



**António Miguel
Marques de Almeida**

**Implementação do Lean Manufacturing na produção
de Travões de Tambor**



**António Miguel
Marques de Almeida**

**Implementação do Lean Manufacturing na produção
de Travões de Tambor**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor João Carlos de Oliveira Matias, Professor Catedrático do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro, e do Professor Radu Godina, Professor Auxiliar Convidado da FCT da Universidade Nova de Lisboa.

Dedico este trabalho á minha esposa Daniela e aos nossos filhos pela força que me transmitem todos os dias!

À Daniela que todos os dias me desafia para que seja melhor em tudo o que faça!

À Maria Eduarda que me encanta e amacia o coração com a sua doçura!

À Juliana que me envolve e cativa com o seu carisma!

Ao Leonardo que deixou a saudade por ter partido sem que o pudesse abraçar!

o júri

presidente

Prof. Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel
professora auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da
Universidade de Aveiro

vogal

Prof. Doutora Susana Maria Palavra Garrido Azevedo
professora associada com agregação do Departamento de Gestão e Economia da Universidade da
Beira Interior

vogal

Prof. Doutor João Carlos de Oliveira Matias
professor catedrático do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da
Universidade de Aveiro

agradecimentos

Agradeço aos orientadores deste projeto, Prof. Doutor João Matias e Prof. Doutor Radu Godina, pela constante disponibilidade e prontidão, pelas sábias contribuições e sugestões, pela partilha de conhecimento, pela exigência, pelo desafio e, sobretudo, pela forte motivação e incentivo transmitidos durante todo o projeto.

À Chassis Brakes International pela oportunidade de desenvolver este projeto no âmbito das minhas funções.

A todos os que me apoiaram ao longo do meu percurso académico e que contribuíram para que conseguisse alcançar com sucesso esta importante meta.

Aos meus filhos por me terem concedido o privilégio de ser seu pai e de me fazerem feliz todos os dias.

À minha esposa agradeço por todo o amor e pelo incessante desafio e apoio para que seja cada vez melhor e mais capacitado a nível pessoal e profissional.

Aos meus pais agradeço pelos valores que me transmitiram e que permitiram que seja quem sou e por todo o suporte que me concederam ao longo da vida.

palavras-chave

Lean Manufacturing, Mapeamento de Fluxo de Valor, 5S, Resolução de Problemas, Trabalho Padronizado, Troca Rápida de Ferramentas, Manutenção Produtiva Total, Sistema Pull e Controlo de Gestão

resumo

O presente trabalho propõe-se apresentar uma metodologia de implementação do “*Lean Manufacturing*” numa empresa de produção de Travões de Tambor para a indústria automóvel.

O objetivo do projeto é a melhoria da produtividade da mão-de-obra e dos equipamentos. Como Indicadores Chave de Processo para efetuar a monitorização da performance dos processos, são utilizados dois indicadores: Eficiência da Mão-de-Obra (EMO) e Overall Equipment Effectiveness (OEE).

Para a obtenção das melhorias de produtividade, foram aplicadas metodologias associadas à Produção “*Lean*” em regime de *Melhoria Continua*. Como base do projeto de melhoria efetuou-se uma análise do processo produtivo utilizando o Mapeamento da Fluxo de Valor. De forma progressiva foram-se introduzindo as ferramentas “*Lean*”, tendo sido aplicadas de forma sequencial as seguintes ferramentas: Mapeamento de Fluxo de Valor, 5S, Trabalho Padronizado, Resolução de Problemas, Troca Rápida de Ferramentas, Manutenção Produtiva Total, Sistema Pull e Controlo de Gestão.

Os resultados obtidos comprovam o impacto que as ferramentas “*Lean*” têm na produtividade dos processos produtivos quando aplicadas de forma estratégica e concertada.

keywords

Lean Manufacturing, VSM, 5S, Problem Solving, Standardized Work, SMED, TPM, Pull System, Management Control

abstract

This project proposes to present a methodology for the *Lean Manufacturing* implementation in a Drum Brake production company for the automotive industry.

The target of this project is the improvement of the labour and equipment productivity. As Key Process Indicators for monitoring process performance, two indicators are used: Direct Labour Efficiency (EMO) and Overall Equipment Effectiveness (OEE).

To obtain productivity improvements, methodologies associated with *Lean* Production under Continuous Improvement were applied. As the basis of the improvement project, an analysis of the production process was performed using Value Stream Mapping. The Lean tools were gradually introduced and the following tools were sequentially applied: Value Stream Mapping, 5S, Standardized Work, Problem Solving, Single Minute Exchange of Die, Total Productive Maintenance, Pull System and Management Control.

The results show the impact that *Lean* tools have in the productivity of production processes when applied strategically and in a concerted manner.

ÍNDICE

Índice	i
Índice de Figuras	iii
Índice de Tabelas	vi
Índice de Siglas	vii
1. Introdução	1
1.1. Problemática de Investigação.....	2
1.2. Questões de Investigação e Objetivos	3
1.3. Metodologia da Investigação	4
1.4. Metodologia de Investigação	8
1.5. Definição do Problema/Desafio	10
1.6. Estrutura do Projeto	15
2. Revisão da Literatura.....	17
2.1. Lean Manufacturing e Melhoria Contínua	17
2.1.1. Value Stream Mapping	22
2.1.2. 5S.....	30
2.1.2.1. Requisitos para a Implementação dos 5S	32
2.1.2.2. Implementação da Ferramenta 5S	33
2.1.2.3. Avaliação do Sucesso da Implementação dos 5Ss	34
2.1.3. Trabalho Padronizado	35
2.1.3.1. Método de Implementação do Trabalho Padronizado.....	37
2.1.3.2. Formação dos Operadores e Auditorias ao Trabalho Padronizado.....	49
2.1.4. Resolução de Problemas.....	51
2.1.4.1. Ferramentas da Qualidade	52
2.1.4.2. Metodologia 8D de Resolução de Problemas	58
2.1.5. SMED (Single-Minute Exchange of Dies)	62
2.1.6. Manutenção Produtiva Total	65
2.1.6.1. Tipos de Manutenção	67
2.1.7. Sistema Pull	70
2.1.7.1. Elementos do Sistema Pull.....	72
2.2. Controlo de Gestão	74
2.3. Considerações sobre a Literatura.....	77

