculada em função das peças conforme, e não pelo número de peças defeituosas, de maneira a ficar o mais eficiente possível. Existem linhas de pensamento que defendem a utilização nº de NC e/ou % de NC como base de cálculo/apresentação. Assim, a tabela 6 demonstra os dados obtidos de produção do último quadrimestre de 2018:

Tabela 6 - Quantidades e Custos NC do último quadrimestre 2018

Taxa de produção conforme	Set/18	Out/18	Nov/18	Dez/18	Média
Objetivo Produção Conforme	98,0%	98,0%	98,0%	98,0%	98,0%
Resultados	99,7%	99,6%	99,4%	99,8%	99,6%

3.2.6 Rácio Custos NC vs. Horas Trabalhadas

Os custos de não qualidade são facilmente compreendidos e são uma das bases de trabalho para validar o caso de estudo. Para isso, e para ter uma base de comparação, é necessário saber os custos produzidos pelas não conformidades, sendo o cálculo:

- Somatório do custo da matéria-prima, mais o tempo/custo associado ao estado em que se encontra a peça, somando ainda o custo fixo de custos administrativos.

Dos dados registados, apresenta-se o número de NC, assim como o custo associado pela “não qualidade” produzida, conforme explanado na tabela 7.

Tabela 7 - Nº de NC produzidas por mês e custos associados

Produção	Set/18	Out/18	Nov/18	Dez/18	Média	TOTAL
Nº de NC produzidas	22	83	27	11	36	144
Custos NC	870 €	553 €	620 €	393 €	609 €	2 436 €

Um dos rácios a seguir neste estudo é a relação dos custos que existe atualmente em função das horas produzidas. Tendo como princípio sempre a mesma base semanal, os dados recolhidos foram os seguintes, na tabela 8:

Tabela 8 - Rácio Custos NC / horas produzidas

Dados semanais	2018
Custo NC	152,25€
Nº horas produzidas	373 h
Rácio Custos NC / Horas Produzidas	0,408 €/h

3.2.7 Liderança Lean

Liderança Lean (LL) é um sistema metodológico para a implementação sustentável e melhoria contínua de *Gestão Lean*. Este método promove a simbiose na colaboração entre funcionários e a liderança numa procura da perfeição. Descreve a cooperação dos funcionários com líderes, num esforço mútuo para a perfeição (Dombrowski; Mielke, 2014).

Ao longo do caso de estudo, esteve sempre em mente vários artigos consultados, nomeadamente os cinco princípios de LL descritos por Dombrowski e Mielke em 2014, assim como o artigo de do Alefari e Salonitis em 2017.

Todas as filosofias, técnicas, tecnologias e processo de trabalho, só têm sucesso se todos os interessados estão envolvidos no projeto e tem o mesmo objetivo comum.

3.2.7.1 Inquérito aos Colaboradores

Antes de avançarmos com a implementação das ferramentas Lean, é importante compreender a perceção dos colaboradores no início do caso de estudo, e perceber a sua evolução durante todo o processo.

Para isso foi criado um inquérito que se pretende que seja respondido em duas fases: 1ª Semana de janeiro, aquando do início do projeto, e na 1ª Semana de Abril, para avaliar o impacto da implementação das primeiras LT, tais como, as metodologias de gestão *Lean*.

3.2.7.2 Ferramentas de Liderança Lean Selecionadas

As quinze regras que foram seguidas para a implementação *Lean* sustentável, estão subdivididas em cinco capítulos, como referido anteriormente, tendo sido elas:

- Cultura de melhoria contínua;
- Autodesenvolvimento;
- Qualificação;
- *Gemba*;
- Hoshin Kanri.

3.2.7.3 Metodologia de preparação dos inquéritos

O inquérito foi realizado de forma anónima, compreendendo os coordenadores e respetivos colaboradores das quatro células de trabalho, num total de 17 indivíduos.

As questões foram organizadas com base na escala “*Likert*” de seis pontos, onde:

- 1 - Discordo totalmente;
- 2 - Discordo bastante;
- 3 - Discordo;
- 4 - Concordo;
- 5 - Concordo bastante;
- 6 - Concordo totalmente.

Para a interpretação dos dados recolhidos, optou-se por usar a escala de 0 a 1, que corresponde à conversão dos dados em percentagem, sendo que os intervalos dos resultados ficam estabelecidos como:

- **>= 0,83 - Excelente;**
- **> 0,67 a 0,83 - Bom;**
- **> 0,50 a 0,67 - Medio;**
- **> 0,33 a 0,50 - Insuficiente;**
- **> 0,17 a 0,33 - Fraco;**
- **<= 0,17 - Inadmissível.**

3.2.8 Dimensões inquérito - “*Consciência*”

Para o caso de estudo, foi criado como base o inquérito com seis dimensões, ficando estas divididas da seguinte forma:

A dimensão “*Consciência para a Qualidade*”, que compreende cinco itens:

Q1 - Produzo mais peças conformes do que os meus colegas de célula;

Q2 - A minha célula produz mais peças conformes do que as outras células;

Q3 - Consigo identificar as causas raiz das NC produzidas;

Q4/F1 - Tenho formação adequada para resolver as NC;

Q5 - Implemento ações de melhoria.

A dimensão “*Consciência para a Manutenção / Equipamento*”, que compreende cinco itens:

M1 - As máquinas ao meu cuidado e da célula encontram-se em bom estado de conservação e manutenção;

M2 - O nº de paragens por avaria é igual à média da empresa;

M3 - O tempo de intervenção da avaria é adequado;

M4 - Os equipamentos produzem muitas peças com defeitos;

M5/F2 - Sinto-me capaz de resolver os problemas dos equipamentos e tenho formação para tal.

A dimensão “Consciência Processo / Produção”, que compreende sete itens:

P1 - A minha carga de trabalho é equilibrada;

P2 - A carga de trabalho da minha célula é equilibrada;

P3 - Poderia produzir mais peças se tivesse outro tipo de ferramentas ou equipamentos;

P4 - A minha célula é limpa e organizada (5S);

P5 - Eu estou totalmente confortável a trabalhar na minha célula (5S);

P6 - Sei o que tenho de fazer durante o meu turno;

P7 - Tenho sempre os programas e ferramentas prontos a serem utilizados.

A dimensão “Consciência para a Liderança / Gestão por Objetivos”, que compreende quatro itens:

G1 - O Processo "Gestão por Objetivos" (GPO) foi apresentado de forma transparente e é compreensível o método de atribuição dos prémios;

G2 - As percentagens de cada linha do GPO são proporcionais às principais tarefas a desempenhar;

G3 - GPO vai ajuda-me a orientar para os objetivos globais da empresa;

G4 - Acredito que vou conseguir uma boa renumeração por conseguir atingir os objetivos da célula.

A dimensão “Consciência para a Confiança Pessoal”, que compreende cinco itens:

E1 - Estou confiante nas minhas habilidades para contribuir para o sucesso da minha área;

E2 - Estou confiante de que posso ter uma contribuição positiva na minha área;

E3 - Estou confiante em relação ao estabelecimento de metas de desempenho na minha área;

E4 - Eu sinto a necessidade de defender a minha célula quando é criticada;

E5 - Sinto que podemos melhorar cada vez mais, num processo de melhoria contínua.

A dimensão “Consciência para a Formação”, que compreende quatro itens:

F1/Q4 - Tenho formação adequada para resolver as NC;

F2/M5 - Sinto-me capaz de resolver os problemas dos equipamentos e tenho formação para tal;

F3 - Tenho formação para o meu dia-a-dia de trabalho;

F4 - Necessito de mais formação de outras áreas para melhorar a minha eficiência.

3.2.9 Resultados do inquérito inicial

Depois de os colaboradores terem respondido ao inquérito fornecido, os dados tiveram de ser analisados e tratados, para conseqüentemente, serem aplicadas medidas de melhoria contínua.

O ponto de partida de apoio às decisões a serem tomadas estão refletidas nos gráficos seguintes, e as mesmas foram subdivididas em:

- Perceção da Dimensões Geral;
- Perceção por Célula;
- Qualidade;
- Manutenção / Equipamento;
- Processo / Produto;
- Liderança / GPO;
- Confiança Pessoal;
- Formação.

3.2.9.1 Perceção Dimensões Geral

Pretendeu-se com este primeiro subcapítulo ter uma visão global da empresa subdividido nas seis perceções individuais, sendo a média final o indicador essencial a comparação final dos resultados.

Os dados gerais do primeiro inquérito, representado na figura 39, tem como resultado dentro do objetivo “Bom”, com 68%. Os maiores contributos são da perceção “Confiança Pessoal” e “GPO”, que advêm da confiança que os colaboradores tem das suas capacidades e de que o projeto GPO poderá melhorar as suas condições. No lado oposto as perceções que menos contribuíram para o resultado final foram a Consciências para a Manutenção e Equipamentos” e “Qualidade”; que tem como base o cuidado e tempo despendido no tratamento dos equipamentos, assim como na formação administrada na área da qualidade.

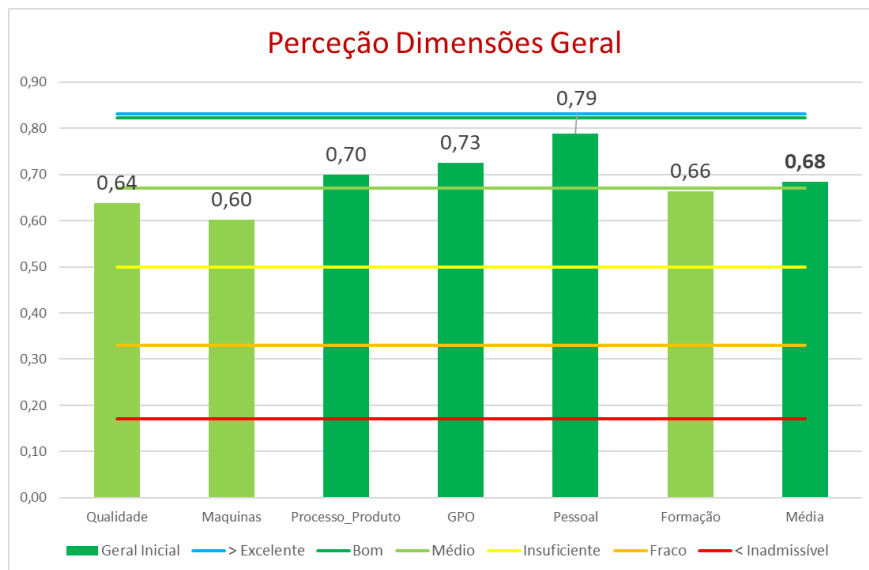


Figura 39 - Resultados Iniciais - Perceção Dimensões Geral

3.2.9.2 Perceção Geral / Célula

Tendo o valor final do inquérito, pretendem-se compreender como cada célula contribuiu para o resultado, assim como se existem algum padrão entre o tipo de equipamentos de produção. Podendo-se verificar que as células de torno (1,2 e 3) tem melhores resultados que a célula 4 de fresagem.

Conforme perceptível pela figura 40, verifica-se que célula 1, se destaca positivamente em relação às outras, tendo a célula 2 também contribuído de forma a subir a media final. Mesmo com a nota “Bom” da célula 3, esta teve o valor médio de 68%. Existência de somente da célula 4 com nota de “Médio”, de 65%, fez que o valro final fosse mais baixo.

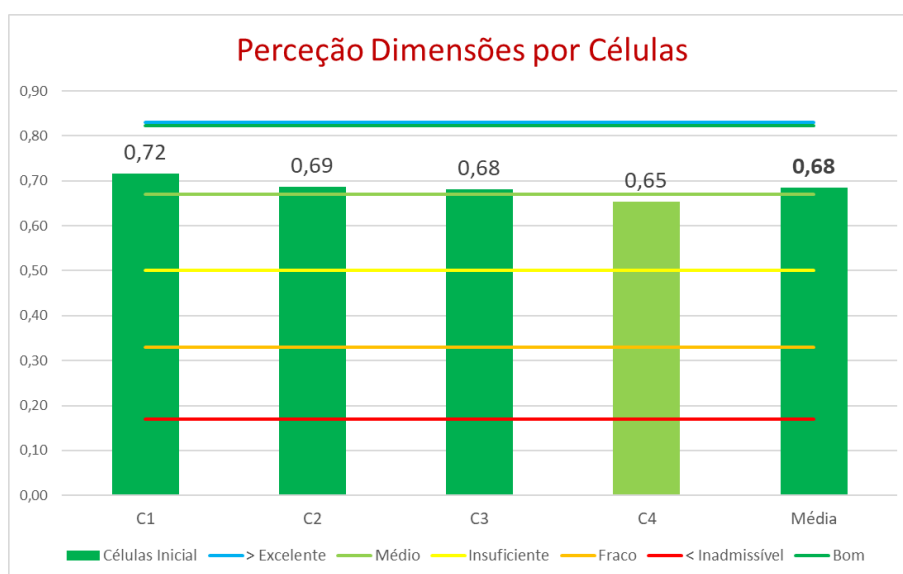


Figura 40 - Resultados Iniciais - Perceção Dimensões / Célula

3.2.9.3 Percepção "Consciência para a Qualidade"

Com o objetivo de perceber qual a percepção do colaborador sobre os aspetos da qualidade, nomeadamente em termos métodos de resolução de NC, ações de melhoria continua; que quantidade de produtos NC produz mesmo em termos comparativos com as outras células. Os valores iniciais da "Consciência para a Qualidade", representados na figura 41, ficaram abaixo da média geral, tendo tido somente a célula 1, uma nota superior ao parâmetro "Bom", sendo o valor final de 64%.

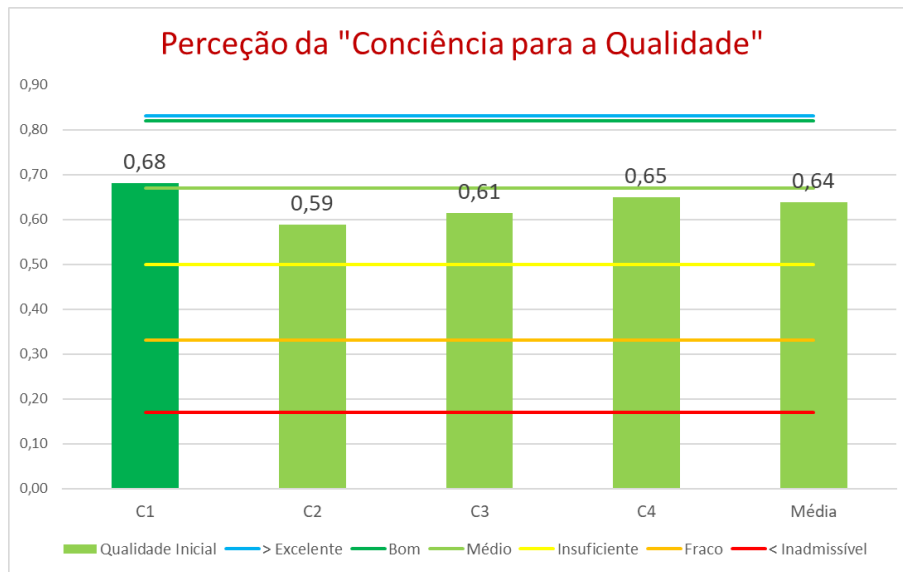


Figura 41 - Resultados Iniciais - Percepção "Consciência para a Qualidade"

3.2.9.4 Percepção "Consciência para a Manutenção e Equipamentos"

Na figura 42, são apresentados resultados da percepção da "Consciência para a Manutenção e Equipamentos", obtendo os piores resultados de todas as percepções com 60% de média. Estes resultados demonstram uma uniformidade do modo como os colaboradores vem o estado dos equipamentos e da manutenção. O Item M5/F2 – "Sinto-me capaz de resolver os problemas dos equipamentos e tenho formação para tal", teve como objetivo também perceber qual é a afinidade dos colaboradores com os equipamentos e o interesse inicial para o TPM.

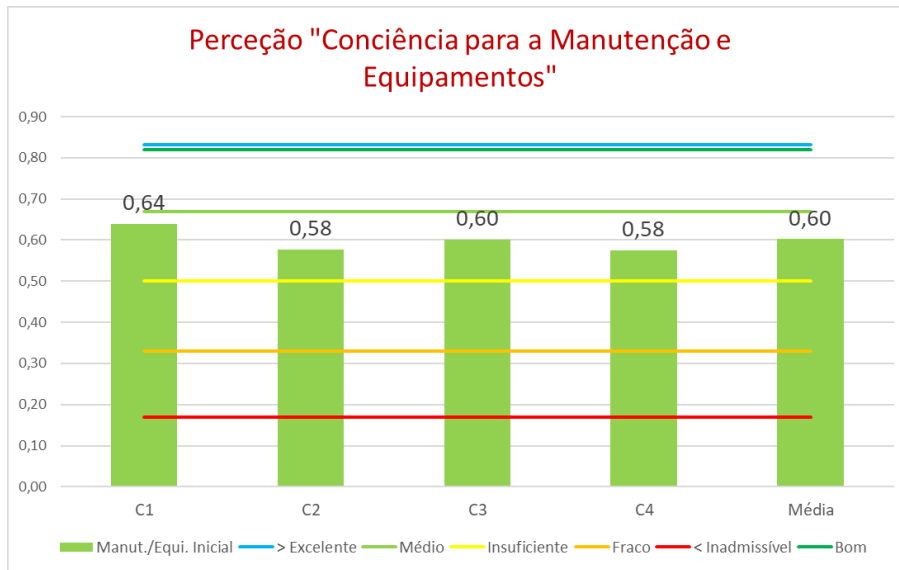


Figura 42 - Resultados Iniciais - Percepção "Consciência para a Manutenção e Equipamentos"

3.2.9.5 Percepção "Consciência para o Processo_Produto"

No que respeita à "Consciência para o Processo_Produto", as questões colocadas aos colaboradores tiveram como principais objetivos; perceber se a percepção da carga / capacidade pessoal e da célula é equilibrada; se existe outro tipo de ferramentas que poderia a empresa ter mais taxa de produtividade; e por fim, se o conceitos de limpeza, organização e ergonomia (dentro dos parâmetros 5S) estão de acordo com o conceito de cada colaborador. Como resultado a média ficou dentro do patamar "Bom".

Conforme verificado na figura 43, as células 1 e 3 tiveram um grande contributo para a média final; sendo que apenas a célula 4 apresenta valores abaixo deste patamar.

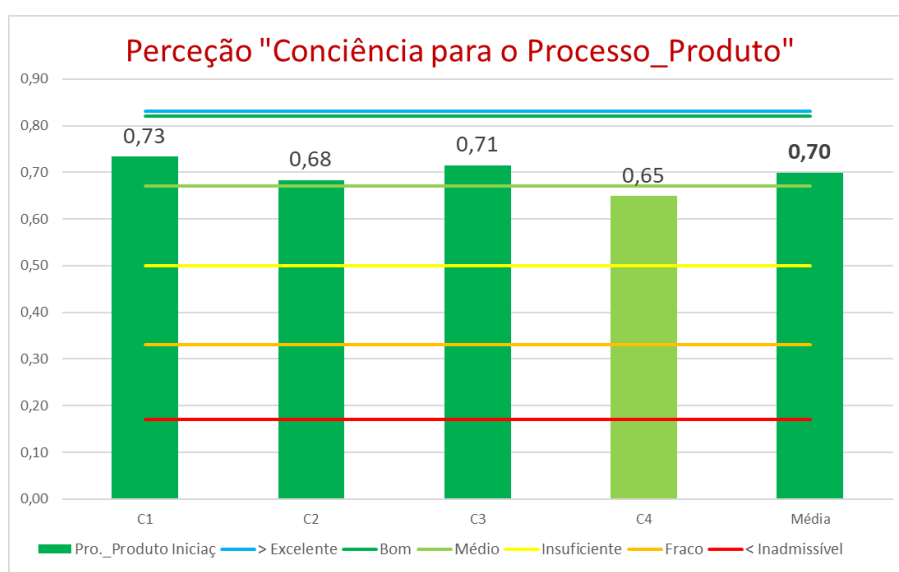


Figura 43 - Resultados Iniciais - Percepção "Consciência para o Processo_Produto"

3.2.9.6 Percepção "Consciência para a Liderança / GPO"

A entrega dos questionários foi feita após a apresentação do projeto GPO aos colaboradores. Da informação passada os participantes responderam com 73% de aceitação, conforme refletido na figura 44.

A percepção "Consciência para a Liderança / GPO", dentro da vária célula foi compreendido de várias formas, contudo destaca-se as células 1 e 2 pelo alto valor apresentado, contrastando com os resultados da célula 4.

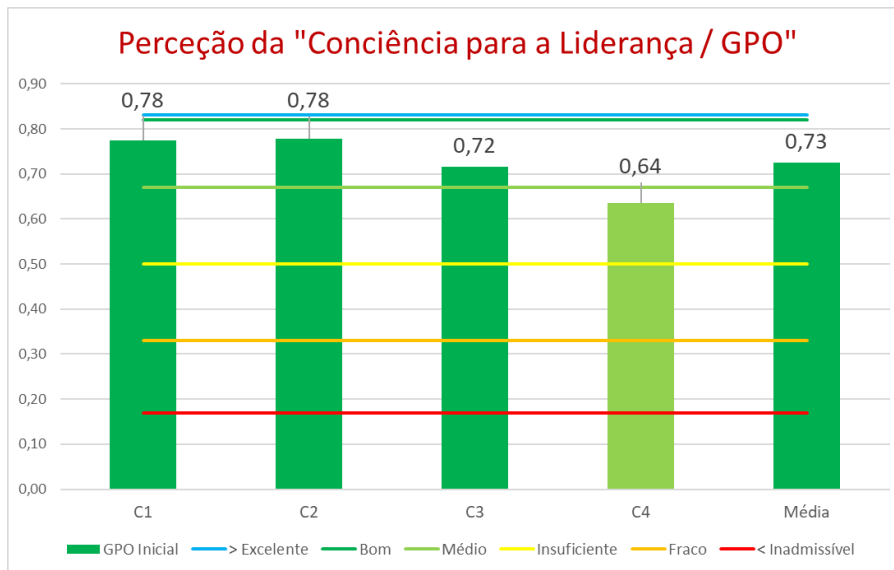


Figura 44 - Resultados Iniciais - Percepção "Consciência para a Liderança / GPO"

3.2.9.7 Percepção "Consciência para a Confiança Pessoal"

No intuito de perceber o sentido de pertença dos colaboradores da área da maquinação, quer se for necessário defender a célula quando esta é criticada, quer pela confiança em si depositada para de modo a contribuir para o sucesso de resultados e de melhoria continua da célula e até mesmo da empresa. A resposta dos intervenientes, conforme figura 45, foi a mais elevada de todas as percepções, com 79%.

A diferença entre células foi mínima, variando de 77 a 81%.

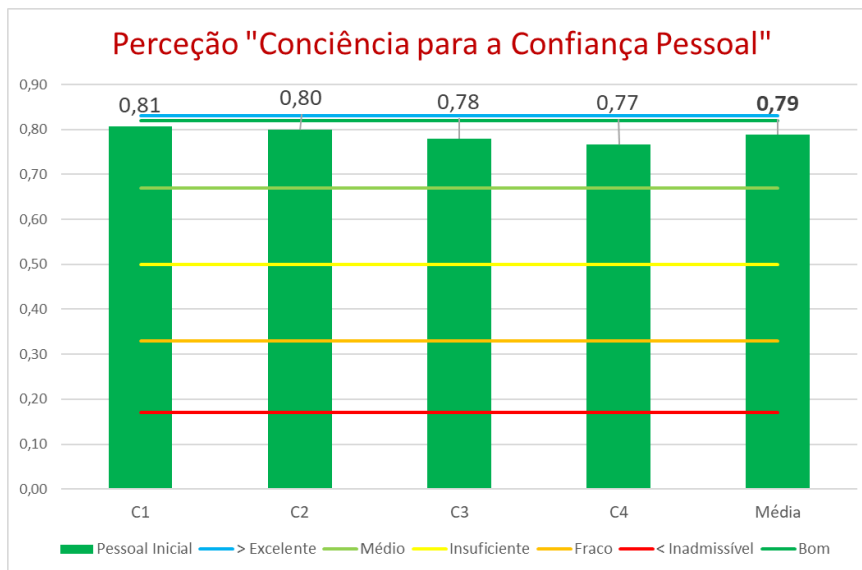


Figura 45 - Resultados Iniciais - Percepção "Consciência para a Confiança Pessoal"

3.2.9.8 Percepção "Consciência para a Formação"

A percepção "Consciência para a Formação", teve como foco as questões colocadas perceber se o colaborador tem a formação para o seu dia-a-dia de trabalho, principalmente no tratamento das NC e da sua relação com os equipamentos de trabalho, o outro foco foi entender se a percepção de cada um, se se aumentar a formação poderá aumentar a sua eficiência.

Os valores ilustrados na figura 46, mostram um resultado perto do patamar "Bom", tendo sido a média de 66%.

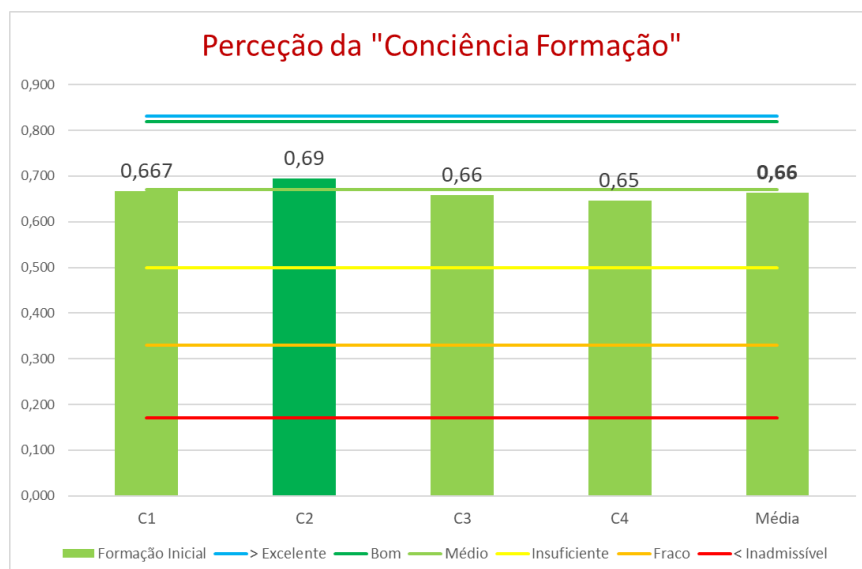


Figura 46 - Resultados Iniciais - Percepção "Consciência para a Formação"

3.3 Planeamento

Não existe planeamento sem existir uma visão, um objetivo, uma meta. Por isso, em primeiro lugar, deve-se definir os objetivos macro no caso de estudo.

3.3.1 Definição do Objetivos

Na definição dos objetivos existem os que são mensuráveis em termos de KPI, e existem também os referentes aos *timings* de instalação dos novos equipamentos, assim como a alteração do *layout*. Em resumo, os objetivos estipulados são:

- a) Melhoria dos KPI face aos de 2018:
 - Aumento de 5% da taxa de produtividade;
 - Aumento do número de horas trabalhadas em 10%;
 - Diminuição de 10% dos custos da Não Qualidade interna, face ao nº de horas trabalhadas;
- b) Instalação de novos equipamentos e alteração do *layout* (capítulo 3.4);
- c) Implementação de LT “Quick-Win” (capítulo 3.5).

Por fim, existem os objetivos que advêm da implementação da GL:

- d) Melhoria da perceção dos colaboradores na implementação das LT em 2,5% (capítulo 3.7);

3.3.2 KPI

Nesta sessão, cada um dos três KPI são apresentados para melhor entendimento e promover novos objetivos.

3.3.2.1 Taxa de Ocupação

A medição da taxa de ocupação é realizada de forma diária. O incremento estipulado para o 1º trimestre foi de 5%.

Por um lado, existe o objetivo de aumento da taxa de ocupação, por outro lado não é pretendido um aumento do nº de colaboradores na área fabril, mas sim manter ou mesmo reduzir (em termos gerais), sendo que a alocação do número de colaboradores por célula, vai depender da realocação dos novos equipamentos, assim como da disposição final das células no novo *layout*.

Objetiva-se também a criação da polivalência entre colaboradores, que possam trabalhar dentro das várias máquinas da sua própria célula, ou mesmo sair para outras células ou máquinas, em caso de necessidade maior. Na tabela 9, encontram-se os objetivos para a Taxa de Ocupação do 1º trimestre de 2019, assim como o número de colaboradores esperados no fim desse período.

Tabela 9 - Objetivos para a Taxa de Ocupação 1º Trimestre 2019. Nº de Colaboradores

Mapa Objetivos	Média 2018	Objetivo (+5%)	Nº de Colaboradores
Célula 1	56.5%	61.5%	5
Célula 2	56.1%	61.1%	3
Célula 3	54.6%	59.6%	4
Célula 4	43.5%	48.5%	4
Média Fabrica	52.7%	57.7%	Total 16

3.3.2.2 Número de Horas Trabalhadas

O incremento de novos equipamentos, assim como as alterações introduzidas, têm como finalidade final aumentar o número de horas trabalhadas. Logo, uma maior capacidade de resposta para os clientes finais.

O objetivo é um incremento de 10%, número médio de horas trabalhadas para o 1º trimestre, conforme representado na tabela 10. O tempo adicional proveniente dos novos equipamentos não será acrescentado de forma linear, uma vez que a sua instalação será faseada e requer um tempo de estudo conhecido pela curva de aprendizagem. Irá depender também da correta seleção de ferramentas e componentes a maquirar, assim como da experiência dos colaboradores nas mesmas.

Tabela 10 - Objetivo de nº horas de produção para as quatro células

	Média 2018	Objetivo (+10%)
Célula 1	123h15	135h34
Célula 2	119h43	131h41
Célula 3	76h29	84h08
Célula 4	53h42	59h04
Nº horas	373h10	410h29

3.3.2.3 Custos da Não Qualidade Interna / Horas Trabalhadas

Com o aumento esperado do número de horas trabalhadas, e com as LT a implementar, nomeadamente as que ajudam a prevenir e solucionar as NC, espera-se que o rácio entre o custo da NC e horas trabalhadas diminua em 10%, conforme exposto na tabela 11 abaixo.

Tabela 11 - Objetivo para o Rácio Custos NC / horas produzidas

Dados semanais	Dados 2018	Objetivo (-10%)
Custo NC	152,25€	
Nº horas produzidas	373h	
Rácio Custos NC / Horas Produzidas	0,408 €/h	0,376 €/h

3.3.3 Plano de implementação

A segunda fase do método de investigação *Action-Research*, é exatamente o planeamento. No planeamento, é fundamental investir tempo suficiente e maturar o projeto, com ideias para os resultados, que vá ao encontro do esperado.

Conforme tabela 12, o planeamento da tese foi estruturado em três vetores:

- Liderança *Lean*;
- LT “*Quick-Win*”;
- Novos Equipamentos e mudança de *Layout*.

Tabela 12 - Planeamento Inicial dos trabalhos a desenvolver

Tarefa/Semana de 2019	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Inquérito “Liderança <i>Lean</i> ”	X													X
Ferramenta LL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Apresentação “Gestão por Objetivos”	X													
Apresentação “KPI”	X													
Implementação “ <i>Kaizen</i> Diário”	X													
Implementação “Gestão Visual”	X		X				X							
Implementação “PDCA”			X											
Implementação “ <i>Gemba Walk</i> ”			X	X	X									
Tarefa/Semana de 2019	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Implementação “5S”		X	X	X	X	X	X			X			X	

Implementação “5 Porquês”						X	X	X											
Implementação “Yokoten”						X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Desenvolvimento “Brainstorming”						X													
Instalação de Equipamento	X				X				X										
Novo Layout	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X									

3.4 Implementação de novos equipamentos e novo Layout

3.4.1 Equipamentos

No investimento em novos equipamentos, deve considerar-se a componente financeira, em que o tempo de amortização, em média, deverá rondar os oito anos. Os dois tornos CNC encomendados, de pequena e média capacidade, sendo estes Hyundai L200 e Hyundai L230, foram adequados com o intuito de se obterem maiores capacidades de produção, maior rapidez nas operações, e vem equipados com ferramentas motorizadas (permite furação). Deste modo, eliminará a operação suplementar nos centros, diminuindo assim o fluxo de peças e tempo de *setup* nas várias máquinas.

A fresadora CNC encomendada, OKUMA MA-600HII horizontal, já considerada de grande porte, vem equipada com duas paletes, permitindo que uma das paletes esteja em preparação de peças e a outra a maquinar, além de possuir capacidade do porta-ferramentas de 60 fresas. Esquematizando na tabela 13, pode-se verificar o incremento de máquinas novas.

Tabela 13 - Quantidade de máquinas após instalação de 3 novos equipamentos

Máquinas de Controlo Numérico			
	Quantidade	Tipo	Capacidade
Célula 1	5 + 1 = 6	Torno CNC	400 mm
Célula 2	4	Torno CNC	400 mm
Célula 3	4 + 1 = 5	Torno CNC	800 mm
Célula 4	3 + 1 = 4	Centro CNC	1000 mm
Total	19		

3.4.2 Layout

O objetivo do novo *layout* é tornar os fluxos de comunicação, de movimentação de peças e de colaboradores o mais contínuo possível. As chefias passam a estar no centro

das células, em formato de quadrado, permitindo melhor gestão de recursos. Os equipamentos passam a estar agrupados por famílias, melhor distribuídos, e são aproveitados ao máximo os espaços disponíveis dos pavilhões de trabalho, podendo ser observado na figura 47.

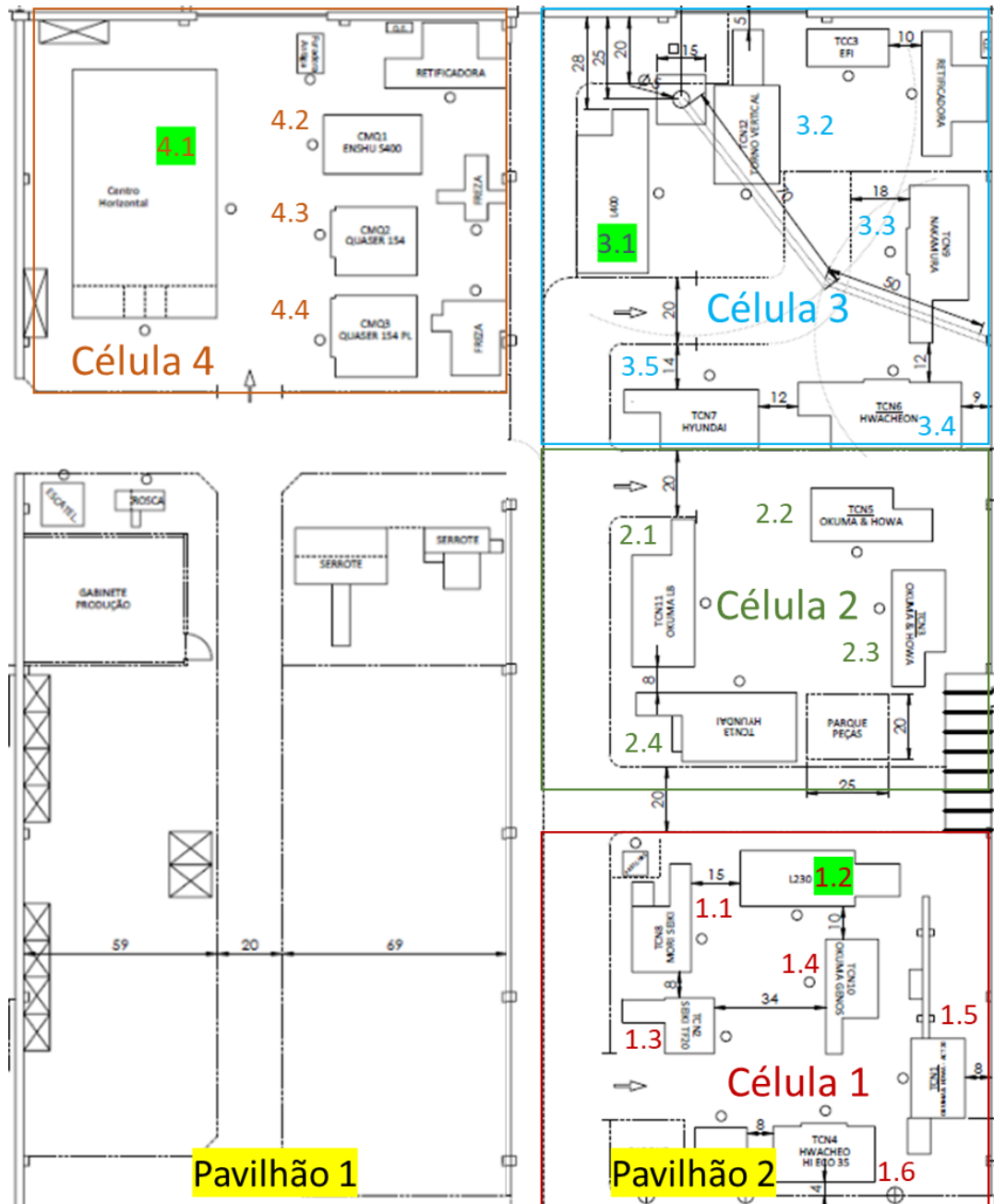


Figura 47 - Versão do Layout para final do trimestre

Nota: equipamentos referenciados por 1.2 / 3.1 / 4.1 são os incluídos no parque de máquinas neste período.

3.5 Implementação de LT “Quick-Win”

“Eu vejo e esqueço. Eu ouço e lembro-me. Eu faço e compreendo” – Confúcio.

Das mais de 25 LT estudadas, e em função das características específicas desta indústria, do estado de maturação da empresa, assim como dos quadros que a compõem, foram selecionadas as que mais se enquadravam dentro das ferramentas consideradas de “Quick-Win” para o caso de estudo.

Pretendeu-se ter um grande impacto junto dos colaboradores e coordenadores de equipa. As alterações apresentadas vão ao encontro de uma gestão de processo fabril, de controlo, de gestão visual e organização para que as operações sejam simplificadas e os operadores estejam mais confortáveis e concentrados nas suas operações.

O impacto pretendido deverá ser imediato, com resultados que possam permitir a alavancagem do projeto, levando à motivação das pessoas para possam progredir na implementação das LT.

Após a análise dos artigos referidos na Revisão Bibliográfica, as ferramentas selecionadas a implementar foram: (1) Gestão por Objetivos / Objetivos *SMART*; (2) *KPI*; (3) *Kaizen* Diário; (4) Gestão Visual; (5) *PDCA*; (6) *Gemba Walk*; (7) *5S*; (8) Os “5 Porquês”; (9) *Yokoten* e (10) *Brainstorming*. Será explicado nesta tese, o modo como cada uma das ferramentas são implementadas.