3. Estudo de Caso: Melhoria da Produtividade na Produção de Segmentos	79
3.1. Apresentação do Produto e Processo.....	80
3.2. Estado Inicial do Projeto	83
3.3. Projeto de Melhoria.....	88
3.3.1. Aplicação Prática das Ferramentas Lean.....	93
3.3.1.1. VSM / VSD.....	94
3.3.1.2. 5S	98
3.3.1.3. Trabalho Padronizado.....	100
3.3.1.4. Resolução de Problemas	102
3.3.1.5. SMED	108
3.3.1.6. TPM	110
3.3.1.7. Pull System.....	110
3.3.2. Controlo de Gestão	111
3.4. Resultados Alcançados vs. Esperados	113
3.5. Limitações e Constrangimentos	115
4. Conclusão	117
4.1. Reflexão sobre Trabalho Realizado	117
4.2. Desenvolvimentos Futuros.....	119
5. Bibliografia	121
6. Anexos	129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Fotografias edifício da CBI Abrantes	11
Figura 2.	Evolução do volume de vendas e número de colaboradores	12
Figura 3.	Localização dos principais clientes da CBI Abrantes	12
Figura 4.	Produtos do corte e estampagem – Prensas	13
Figura 5.	Produtos de soldadura e colagem – Segmentos.....	13
Figura 6.	Produto de maquinação de bielas – Bielas	13
Figura 7.	Produto de maquinação e montagem – Cilindro de Roda.....	14
Figura 8.	Produto de Montagem de Travão de Tambor – Montagem.....	14
Figura 9.	Exemplo de Muri, Mura e Muda	21
Figura 10.	Fases de implementação do VSM	23
Figura 11.	Métricas dos processos no VSM.....	28
Figura 12.	Etapas do VSM (adaptado) (Rother & Shook, 1998).....	29
Figura 13.	Estrutura de um VSM completo	30
Figura 14.	Modelos de Implementação dos 5Ss (Onkar & Bhatia, 2016).....	34
Figura 15.	Exemplo de uma tabela de combinação de trabalho padronizado	40
Figura 16.	Exemplo de esquema de trabalho padronizado	41
Figura 17.	Gráfico de balanceamento de operadores. Fonte: LEI (2008).....	42
Figura 18.	Exemplo de diagrama de tempos de ciclo (operadores)	43
Figura 19.	Exemplo de diagrama de tempos de ciclo (máquinas).....	44
Figura 20.	Exemplo prático de um diagrama de tempos de ciclo dos operadores	46
Figura 21.	Exemplo de um diagrama de tempos de ciclo das máquinas.....	48
Figura 22.	Exemplo de instrução de trabalho padronizado	49
Figura 23.	Exemplo de auditoria ao trabalho padronizado	50
Figura 24.	Exemplo de um fluxograma de processo	53
Figura 25.	Exemplo de folhas de verificação	54
Figura 26.	Exemplo de gráfico pareto	54
Figura 27.	Exemplo de um Ishikawa	55
Figura 28.	Exemplo de um histograma	55
Figura 29.	Exemplo de gráfico de controlo de processo	56
Figura 30.	Exemplo de 5 porquês	57
Figura 31.	Exemplo de um FMEA.....	57
Figura 32.	Exemplo de um plano de controlo.....	58
Figura 33.	Passos da metodologia 8D	59
Figura 34.	SMED convencional (fonte: (Almonani et al., 2013).....	63
Figura 35.	Exemplo gráfico das fases do SMED.....	65

Figura 36.	Estrutura TPM – 8 pilares.....	67
Figura 37.	Nível de maturidade da manutenção (fonte: AFNOR)	68
Figura 38.	Custos de manutenção – real vs aparente	70
Figura 39.	Pull System - Kanban.....	71
Figura 40.	Pull System – POLCA	72
Figura 41.	Quadro Heijunka	73
Figura 42.	Exemplo de um pull system.....	74
Figura 43.	Produto do setor de segmentos	80
Figura 44.	Estágios do processo de soldadura.....	81
Figura 45.	Processo de soldadura de segmentos	81
Figura 46.	Estágios do processo de colagem.....	82
Figura 47.	Processo de colagem de segmentos.....	83
Figura 48.	Resultados da OEE 2018 – Global Segmentos	84
Figura 49.	Trabalho extraordinário nos Segmentos em 2018	84
Figura 50.	Custo com transportes especiais em 2018.....	85
Figura 51.	OEE soldadura F1 – média e desvio padrão	85
Figura 52.	Histograma OEE soldadura F1.....	86
Figura 53.	Pareto Avarias Sciaky Fluxo 1 Soldadura.....	87
Figura 54.	Resultados da EMO 2018 – Global Segmentos	87
Figura 55.	Vista do SAP para extração do EDI cliente	94
Figura 56.	Value Stream Mapping – Segmentos (Estado Inicial).....	96
Figura 57.	Value Stream Design – Segmentos (projeção Julho 2019)	97
Figura 58.	Value Stream Mapping – Segmentos (Agosto de 2019).....	98
Figura 59.	Exemplo de melhoria do 5S. Antes vs. Depois (meios de soldadura).....	99
Figura 60.	Exemplo de melhoria do 5S. Antes vs. Depois (punções de marcação)...	100
Figura 61.	Organização de mão-de-obra por turno – Estado inicial.....	101
Figura 62.	OEE média e desvio padrão (2018) – Fluxo 4 Soldadura.....	103
Figura 63.	Pareto de avarias do Fluxo 4 (2018) – Soldadura	103
Figura 64.	Histograma - OEE 2018 Fluxo 4 Soldadura.....	104
Figura 65.	Aplicação prática de Ishikawa – Fluxo 4.....	105
Figura 66.	Aplicação prática dos 5 Porquês	105
Figura 67.	OEE média e desvio padrão (2019) – Fluxo 4 Soldadura.....	107
Figura 68.	Histograma - OEE 2019 Fluxo 4 Soldadura.....	107
Figura 69.	SMED – caracterização de tarefas Internas/Externas	109
Figura 70.	Tempo de mudança de ferramenta (Fluxo 1)	110
Figura 71.	Desdobramento KPI – ppm Cliente	112
Figura 72.	Desdobramento KPI – ppm Cliente	112
Figura 73.	Desdobramento KPI – Avarias de máquina.....	113

Figura 74.	OEE Global Segmentos – 2019.....	114
Figura 75.	EMO Global Segmentos – 2019	114

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.	Lista de verificação e manutenção dos 5Ss	35
Tabela 2.	Exemplo de folha de capacidade de processo	39
Tabela 3.	Exemplo das métricas (Operadores) – “Atual vs. Planeado”	47
Tabela 4.	Exemplo das métricas (Máquinas) – “Atual vs. Planeado”	48
Tabela 5.	Sistemas de resolução de problemas.....	52
Tabela 6.	Tabela de distribuição de mão-de-obra	88
Tabela 7.	OEE 2018 vs OEE Min 2019 (Estado Inicial).....	89
Tabela 8.	OEE 2018 vs OEE min 2019 (OEE em 30-04-2019)	89
Tabela 9.	Previsão de OEE a 30-07-2019 vs. OEE Min 2019	89
Tabela 10.	Dados do processo de soldadura (2019).....	90
Tabela 11.	Dados do processo de colagem (2019).....	90
Tabela 12.	Estado inicial EMO	90
Tabela 13.	Organização dos Operadores a 30-04-2019	91
Tabela 14.	Previsão da EMO a 30-04-2019	91
Tabela 15.	Organização dos Operadores a 30-07-2019	92
Tabela 16.	Previsão da EMO a 30-07-2019	92
Tabela 17.	Dados de processo por referência – Soldadura.....	94
Tabela 18.	Dados de processo por referência – Colagem	95
Tabela 19.	Dados de processo Soldadura (Estado Inicial).....	95
Tabela 20.	Dados de processo Colagem (Estado Inicial).....	95
Tabela 21.	Evolução implementação dos 5S – Segmentos Soldados	99
Tabela 22.	Melhoria de produtividade – Fluxo 1 (SW).....	102
Tabela 23.	PDCA – Resolução de problemas.....	106
Tabela 24.	Macro operações SMED (inicial) – Fluxo 1.....	108
Tabela 25.	Macro operações SMED (novo) – Fluxo 1.....	109

ÍNDICE DE SIGLAS

7QC – 7 Quality Control Tools
8D – Metodologia de Resolução de Problemas
% Oc – Taxa de Ocupação
ADN – Ácido Desoxirribonucleico
Cap – Capacidade Instalada
CBI – Chassis Brakes International
CP – Control Plan (Plano de Controlo)
CS – Coeficiente de Segurança
DTC – Diagrama de Tempos de Ciclo
EC – Estudo de Caso
EDI – Electronic Data Interchange
EMO – Eficiência da Mão-de-Obra
EPI – Equipamento de Proteção Individual
ETP – Esquema de Trabalho Padronizado
FMEA – Failure Mode & Effects Analysis
FRP – Folha de Resolução de Problemas
IATF – International Automotive Task Force
ITP – Instrução de Trabalho Padronizado
JIT – Just In Time
KPI's – Key Performance Indicator's
LM – Lean Manufacturing
LT – Lead Time
NOP – Número de Operadores
NT – Número de Turnos
OEE – Overall Equipment Effectiveness
OEM – Original Equipment Manufacturer
PC – Pedido Cliente
PDCA – Plan, Do, Check, Act ou Ciclo de Deming
PHH – Peças por Hora / Homem
PS – Pull System
SCG – Sistemas de Controlo de Gestão
SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade

SMED – Single-Minute Exchange of Dies
SMP – Sistema de Medição de Performance
SW – Standardized Work
TA – Tempo de Abertura
TC – Tempo de Ciclo
TCT – Tempo de Ciclo Teórico
TCTP – Tabela de Combinação de Trabalho Padronizado
TEM – Tempo de Espera de Máquina
TEO – Tempo de Espera do Operador
TM – Tempo de trabalho de Máquina
TMF – Tempo de Mudança de Ferramentas
TNC – Tempo Não Cíclico
TO – Tempo de trabalho do Operador
TPM – Total Productive Maintenance
TPS – Toyota Production System
TQM – Total Quality Management
TT – Takt Time
TW – Tempo a Caminhar
VSD – Value Stream Design
VSM – Value Stream Mapping
WCM – World Class Manufacturing
WIP – Work in Process

1. INTRODUÇÃO

A indústria de transformação moderna está a tornar-se cada vez mais competitiva. De forma a dar resposta a esta mudança rápida em termos de diversidade e volumes dos pedidos dos clientes, as empresas devem alcançar e manter elevados níveis de produtividade e qualidade, com uma rápida resposta, suficiente flexibilidade e com prazos de entrega reduzidos (Ningxuan *et al*, 2016). Para fazer face a esta crescente exigência dos mercados, no sentido de maximizar os níveis de produtividade, cada vez mais empresas apostam na implementação de projetos de produção “*Lean*”.

Os princípios e práticas básicas do *Toyota Production System* (TPS) começaram a ser discutidos desde há já algumas décadas. Sugimori et al. (1977) publicou um dos primeiros artigos científicos acerca deste tema. A metodologia agora conhecida como *Lean Manufacturing* (LM) tem vindo a ser alterada e desenvolvida ao longo dos tempos, partindo de um simples conjunto de boas práticas até se tornar num complexo sistema de negócio “*Lean*” nos dias de hoje (Hines et al., 2004; Womack & Jones, 2003). No início da década de 1990, Womack, Jones & Roos (1990) introduziram o termo “*Lean*” como o novo paradigma de fabricação. Womack & Jones (2003) definem “*Lean*” como “... a forma de fazer mais e mais com menos e menos – menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço – enquanto se aproxima cada vez mais de providenciar aos seus clientes exatamente aquilo que eles querem”. Seguindo este princípio, os processos devem ser desenhados de forma a se aproximarem o mais possível deste pressuposto, fornecendo aos seus clientes aquilo que eles pedem, na quantidade e qualidade requerida e entregue no momento solicitado, minimizando os desperdícios inerentes ao processo produtivo.

De forma a fazer face a estas exigências, a indústria de transformação incorporou vários sistemas de medição para avaliar o desempenho das suas atividades operacionais, definidos como *Sistemas de Medição de Performance* (SMP). O SMP consiste num conjunto de métricas capazes de quantificar a eficiência e a eficácia das operações de transformação (Neely, 1995). No enquadramento de cada SMP, os objetivos estratégicos são determinados primariamente de acordo com as necessidades de sucesso específicas da empresa. Em seguida cada objetivo é suportado por um conjunto detalhado de indicadores que contribuem para alcançar os objetivos estratégicos da empresa. Estes indicadores a que nos referimos são Indicadores Chave de Performance, usualmente conhecidos pela sua designação em Inglês como *Key Performance Indicators* (KPI's). Por outras palavras, os KPI's são definidos como um conjunto de métricas quantificáveis e estratégicas de um SMP que refletem os fatores críticos de sucesso de uma empresa. Uma seleção apropriada e um melhor conhecimento dos KPI's pode ajudar as empresas a atingir o desejado sucesso no negócio. De acordo com os relatórios do *International Standard ISO 22400-1* (2014) e *International Standard ISO 22400-2* (2014), os KPI's têm um papel fundamental no entendimento e na melhoria da performance dos sistemas de produção.

1.1. PROBLEMÁTICA DE INVESTIGAÇÃO

O projeto foi desenvolvido numa empresa do ramo automóvel fornecedora direta Tier1 de sistemas de Travão de Tambor a diversas montadoras de automóveis *Original Equipment Manufacturer* (OEM) e de peças de substituição para o mercado de assistência pós venda. A empresa atua num mercado bastante competitivo onde o conhecimento e a correta gestão dos KPI's se revela fundamental. Na análise efetuada à estrutura dos KPI's da empresa, foram identificados dois indicadores: a Eficiência dos Equipamentos *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) e a *Eficiência da Mão-de-Obra* (EMO), como sendo aqueles que têm um maior impacto na estratégia da empresa, revelando-se o seu conhecimento e melhoria como fatores críticos para o sucesso do negócio.

Foi selecionado como o objeto de estudo o Setor de Produção de Segmentos (calços de travão), por ser aquele que apresenta os níveis mais baixos e com maior variabilidade em termos de performance relativamente à OEE e à EMO e por ser o setor com maior volume de produção e maior número de operadores. As consequências desta baixa performance têm um impacto financeiro muito significativo para a empresa, tanto ao nível dos custos diretos de produção (custo por peça), como ao nível dos custos indiretos derivados da baixa performance dos processos (custos com horas extraordinárias, custos com transportes especiais, custos de não qualidade, custos com manutenção corretiva, custos com stocks excessivos, etc.).

1.2. QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO E OBJETIVOS

Este projeto enquadra-se numa estratégia de implementação do LM na empresa, servindo este documento como um guia prático de implementação das ferramentas “*Lean*” no processo produtivo e como um catalisador para a mudança cultural de toda a empresa.

O objetivo primário deste projeto é dotar a organização do conhecimento das melhores práticas e metodologias de implementação do LM, promover a transformação cultural da empresa inculcando em cada colaborador o “*Pensamento Lean*” e desenvolver o “*Controlo de Gestão*” como forma de manutenção do sistema LM vivo e permanente.

Em termos práticos, irão ser aplicadas as ferramentas de LM no processo produtivo do setor de Segmentos, tendo como principais objetivos a melhoria da produtividade da mão-de-obra e dos equipamentos. A melhoria da eficiência dos equipamentos, refletida através do indicador de seguimento OEE, que permita uma produção sistemática e estável igual ou ligeiramente superior à necessidade dos clientes, proporcionará a redução de custos indiretos tais como: horas extraordinárias, custos de não qualidade, inventário excessivo, manutenção

corretiva e transportes especiais. A padronização dos processos através da identificação e eliminação dos desperdícios irá permitir uma otimização da sua performance que irá promover a redução dos custos diretos de produção. No que diz respeito à mão-de-obra, a implementação do *Trabalho Padronizado, mais conhecido como Standardized Work (SW)*, irá permitir identificar e eliminar o desperdício de mão-de-obra existente fazendo com que sejam minimizadas as tarefas sem valor acrescentado. Estas ações permitirão uma melhoria da EMO através da eliminação de tarefas que não acrescentam valor, que por sua vez se traduzirá em redução do número de operadores no processo produtivo. Em termos quantitativos, o objetivo proposto como melhoria da OEE é de 7,1% relativamente ao valor médio de 62,6% de 2018, a atingir de forma estável em finais de Julho de 2019 valores mínimos de 69,7%. Os objetivos definidos para a OEE têm como base a taxa de ocupação média do setor em função dos volumes previstos para o ano de 2019. Os volumes do pedido dos clientes previstos para o ano de 2019 irão ocupar 69,7% da capacidade instalada, sendo desta forma o OEE mínimo necessário para atender esses pedidos. Relativamente à EMO, cuja média de 2018 se situou em 64,9%, o objetivo é uma melhoria de 12,1% a alcançar em finais de Julho valores mínimos de 77,0%. No que diz respeito à quantidade de operadores no setor, prevê-se que se reduzam 6 dos atuais 56 operadores. Esta redução será faseada ao longo dos meses, prevendo-se reduzir para 54 operadores em final de Março, para os 52 em finais de Abril e para os 50 operadores em finais de Julho. Esta redução de mão-de-obra e correspondente aumento da EMO está baseada numa análise de potencial de melhoria que foi realizada tendo com base em workshops de 8 desperdícios.