3.5.1 Gestão por Objetivos / Objetivos *SMART*

Os objetivos são geralmente definidos por períodos de um ano, conforme estudado em vários artigos. No entanto, neste trabalho foi decidido estabelecer metas trimestrais para a área de maquinagem, visando que os resultados alcançados fossem de imediato premiados, sendo uma das principais vantagens. Objetivos *SMART* como referido, são objetivos ambiciosos e para serem alcançáveis. Os objetivos foram apresentados, analisados e aceites pelos colaboradores.

Assim, o valor a atribuir a cada colaborador por trimestre, será de metade dum salário em função resultados alcançados, que dependerá do valor da retribuição mensal de cada colaborador. O número de variáveis por colaborador não deve ultrapassar os 6 itens, para não se perder o foco. Mesmo cada item, tem uma ponderação que varia de 10 a 25%, em função do seu peso e objetivo principal que, pode variar a cada período de controlo. O item de avaliação de desempenho será aferido de com periodicidade semestralmente. Na tabela 14, pode-se verificar os 6 item de avaliação, com os seus objetivos, assim como na última coluna a ponderação associada.

Tabela 14 - Gestão por objetivos 1^a trimestre

Descrição do objetivo	Célula 1	Célula 2	Célula 3	Célula 4	Ponderação
Taxa de Ocupação Célula	>61,5%	>61.1%	>59,6%	>48,5%	25%
NC: Custo não Qualidade	< 0,3% Orçamento				15%
Nº Componentes previstos / nº componentes produzidos	> 10% valor 2018				10%
Reclamações de Clientes - Custos Não Qualidade	<= 0,5% Orçamento				10%
Valor da Faturaçã	>= Orçamento				20%
Avaliação de Desempenho	17 níveis de questões				20%
Total					100%

Foi criado o impresso “Gestão por Objetivo” - MOD116; conforme apresentado na figura 48; pretende que seja de fácil leitura, na qual estabelece um “acordo” entre duas partes, dentro dum período fixado, sendo oficializado e assinado por ambas as partes. O ficheiro estará pré-estabelecido com fórmulas em função da retribuição que usufrui o colaborador, e em função dos objetivos alcançados, calculará o valor da gratificação.

Foram estabelecidas algumas regras gerais: 1^a O Acordo de Gestão por Objetivos só é válido no período acordado; 2^o Os indicadores devem ser monitorizados mensalmente, realizando um registo de dados, assim como, análise das causas e ações, caso as metas não sejam atingidas; 3^o Existirão auditorias regulares para validação do processo; 4^o O resultado final será ponderado em função do tempo ao serviço da empresa no momento da avaliação; 5^o Em caso de qualquer irregularidade nos dados fornecidos, o acordo será considerado nulo e seguirá os trâmites legais; 6^o A avaliação do desempenho individual deve ser realizada na primeira quinzena de cada semestre; 7^o As remunerações resultantes da Gestão por objetivos serão distribuídas nos dois meses seguintes à data de fecho da avaliação.

Formulário de avaliação de desempenho GPO - Gestão Por Objetivos				Coordenador de Células		vinco V A L V E S			
Entre _____ Nome - Director Produção Chefia (nome e posição)		e _____ Nome - Coordenador C1 Colaborador (nome e posição)							
Objetivos para o período de:									
De: <u>01-01-2019</u>									
Até: <u>31-03-2019</u>									
Nº	Descrição do objetivo	Peso relativo do objetivo (P)		Escala do Fator - Objetivo		Nível de Realização Objetivos	Fator do objetivo (F)	Contribuição p/o prémio individual (F x P)	
				0,25	0,5				
1	Taxa de Ocupação Célula	25	>=61,5%	>= 59,5%	>=61,5%		0,00	0,00	
2	NC: Custo não Qualidade	10	<=0,3% orç	>= 0,4% Orç.	<= Orç.		0,00	0,00	
3	NºComp. previstos / nº Comp. produzidos x 100%	5	> 10% .2018	>8% .2018	> 10% 2018		0,00	0,00	
4	Reclamações de Clientes - Custos Não Qualidade	5	<=0,5% orç	>= 0,7% Orç.	<= Orç.		0,00	0,00	
5	Nº Horas Extras	15	% sobre HT		<= 5 %		0,00	0,00	
6	Valor da Faturação	20	Orçamento	>= 5% do Orç.	>= Orç.		0,00	0,00	
A	MAX 6 Objetivos--> Somatório da Percentagem a atribuir = 80%	80	%			Componente Objetivos		0,00	
B	Avaliação do desempenho individual pela chefia (por semestre) - Critérios Ficha de Avaliação dos Colaboradores (100% corresponde a 20% GPO)	20	%	Avaliação Chefia (0 a 100%)	0%	Componente Avaliação		0,00	
Avaliação Semestral									
Legenda cores: A preencher Valor Fixo Cálculos Automáticos								Total	0,00
Data: _____ Nome(Dej): _____ Nome(Dej): _____ (Reunião do acordo dos objetivos para o período)								Rendimento Mensal	
Data: _____ Nome(Dej): _____ Nome(Dej): _____ (Reunião de avaliação individual)								Gratificação (€)	0€
Regras:									
1º O Acordo de Gestão por Objetivos só é válido no período acordado; 2º Os indicadores devem ser monitorizados mensalmente, realizando registo de dados assim como análise das causas e ações, caso as metas não sejam atingidas; 3º Existam auditorias regulares para validação do processo; 4º O resultado final será ponderado em função do tempo ao serviço da empresa no momento da avaliação; 5º Em caso de qualquer irregularidade nos dados fornecidos, o acordo será considerado nulo e seguirá os trâmites legais; 6º A avaliação do desempenho individual deve ser realizada na primeira quinzena de cada semestre; 7º As remunerações resultantes da Gestão por objetivos serão distribuídas nos 2 meses seguintes à data de fecho da avaliação.									

Figura 48 - Formulário de avaliação de desempenho individual

3.5.2 KPI

Todos os processos do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ); sendo dez na empresa; têm os seus indicadores, e no ano de 2019 passaram de 25 para 32 KPI's. Na figura 49, pode-se verificar, como exemplo 4 processos (Gestão Comercial, Desenvolvimento do Produto, Planeamento, Produção) com os seus indicadores. É sabido que, tudo o que não pode ser medido não pode ser melhorado, e desta forma, estes foram melhorados, apresentada a sua métrica, assim como o modo de medição e meta.

Com filosofia da LL, a empresa passou a divulgar todos os KPI's no painel da empresa, com acesso e explicação a todos os colaboradores de forma que, os dados sejam passados e divulgados a todos, de modo transparente e que seja um assunto de discussão entre todos. Os KPI's diretamente ligados a este trabalho são explanados na Figura 8, com visualização ao processo a que pertencem, com objetivo e indicador, assim como a sua métrica e meta, e como é tratado na gestão de topo.

Processos Operacionais													
Gestão Comercial	PR03	Posicionamento no Mercado	7	Volume de encomendas adjudicadas	E	Volume de encomendas adjudicadas no período	x€	X	X				
			8	Volume de encomendas adjudicadas Valvulas Sanitárias	E	Volume de encomendas adjudicadas no período	x€	X	X				NOVO
Gestão Comercial	PR03	Eficiência Comercial	9	Volume de encomendas adjudicadas Valvulas Industriais	E	Volume de encomendas adjudicadas no período	x€	X	X				NOVO
			10	Volume de Encomendas novos Clientes	E	Volume de encomendas adjudicadas de novos clientes com contacto estabelecido até 1,5anos	x€	X	X				NOVO
			11	Valor Orçamentado	O	Valor de encomendas Orçamentadas no período	x€	X	X				NOVO
			12	Nº de Linhas Orçamentadas	O	Nº de Linhas Orçamentadas no período	x	X	X				NOVO
Desenvolvimento Produto	PR04	Eficácia do Processo de Engenharia	13	Volume válvulas adjudicadas	O	Volume de peças adjudicadas no período	x	X	X				
			14	Nº de Solicitação para Estruturas em Aberto	E	Nº médio com "Estruturas" abertas / Mês	x	X	X				Nova Meta
Planeamento	PR05	Cumprimento de Prazos	15	Nº de Solicitação para Fichas Técnicas em Aberto	E	Nº médio com "Fichas Técnicas" abertas / Mês	x	X	X				Nova Meta
			16	Cumprimento dos prazos de entrega Cliente	E	Nº de itens entregues no prazo inicial cliente / Nº total de itens planeados x 100%	x%	X	X				
			17	Tempo Médio de Entrega a Clientes	E	Data de fecho da valvula - Data entrada da Encomenda	x	X	X				NOVO
			18	Volume de válvulas vendidas	E	Volume de peças vendidas no período	x	X	X				
Produção	PR06	Eficiência Ocupacional	19	Conformidade do Produto - Maquinação	E	Nº de itens conformes / Nº de itens produzidos x 100%	x%	X	X				Nova Meta
			20	Conformidade do Produto - Montagem	E	Nº de itens conformes / Nº de itens Montados x 100%	x%	X	X				Nova Meta
			21	Conformidade do Produto (produção/montagem)- Custos Não Qualidade	E	Custo da não Qualidade (itens produzidos e montados)/Valor Mensal do Orçamento	x%	X	X				
			22	Ocupação de Maquinas	E	Nº horas trabalhadas / nº horas disponíveis (que estejam a trabalhar) x 100%	57,7%	X	X				NOVO

Figura 49 - Parte do Mapa dos KPI para o ano 2019, com objetivo, métrica, método de medição e meta

3.5.3 Kaizen Diário

Integrado no projeto de comunicação interna, implementação de *Kaizen* Diário em toda a fábrica, pretende-se que a informação e diretrizes sejam verificadas verticalmente e horizontalmente, diariamente.

A implementação do *Kaizen* Diário de extrema importância, permite:

- Coordenação das equipas;
- Ter dados sempre atualizados;
- Tomada de decisões;
- Foco no essencial;
- Trabalho de equipa / “*Team work*”.



Figura 50 - Painel Geral no sector da Maquinagem

Na área da maquinagem foi estabelecida uma reunião *Kaizen* Diária, das 9:50 às 10:00, com as seguintes presenças:

- Responsável pela área maquinagem;
- Responsável pelo planeamento;
- Os quatro coordenadores das células;
- Coordenador de Tempos e Métodos;
- Manutenção.

A existência dum mapa de presenças, no quadro de informação, consiste numa folha simples, com o nome de cada pessoa, que através dum código de cores, controla a sua presença. **Verde** - Presente; **Azul** - Chegou Atrasado; **Vermelho** – Faltou, que pode ser visto na figura 51.

VINCO VALVES		Lean - Kaizen Diário "MAQUINAÇÃO" 9:50												Mês: Janeiro 19														
Presenças	D	2ª f	3ª f	4ª f	5ª f	6ª f	S	D	2ª f	3ª f	4ª f	5ª f	6ª f	S	D	2ª f	3ª f	4ª f	5ª f	6ª f	S	D	2ª f	3ª f	4ª f	5ª f	6ª f	S
A																												
B																												
C																												
D																												
E																												
F																												
G																												

Figura 51 - Quadro de Presença Kaizen Diário - Área Maquinagem

Os temas a tratar são:

- Taxa de Ocupação;
- Nº de “Corpos + Terminais” / “Componentes” produzidos;
- Não Conformidades / Custos associados;
- Tempo de Resposta ao tratamento de NC;
- Equipamento Avariado;
- Plano de Produção;
- PDCA.

Esta reunião de coordenadores, é alimentada por outras quatro reuniões que têm lugar às 8:00, entre cada coordenador da célula e os respetivos técnicos CNC, na qual são tratados também, os seguintes temas:

- Taxa de Ocupação;
- Planeamento da Célula;
- Prioridades;
- Ferramentas;
- PDCA.

3.5.4 *Gestão Visual*

A gestão Visual permite uma indicação rápida do estado produtivo quase em tempo real, e os dados tornaram-se disponíveis no dia útil seguinte. Todos os colaboradores e a gestão de topo, têm a informação mais importante fornecida de forma simples e eficaz. Gráficos e dados são facilmente percebidos a três metros de distância, permitindo assim uma fácil assimilação destes.

Na figura 52, referente ao indicador “Taxa de Ocupação Geral”, é possível ter várias informações ao mesmo tempo, tais como:

- Mês a que se destinam os dados;
- Responsável pela atualização dos mesmos;
- Canto superior esquerdo, por cores Verde / Vermelho, regista-se o ano anterior, e se esteve dentro ou fora dos objetivos, respetivamente, sendo diferenciado nas cores se a média do ano e do mês estão dentro dos parâmetros;
- A nível central, está situado o gráfico semanal da evolução da taxa de ocupação, com a respetiva linha objetivo, ao longo do ano. Existem ainda duas figuras representativas de “Contente / Verde”, quando os dados estão acima da linha objetivo, a outra “Triste / Vermelho” quando os valores estão abaixo;

- Na parte inferior do documento, registam-se os dados a serem preenchidos diariamente, também com a linha de objetivo do valor pretendido e das duas figuras de alcance dos objetivos.

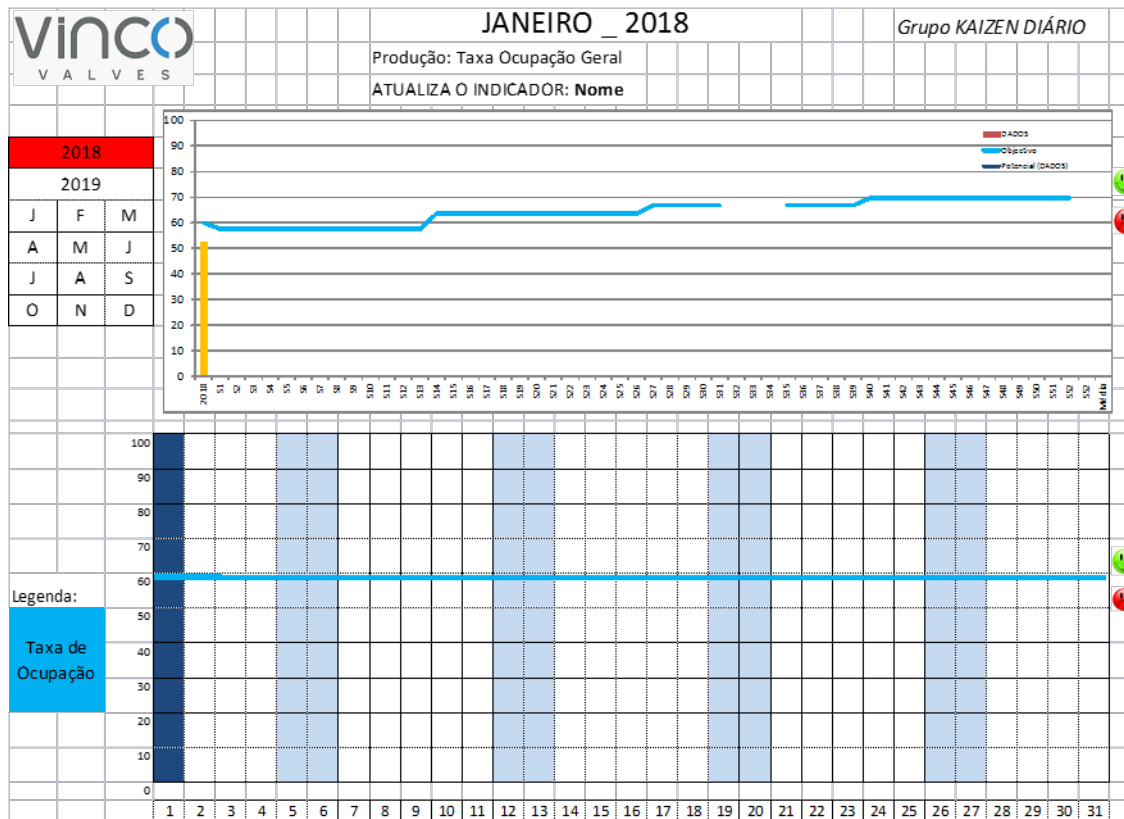


Figura 52 - Gestão Visual no painel de Kaizen Diário Maquinagem

Por outro lado, a sinalização / Gestão Visual em corredores logísticos, corredores para peões, local de porta paletes, identificação de máquinas, estantes, armazém intermedio, foram um sucesso junto dos colaboradores. Imagem representativa é a figura 53, tirada na área de maquinagem.



Figura 53 - Gestão Visual Área de Maquinagem

3.5.5 PDCA

A ferramenta PDCA foi incorporada no painel *Kaizen* Diário, que permitiu à empresa ter a percepção se os resultados estão dentro do objetivo. As possíveis propostas de melhoria ou necessidades do setor, são registadas como um plano de ações, este pode ser visto na figura 54. A evolução do trabalho realizado, é verificada diariamente pela pessoa responsável, de acordo com o objetivo alvo, quer por decisões e ações tomadas quando os resultados não são os esperados. Neste período de 3 meses foram fechados 36 itens através do ciclo PDCA.

VINCO YARVEI		PLANO DE AÇÕES - KAIZEN DIÁRIO			
Resp.	Data Início	Ação	Data Obj.	Status	
				⊕	
				⊕	
				⊕	
				⊕	
				⊕	
				⊕	

Figura 54 - Plano de Ações PDCA - Kaizen Diário

3.5.6 Gemba Walk

O *Gemba Walk*, mesmo implementado de forma não oficial, era prática comum ser realizada periodicamente. O *Gemba Walk* foi introduzido na empresa de forma estruturada.

Na tabela 15, é apresentado o modelo aprovado que define os três patamares do *Gemba Walk*: o Diário, o Semanal assim como o Mensal. A frequência diária é mais operacional,

envolvendo todos os operadores assim como as chefias de produção. Existindo como frequência semanal a envolvimento das direções de produção e qualidade. Mensalmente passa a ser também monitorizada pela gestão de topo.

Tabela 15 - Plano definido de Implementação “Gemba Walk”

Frequência	Posição Hierárquica	Objetivo
Diária	Chefia Produção	Verificação dos <i>KPI's</i> ; Plano de Ações, Resolução Problemas
Semanal	Direção Produção / Qualidade	Verificação dos <i>KPI's</i> , Discussão das Propostas de Melhorias
Mensal	Diretor Geral	Monitorização dos projetos, Verificação da evolução dos <i>KPI's</i> , <i>feedback</i> dos colaboradores e gestores

A vantagem da envolvimento e do comprometimento da gestão de topo, dos coordenadores e dos técnicos, permite que a empresa esteja alinhada com a visão definida.

3.5.7 5S

O processo foi relativamente fácil de implementar, juntamente com o necessário para a melhoria operacional. Todos os funcionários se envolveram imediatamente, e tinham ideias claras sobre a organização da sua estação de trabalho, conseqüentemente, tornando-se mais eficientes. A simplicidade das ações implementadas é inversamente proporcional aos ganhos.

3.5.7.1 Formação

A implementação duma ferramenta como os 5S, carece de formação aos colaboradores. Esta, foi ministrada a todos os colaboradores, com tarefas dentro dos dois pavilhões, em várias sessões, não permitindo que a produtividade das células fosse afetada. Após a formação, os slides foram afixados num local estratégico da fábrica, para que assim sejam facilmente reconhecidos e memorizados, facilitando as tarefas diárias na sua implementação e sua correta manutenção. Uma das páginas dos slides de apresentação pode ser vista na figura 55.