1.3. METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO

A metodologia de implementação do LM na empresa teve uma fase preparatória onde foi efetuado um alinhamento da estrutura organizacional relativamente aos recursos a alocar e à planificação das atividades a desenvolver ao longo do projeto.

Decorrente do alinhamento organizacional, o setor dos Segmentos foi definido como objeto de estudo e área de implementação do projeto. A escolha deste setor baseou-se na baixa performance operacional, refletida ao nível da OEE e EMO. Elaborou-se um Plano de Projeto onde foram definidas as fases de implementação. A primeira fase centrou-se na recolha de dados relativos à produtividade do setor. Foram compilados os dados da OEE e EMO referentes a 2018. Com base nos resultados do histórico destes dois indicadores foi definido um plano de atividades para implementação das ferramentas LM no chão de fábrica. Para cada uma das ferramentas de LM foi efetuada uma investigação das melhores práticas e elaborado o método para a sua implementação. Os objetivos foram definidos em função das encomendas previsionais do cliente para o ano de 2019. Uma vez que apenas com treino, rigor e disciplina na aplicação das boas práticas de LM se consegue que os resultados esperados sejam atingidos e melhorados, apresentou-se uma metodologia de controlo de gestão de forma a garantir o cumprimento das boas práticas e por consequência manter os indicadores de performance dentro do esperado.

A abordagem de melhoria da produtividade do setor dos segmentos, refletida através dos seus KPI's: OEE e EMO passa fundamentalmente pela aplicação de ferramentas LM. A implementação das ferramentas de LM foi planificada através de um plano de ações onde foram definidos os responsáveis e os prazos de execução de cada uma das ações (ver Anexo 1).

O *Value Stream Mapping* (VSM) foi a ferramenta de LM escolhida para servir de base estrutural a este projeto de melhoria, onde se evidencia o estado inicial dos processos e todas as suas ineficiências, e onde se aplicaram todas as ações de melhoria necessárias à obtenção dos resultados esperados (ver Anexo 4). De forma a estruturar a elaboração do VSM foram criados dois documentos, Anexo 2 e Anexo 3, que servem como guias para a compreensão e elaboração do VSM. O Anexo 2 apresenta os cinco princípios LM enquadrando-os em 4 Fases distintas que correspondem diretamente a cada um dos primeiros 4 princípios LM. O Anexo 3 apresenta uma lista para a elaboração do VSM com a informação que necessita ser recolhida e tratada de forma a descrever os processos para que se tenha o

conhecimento dos mesmos com base nos princípios LM. Relativamente a este projeto não será necessário recolher toda a informação que consta da lista de verificação, não será necessário recolher a informação referente à receção de componentes e à expedição de produto acabado, uma vez que o VSM que estamos a elaborar refere-se a um processo de produção de componentes intermédios que serão aglomerados em Travões de Tambor que são os componentes finais. De qualquer forma esta lista de verificação serve para a elaboração do VSM completo, desde o fornecedor até ao cliente final. Ao longo das duas primeiras fases de elaboração do VSM, Fase 1 e Fase 2, serão utilizadas outras ferramentas LM que irão promover a eliminação de desperdícios e a melhoria da performance dos processos. O Anexo 5 apresenta o *Value Stream Design* (VSD), onde apresentamos uma projeção de como desejamos que os processos estejam após a implementação de todas as ações planeadas.

Como ferramenta base do LM serão desenvolvidas atividades 5S para melhorar a arrumação e organização dos postos de trabalho promovendo desta forma a eficiência de todas as atividades produtivas. O 5S é uma estrutura básica de organização do local de trabalho que tem como foco Selecionar (o que é necessário ou não ter no local), Organizar, Limpar, Padronizar e Disciplinar para sustentar o padrão definido (Sangode, 2018).

A recolha e tratamento de dados referentes à OEE permitiu identificar quais os fatores (disponibilidade, performance ou qualidade) mais penalizadores para cada um dos processos e permitirá identificar o pareto com o Top 3 dos problemas. A cada um do Top 3 dos problemas será aplicada a metodologia de resolução de problemas, *Folha de Resolução de Problemas* (FRP), onde através de reuniões bissemanais com uma equipa multidisciplinar serão analisados os problemas e definidas as ações corretivas que permitirão de uma forma sistemática melhorar a OEE dos processos produtivos. Os solucionadores de problemas são um recurso muito importante em qualquer organização. Estas são as pessoas que são capazes de identificar e remover de forma criativa as barreiras que impedem a organização de cumprir a sua missão. Todo o pessoal deve entender que parte do seu trabalho

é resolver problemas, isto é, identificar e superar barreiras para melhorias (Zarghami & Benbow, 2017).

O conhecimento do trabalho humano revela-se de uma importância vital para a competitividade das organizações pois este representa, na maioria dos setores produtivos, a maior parcela dos custos de fabrico. O SW é definido como um conjunto de procedimentos que estabelecem os melhores métodos e sequência de cada processo e de cada operador (The Productivity Press Development Team, 2002). O SW visa minimizar o desperdício e maximizar a performance do conteúdo de trabalho e das tarefas de cada operador (Pereira et al., 2016). A implementação do SW será efetuada de uma forma progressiva em todos os postos de trabalho, de acordo com o plano definido. A prioridade para a implementação do SW será em função dos ganhos potenciais, diretamente relacionados com o ganho da eliminação do desperdício percebido.

As empresas transformadoras onde os processos são efetuados através de maquinaria, que em função da diversidade dos produtos produzidos, necessitam de efetuar mudanças de ferramenta frequentes que se revelam enormemente penalizadoras na performance do processo produtivo, carecem de um conhecimento aprofundado e correta aplicação de *Single-Minute Exchange of Dies* (SMED). O SMED enquadra-se na filosofia LM e o seu objetivo é reduzir o desperdício no processo de mudança de ferramentas e standardizá-lo (Lozano et al., 2017). Atualmente o conhecimento e a aplicação do SMED na mudança de ferramentas no setor dos segmentos está longe de ser o desejável pelo que se irão desenvolver diversas workshops SMED, de acordo com o plano definido e dando prioridade à Soldadura.

Embora durante esta fase do projeto de melhoria o foco não seja a implementação do *Total Productive Maintenance* (TPM), irão ser abordadas algumas questões relacionadas com a manutenção e sua repercussão na performance dos equipamentos com reflexos diretos na OEE. Durante a fase de resolução de problemas irão se identificar algumas causas dos problemas que estão relacionados com a manutenção e irão ser definidas ações que estão em linha com o TPM. O TPM pode ser definido como uma abordagem para alcançar uma rápida

melhoria dos processos de fabricação, envolvendo e capacitando os funcionários relacionados à produção e introduzindo um processo contínuo de melhoria da qualidade (Nakajima, 1988).

Após a implementação das melhorias durante a Fase 1 e Fase 2, passa-se o foco para a otimização e padronização dos Fluxos, Fase 3 do processo de melhoria e posteriormente na Fase 4 com a implementação do *Pull System* (PS). A produção “*Pull*” é um dos princípios fundamentais do LM (Karlsson & Alstrom, 1996). Um sistema PS, em termos simples, significa que ninguém a montante deve produzir um bem ou serviço até que o cliente a jusante o peça (Womack & Jones, 1996).