Formação 5S

1ºS **整理** (Senso de Selecção)
SEIRI UTILIZAÇÃO

Separar o necessário do desnecessário para o desempenho de uma determinada tarefa.

Manter o número de objectos necessários o mais *reduzido* possível, e uma localização *conveniente*.

vinco 12

Figura 55 - Slide da apresentação ministrada a todos os colaboradores

3.5.7.2 Antes / Depois

Foram várias as áreas intervencionadas, como:

- Máquinas;
- Estantes de ferramentas de apoios;
- Suporte de ferramentas;
- Locais de armazenamento de programas – rede informática;
- Área de armazenamento de óleos;
- Local das vassouras e baldes, assim como processo de recolha de limalha mais eficiente.

Por ser uma proposta dos colaboradores da sua própria célula, é aqui apresentada na figura 56, uma solução para bancada de trabalho de suporte ao torno CNC.

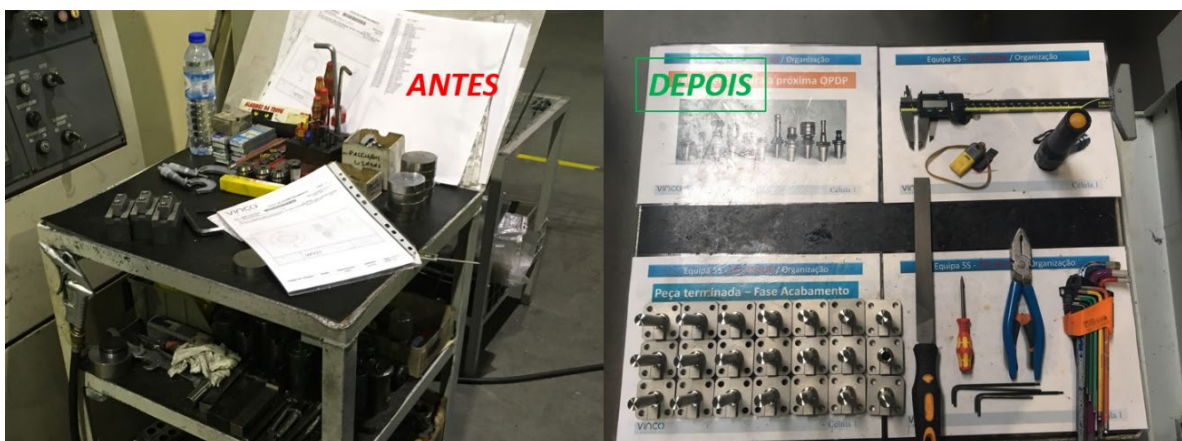


Figura 56 - 5S - Antes e depois da implementação Célula 1 – exemplo da implementação

3.5.8 Os “5 Porquês”

Após o arranque do projeto, e com o aparecimento das primeiras não-conformidades, sentiu-se a necessidade de melhorar a análise da(s) causa(s) raiz dos problemas mais complexos: para além do processo convencional de tratamento das NC, em que se regista a NC dentro do MRP, é preenchido em simultâneo o impresso MOD153 que acompanha o(s) componente(s) NC(s), até à área de tratamentos dos mesmos, conforme procedimento de tratamento NC interno.

Foi criado um novo formulário com a identificação dos problemas, onde os “5 Porquês” é a metodologia seguida, tentando encontrar a causa raiz do problema.

3.5.8.1 Formação

O início do processo teve lugar com a lecionação da formação, orientada para todos os colaboradores, divididos em quatro grupos, tendo elementos de cada célula, com o objetivo que a taxa de ocupação não baixe significativamente, e estimular um clima de interajuda entre os vários colaboradores de cada célula. O dossier de formação, assim como o registo de formação, encontram-se no processo de formação dentro do departamento recursos humanos. A primeira página desse dossier de formação pode ser visualizado na figura 57 abaixo.



Figura 57 - 1ª Página da formação inicial teórica "5 Porquês" / "Yokoten"

3.5.8.2 Criação do Impresso

O desafio inicial seria desenvolver um impresso que fosse de rápida e fácil interpretação, e que fizesse ligação às NC levantadas internamente. Assim, a codificação do registo passou a ser sequencial xxx/aaaa, alocado ao ano, por exemplo 001/2019, a qual

corresponde à primeira análise “5 Porquês”. Por sua vez, no impresso, no canto superior esquerdo estará registado o nº da NC no MRC de controlo de NC, conforme figura 58.

Embora no sistema não se preencha os campos de: Descrição NC; Causa; Correção; Ação Corretiva, e apenas exista referência ao numero de registo dos “5 porquês”, controlam-se as datas de abertura e fecho, uma vez que se tem de associar o custo das NC e associa-las ao respetivo mês de abertura e fecho, para o correto controlo dos *KPI's*.

VINCO VALVES		Análise Nº ___ / ___	Análise da Causas Raiz - 5 Porquês <i>Root Cause Analysis - 5 Whys</i>	
NC	Qt		Lider da Resolução Problema: Troubleshooting Leader:	
			Equipa / Team:	
	Data / Date			
Descrição NC / Description NC				
1ª Porquê / Why - (Temos um sintoma / We have a symptom)				
2ª Porquê / Why - (Temos uma desculpa / We have an excuse)				
3ª Porquê / Why - (Temos um culpado / We have a guilty)				
4ª Porquê / Why - (Temos uma causa / We have a cause)				
5ª Porquê / Why - (Temos a causa raiz / We have the root cause)				
6ª Porquê / Why - (Caso seja necessário para a causa raiz / If it is necessary for the root cause)				
Causa Raiz / Root Cause				
Correção e Ação Corretiva / Correction and Corrective Action				
Responsáveis / Responsible			Data Implementação / Implementation Date	
Valiação da Ação Implementada (Qualidade) / Valuation of Implemented Action (Quality)			Data de Fecho / Closing Date	

Figura 58 - Impresso MOD182 - Análise da Causa Raiz - 5 Porquês + Yokoten

Após o estudo de vários artigos científicos, existem autores que defendem o princípio dos “5 porquês” serem suficientes como método de análise das causas raiz, no entanto, podem existir casos em que deverá ser mais aprofundado. Nesse caso, criou-se o impresso com + 1, 6 “porquês” no total. Neste período, constatou-se que foi utilizado apenas uma vez em 5 casos estudados, ou seja, 20% de utilização.

3.5.9 Yokoten

A prática de compartilhar os conhecimentos, boas ideias, práticas importantes assim como as informações “horizontalmente” entre os diferentes setores, áreas e departamentos na empresa deveria de ser implementado para benefícios de todos.

Assim, em trabalho de equipa foi apresentada a ideia de partilhar o sucesso da resolução do problema concluído através da metodologia “5 porquês”.

A metodologia a seguir foi que nas células de trabalho, que trabalharam o problema e obtiveram consciência da verdadeira causa-raiz, e que obtiveram sucesso nas ações corretivas apresentadas, passam essa solução para outras células de maquinação.

As análises e ações corretivas ao serem implementadas localmente em cada célula, passam também a funcionar como uma ação preventiva.

3.5.9.1 Formação

A formação ministrada aos colaboradores está retratada no ponto anterior, sendo que, foi realizada ao mesmo tempo que os “5 Porquês”.

3.5.9.2 Impresso

O conceito apresentado, foi retratado através dos “5 porquês”, com origem numa das células de trabalho, e quando obtida a causa raiz, a informação das ações corretivas implementadas localmente, deverão ser transmitidas às demais células. Sendo este impresso apresentado na figura 59.

Causa Raiz / Root Cause			
Correção e Ação Corretiva / Correction and Corrective Action			
Responsáveis / Responsible			Data Implementação / Implementation Date
Valiação da Ação Implementada (Qualidade) / Valuation of Implemented Action (Quality)			Data de Fecho / Closing Date
YOKOTEN - "compartilhar informação" / "Share information"			
Célula Inicial	C__	C__	C__
Comentários do Líder do 5 Porquês, se aplicável / 5 Whys' Leader Comments, if applicable			

Figura 59 - Impresso MOD182 - Análise da Causa Raiz - 5 Porquês + Yokoten (parte referente ao Yokoten)

3.5.10 Brainstorming

Brainstorming é usado como uma técnica de resolução de problemas e desenvolver ideias ou melhorias em processos ou produtos. Utilizado também e fundamentalmente para estimular o pensamento criativo. Nesse sentido, em meados de janeiro de 2019, realizou-se uma sessão de *brainstorming*, com os coordenadores de células e responsáveis pelo setor produtivo e manutenção.

Nesta sessão foram assinaladas 24 propostas, as quais foram divididas por 8 famílias. A maioria das propostas foi orientada para a melhoria dos processos.

Ao final do estudo, cerca 71% das propostas foram implementadas e concluídas. A análise de resultados pode ser vista na tabela 16.

Tabela 16 - Resultado das ações da realização do *Brainstorming*

Nº de propostas a 21-01-2019	Nº de grupo de temas	Nº de ações concluídas	% de ações concluídas
24	8	17	70,8%

3.6 Análise de dados - Implementação de LT “Quick-Win”

O foco neste capítulo é a análise dos três KPI’s estabelecidos para validar a implementação dos LT “Quick-Win”, que foram 10 no total, ao longo do período dos 3 meses iniciais de 2019. Resumo dos objetivos estabelecidos:

3.6.1 Taxa de Ocupação

O resultado final foi um incremento médio de 8,5%, conforme tabela 17 abaixo, quando se perspetivava um aumento de 5%. Todas as células tiveram um contributo acima do esperado. As células 2 e 3 obtiveram uma taxa de 10,2%, superior à média das cinco melhores semanas de 2018.

Contribuindo com 7,7%, a célula 1 vem logo a seguir no *ranking*, seguido da célula 4 com 6,0%. Ao analisar os dados, pelo contributo dado pelas famílias de equipamentos Tornos CNC e Fresadoras/Centros CNC, verifica-se que a área dos Tornos CNC teve uma média de 9,4%, face aos 6,0% da área das Fresadoras/Centros CNC.

Este aumento de eficiência da taxa de ocupação, foi conseguido sem aumento do número de colaboradores, e com a inclusão dos três equipamentos novos.

De salientar também a redução dum colaborador efetivo direto neste período.

Tabela 17 - Resultados da Taxa de Ocupação relativa ao 1º Trimestre 2019. Nº de Colaboradores

	Média 2018	Objetivo (+5%)	Resultados 1º Trimestre 2019	Colaboradores
Célula 1	56.5%	61.5%	64.2% (+7.7%)	5
Célula 2	56.1%	61.1%	66.3% (+10.2%)	3
Célula 3	54.6%	59.6%	64.8% (+10.2%)	4
Célula 4	43.5%	48.5%	49.5% (+6.0%)	4
Média Fabrica	52.7%	57.7%	61.2% (+8.5%)	16

3.6.2 Número de Horas Trabalhadas

O objetivo previsto era aumentar em 10% o número de horas trabalhadas, no entanto, foi possível atingir um aumento de 30,2% semanal, que corresponde a cerca de 113 h adicionais ao poder de maquinagem, conforme tabela 18.

A única célula que não teve equipamento adicional foi a célula 2, que mesmo assim, consegue um aumento de 15,6%.

Em termos percentuais a célula 4 conseguiu um aumento de 28,8%, com de 16 horas. Com cerca de 46 horas de aumento de produção, correspondendo 37,3% de aumento percentual, ficou a célula 1.

Por fim, a célula onde em resultados finais teve mais evolução, foi a célula 3, com um aumento de 42,7%, que em termos de número de horas, acrescenta 33 horas.

Tabela 18 - Resultados do Nº Horas de produção para as quatro células

	Média 2018	Objetivo (+10%)	Resultados 1º Trimestre 2019
Célula 1	123 h 15 min	135 h34 min	169 h 10 min (+37.3%)
Célula 2	119 h43 min	131 h41 min	138 h 26 min (+15.6%)
Célula 3	76 h29 min	84 h08 min	109 h 07 min (+42.7%)
Célula 4	53 h42 min	59 h04 min	69 h 12 min (+28.8%)
Nº horas	373 h10 min	410 h29 min	485 h 57 min (+30.2%)

3.6.3 Custos da Não Qualidade Interna / Horas Trabalhadas

O rácio conseguido foi uma melhoria de 27,9% face aos 10% esperados. O resultado deste rácio foi conseguido, principalmente, com o aumento do número de horas trabalhadas, sendo que o custo das NC teve um ligeiro aumento de quase 2%, passando os custos de 152,25€ para 155,10€. Os valores das horas produzidas foram analisados no ponto anterior. Os dados estão espelhados na tabela 19.

Tabela 19 - Resultados do Rácio Custos NC / horas produzidas

Dados semanais	Dados 2018	Objetivo (-10%)	Resultados 1º Trimestre 2019
Custo NC	152,25€		155,10€
Nº horas produzidas	373 h		486 h
Rácio Custos NC / Horas Produzidas	0,408 €/h	0,376 €/h	0,319 €/h (-27.9%)

3.7 Análise de dados - Liderança Lean (Inquérito)

Logo na primeira semana de abril, foi distribuído o mesmo inquérito aos mesmos colaboradores, para aferir a perceção dos mesmos relativamente às LT implementadas, assim como as alterações introduzidas em termos de LL.

A análise passa por compreender a evolução das dimensões gerais, a evolução geral das células, e por fim, dimensão a dimensão.

3.7.1 Perceção Dimensões Geral

Conforme figura 60, podem verificar que os valores finais passaram de 68,4% para 72,6%, ou seja, um aumento de 6,1%.

As dimensões que mais subiram em termos de perceção por parte dos colaboradores foram a “Qualidade” e a “Formação”, com 9,4%. Seguindo, com incremento de 5,5%, a dimensão “Liderança / GPO”.

Abaixo do valor médio, contudo com valores positivos comparativamente ao inquérito inicial, obteve-se com 4,3% para as dimensões de “Processo_Produto”, 3,8% para a dimensão “Pessoal” e, seguido com 3,4% para a dimensão “Manutenção e Equipamentos”.

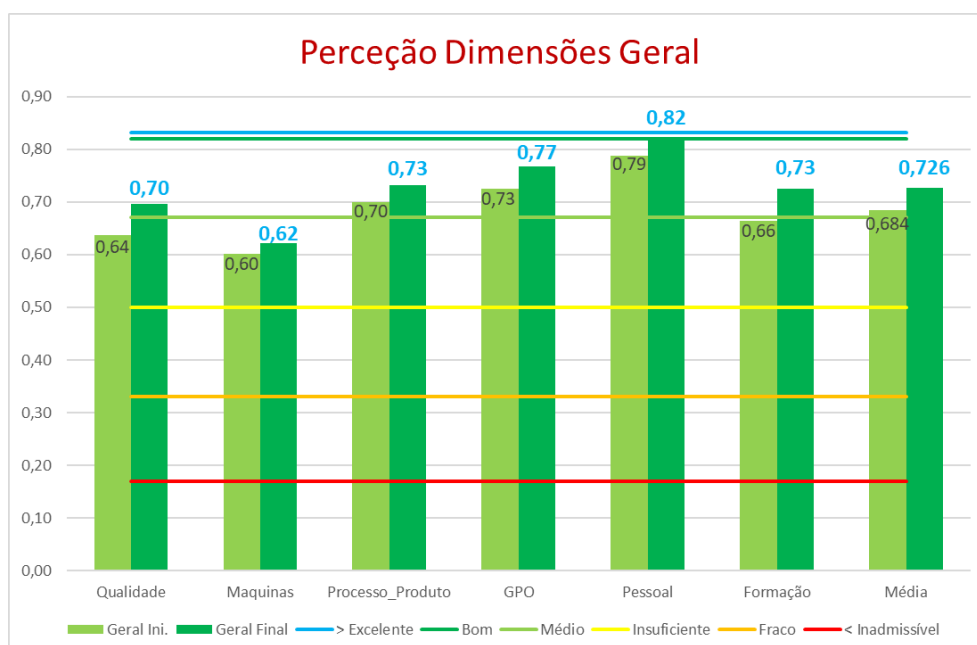


Figura 60 - Resultados da Perceção Dimensões Geral

3.7.2 Percepção Dimensão Geral por Célula

Com um aumento geral de 6,1% no período em análise, podemos ver na figura 61 o aumento conseguido por cada uma das células.

Existindo um aumento geral em todas as células, constata-se que na célula 4 o seu contributo foi o mais elevado de 16,9%, seguido da célula 3, que melhorou em 4,4% face à sua percepção inicial. Com aumento de 1,4%, esteve a célula 1 e 2.

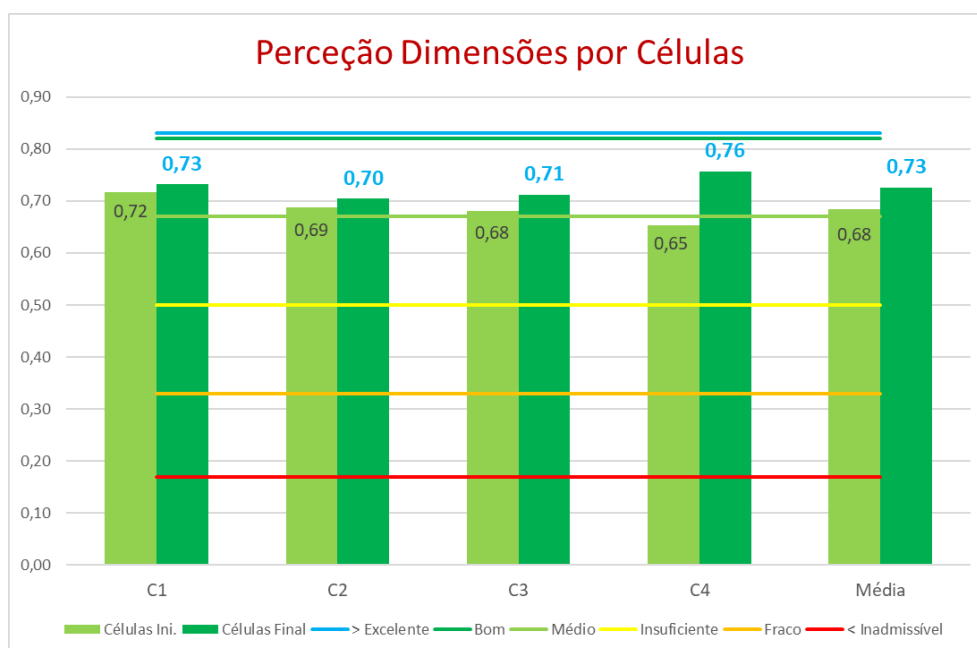


Figura 61 - Resultados Dimensão Percepção por Células

3.7.3 Percepção “Consciência para a Qualidade”

Esta percepção apresenta o maior crescimento, com 9,4%, passando da categoria “Médio” para “Bom”, conforme representado na figura 62. A nível de percentagem com maior crescimento, foi registado na célula 2 com 15,3%, seguido pela célula 4 com um aumento de 12,3%, que obteve p valor mais elevada de 73%. A célula 3, teve aumento de 9,8%, sendo que a célula 1 cresceu 2,9%.

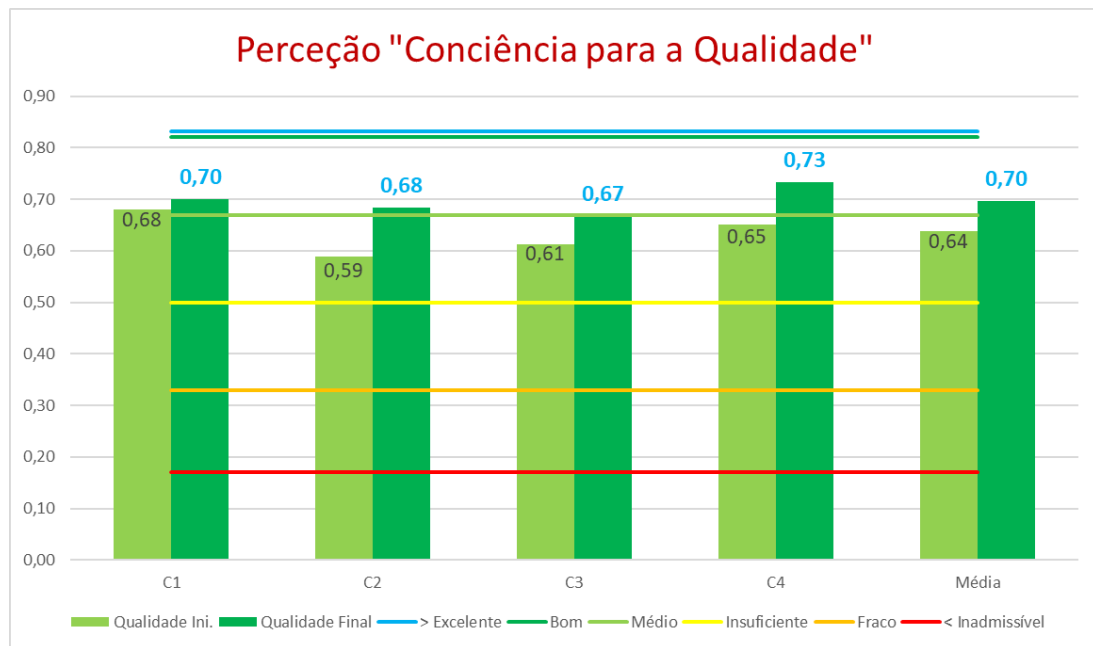


Figura 62 - Resultados Dimensão Percepção "Consciência para a Qualidade"

3.7.4 Percepção "Consciência para a Manutenção e Equipamentos"

Identificado na figura 63, a percepção "Consciência para a Manutenção e Equipamentos" apresenta o aumento de 3,3%, ficando no mesmo patamar da pontuação "Médio". De salientar o aumento de 10,3% na célula 4, servindo como exemplo de melhoria, seguido da célula 2 com 6,9%.

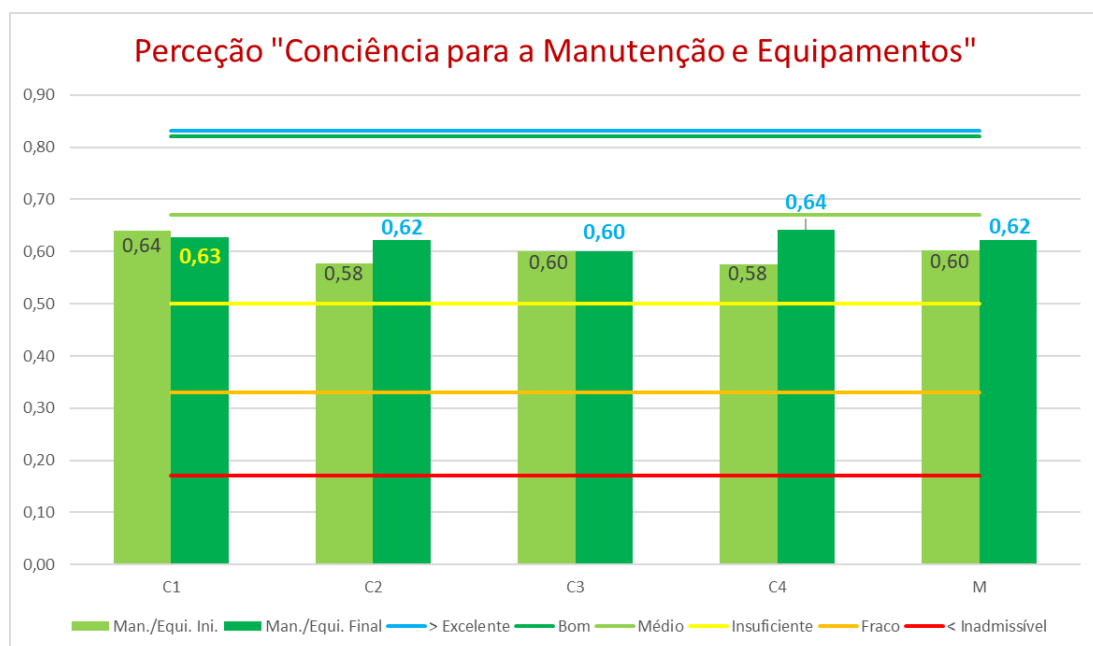


Figura 63 - Resultados Dimensão Percepção "Consciência para a Manutenção e Equipamentos"

3.7.5 Percepção "Consciência para o Processo_Produto"

Na percepção "Consciência para o Processo_Produto", conforme figura 64, o valor final teve um incremento de 4,3%, salientando-se positivamente a célula 4, com aumento valor também alto de 7% esteve a célula 3. Verificou-se um aumento residual também para a célula 1, de 1,4%.

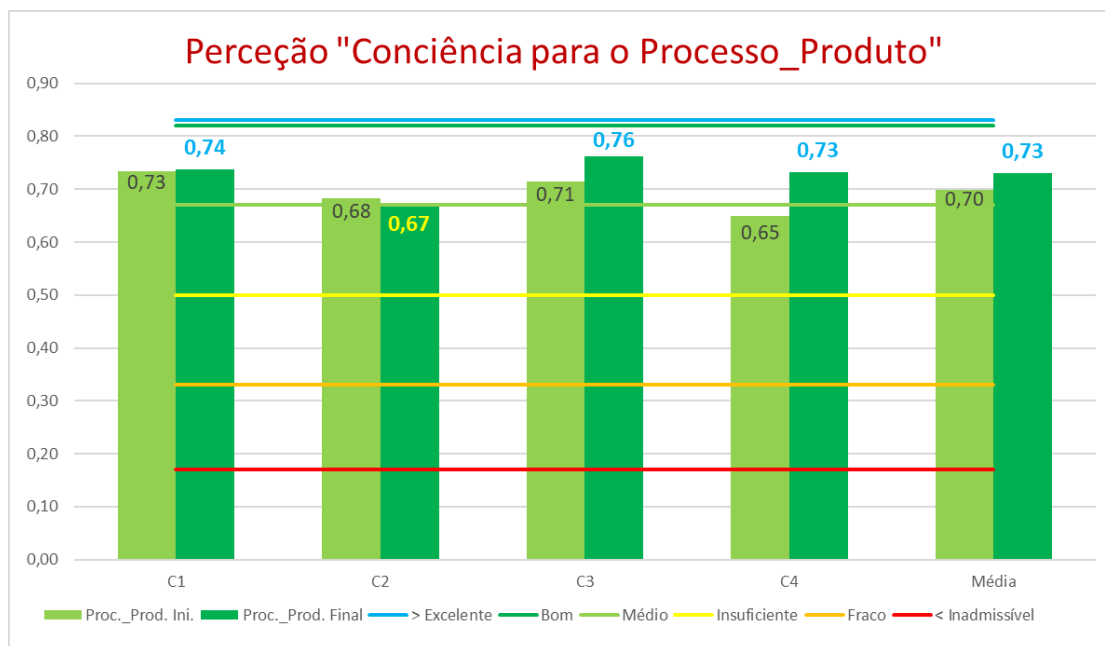


Figura 64 - Resultados Dimensão Percepção "Consciência Processo _ Produto"

3.7.6 Percepção "Consciência para a Liderança / GPO"

Esta dimensão, em média aumentou 5,5%. Analisando as quatro células, podemos verificar que a célula 4 teve um grande impacto contribuindo em 25%, demonstrada na figura 65. A célula 1 ajudou na subida geral da pontuação com 3,8%. Sendo que a célula 3 manteve a sua pontuação e ao invés, a célula 2 baixou 5,1% o valor entre janeiro e abril deste ano 2019.

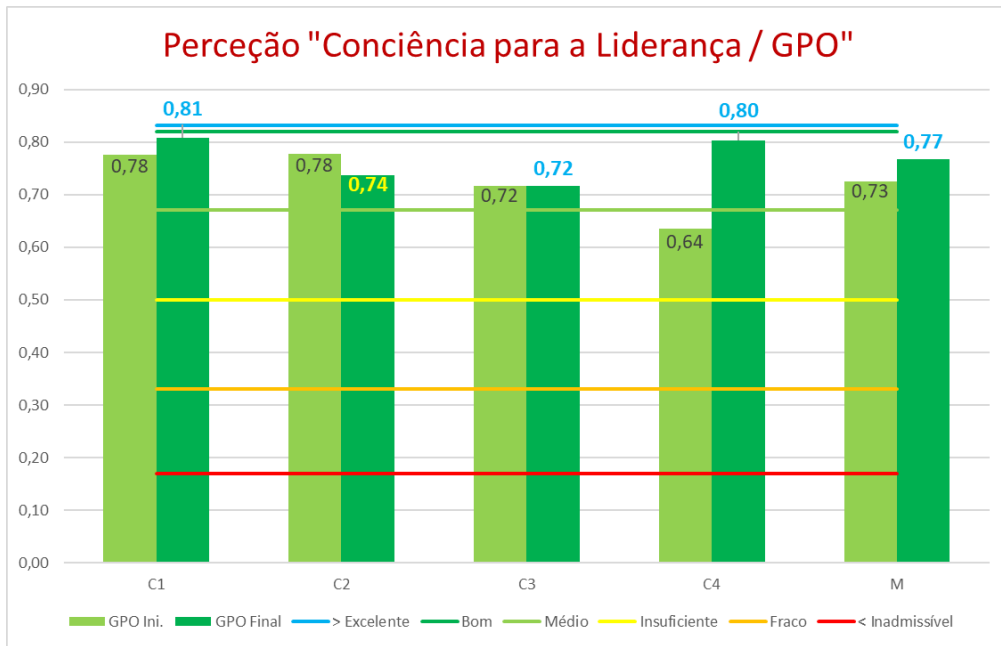


Figura 65 - Resultados Dimensão Percepção "Liderança / GPO"

3.7.7 Percepção "Consciência para a Confiança Pessoal"

Com um aumento de 3,8% no final do estudo, a célula 4 um incremento de 15,6%, sendo a única área em que se obteve "Excelente", representado na figura 66. Com um aumento de 3,8% e ficando também próximo deste patamar de "excelente", ficou a célula 3. Os valores baixaram nas células 2 e 1 de 3,8 e 1,2% respetivamente.

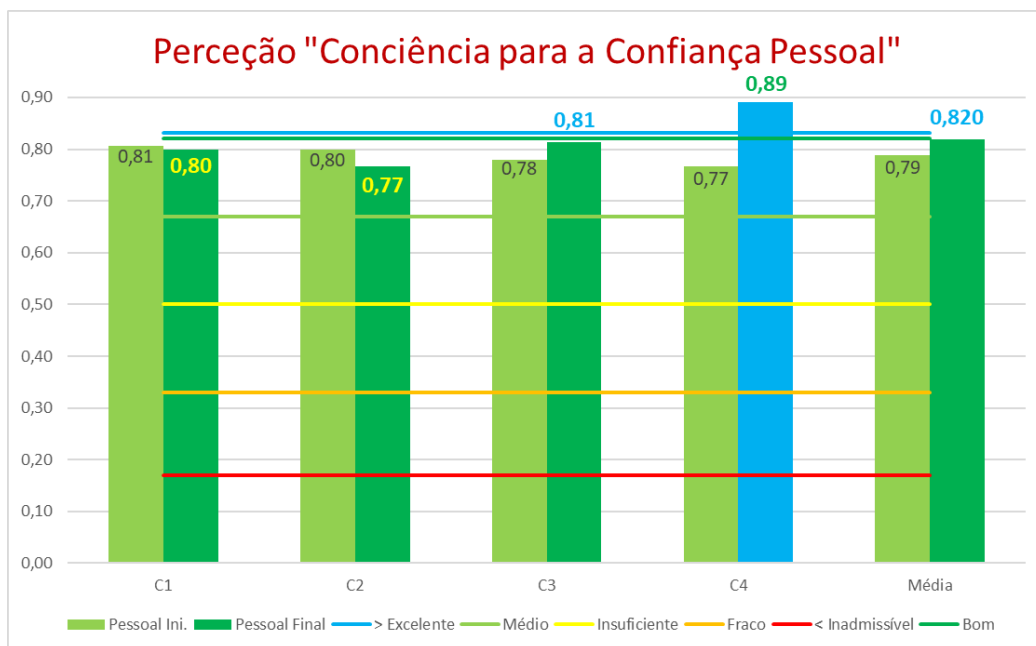


Figura 66 - Resultados Dimensão Percepção "Confiança Pessoal"

3.7.8 Percepção "Consciência para a Formação"

Com uma taxa de crescimento de 10,6%, ficou a percepção "Consciência para a Formação". O seu crescimento foi genérico em todas as células, com destaque para a célula 4 com 13,8%. A célula 2 registou o segundo melhor crescimento de 8,7%. Com valores idênticos de crescimento esteve a célula 3 e 1 com 7,6 e 7,5%, os dados estão compilados na figura 67.

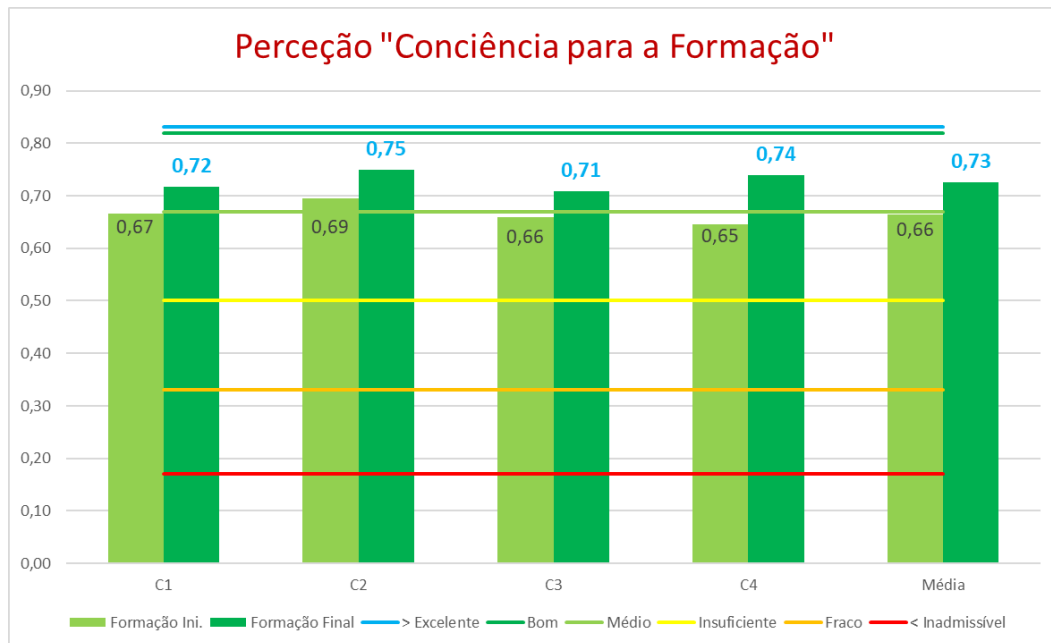


Figura 67 - Resultados Dimensão Percepção "Consciência para a Formação"

CONCLUSÕES

4.1 Conclusões

4.2 Propostas de Trabalhos Futuros

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

4.1 Conclusões

Após a implementação das **dez LT** [(1) *Gestão por Objetivos / Objetivos SMART*; (2) *KPI*; (3) *Kaizen Diário*; (4) *Gestão Visual*; (5) *PDCA*; (6) *Gemba Walk*; (7) *5S*; (8) *Os “5 Porquês”*; (9) *Yokoten*; (10) *Brainstorming*], assim como a implementação da LL, os resultados **validam** que, algumas das ferramentas **podem ser implementadas rapidamente** e podem-se alcançar **ganhos muito positivos em apenas 3 meses**, como foi este caso de estudo.

Assim denominamos de **Ferramentas e Liderança Lean - “QUICK-WIN”**, por obter ganhos sustentáveis em pouco tempo de utilização.

Os resultados operacionais superaram as expectativas, tanto na taxa de ocupação das células (aumento de 8,5%, ver tabela 17), bem como no aumento considerável das horas trabalhadas (30.2%, que corresponde 113 h a mais por semana, ver tabela 18). O rácio da relação entre os custos associados à não qualidade por hora diminuiu significativamente em 27,9% (ver tabela 19), devido ao aumento das horas trabalhadas, semanalmente, e por se ter mantido o valor medio das NC produzidas neste período.

O resultado dos inquéritos aos colaboradores, **validam a melhoria da percepção dos colaboradores face às Ferramentas e Liderança Lean implementadas**, quer pelos resultados gerais, quer pelas diferentes dimensões, nas quais se explicam as LT aplicadas e quais foram os resultados alcançados.

4.2 KPI

A conclusão dos resultados de cada KPI, assim como do inquérito aos colaboradores, encontram-se explanados abaixo:

4.2.1 Taxa de Ocupação

O incremento médio de 8,5%, na taxa de ocupação das quatro células, advém, além da implementação das LT, da orientação para o foco e gestão da empresa, envolvendo todos os elementos e ferramentas da empresa, sendo elas: *Gestão por Objetivos / Objetivos SMART*; *KPI*; *Kaizen Diário*; *Gemba Walk*. Advém também, da implementação da LL com as várias alterações, tal como, o modo de gestão dos recursos humanos.

Os coordenadores e colaboradores interiorizaram a necessidade da sua eficiência num mercado cada vez mais competitivo, diminuindo as paragens e perdas de tempo, implementando melhorias, principalmente através das ferramentas PDCA e *Brainstorming*.

Outra conclusão a reter é a melhoria contínua, que é sempre executável, inclusive, não é necessário recrutar novos colaboradores, quando ainda é possível trabalhar nos processos para ganhar na eficiência.

4.2.2 *Número de Horas Trabalhadas*

O aumento de 30,2% no número de horas trabalhadas por semana, correspondendo a de 113 h adicionais ao poder de maquinaria, não sendo necessário a contratação de quatro colaboradores / para os mesmos equipamentos comparativamente à taxa de ocupação do ano anterior.

As LT importantes implementadas neste indicador foram: 5S, *Kaizen* Diário; Gestão Visual; PDCA; *Gemba Walk*; *Yokoten*, partilhando-se as melhores praticas entre as várias células.

4.2.3 *Custos da Não Qualidade Interna / Horas Trabalhadas*

Sendo impossível baixar os custos das NC sem implementar ferramentas que permitam a análise das reais causas raiz e fazer alterações rápidas e simples ao processo, ou mesmo conseguir que os intervenientes estejam mais envolvidos com os objetivos da empresa, fator importante neste indicador foi o trabalho realizado com a ferramenta “5 Porquês”, *Yokoten*, incluídos dentro do *Kaizen* Diário e na Gestão Visual. Por consequência, o rácio dos custos da Não Qualidade sobre as horas trabalhadas teve uma melhoria de 27,9%, contra os 10% esperados, sendo que o número de peças envolvidas também teve um aumento de 20%, o que, por sua vez induzia a que as probabilidades de erro fossem maiores.