Com os processos melhorados, padronizados e estabilizados existe a necessidade de efetuar um controlo rigoroso sobre os KPI’s de processo e sobre o cumprimento regular dos padrões para que a performance dos mesmos seja sistemática e efetiva. É neste ponto que entra o “Controlo de Gestão” efetuada de cima para baixo ao longo da cadeia hierárquica, funcionando como um garante diário do cumprimento dos objetivos através do controlo dos KPI’s e fazendo o “*coaching*” necessário ao desenvolvimento dos recursos humanos e a um melhor conhecimento comum dos processos.

1.4. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

A metodologia de investigação aplicada neste projeto foi o Estudo de Caso (EC). O estudo de caso é adequado a investigações que procuram saber e compreender um fenómeno ou evento social. É uma estratégia comum em investigações em diversas áreas como a psicologia, sociologia, ciência política, gestão e negócios (Yin, 2018) como é o caso do presente trabalho.

Yin (2018) refere 3 condições para o definir qual o método a usar numa investigação: i) tipo de pergunta de investigação; ii) o controlo do investigador sobre os eventos a investigar; iii) grau de foco em eventos contemporâneos em vez de eventos históricos. Para o emprego do método do estudo de caso (EC) as situações para cada condição são as seguintes: a pergunta de investigação tem a forma de

“como” ou “porquê”; o investigador não tem qualquer controlo sobre o evento a investigar e foca-se em eventos contemporâneos (Yin, 2018). A presente investigação tenta compreender o como e porquê de um evento contemporâneo que não é manipulado pelo investigador.

Com o recurso ao método do EC o objetivo é compreender a totalidade da situação, isto é, identificar e analisar a complexidade das várias dimensões para, por fim, construir uma teoria que consiga explicar a situação investigada e prever situações semelhantes no futuro. O EC tem uma componente de investigação empírica num contexto real, ou seja, naturalista com pouco controlo do investigador (Martins, 2006).

Na realização de um EC é necessário ter algumas considerações em mente, Yin (2018) refere-se a 3 princípios fundamentais para a realização de um EC e menciona alguns critérios a serem cumpridos de forma a assegurar a qualidade da investigação.

- O 1º princípio refere-se ao recurso de várias fontes de dados. Quando é mencionado o recurso a várias fontes é recorrente abordar a triangulação de dados, pois é esta que dá força à evidência. A triangulação é conseguida quando um facto é suportado por diferentes fontes de evidências (Yin, 2018).
- O 2º princípio é a criação de uma base de dados. As bases de dados de um EC podem ser compostas por registos em diferentes formatos, podem ser notas do investigador, papel ou formato digital, documentos, tabelas, relatos e outros tipos de registos. Devem estar organizados e acessíveis para, se necessário, serem consultados por outros investigadores ou mesmo por outros leitores (Yin, 2018).
- O 3º princípio instrui ao investigador para manter uma cadeia de evidências. O intuito deste princípio de auxiliar e apresentar de forma coerente ao leitor que evidências levaram às conclusões e vice-versa (Yin, 2018).

Quanto aos critérios de qualidade Yin (2018) menciona que para testar a lógica representadas nas afirmações feitas pelo investigador, recorre-se a 4 testes: i) construção de validade que significa a identificação de medidas apropriadas ao que

está a ser investigado; ii) validade interna que estabelece as relações de casualidade; iii) validade externa que define o domínio no qual os achados podem ser generalizados; iv) a confiabilidade que demonstra se a mesma investigação for repetida por outro investigador independente o resultado será semelhante.

Os EC podem ser classificados de diferentes formas: pelo número de casos que pode ser um único caso ou múltiplos; pelas unidades de análise, podendo ser holístico ou imbricado; pela natureza da pesquisa, podendo ser descritivo, exploratório ou explicativo (Yin, 2018).

1.5. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA/DESAFIO

O trabalho apresentado foi desenvolvido numa multinacional do ramo automóvel que produz Travões de Tambor para o segmento de carros utilitários e componentes de travão para o mercado pós-venda.

A fábrica de Abrantes começou a ser construída em 1981 e começou a laborar em 1982 sobe a designação de Bendix Portuguesa. Em 1984 atingiu 1 milhão de travões produzidos e iniciou a produção para o grupo PSA.

A Align Signal Automotive Portugal adquiriu a fábrica em 1993 e efetuou uma ampliação da unidade fabril. Em 1995 deu-se início à maquinação de cilindros de roda na unidade de Abrantes.

No ano de 1996 a fábrica foi adquirida pelo grupo Bosch e em 1997 foi certificada pelas normas ISO9002, QS9000 e VDA tendo atingido os 30 milhões de travões produzidos em 1999. Em 2000 a fábrica foi homologada pela Toyota e iniciou as entregas à marca Japonesa. As certificações ISO-TS 16949 e ISO 14001 foram alcançadas em 2003 bem como as primeiras entregas à Fiat. No ano de 2005 iniciou-se a produção para a Suzuki e para a TPCA, sendo no ano de 2007 atingido um total de 45 milhões de travões e em 2009 iniciou-se a produção de cilindros de roda em alumínio.

Corria o ano de 2012 quando foram atingidos os 60 milhões de travões produzidos, coincidindo com o 30 aniversário da fábrica de Abrantes, e ano em que a KPS Capital Partners, grupo financeiro Americano com sede em Nova Yorke, efetuou a aquisição global do negócio de Foundation Brakes ao grupo Bosch, passando a empresa a designar-se como Chassis Brakes International.

Em meados do mês de Junho deste ano o grupo Hitachi Automotive Systems adquiriu a totalidade da CBI com o objetivo de diversificar o seu portfólio de componentes para sistemas integrados de travagem e para lhe permitir a penetração em mercados onde não tinha presença significativa, tal como o mercado Europeu, onde a CBI tem uma forte presença. Atualmente a empresa encontra-se numa fase de transição organizacional para ser englobada no grupo Hitachi.

A fábrica está localizada num terreno com uma área total de 50.000 m² onde se encontra edificada uma nave industrial com cerca de 10.500 m². Na Figura 1 pode ver-se uma fotografia da fachada da CBI Abrantes.



Figura 1. Fotografias edifício da CBI Abrantes

A fábrica de Abrantes conta com cerca de 270 colaboradores e o volume de vendas efetuado em 2018 atingiu cerca de 59,77 Milhões de Euros. Pode analisar-se na Figura 2 a evolução do volume de vendas e o número de colaboradores entre os anos de 2010 e 2018.

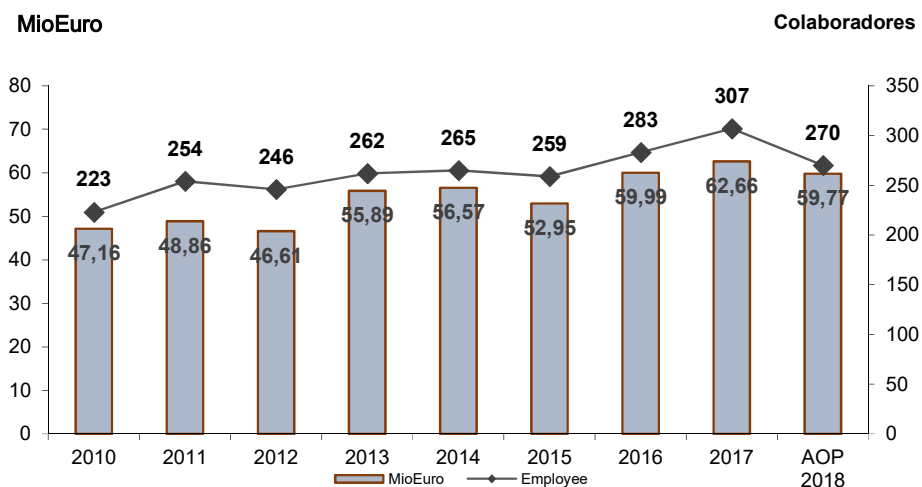


Figura 2. Evolução do volume de vendas e número de colaboradores

Os principais clientes são a PSA (Caen e Trnava) com cerca de 35% da produção, a TPCA (Republica Checa) com cerca de 12% e a Renault/Dacia (França, Marrocos, Turquia, Rússia, Espanha e Roménia) com cerca de 53% da produção. Na Figura 3 pode ver-se no mapa europeu a localização dos principais clientes da CBI Abrantes.