4.3 Liderança Lean (INQUÉRITO)

4.3.1 Percepção Dimensões Geral

Existiu em todas as dimensões uma melhoria de percepção por parte dos colaboradores, conforme resultado de 6,1% superior aos dados iniciais, em três meses, que denota um envolvimento de todos os elementos da organização.

As principais conclusões a tirar das dimensões é a elevada percepção que os colaboradores tem em “Confiança para o Pessoal”, que ficou no final do estudo muito perto da fasquia do excelente, assim como na aceitação da implementação do processo de GPO, que mesmo sem estarem apurados os dados finais, os colaboradores tiveram a noção que os dados disponibilizados dentro do período, iriam permitir obter prémios associados aos seus vencimentos.

As dimensões “Processo_Produto” e “Formação” contribuíram com uma nota final de 73%, ligeiramente acima da média, de salientar que o esforço feito na ministração da formação junto aos colaboradores, fez que a nota inicial de 68% passa-se para os 73%.

O curto espaço de tempo de implementação das ferramentas, não foi suficiente para que a percepção dos colaboradores nas alterações efetuadas nas dimensões “Qualidade” e “Manutenção e Máquinas” fossem tão elevadas como as restantes, contudo estas subiram a sua pontuação, sendo que em “Concepção para a Qualidade”, passou mesmo de “Médio” para “Bom” na classificação final.

4.3.2 Percepção Dimensão Geral por Célula

O esforço feito na célula 4, na qual tinha tido o valor mais baixo no início de janeiro, concluiu o processo com a melhor nota de 76%. Muito positivamente contribuíram as dimensões de “Consciência para a confiança pessoal” e “Consciência de Liderança / GPO”, que conseguiram juntar as LT com LL e trabalhar com os colaboradores para os objetivos finais. Na mesma linha de raciocínio esteve a célula 3. A célula 2, manteve-se muito estável no comportamento final. Ao invés a célula 1, mesmo tendo subido de 72 para 73%, teve dimensões que baixou a pontuação, nomeadamente na “Consciência para a Manutenção e Equipamentos” e “Consciência para a Confiança Pessoal”.

4.3.3 Percepção “Consciência para a Qualidade”

As questões “Q3 - Consigo identificar as causas raiz das NC produzidas”; “Q5 - implemento ações de melhoria”, foram as mais pontuadas pelos colaboradores. Sendo que na questão “Q4 (F1) - Tenho formação adequada para resolver as NC”, verifica-se um aumento significativo fase ao primeiro inquérito.

Conclui-se que o conceito *Lean* implementado foi percebido, aceite e desenvolvido pelos colaboradores, nomeadamente as LT: “5 Porquês”; PDCA.

Este aumento de pontuação permitiu subir de patamar da classificação, passando da categoria “MÉDIO” para “BOM”.

4.3.4 Perceção “Consciência para a Manutenção e Equipamentos”

A existência de outras LT como *TPM*, específicas para manutenção e equipamentos, não foram implementadas devido à necessidade de mais recursos, ajudando a explicar que esta dimensão não tenha crescido como as outras dimensões. O trabalho feito com a equipa dos 5S, que incluía membros da manutenção ajudou na subida de 2% na perceção final, sendo que a célula 1 teve uma outra perceção face aos restantes.

Nas questões “M1 - As máquinas ao seu cuidado e da célula encontram-se em bom estado de conservação e manutenção” e “M5 (F2) - Sinto-me capaz de resolver os problemas dos equipamentos e tenho formação para tal”, foram as que mais subiram na pontuação e tiveram os valores mais elevados, o que valida a perceção que as LT implementadas foram orientadas para a gestão / liderança, e não para os equipamentos e manutenção.

4.3.5 Perceção “Consciência para o Processo_Produto”

Tendo por base o mesmo princípio do ponto anterior, as LT não estavam direcionadas para o produto, permitindo que a percentagem subisse de 70 para 73%. A validar esta afirmação estão as pontuações de 79% na questão “P5 - Eu estou totalmente confortável a trabalhar na minha célula”, a qual subiu 8%, assim como a questão “P6 - Sei o que tenho de fazer durante o meu turno?”, com pontuação final de 78% e com um aumento de 3%. As LT que suportaram este aumento na pontuação foram: 5S; Gestão por Objetivos; *Kaizen* Diário e Gestão Visual.

4.3.6 Perceção “Consciência para a Liderança / GPO”

Esta dimensão apresenta-se no segundo lugar do *ranking* dos mais valorizados, com média de 77%. Com as LT, GPO / Objetivos *SMART*, estando também envolvidos o *Gemba Walk*, assim como *KPI* e *Kaizen* Diário, Gestão Visual e *Yokoten*, permitiram que todas as células atribuíssem notas mais elevadas em particular a célula 4.

As questões “G1 - O Processo "Gestão por Objetivos" (GPO) foram apresentadas de forma transparente e é compreensível o método de atribuição dos prémios?” e “G4 - Acredito que vou conseguir uma boa renumeração por conseguir atingir os objetivos da célula?” foram ambas valorizadas com 78%.

4.3.7 Percepção “Consciência para a Confiança Pessoal”

A dimensão com o melhor resultado (82%) foi esta, ficando somente a 1,3% do patamar de “Excelente”. Foi conseguido esse resultado na célula 4. As questões “E5 - Sinto que podemos melhorar cada vez mais, num processo de melhoria contínua”, com 87%, foi de todas as questões colocadas no inquérito a que obteve a melhor nota. O envolvimento das LT como *Brainstorming*, *Yokoten*, 5S, *Kaizen* Diário e da Gestão Visual, dentro da filosofia da LL, dá à equipa, no geral, confiança que a empresa e cada um, pode melhorar no seu dia a dia. Os dados são registados sob a forma de *KPI* no *Kaizen* Diário, e com o processo do *Gemba Walk*, fazendo o envolvimento de toda a empresa.

4.3.8 Percepção Dimensão “Consciência para a Formação”

Os resultados obtidos validam a envolvimento da empresa em criar melhores condições através da LL, nomeadamente na formação e acompanhamento de todos os colaboradores. Todas as LT foram explicadas e registadas no impresso de formação, permitindo um maior conhecimento das ações que foram tomadas durante o período. O *Gemba Walk* foi fundamental para consolidar as ferramentas. O crescimento genérico em todas as células, que varia de 5 a 9%, faz com que a média se situe nos 6%, com 76% como valor final.

4.4 Propostas de Trabalhos Futuros

O processo de melhoria contínua não pode parar.

A filosofia, depois de germinar, é tratada por todos, e todos sentem que existe muito caminho pela frente para a empresa ser uma referência europeia neste sector. Existem outras LT que já foram implementadas como o *Milk Run*, *TPM*, *OPL* e *Poka-Yoka*.

Contudo, é a Indústria 4.0 que está a direcionar esforços e recursos, para que todos os dados, em vez de estarem disponíveis no máximo em 24 h, passem a estar disponíveis “*On-Time*”, e possam ser tomadas decisões com um maior número de variáveis, fazendo diminuir assim o risco. Calcula-se que se possa estar a falar em incrementos de 15% de ganhos no processo de maquinagem (raciocínio após o desenvolvimento deste trabalho). Alguma informação dos trabalhos futuros.

4.4.1 Milk Run

Este processo foi implementado logo no dia seguinte ao término do caso de estudo. O processo foi implementado conforme descrição abaixo; na figura 68; em que o colaborador de suporte à produção faz o percurso 1, que encaminha as peças para a área de tratamentos superficiais, logo a seguir aos intervalos das 10:00 e 16:00, que de seguida faz a recolha da limalha para a área criada para o efeito, percurso 2.

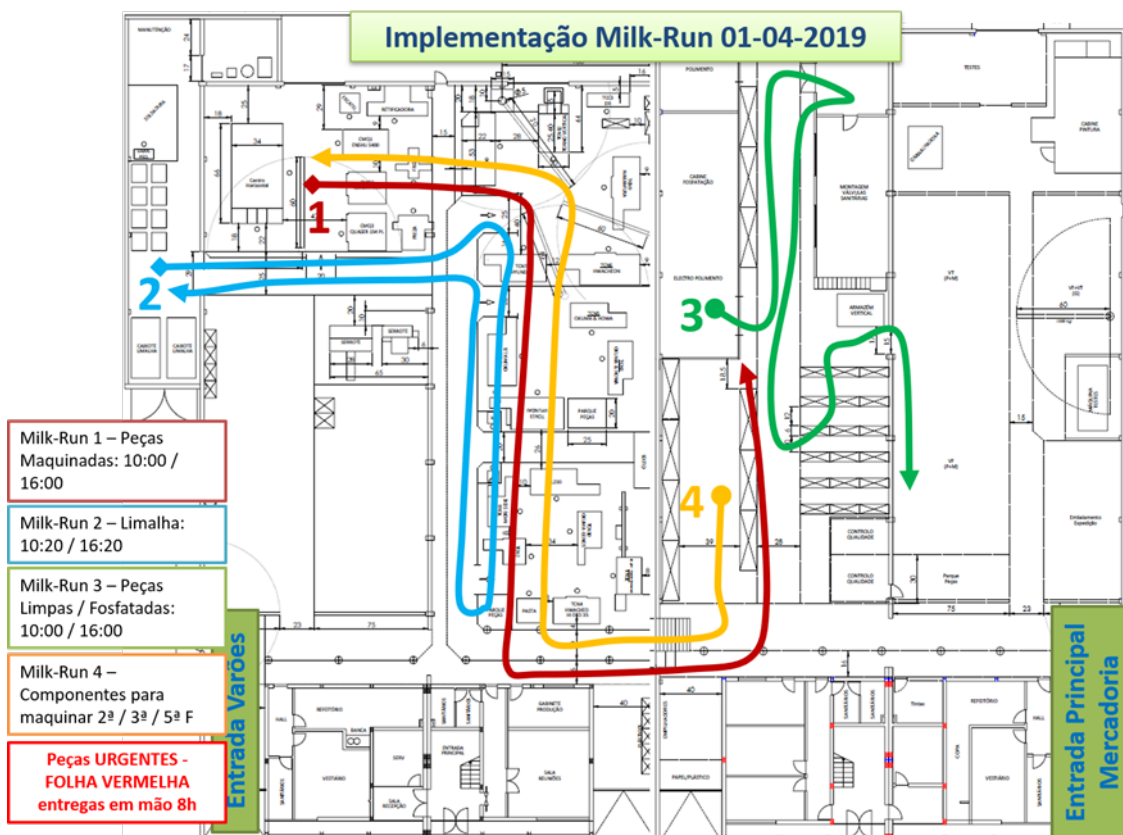


Figura 68- Esquema da Implementação Milk-Run

O percurso 3 e 4 passa a ser da responsabilidade do setor logístico interno, que por um dado entrega à montagem e ao armazém as peças já com os tratamentos superficiais, assim como separa e entrega no sector de maquinagem os componentes para serem processados.

O principal resultado foi a não contratação dum novo colaborador, uma vez que as tarefas foram divididas e alocadas a diferentes setores que absorveram os trabalhos. Por outro lado, cada célula recebe o componente quando necessita, assim como tem alguém dedicado que transporta as peças dum local para o outro e deixa de ser uma preocupação da chefia.

4.4.2 TPM

Com os resultados menos conseguidos na dimensão Manutenção e Equipamentos, tivemos a preocupação de trabalhar em paralelo para a implementação doutra LT – TMP.

A primeira preocupação além de colocar alguns equipamentos no seu estado inicial, foi de estudar em conjunto com os colaboradores das máquinas e com a manutenção que intervenções de Manutenção Preventiva poderiam ser feitas, assim como a sua frequência. Na figura 69, pode-se verificar a criação do impresso para o registo das intervenções do “Plano de Manutenção Semanal”, neste caso para a CCN04. As intervenções passaram a ser semanais em vez de diárias, uma vez que não se justificava o controlo diário, sendo que a limpeza geral mais profunda passa a ser mensal, contudo organizado por célula em que cada semana do mês será dedicado a um dos equipamentos.

VINCO VALVES	PLANO DE MANUTENÇÃO SEMANAL DO OPERADOR																		MÊS 20		CCN04								
	Semanas																												
Sequência	Dom	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sáb	Dom	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sáb	Dom	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sáb	Dom	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sáb	Dom
#1 - Verificação do óleo de refrigeração			X							X							X							X					
#2 - Verificação do óleo dos barramentos			X							X							X							X					
#3 - Verificação do óleo de lubrificação			X							X							X							X					
#4 - Verificação do óleo solúvel			X							X							X							X					
#5 - Análise à viscosidade do óleo solúvel de refrigeração (Refractómetro)			X							X							X							X					
#6 - Limpeza de filtros			X							X							X							X					
Limpeza exterior (4ª Semana)			X							X							X							X					
Carimbo																													
Observações Semana 1:																													

Figura 69 - Plano de Manutenção Semanal do Operador - TPM

4.4.3 One Point Lesson (OPL)

Para facilitar a compreensão dos colaboradores com as tarefas dentro do TPM, criou-se OPL para cada equipamento de torneamento e fresagem. Conforme dos OPL, conforme figura 70, pode-se verificar a identificação das tarefas a desempenhar, associadas a fotografias.

 TPM (Manutenção Produtiva Total) CCN04 Standard de Manutenção Semanal do Operador					
O objetivo do processo de manutenção preventiva TPM pode ser entendido como uma série de medidas de manutenção às máquinas, realizadas semanalmente, de forma a maximizar o rendimento operacional dentro de uma vida útil desejada. Os seguintes passos dizem respeito à máquina OKUMA MA-600H II, identificada com o código CCN04.					
Sequência de trabalho (OPL – One Point Lesson)					
#	Tarefa	Fotografia	#	Tarefa	Fotografia
1	Verificar o nível do óleo de refrigeração na parte traseira da máquina. A seta indica onde se encontra o nível. O nível de óleo deve estar na zona verde . Ferramentas : Óleo DTE 24 – Mobil (por princípio)		2	Verificar o nível do óleo dos barramentos na parte frontal da máquina. A seta indica onde se encontra o nível. O nível de óleo deve estar na zona verde . Ferramentas : Óleo Vactra No.2 – Mobil (por princípio)	
3	Verificar o nível do óleo de lubrificação na parte frontal da máquina. A seta indica onde se encontra o nível. O nível de óleo deve estar na zona verde . Ferramentas : Óleo DTE Oil Light – Mobil (por princípio)		4	Verificar o nível do óleo solúvel na lateral direita da máquina, perto do chão. A seta indica onde se encontra o nível. O nível de óleo deve estar na zona verde . Ferramentas : Óleo Alusol SL 61 – Castrol (por princípio)	
5	Verificar, com o auxílio do refractómetro, o valor da percentagem de viscosidade da água do óleo solúvel de refrigeração.			Limpar os filtros todas as sextas-feiras.	

Figura 70 - OPL para 1ª TPM

4.4.4 Poka-Yoka

O *Poka-Yoka*, sendo um conceito simples de implementar, faz todo o sentido na área de maquinagem para garantir que não se produz peças com defeitos, assim foi implementada a filosofia, com o exemplo para o suporte de terminais, descrito na figura 71, que o componente só consegue entrar na posição específica, permitindo assim o correto torneamento sem alternativa de engano por parte do colaborador.

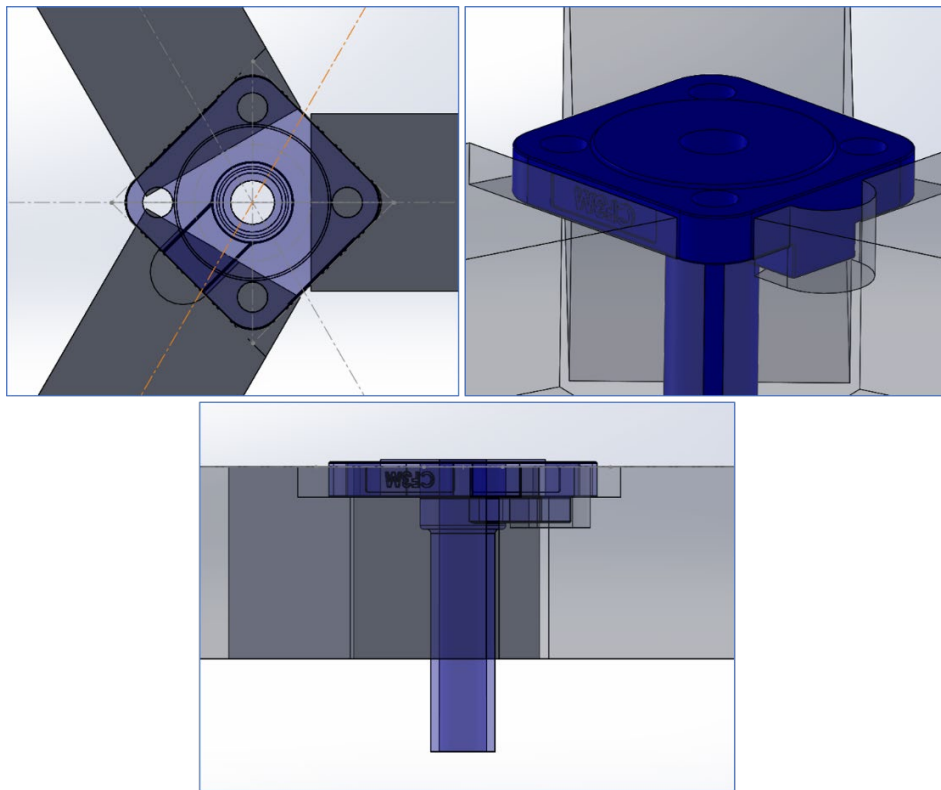


Figura 71 - Criação *Poka-Yoka* no processo de torneamento

4.4.5 I4.0

Os equipamentos devem estar ligados entre si. Os programas devem ser controlados centralmente, assim como os dados recolhidos devem estar dentro duma única base de dados permitindo a sua manipulação e tomadas de decisões.