Figura 3. Localização dos principais clientes da CBI Abrantes

A fábrica está organizada em 5 setores produtivos. O setor de prensas onde são estampados cerca de 10.000 pratos por dia, cortados cerca de 200.000 componentes por dia e dobradas cerca de 25.000 alavancas por dia.

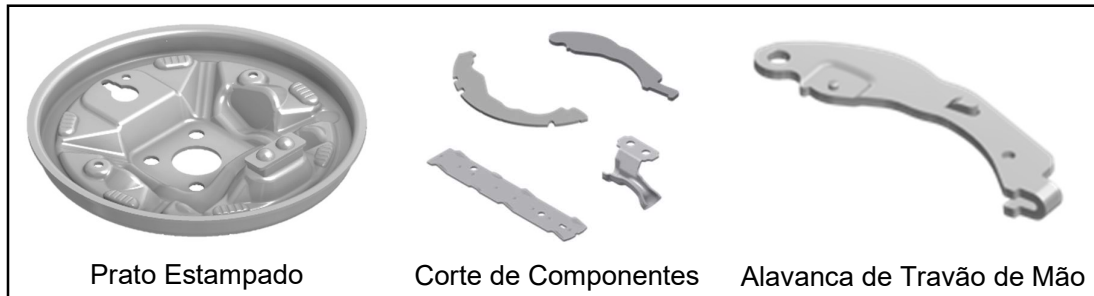


Figura 4. Produtos do corte e estampagem – Prensas

O setor dos segmentos onde são soldados e colados os chamados calços de travão, onde são produzidos cerca de 49.500 segmentos por dia.



Figura 5. Produtos de soldadura e colagem – Segmentos

O setor de maquinação de bielas onde são maquinadas cerca de 34.000 bielas por dia.

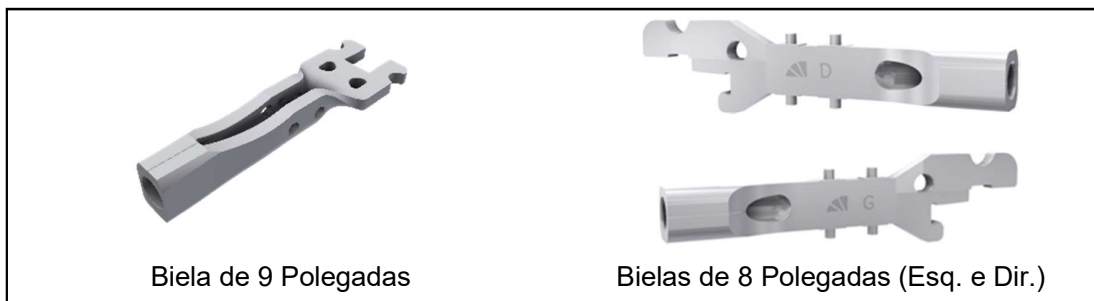


Figura 6. Produto de maquinação de bielas – Bielas

O setor de maquinação e montagem de cilindros de roda em alumínio onde são produzidos cerca de 14.000 cilindros de roda.



Figura 7. Produto de maquinação e montagem – Cilindro de Roda

O setor de montagem de travões de tambor onde são montados cerca de 16.000 travões em duas linhas de montagem automatizadas. Na Figura 8 pode observar-se um travão de tambor, produto final enviado aos clientes, produzido na CBI Abrantes.



Figura 8. Produto de Montagem de Travão de Tambor – Montagem

O problema alvo deste projeto é a baixa produtividade da mão-de-obra (EMO) e dos equipamentos (OEE) no setor de produção de segmentos. A cultura organizacional da empresa e o baixo nível de conhecimento das ferramentas de Lean Manufacturing são também um problema.

O desafio na implementação deste projeto centra-se fundamentalmente na melhoria da performance do processo produtivo de segmentos através da implementação das ferramentas de Lean Manufacturing. O baixo nível de eficiência dos equipamentos e da mão-de-obra no setor de segmentos tem um enorme impacto no desempenho operacional da empresa, não correspondendo às exigências competitivas do mercado automóvel. O sucesso deste projeto não se concentra apenas na identificação dos desperdícios e correspondente aplicação das ferramentas LM para os eliminar, mas depende fundamentalmente de uma mudança cultural da organização de forma transversal.

1.6. ESTRUTURA DO PROJETO

O documento está organizado em quatro capítulos acrescido da bibliografia e anexos.

O primeiro capítulo é a introdução. Na introdução é apresentada a problemática de investigação, questões de investigação e objetivos, metodologia da investigação, metodologia de investigação, a definição do problema/desafio, a apresentação da empresa e a estrutura do projeto.

O segundo capítulo é a revisão da literatura. Na revisão de literatura é apresentada uma descrição pormenorizada dos conceitos de Lean Manufacturing e Melhoria Continua. Neste capítulo são apresentadas as ferramentas de LM e a metodologia para a sua implementação. Na parte final deste capítulo abordamos o controlo de gestão e como forma de controlo e monitorização dos processos e respetivos indicadores.

O terceiro capítulo é o estudo de caso, tendo como foco a melhoria da produtividade da produção de segmentos (mais comumente conhecidos como calços de travão de tambor). Neste capítulo é apresentado o produto e o processo em estudo, é identificado o grupo de trabalho e apresentada a aplicação prática das ferramentas LM. Como ponto de partida deste projeto, foi analisado o histórico dos indicadores de performance dos processos relativos ao ano de 2018. Os principais indicadores

analisados são a OEE e a EMO, no entanto para cada uma das ferramentas de LM implementadas são apresentados indicadores e respetiva comparação entre o estado inicial e final. Para cada uma das ferramentas LM é apresentada a metodologia de implementação e respetivos resultados. Como ferramenta de manutenção da aplicação das melhores práticas e estratégia de monitorização dos processos através de indicadores de baixo nível, apresentamos uma metodologia de implementação de controlo de gestão.

No quarto capítulo são descritas as conclusões finais do projeto, bem como as suas limitações e algumas diretrizes para trabalho futuro.

No final do documento é apresentada a bibliografia e os documentos anexos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Em função do problema/desafio identificado para o desenvolvimento deste projeto, decidiu-se que a forma mais assertiva de obter o sucesso na melhoria da produtividade da mão-de-obra e dos equipamentos do setor dos segmentos seria a aplicação das ferramentas de *Lean Manufacturing* de forma integrada. Neste âmbito, foi aplicado do VSM de forma a efetuar uma análise abrangente da performance global do processo produtivo no seu estado inicial e que posteriormente se pode-se comparar com um estado final. Efetuou-se uma recolha e análise de dados dos indicadores EMO e OEE, que serviram de base na definição da estratégia de melhoria.

O projeto de melhoria focou-se na implementação das ferramentas LM de forma sequencial, iniciando-se pelo 5S que é a base essencial da eficiência de um processo. Posteriormente seguiu-se a implementação das outras ferramentas: Trabalho Padronizado, Resolução de Problemas, SMED, TPM e Sistema Pull.

Como objetivo futuro, efetuou-se uma abordagem conceptual de um modelo de controlo de gestão.

2.1. LEAN MANUFACTURING E MELHORIA CONTINUA

A sustentabilidade das empresas nos mercados é determinada através do lucro que estas conseguem gerar. Desta forma, face à elevada concorrência dos mercados, as empresas têm de atuar ao nível dos custos de produção eliminando os desperdícios presentes ao longo de toda a cadeia de abastecimento. Segundo

Courtois et al. (2016), o LM assenta em duas premissas: na redução dos desperdícios ao longo da cadeia de abastecimento e na exploração de toda a capacidade das pessoas dentro das organizações.

Segundo Womack (2002), Henry Ford foi a primeira pessoa a integrar verdadeiramente um processo produtivo, através de fluxos e trabalho padronizado, onde alcançou grandes avanços em termos de produtividade. Contudo o sistema Ford tinha o problema de incapacidade de oferecer variabilidade. No final da Segunda Guerra Mundial, em consequência da escassez de recursos e da competição vivida no Japão, o TPS foi desenvolvido na indústria automóvel pelo executivo da Toyota, Taiichi Ohno. Ao contrário da produção em massa de Henry Ford, esse sistema concentrava-se principalmente na qualidade e diversidade dos produtos. No início da década de 1990, Womack, Jones & Roos (1990) introduziram o termo “Lean” como o novo paradigma de fabricação. Womak & Jones (2003) definem “Lean” como “... a forma de fazer mais e mais com menos e menos – menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço – enquanto se aproxima cada vez mais de providenciar aos seus clientes exatamente aquilo que eles querem”. Técnicas como produção o “Just-In-Time” (JIT), tamanhos de lote pequenos e troca rápida de ferramentas foram usadas para reduzir os custos de produção. O TPS tornou-se a base de uma filosofia de gestão chamada produção enxuta, cujo objetivo principal é a maximização de valor para o cliente através da eliminação de desperdícios de produção (Krafcik, 1988).

Womack et al. (1996) escrevem: “*Muda. É uma palavra, do Japonês, que deve mesmo conhecer*”. A palavra significa desperdício e, já em 1920, Henry Ford se mostrava preocupado com isto, chegando mesmo a abordar o assunto com pormenor na sua obra “*Today and Tomorrow*”, o qual foi estudado pelos colaboradores da Toyota mais tarde (Suzaki, 2010). Muda, a palavra japonesa para desperdício, está relacionada a toda atividade que não acrescenta valor a um produto. Consome tempo e recursos e, portanto, torna o produto mais caro (Chen et al., 2010). Em ambiente industrial, existem três tipos de atividades: a que acrescenta valor ao produto final que naturalmente deve ser mantida, a que não acrescenta valor mas inevitável (tipo um muda) que deve ser analisada e sempre

que possível reduzida, e a que não acrescenta valor evitável (tipo dois muda) que deve ser eliminado (Womack & Jones, 2003). A linha temporal entre o pedido do cliente e a entrega do produto deve ser estudada e os desperdícios devem ser eliminados para reduzir a sua duração. Os sete desperdícios comuns em ambiente industrial, que foram originalmente identificados por Ohno (1988), estão brevemente descritos abaixo:

- 1) **Defeitos** - Problemas de qualidade que muitas vezes podem resultar em reclamações de clientes ou serem previamente detetados por equipas de inspeção ou manutenção. Esses problemas normalmente estão relacionados à falta de procedimentos padronizados e sistemas de controlo de qualidade, ou à falha humana, e têm um impacto negativo nos custos de produção e na produtividade;
- 2) **Inventário** - O excedente de inventário geralmente deriva da existência de gargalos de produção, mudanças de ferramenta demoradas ou processos desequilibrados. Como consequência, maiores áreas de armazenamento e mais operações de manipulação são necessárias;
- 3) **Movimento** - Movimento dos trabalhadores que não acrescenta valor ao produto. Isso está frequentemente relacionado à colocação de ferramentas e componentes dentro da estação de trabalho ou a aspetos ergonómicos que exigem maiores esforços dos trabalhadores do que deveriam;
- 4) **Sobre processamento** - Qualquer operação ou processo que não acrescenta valor à empresa pode ser considerado um desperdício de produção e pode potencialmente aumentar a incidência de defeitos nos produtos;
- 5) **Sobreprodução** - Produção de mais quantidade do que o exigido pelo cliente. Como consequência, os recursos são usados sem retorno financeiro, aumento de inventário e necessário espaço de

armazenamento e o planeamento de produção torna-se menos flexível;

6) Transporte - A movimentação de produtos e materiais dentro de uma fábrica requer sistemas de transporte que podem ser caros, precisam de manutenção, aumentam o lead time e às vezes danificam as peças;

7) Períodos de espera - Tempo perdido à espera de pessoas, materiais ou equipamentos. Isso pode acontecer devido a obstruções de fluxo, problemas no layout das estações de trabalho, atrasos na entrega de componentes ou falta de processos de produção equilibrados.

Mais recente Liker & Meier (2006) consideraram como importante um desperdício a acrescentar a esta lista:

8) Talento - O desperdício de potencial humano pode levar à perda de oportunidades de melhoria, considerando que a filosofia LM defende que cada indivíduo é um pensador e pode contribuir com resultados positivos.

Para comprovar a importância de aproveitar a capacidade do capital humano nas empresas, sabe-se que as empresas “*Lean*” promovem a intervenção e criatividade das pessoas, utilizando a capacidade da mente e vontade, tanto dos gestores como dos colaboradores e que, dessa forma, beneficiam em melhorias na eficiência e no desempenho. O “*Lean thinking*” apesar de exigir a aplicação de um conjunto de métodos e práticas em toda a organização e, posteriormente, em toda a cadeia de abastecimento, acaba também por revolucionar o comportamento e pensamento da organização, instalando uma mudança de cultura capaz de transformar.

Segundo Liker (2004), para além do desperdício ou “*Muda*” existem mais dois *M*'s. “*Mura*” que significa desequilíbrio ou variabilidade de carga e “*Muri*” que significa sobrecarga dos recursos. No exemplo apresentado na Figura 9, pode-se ter uma fácil perceção do significado de cada um dos 3 *M*'s.

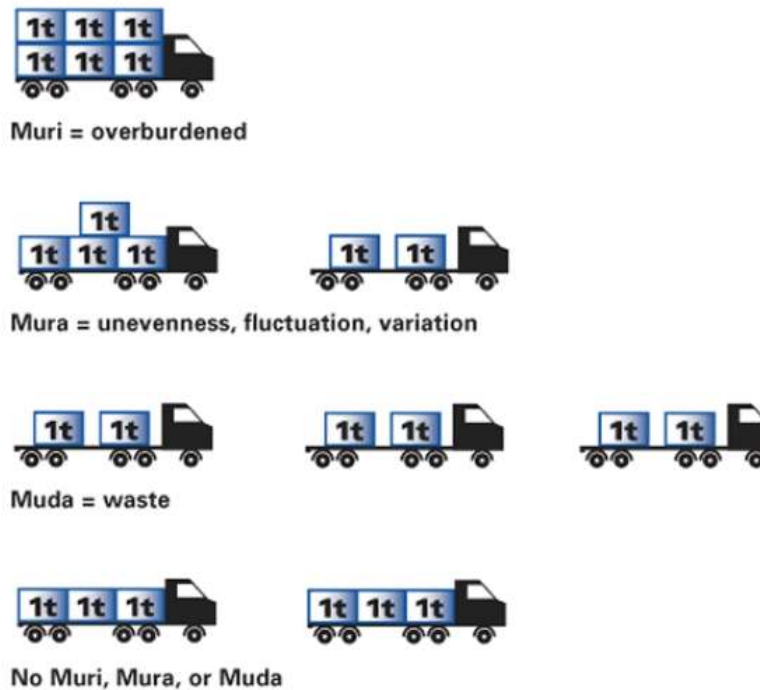


Figura 9. Exemplo de Muri, Mura e Muda

A implementação do LM exige constante desenvolvimento e aprimoramento das suas práticas (Marodin & Tarcisio, 2013). Isto levou ao desenvolvimento da melhoria contínua, uma cultura que surgiu simultaneamente no Japão, no que diz respeito à eliminação de resíduos e redução de custos (Imai, 1997). Kaizen, como é conhecido, é uma abordagem sistemática que se concentra nas necessidades do cliente. É orientado ao processo e incentiva a participação e pro-atividade de cada indivíduo (Glover et al., 2011). A implementação do LM é um processo complexo que abrange todos os níveis de hierarquia de uma organização e diversos aspectos de como esta funciona. Leung (2002) afirmou que as métricas de desempenho da produção, como qualidade, custo, eficiência e flexibilidade são a primeira área de decisão para implementar uma estratégia LM. A segunda área da estratégia LM é a escolha da correta estratégia LM a implementar. Diferentes áreas da indústria não têm o mesmo nível de implementação da estratégia nem a mesma estratégia a seguir. Além disso, muitas vezes não é fácil selecionar uma estratégia adequada para abordar os problemas de uma empresa (Wan & Chen, 2008). Dependendo do enquadramento social, cultural ou financeiro de uma organização o tipo de