Consultando duas empresas no mercado em Portugal, que através do MRP da empresa fazem a gestão dos dados através da sua plataforma, e esta implementação permite ter todas as máquinas conectadas entre si. O processo é possível, sendo que as próprias marcas dos equipamentos novos já estão preparadas para esta ligação em rede. Nas máquinas mais antigas, também é possível através do *software* da programação das mesmas, contudo será sempre necessário algum investimento na alteração das máquinas.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- Aas, T. and Alaassar, Ahmad. 2017. The impact of visualisation on decision-making in entrepreneurial processes. Proceedings of ISPIM Conferences; p1-10, 10p, 1 Color Photograph, 1 Diagram
- Agrahari, R. S., Dangle, P.A., Chandratre, K.V., (2015). Implementation Of 5S Methodology In The Small Scale Industry A Case Study. Journal Licence: CC BY International Journal of Scientific & Technology Research, Vol 4, Iss 4, Pp 180-187 (2015) <https://doaj.org/article/9077e4702ef846b0bb2146afd2795833>
- Ahmad, R., Soberi M. S. F. (2018). Changeover process improvement based on modified SMED method and other process improvement tools application: an improvement project of 5-axis CNC machine operation in advanced composite manufacturing industry. *Int J Adv Manuf Technol* (2018) 94:433–450
- Ahmed, M. (2014). Daily walks train future leaders. *Industrial Management*. Vol. 56 Issue 1, p22-27. 6p. 1 Color Photograph.
- Alefari, M., Salonitis, K. and Xu, Y. (2017). The Role of Leadership in Implementing Lean Manufacturing. Elsevier B.V. *Procedia CIRP*, Volume 63, Pages 756-761, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.169>
- Alkhoraif, A., Rashid, H. and McLaughlin, P. (2018). Implementing lean manufacturing principle in an automobile valve manufacturing industry with simulation analysis – a case study. *DLSU Business & Economics Review*, Vol. 28 Issue 1, p176-188. 13p.
- Alves de Moura, D., Botter, R. C. (2016). Delivery and Pick-Up Problem Transportation - Milk Run and Conventional Systems. *Independent Journal of Management & Production*, Vol 7, Iss 3, Pp 746-770 (2016)
- Andersson, R., Manfredsson, P. Lantz, B. (2015). Total productive maintenance in support processes: an enabler for operation excellence. *Total Quality Management & Business Excellence*. Vol. 26 Issue 9/10, p1042-1055. 14p.
- Antoniolli, I., Guariente, P., Pereira, T., Ferreira, L. and Silva, F.J.G. (2017). Standardization and optimization of an automotive components production line. *Manufacturing Engineering Society International Conference 2017, MESIC 2017*, 28-30 June 2017, Vigo (Pontevedra), Spain. *Procedia Manufacturing* 13 (2017) 1120–1127
- Araújo, M. (2019). Cadeira 6 Sigma. 1.ª Edição da Pós-Graduação em Lean–Seis Sigma - ISEP. Ficheiro “ISEP_SS_04”, Moddle ISEP, visualização em Abril 2019.
- Araújo, R., Santos, G., Costa, J. and Sá, J.C. (2019). The Quality Management System as a Driver of Organizational Culture: An Empirical Study in the Portuguese Textile

- Industry. *Quality Innovation Prosperity Journal*, 23(1), pp. 1-24. DOI: 10.12776/QIP.V23I1.1132
- Araújo, W., Silva, F.J.G., Campilho, R. and Matos, J., (2016). Manufacturing cushions and suspension mats for vehicle seats: a novel cell concept. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* ISSN 0268-3768 Volume 90 Combined 5-8 Int J Adv Manuf Technol 90: 5. DOI 10.1007/s00170-016-9475-6
- Azizi, A. (2015). Evaluation Improvement of Production Productivity Performance using Statistical Process Control, Overall Equipment Efficiency, and Autonomous Maintenance. Elsevier B.V. In 2nd International Materials, Industrial, and Manufacturing Engineering Conference, MIMEC2015, 4-6 February 2015, Bali, Indonesia, *Procedia Manufacturing* 2:186-190
- Bäckström, I. and Ingelsson, P. (2015). Is there a relationship between Lean Leaders and healthy co-workers? *Quality Innovation Prosperity Journal*, 23(1), pp. 123-136. DOI: 10.12776/QIP.V19I2.609
- Bagheri, O., Mansouri, A., Rostami, M. (2016). Implementation of Milk run logistics in vehicle cooling system of pride KIA parts. *Journal of Fundamental & Applied Sciences*; 2016, Vol. 8 Issue 3S, p2307-2325, 19p
- Bâldea, M., Bâlceanu, A., Istrate, M. (2017). On the Quality Control of The Fuel Filler Flap Lining Mark. *Fiability & Durability / Fiabilitate si Durabilitate*. 2017, Issue 1, p171-177. 7p.
- Barbosa, M., Silva, F.J.G., Pimentel, C. and Gouveia, R. (2018). A novel concept of CNC machining center automatic feeder. 28th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2018), June 11-14, 2018, Columbus, OH, USA. *Procedia Manufacturing* 17 (2018) 952-959
- Baseer, K.K., Reddy, A. R. M., Bindu, C. S. (2014). Quantitative Validation of Poka-Yoke Approach for HQLS Using Regression Coefficient and Analysis of Variance. 2014 3rd International Conference on Eco-friendly Computing & Communication Systems; 2014, p255-260, 6p
- "Bassuk, J.A., Washington, I.M. (2013). The A3 Problem Solving Report: A 10-Step Scientific Method to Execute Performance Improvements in an Academic Research Vivarium. *PLOS ONE* 8(10): e76833. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0076833>
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0076833>"
- Bastos, J. (2018). *Cadeira Ferramentas Lean*. 1.^a Edição da Pós-Graduação em Lean–Seis Sigma - ISEP. Ficheiro "PG-L6S_01_Tipologias de Sistemas de Produção", Moddle ISEP, visualização em Outubro 2018.
- Bateman, N., Philp, L. and Warrender, H. (2016). Visual management and shop floor teams – development, implementation and use. *International Journal of Production Research*. Vol. 54 Issue 24, p7345-7358. 14p. 3 Diagrams, 2 Charts, 2 Graphs.
- Belekoukias, I., Garza-Reyes, J. A., Kumar, V. (2014). The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations. *International*

- Journal of Production Research. Sep2014, Vol. 52 Issue 18, p5346-5366. 21p. 1 Color Photograph, 5 Diagrams, 9 Charts.
- Binti Aminuddin, N. A., Garza-Reyes, J. A., Kumar, V., Antony, J., Rocha-Lona, L. (2016). An analysis of managerial factors affecting the implementation and use of overall equipment effectiveness. *International Journal of Production Research*. Aug2016, Vol. 54 Issue 15, p4430-4447. 18p. 6 Charts, 3 Graphs.
- Bititci, U., Cocca, P., Ates, A. (2016). Impact of visual performance management systems on the performance management practices of organisations. *International Journal of Production Research*. Mar2016, Vol. 54 Issue 6, p1571-1593. 23p.
- Bohnen, F., Buhl, M., Deuse, J. (2013). Systematic procedure for leveling of low volume and high mix production. Elsevier Ltd In *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology* 2013 6(1):53-58
- Boran, S., Ekinçioğlu C. (2017). A novel integrated SMED approach for reducing setup time. *Int J Adv Manuf Technol* (2017) 92:3941–3951
- Brás, R. (2019). Cadeira Logística Lean. 1.^a Edição da Pós-Graduação em Lean–Seis Sigma. Ficheiro “Lean Logistics - Aula 8”
- Brunilde, V., Bertrand, R., Emmanuel, C. (2016). Lean and Green strategy: the Lean and Green House and maturity deployment model. *Journal of Cleaner Production*, 116 (2016) 150-156
- Campbell, J. (2018). SMART criteria. *Salém Press Encyclopedia*, 2p.
- Card, Alan J. (2016). The problem with '5 whys'. *BMJ quality & safety* 26(8) DOI:10.1136/bmjqs-2016-005849 September 2016
- Carmignani, G. (2017). Scrap value stream mapping (S-VSM): a new approach to improve the supply scrap management process. *International Journal of Production Research*. Jun2017, Vol. 55 Issue 12, p3559-3576. 18p. 8 Diagrams, 3 Charts, 3 Graphs.
- Carrasqueiro, C. (2019) Cadeira Gestão de Equipas Lean Lean. 1.^a Edição da Pós-Graduação em Lean–Seis Sigma - ISEP. Ficheiro “Gestão de Equipas Lean ISEP”, Moddle ISEP, visualização em Fevereiro 2019.
- Carvalho Gomes, L., Faria Corrêa, R. G. (2018). Use of Overall Equipment Effectiveness (OEE) in manufacturing cells considering takt time. *GEPROS: Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, Vol 13, Iss 3, Pp 276-294 (2018)
- Chui, M., George, K., Miremadi, M. (2017). A CEO action plan for workplace automation. *McKinsey Quarterly*. 2017, Issue 3, p88-94. 7p.
- Correia, D., Silva, F.J.G., Gouveia, R., Pereira, T. and Ferreira, L. (2018). Improving manual assembly lines devoted to complex electronic devices by applying Lean Tools. 28th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2018), June 11-14, 2018, Columbus, OH, USA. *Procedia Manufacturing* 17 (2018) 663-671

- Costa, M., Gouveia, R., Silva, F.J.G. and Campilho, R. (2017). How to solve quality problems by advanced fully-automated manufacturing systems. *Int J Adv Manuf Technol* (2018) 94:3041–3063. DOI 10.1007/s00170-017-0158-8
- Costa, C., Ferreira, L., Sá, J.C. and Silva, F.J.G. (2018). Implementation of 5s methodology in a metalworking company. *DAAAM International Scientific Book 2018 pp. 001-012 Chapter 01*
- Costa, R., Silva, F.J.G. and Campilho, R. (2016). A novel concept of agile assembly machine for sets applied in the automotive industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* ISSN 0268-3768 Volume 91 Combined 9-12, *Int J Adv Manuf Technol* (2017) 91:4043–4054. DOI 10.1007/s00170-017-0109-4
- Costa, T., Silva, F.J.G. and Ferreira, L. (2017). Improve the extrusion process in tire production using Six Sigma methodology. *Manufacturing Engineering Society International Conference 2017, MESIC 2017, 28-30 June 2017, Vigo (Pontevedra), Spain. Procedia Manufacturing* 13 (2017) 1104 – 1111
- Crema, M., Verbano, C. (2016). Identification and development of lean and safety projects. *Safety Science*, 89 (2016) 319-337
- Czifra, G. (2017). Implementation Process of 5S for a Company in Real Life - Problems, Solutions, Successes. *Research Papers Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of Technology; Vol. 25 Issue: 41 p79-86, 8p*
- Dana, B. (2015). *The Gemba Walk - A Tool For Management and Leadership. Ovidius University Annals, Series Economic Sciences. Vol. 15 Issue 1, p450-455. 6p.*
- DeGregory, Ward, Watts, Locker, Kindwall-Keller (2015). Using A3 Methodology to Identify the Root Cause of a Chemotherapy Error in a Hematopoietic Stem Cell Transplant Patient. *Biology of Blood and Marrow Transplantation* Volume 21, Issue 2, Supplement, Pages S366-S367
- Deif, A. M., ElMaraghy, H. (2014). Cost performance dynamics in lean production leveling. *Journal of Manufacturing Systems. Oct2014, Vol. 33 Issue 4, p613-623. 11p.*
- Demeter, K., Szász, L., Rácz, B-G. (2016). The impact of subsidiaries' internal and external integration on operational performance. Elsevier B.V. In *International Journal of Production Economics* December 2016 182:73-85
- Dombrowski, U. and Mielke T. (2014). *Lean Leadership – 15 Rules for a Sustainable Lean Implementation, Elsevier B.V, In Variety Management in Manufacturing, Procedia CIRP, 17:565-570*
- Dombrowski, U., Ebentreich, D., Krenkel, P. (2016). Impact analyses of lean production systems. *Procedia CIRP* 57 (2016) 607 – 612
- Domingo, R., Aguado, S. (2015). Overall Environmental Equipment Effectiveness as a Metric of a Lean and Green Manufacturing System. *Sustainability* (2071-1050); Jul2015, Vol. 7 Issue 7, p9031-9047, 17p

- Dotoli, M., Fay, A., Miśkiewicz, M., Seatzu, C. (2017). Advanced control in factory automation: a survey. *International Journal of Production Research*. Mar2017, Vol. 55 Issue 5, p1243-1259. 17p
- Dr. Iyer, R. (2017). Lean Leadership - Organizational Buy - Ins. *International Journal of Scientific & Technology Research*, Vol 06, Iss 05, Pp 35-41 (2017)
- Elhuni, R. M., Ahmad, M. M. (2017). Key Performance Indicators for Sustainable Production Evaluation in Oil and Gas Sector. Elsevier B.V. In 27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM2017, 27-30 June 2017, Modena, Italy, *Procedia Manufacturing* 2017 11:718-724
- Fast-Berglund, Å., Harlin, U., Åkerman, M. (2016). Digitalisation of Meetings – From White-boards to Smart-boards. Elsevier B.V. In *Research and Innovation in Manufacturing: Key Enabling Technologies for the Factories of the Future - Proceedings of the 48th CIRP Conference on Manufacturing Systems*, *Procedia CIRP* 2016 41:1125-1130
- Fernandes, A., (2019) Cadeira Gestao de Fluxos na Produção Lean 1.ª Edição da Pós-Graduação em Lean–Seis Sigma - ISEP. Ficheiro “A3 - Problem Solving”, Moddle ISEP, visualização em Janeiro 2019.
- Free. (2016). Using Standard Work to Best Serve Customers. *Production Machining*; Dec2016, Vol. 16 Issue 12, p18-20. 2p.
- Garza-Reyes, J. A., Kumar, V., Chaikittisilp, S., Tan, K. H. (2018). The effect of lean methods and tools on the environmental performance of manufacturing organisations. In *International Journal of Production Economics* June 2018 200:170-180
- Garza-Reyes, J. A., Torres Romero, J., Govindan, K., Cherrafi, A., Ramanathan, U. (2018). A PDCA-based approach to Environmental Value Stream Mapping (E-VSM). Elsevier Ltd, In *Journal of Cleaner Production* 10 April 2018 180:335-348
- Gesinger, S. (2016). Experiential Learning: Using Gemba Walks to Connect With Employees. *Professional Safety*, Vol. 61 Issue 2, p33-36. 4p.
- Godinho Filho, M., Ganga, G. and Gunasekaran, A. (2018). Lean manufacturing in Brazilian small and medium enterprises: implementation and effect on performance. In 28th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2018), June 11-14, 2018, Columbus, OH, USA Global Integration of Intelligent Manufacturing and Smart Industry for Good of Humanity, *Procedia Manufacturing* 17:647-654
- Golchev, R., Jovanoski, B., Gechevska, V., Minovski, R. (2015). Kanban simulation model for production process optimization. *Journal of Engineering Management and Competitiveness*, Vol 5, Iss 2, Pp 55-60 (2015)
- Graban, M. (2016). All you have to do is ‘ask why five times?’ Nope. Try Eight Steps. <https://www.linkedin.com/pulse/all-you-have-do-ask-why-five-times-nope-mark-graban> (accessed 11 Feb 2016).

- Gremlin, P. (2016). Integrating Value Stream Mapping and DMAIC Methodology. A case study at TitanX.
- Grimaud, F., Dolgui, A., Korytkowski, P. (2014). Exponential Smoothing for Multi-Product Lot-Sizing With Heijunka and Varying Demand. *Sciencedirect; Management and Production Engineering Review*, Vol 5, Iss 2, Pp 20-26 (2014)
- Güner, A. R., Murat, A., Chinnam, R. B. (2017). Dynamic routing for Milk Run tours with time windows in stochastic time-dependent networks. In *Transportation Research Part E January 2017* 97:251-267
- Jesuthasan, R., Boudreau, J. (2018). What We Often Get Wrong About Automation. *Harvard Business Review Digital Articles*. 10/11/2018, p23-28. 6p.
- Jhorar, R., Kumawat, V. (2017). "Failure Analysis and Prevention of High-Voltage Failure of FHP Motor" - *Journal of Failure Analysis & Prevention*. Apr2017, Vol. 17 Issue 2, p169-177. 9p.
- Kefeli, A., Uzsoy, R. (2016). Identifying potential bottlenecks in production systems using dual prices from a mathematical programming model. *International Journal of Production Research*. Apr2016, Vol. 54 Issue 7, p2000-2018. 19p.
- Kolberg, D., Knobloch, J., Zühlke, D. (2017). Towards a lean automation interface for workstations. *International Journal of Production Research*. May2017, Vol. 55 Issue 10, p2845-2856. 12p. 2 Color Photographs, 5 Diagrams, 1 Chart.
- Korytkowski, P., Karkoszka, R. (2016). Simulation-based efficiency analysis of an in-plant Milk Run operator under disturbances. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Feb2016, Vol. 82 Issue 5-8, p827-837. 11p.
- Krishnaiyer, K., Chen, F. F., Bouzary, H. (2018). Cloud Kanban Framework for Service Operations Management. In *28th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2018)*, June 11-14, 2018, Columbus, OH, USA *Global Integration of Intelligent Manufacturing and Smart Industry for Good of Humanity, Procedia Manufacturing 2018* 17:531-538
- Krishnan, S., Dev, A., Suresh, R., Sumesh, A. and Rameshkumar, K. (2018). Bottleneck identification in a tyre manufacturing plant using simulation analysis and productivity improvement. Elsevier Ltd, In *Materials Today: Proceedings* 5(11) Part 3:24720-24730
- Lenorta, R., Staša D., Holmana, D., Wichera, P. (2017). A3 method as a powerful tool for searching and implementing green innovations in an industrial company transport. Published by Elsevier Ltd. Peer-review under responsibility of the scientific
- Lermen, F. H., Echeveste, M. E., Peralta, C. B., Sonego, M., Marcon, A. (2018). A framework for selecting lean practices in sustainable product development: The case study of a Brazilian agroindustry. *Journal of Cleaner Production*, 191, 261– 272. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.18>

- Lisiecka, K. and Burka, I. (2016). Lean Service Implementation Success Factors in Polish District Heating Companies. *Quality Innovation Prosperity Journal*, 20(1), pp. 72-94. DOI: 10.12776/QIP.V20I1.640
- Lolli, F., Gamberini, R., Giberti, C., Rimini, B., Bondi, F. (2016). A simulative approach for evaluating alternative feeding scenarios in a kanban system. *International Journal of Production Research*. Jul2016, Vol. 54 Issue 14, p4228-4239. 12p. 1 Diagram, 7 Charts.
- Magalhães, A., Silva, F.J.G. and Campilho, R. (2017). A novel concept of bent wires sorting operation between workstations. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*. <https://doi.org/10.1007/s40430-018-1522-9>
- Mahendran, S. and Kumar A. (2018). Implementing lean manufacturing principle in an automobile valve manufacturing industry with simulation analysis – a case study. *Journal of the Balkan Tribological Association* Vol. 24, No 3, 600–607
- Martins, M., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F.J.G., Matias, J. C.O. (2018). A Practical Study of the Application of SMED to Electron-beam Machining in Automotive Industry. In 28th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2018), June 11-14, 2018, Columbus, OH, USA Global Integration of Intelligent Manufacturing and Smart Industry for Good of Humanity, *Procedia Manufacturing* 2018 17:647-654
- Mehltretter, P. (2018). Applying Root Cause Analysis to Compressed Air: How to Solve Common Compressed Air System Problems with the 5-Whys. *Energy Engineering*, Vol. 115 Issue 4, p56-62, 7p
- Mei, H., Jingshuai, Y., Teng, M., Xiuli, L., Ting, W. (2017). The Modeling of Milk Run Vehicle Routing Problem Based on Improved C-W Algorithm that Joined Time Window. Elsevier B.V. In *World Conference on Transport Research - WCTR 2016 Shanghai*. 10-15 July 2016, *Transportation Research Procedia* 2017 25:716-728
- Minter, S. (2015). What Leaders Should Do on the Gemba. *Industry Week/IW*. Vol. 264 Issue 5, p26-26. 2/3p. 1 Color Photograph
- Moaveni, S., Chou, K. C. (2018). Using the Five Whys Method in the Classroom: How to Turn Students into Problem Solvers. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*. Oct-Dec2016, Vol. 17 Issue 4, p35-41. 7p. 1 Diagram, 7 Charts.
- Mohan Sharma, K. and Lata, S. (2018). Effectuation of Lean Tool “5S” on Materials and Work Space Efficiency in a Copper Wire Drawing Micro-Scale Industry in India. Elsevier Ltd, In 7th International Conference of Materials Processing and Characterization, March 17-19, 2017, *Materials Today: Proceedings* 5(2) Part 1:4678-4683
- Möldner, A. K., Garza-Reyes, J. A., Kumar, V. (2018). Exploring lean manufacturing practices' influence on process innovation performance. Elsevier Inc. In *Journal of Business Research* May 2018
- Moreira, A., Silva, F.J.G., Correia, A., Pereira, T., Ferreira, L. and Almeida, F. (2018). Cost reduction and quality improvements in printing industry. 28th International

- Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2018), June 11-14, 2018, Columbus, OH, USA. *Procedia Manufacturing* 17 (2018) 623-630
- Moreira, B., Gouveia, R., Silva, F.J.G. and Campilho, R. (2017). A Novel Concept Of Production And Assembly Processes Integration. 27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM2017, 27-30 June 2017, Modena, Italy. *Procedia Manufacturing* 11 (2017) 1385 – 1395
- Muñoz-Villamizar, A., Santos, J., Montoya-Torres, J. R., Jaca, C. (2018). Using OEE to evaluate the effectiveness of urban freight transportation systems: A case study. Elsevier B.V. In *International Journal of Production Economics* March 2018 197:232-242
- Nestle, M. (2013). Gemba is Gold. *Six Sigma Forum*; Vol. 13 Issue 1, p32-36, 5p
- Neves, P., Silva, F.J.G., Ferreira, L., Pereira, T., Gouveia, A. and Pimentel, C. (2018). Lean in Tools in Trimmings Products. 28th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2018), June 11-14, 2018, Columbus, OH, USA. *Procedia Manufacturing* 17 (2018) 696–704
- Nilda, T. P., Amrina, E., Rahmayanti, D., Shifanof, G. (2018). Design of working procedure for handling the breakdown machine in parameter of reaction time based on Jidoka system approach in cement company. *EDP Sciences*, 2018. *MATEC Web of Conferences*, Vol 204, p 03008 (2018)
- Nofriani, F., Noviard, N. (2018). Analisis Performansi Mesin Pre-Turning dengan Metode Overall Equipment Effectiveness pada PT APCB. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, Vol 17, Iss 2, Pp 126-134 (2018)
- Oliveira Sousa, S. R., Oliveira Silva, C., Sousa Agostino, Í. R., Couto Frota, P., Daher Oliveira, R. (2017). A importância da ferramenta PDCA no processo industrial portuário: estudo de caso em um carregador de navios. *Exacta*; 2017, Vol. 15 Issue 1, p111-123, 13p
- Oliveira, J. (2018) Cadeira Manutenção Lean. 1.ª Edição da Pós-Graduação em Lean–Seis Sigma - ISEP. Ficheiro “V02-ISEP pos graduação 2018”, Moddle ISEP, visualização em Dezembro 2018
- Oliveira, J., Sá, J.C. and Fernandes A. (2017). Continuous improvement through “Lean Tools” – An application in a mechanical company, *Procedia Manufacturing* 13, 1082-1089. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>
- Pattanaik, L. N., Agrawal R., Kumari L. (2016). Model of a fuzzy automation system for a steel wire roll mill. 2016 3rd International Conference on Recent Advances in Information Technology (RAIT)
- Pereira, J., Silva, F.J.G., Bastos, J.A., Ferreira, L. and Matias, J. (2019). Application of the A3 Methodology for the Improvement of an Assembly Line. 29th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2019), June 24-28, 2019, Limerick, Ireland. *Procedia Manufacturing* 00 (2019) 000–000 (Aceite para publicação)

- Pietrzak, M., Paliszkievicz, J. (2015). Framework of Strategic Learning: The PDCA Cycle. Management (18544223). Su mmer2015, Vol. 10 Issue 2, p149-161. 13p.
- Pinto, B., Silva, F.J.G., Costa, Campilho, R. and Pereira, T. (2018). A Strategic Model to take the First Step Towards Industry 4.0 in SMEs. 29th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2019), June 24-28, 2019, Limerick, Ireland. Procedia Manufacturing 00 (2019) 000–000 (Aceite para publicação)
- Pinto, H., Pimentel, C. and Cunha, M. (2016). Implications of Total Productive Maintenance in Psychological Sense of Ownership. DOI: 10.1016/j.sbspro.2016.02.114
- Rajesh, S. M., Kumara, S. A. V. (2018). Improving Productivity in Manufacturing Industries by Minimizing Bottlenecks: A Simulation-Based Approach. IUP Journal of Operations Management. Aug2018, Vol. 17 Issue 3, p7-20. 14p.
- Rewers, P., Hamrol, A., Żywicki, K., Bożek, M., Kulus, W. (2017). Production Leveling as an Effective Method for Production Flow Control – Experience of Polish Enterprises. Elsevier Ltd, In 7th International Conference on Engineering, Project, and Production Management, Procedia Engineering 2017 182:619-626
- Rohani, J. M., Zahraee, S. M. (2015). Production line analysis via value stream mapping: a lean manufacturing process of color industry. Elsevier B.V. In 2nd International Materials, Industrial, and Manufacturing Engineering Conference, MIMSEC2015, 4-6 February 2015, Bali, Indonesia, Procedia Manufacturing 2015 2:6-10
- Rosa, C., Silva, F.J.G., Campilho, R. and Ferreira, L. (2017). SMED methodology: The reduction of setup times for Steel Wire-Rope assembly lines in the automotive industry. Manufacturing Engineering Society International Conference 2017, MESIC 2017, 28-30 June 2017, Vigo (Pontevedra), Spain. Procedia Manufacturing 13 (2017) 1034 – 1042
- Sá, J.C, and Oliveira J. (2013). Generating Value With TQM and Six Sigma” in IRF2013. 4th International Conference on Integrity, Reliability and Failure, Portugal, Madeira, 59-760.
- Sá, J.C., (2019) Cadeira Técnicas e Ferramentas avançadas. 1.ª Edição da Pós-Graduação em Lean–Seis Sigma - ISEP. Ficheiro “01 - PG Lean Seis Sigma - Técnicas e Ferramentas Avançadas”, Moddle ISEP, visualização em Março 2019
- Samir, K., Khabbazi, M.R., Maffei, A., Onori, M. A. (2018). Key Performance Indicators in Cyber-Physical Production Systems. Elsevier B.V. In 51st CIRP Conference on Manufacturing Systems, Procedia CIRP 2018 72:498-502
- Sangpikul, A. (2017). Implementing academic service learning and the PDCA cycle in a marketing course: Contributions to three beneficiaries. Elsevier Ltd In Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education November 2017 21 Part A:83-87
- Schwagerman III, W. and Dr. Ulme, J. (2013). The A3 Lean Management and Leadership Thought Process. The Journal of Technology, Management, and Applied Engineering, Volume 29, Number 4,1390 Eisenhower Place Ann Arbor, MI 48108, www.atmae.org

- Serrat, O., (2010). The five whys technique" This article is available at Digital Commons@ILR:<http://digitalcommons.ilr.cornell.edu/intl/198>
- Silva, C., Ferreira, L. M., Thüerer, M., Stevenson, M. (2016). Improving the logistics of a constant order-cycle kanban system. *Production Planning & Control*. May-Jun2016, Vol. 27 Issue 7/8, p650-659. 10p.
- Silva, Pereira, Ferreira, Silva. (2018). Improving the Multi-Brand Channel Distribution of a Fashion Retailer. Elsevier B.V., In 28th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2018), June 11-14, 2018, Columbus, OH, USA Global Integration of Intelligent Manufacturing and Smart Industry for Good of Humanity; 17:655-662
- Sousa, E., Silva, F.J.G., Ferreira, L., Pereira, T., Gouveia, R. and Silva, R.P. (2018). Applying SMED methodology to cork stoppers production. 28th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2018), June 11-14, 2018, Columbus, OH, USA. *Procedia Manufacturing* 17 (2018) 611-622
- Southworth, T. (2012). Gemba walks, *Label & Narrow Web.*, Vol. 17 Issue 2, p38-39. 2p.
- Sriram Velumani, S., Tang, H. (2017). Operations status and bottleneck analysis and improvement of a batch process manufacturing line using discrete event simulation. Elsevier B.V, 45th SME North American Manufacturing Research Conference, NAMRC 45, LA, USA; *Procedia Manufacturing* 10 (2017) 100 – 111
- Staab, T., Klenk, E., Galka, S., Günthner, W.A. (2016). Efficiency in in-plant Milk Run systems-The influence of routing strategies on system utilization and process stability. *Journal of Simulation*; May2016, Vol. 10 Issue 2, p137-143, 7p
- Steenkamp, L.P., Hagedorn-Hansen, D., Oosthuizen, G.A. (2017). Visual Management System to Manage Manufacturing Resources. *Procedia Manufacturing*, In 14th Global Conference on Sustainable Manufacturing, GCSM 3-5 October 2016, Stellenbosch, South Africa, 2017 8:455-462
- Stricker, N., Echsler Minguillon, F. and Lanza, G. (2017). Selecting key performance indicators for production with a linear programming approach. *International Journal of Production Research*. Vol. 55 Issue 19, p5537-5549. 13p.
- Stricker, N., Micali, M., Dornfeld, D., Lanza, G. (2017). Considering Interdependencies of KPIs – Possible Resource Efficiency and Effectiveness Improvements. Elsevier B.V. In 14th Global Conference on Sustainable Manufacturing, GCSM 3-5 October 2016, Stellenbosch, South Africa, *Procedia Manufacturing* 2017 8:300-307
- Subramaniyan, M., Skoogh, A., Salomonsson, H., Bangalore, P., Bokrantz, J. (2018). A data-driven algorithm to predict throughput bottlenecks in a production system based on active periods of the machines. Elsevier Ltd In *Computers & Industrial Engineering* November 2018 125:533-544
- Szmelter, A. (2012). Jidoka as an example of Kaizen techniques of minimizing the logistics costs of mass production companies. *Research Journal of the University of Gdansk. Transport Economics and Logistics* 2012 No. 46, p. 149-158

- Todorovic, M. and Cupic, M. (2017). How Does 5s Implementation Affect Company Performance? A Case Study Applied to a Subsidiary of a Rubber Goods Manufacturer from Serbia. *Engineering Economics*. Vol. 28 Issue 3, p311-322. 12p. 4 Charts.
- Tregubov, A., Lane, J. A. (2015). Simulation of Kanban-based Scheduling for Systems of Systems: Initial Results. Elsevier B.V.. In 2015 Conference on Systems Engineering Research, *Procedia Computer Science* 2015 44:224-233
- Ungvarsky, J. (2017). Kanban. *Salém Press Encyclopedia*, 2017. 2p.
- Verbano, C., Crema, M. and Nicosia, F. (2017). Visual management system to improve care planning and controlling: the case of intensive care unit. *Production Planning & Control*. Vol. 28 Issue 15, p1212-1222. 11p.
- Veres, C., Marian, L., Moica, S. and Al-Akel K. (2017). Case study concerning 5S method impact in an automotive company. Elsevier B.V. In 11th International Conference Interdisciplinarity in Engineering, INTER-ENG 2017, Tirgu Mures, Romania, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.127>
- Vilarinho, S., Lopes, I., Sousa, S. (2018). Developing dashboards for SMEs to improve performance of productive equipment and processes. In *Journal of Industrial Information Integration* December 2018 12:13-22
- Vinco Válvulas S.A. (2019). Retrieved February 11, 2019, from <http://www.vincovalves.com/>
- Vinod, M., Devadasan, S., Sunil, D., Thilak, V. (2015). Six Sigma through Poka-Yoke: a navigation through literature arena. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Oct2015, Vol. 81 Issue 1-4, p315-327. 13p. 3 Charts.
- Vrignat, P., Aggab, T., Avila, M., Duculty, F., Kratz, F. (2019). Improvement indicators for Total Productive Maintenance policy. Elsevier Ltd, In *Control Engineering Practice* January 2019 82:86-96
- Yalçın, Elyas, Yıldız, Alpşen, Yalçın. (2018). The Improvement of Hospital Laboratory Processes Using the Principles of Lean Methodology (Toyota Production System-Spaghetti Diagram). *Konuralp Medical Journal / Konuralp Tıp Dergisi*.2018, Vol. 10 Issue 1, p99-104. 6p.
- Yu, C., Matta, A. (2016). A statistical framework of data-driven bottleneck identification in manufacturing systems. *International Journal of Production Research*. Nov2016, Vol. 54 Issue 21, p6317-6332. 16p.
- Zalatar, W. and Siriban-Manalang, A. (2018). Development of a Composite Lean Index to Measure Lean Implementation in Philippine Manufacturing Companies. *DLSU Business & Economics Review*. Vol. 28 Issue 1, p176-188. 13p.
- Zarbo, R., Varney, R., Copeland, J., D'Angelo, R, and Sharma G. (2015). Daily Management System of the Henry Ford Production System. *American Journal of Clinical Pathology*, Vol. 144 Issue 1, p122-136, 15p, 2 Color Photographs, 2 Diagrams, 4 Charts, 2 Graphs

Zhu, L., Johnsson, C., Varisco M. and M.Schiraldi, M. (2018). Key performance indicators for manufacturing operations management – gap analysis between process industrial needs and ISO 22400 standard. *Procedia Manufacturing* Volume 25, Pages 82-88

ANEXOS

6.1 ANEXO1 - Impressos

6.2 ANEXO2 - Formação

6 ANEXOS


6.1 ANEXO1 – Impressos

Impresso Mod116

Formulário de avaliação de desempenho GPO - Gestão Por Objetivos "FUNÇÃO"

Entre _____ e _____
Chefia (nome e posição) Colaborador (nome e posição)

Objetivos para o período de:
 De: dd-mm-aaaa
 Até: dd-mm-aaaa



Nº	Descrição do objetivo	Peso relativo do objetivo (P)	Escala do Fator - Objetivo		Nível de Realização Objetivos	Fator do objetivo (F)	Contribuição p/ o prémio individual (F x P)
				0,5			
1	texto	0				0,00	0,00
2	texto	0				0,00	0,00
3	texto	0				0,00	0,00
4	texto	0				0,00	0,00
5	texto	0				0,00	0,00
6	texto	0				0,00	0,00
A	MAX 6 Objetivos--> Somatório da Percentagem a atribuir = 80%	0	%		Componente Objetivos		0,00
B	Avaliação do desempenho individual pela chefia (por semestre) - Critérios Ficha de Avaliação das Colaboradores (100% corresponde a 20% GPO)	20	%	Avaliação Chefia (0 a 100%)	Componente Avaliação		0,00
Avaliação Semestral							
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div> <p>Legenda cores:</p> <div style="display: flex; gap: 10px;"> <div style="background-color: #90EE90; padding: 2px;">A preencher</div> <div style="background-color: #D3D3D3; padding: 2px;">Valor Fixo</div> <div style="background-color: #FFFF00; padding: 2px;">Cálculos Automáticos</div> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <input type="text"/> </div> </div>							
Data _____ Nome(Dep): _____		Nome (Dep): _____		<div style="background-color: #0056B3; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Total</div> <div style="background-color: #0056B3; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Rendimento Mensal</div> <div style="background-color: #0056B3; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Taxa Absentismo</div> <div style="background-color: #0056B3; color: white; padding: 5px;">Gratificação (€)</div>		0,00	
(Reunião do acordo dos objetivos para o período)						100%	
(Reunião de avaliação individual)						0 €	

Figura 72 - Mod116 - GPO

Impresso Mod153

VINCO VALVES		PLANO DE MANUTENÇÃO SEMANAL DO OPERADOR														MÊS	MAQ						
		2 0																					
Sequência	Semanas	Dom	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sáb	Dom	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sáb	Dom	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sáb	Dom
				X							X							X					
			X							X							X						X
			X							X							X						X
			X							X							X						X
			X							X							X						X
			X							X							X						X
			X							X							X						X
	Carimbo																						
Observações Semana 1 :		<h1>Página 1</h1>																					
Observações Semana 2 :																							
Observações Semana 3 :																							
Observações Semana 4 :																							
Observações Semana 5 :																							
<small>Procedimento: A observação será classificada com OK ou NOK e rubricado/carimbado na coluna correspondente; No caso de NOK, deverá ser especificada a ação de correção nas observações Refractômetro: deve-se multiplicar por 2 (x2) o valor lido no equipamento. Dado em função do óleo utilizado pela Vinco Válvulas S.A.</small>																							
Validação pelo Responsável da Manutenção: _____ Data: __/__/____																							
MOD153.4																							

Figura 73 - MOD153 Plano de Manutenção Semanal do Operador

Impresso Mod182


		Análise Nº ___ / ___	Análise da Causas Raiz - 5 Porquês <i>Root Cause Analysis - 5 Whys</i>	
NC	Qt		Líder da Resolução Problema:	
	Data / Dat		Equipa / Team:	
Descrição NC / Description NC				
1º Porquê / Why - (Temos um sintoma / We have a symptom)				
2º Porquê / Why - (Temos uma desculpa / We have an excuse)				
3º Porquê / Why - (Temos um culpado / We have a guilty)				
4º Porquê / Why - (Temos uma causa / We have a cause)				
5º Porquê / Why - (Temos a causa raiz / We have the root cause)				
6º Porquê / Why - (Caso seja necessário para a causa raiz / If it is necessary for the root cause)				
Causa Raiz / Root Cause				
Correção e Ação Corretiva / Correction and Corrective Action				
Responsáveis / Responsible			Data Implementação / Implementation Date	
Validação da Ação Implementada [Qualidade] / Validation of Implemented Action [Quality]			Data de Fecho / Closing Date	
YOKOTEN - "compartilhar informação" / "Share information"				
Célula Inicial	C_	C_	C_	
Comentários do Líder do 5 Porquês, se aplicável / 5 Whys' Leader Comments, if applicable				

Figura 74 - MOD182 5 Porquês + Yokoten

6.2 ANEXO2 – Formação

Registo Formação 5S

	FICHA DE PRESENÇA	Folha <u>1</u> / <u>4</u>
---	--------------------------	-------------------------------------

Formador: Jorge Rodrigues

Curso: 5S – Princípios ferramenta Lean **Mês: _01.2019**

TEORICAS PRATICAS

Aulas: **Horas: das 11:20 às 11:50**

Aula No. _____ **Data:** 03 / 01 / 2019

Sumário / Temas:

- Jogo dos números
- Apresentação dos princípios Lean 5S
- Casos práticos Vinco
- Plano de trabalho pratico Jan 2019

Nº.	Nome do Formando	Rubrica
1	[Redacted]	[Redacted]
2	[Redacted]	[Redacted]
3	[Redacted]	[Redacted]
4	[Redacted]	[Redacted]
5	[Redacted]	[Redacted]
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

Assinatura do Formador: 

Figura 75 - Registo Formação 5S

Registo Formação “5 Porquês + Yokoten”

	FICHA DE PRESENÇA	Folha <u>1</u> / <u>1</u>
---	--------------------------	-------------------------------------

Formador: Jorge Rodrigues

Curso: 5 PORQUÊS / YOKOTEN Mês: 1/19

TEORICAS PRATICAS Horas: das 11 H 00 às 12 H 00

Aulas: Aula No. _____ Data: 17/01/2019

Sumário / Temas:

5 PORQUÊS - Principais bases

YOKOTEN - Principais bases

Exemplo pratica NC 1269

Nº.	Nome do Formando	Rubrica
1	[Redacted]	[Signature]
2	[Redacted]	[Signature]
3	[Redacted]	[Signature]
4	[Redacted]	[Signature]
5	[Redacted]	[Signature]
6	[Redacted]	[Signature]
7		
8		
9		
10		
11		
12		

Assinatura do Formador: [Signature]

Figura 76 - Registo Formação 5 Porquês + Yokoten