abordagem estratégica de LM deverá ser adequado a essa realidade. O interesse atual da pesquisa acerca da escolha da estratégia LM adequada para cada empresa, centra-se na adoção de várias “Melhores Práticas” ou técnicas avançadas de LM que melhor potencializem a performance dos seus processos. Pavnaskar et al. (2003) e Zakuan & Saman (2009) afirmaram que empresas aplicaram mal as estratégias LM durante a conversão para organizações LM. A incorreta aplicação de estratégias LM aumenta as ineficiências dos recursos de uma organização e reduz a confiança dos seus funcionários no LM (Marvel & Standridge, 2009). Portanto, aplicar a estratégia apropriada no momento apropriado para a empresa apropriada e com os propósitos corretos é muito importante.

2.1.1. VALUE STREAM MAPPING

O VSM é uma ferramenta poderosa que permite a visualização e compreensão do fluxo de material e informação através do fluxo de valor. Ele é usado para fornecer uma visão global das atividades envolvidas no processo de produção e, assim, permite a identificação de fontes de desperdícios. Custos de produção mais baixos, tempo de resposta mais rápido para o cliente e maior qualidade dos produtos são, portanto, resultados esperados quando se aplica o VSM a um processo de produção (Pavnaskar et al., 2003; Jones & Womack, 2002; Rother & Shook, 2003). A participação de elementos dos principais departamentos é necessária para obter informações essenciais sobre os processos de produção. Após o mapeamento do estado atual usando símbolos VSM e identificando os desperdícios do processo, o mapeamento do "estado futuro" desejado pode ser preparado juntamente com a definição de um plano de ação para alcançá-lo. Há um foco no valor representado por cada atividade, nos tempos de processo e nos aspectos financeiros, os quais são determinantes para o processo de decisão (Chen et al., 2010; Pavnaskar et al., 2003; Jones & Womack, 2002). A Figura 10 ilustra as fases de implementação do VSM baseado nos cinco princípios LM.

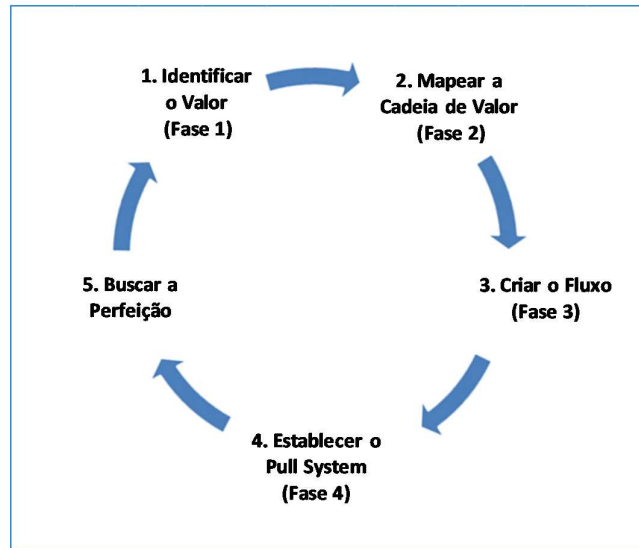


Figura 10. Fases de implementação do VSM

Os cinco princípios de LM em que se baseia a construção do VSM podem ser descritos da seguinte forma:

- 1) Identificar o Valor** - O valor pode ser descrito como a capacidade de fornecer produtos ou serviços no momento certo e com o preço apropriado, a fim de satisfazer as necessidades do cliente (Lacerda, Xambre & Alvelos, 2016). O valor é sempre definido pelas necessidades do cliente por um produto específico. Por exemplo, qual é a linha temporal para produzir e entregar? Qual é o preço? Quais são os outros requisitos ou expectativas importantes que devem ser atendidos? Esta informação é vital para definir valor;
- 2) Mapear o Fluxo de Valor** - consiste em todas as ações específicas necessárias para desenvolver e fabricar um produto ou entregar um serviço (Lacerda, Xambre & Alvelos, 2016). Uma vez que o valor (meta final) tenha sido determinado, o próximo passo é mapear o “fluxo de valor”, ou todas as etapas e processos envolvidos na tomada de um produto específico a partir de matérias-primas e entrega do produto final ao cliente. O mapeamento do fluxo de valor é uma experiência simples, mas reveladora, que identifica todas as ações que levam um produto ou serviço por meio de qualquer processo.

Esse processo pode ser em design, produção, compras, RH, administração, entrega ou atendimento ao cliente. A ideia é desenhar, em uma página, um "mapa" do fluxo de material / produto através do processo. O objetivo é identificar cada passo que não cria valor e, em seguida, encontrar maneiras de eliminar essas etapas desnecessárias. O mapeamento do fluxo de valor é, às vezes, chamado de reengenharia de processo. Em última análise, este exercício também resulta em uma melhor compreensão de toda a operação comercial.

- 3) **Fluxo** - uma vez que o valor está definido, o fluxo de valor para um determinado produto mapeado e os resíduos eliminados, os produtos devem fluir entre as etapas restantes do fluxo de valor (Lacerda, Xambre & Alvelos, 2016). Depois que o "Desperdício" tiver sido removido do fluxo de valor, a próxima etapa é garantir que as etapas restantes fluam suavemente sem interrupções, atrasos ou gargalos. *"Faça com que as etapas de criação de valor ocorram em sequência para que o produto ou serviço flua suavemente em direção ao cliente";*
- 4) **Pull** - significa permitir que os clientes puxem o produto de acordo com suas necessidades, em vez de empurrar produtos indesejados para os clientes (Lacerda, Xambre & Alvelos, 2016). Com fluxo melhorado, o Lead Time (ou tempo até o cliente) pode ser drasticamente melhorado. Isso facilita muito a entrega de produtos conforme necessário, como na fabricação ou entrega *"Just In Time"* (JIT). Isso significa que o cliente pode "puxar" o produto ao longo dos processos conforme necessário (geralmente em dias ou semanas, em vez de meses). Como resultado, os produtos não precisam ser produzidos com antecedência ou os materiais estocados, criando um inventário caro que precisa ser gerido, economizando dinheiro tanto para o fabricante como para o cliente.
- 5) **Perfeição** - diz-nos que não há fim para o processo de redução de desperdícios enquanto melhoramos o produto oferecido ao cliente

(Womack & Jones, 2003; Hines, Holwe & Rich, 2004; Bhasin & Burcher, 2006). Realizar os passos de 1 a 4 é um ótimo começo, mas o quinto passo é talvez o mais importante: tornar o pensamento LM e a melhoria continua parte da cultura corporativa. É importante lembrar que o LM não é um sistema estático e requer esforço e vigilância constantes para aperfeiçoar. Todos funcionários devem estar envolvidos na implementação do LM. Especialistas em LM costumam dizer que um processo não é verdadeiramente LM até que tenha passado pelo VSM pelo menos meia dúzia de vezes.

As métricas LM são muito importantes ao analisar o fluxo de valor e na tomada de decisão relativamente a um sistema de produção. O uso dessas métricas no VSM é essencial para identificar e eliminar atividades sem valor acrescentado (Rother & Shook, 2003). Estudos recentes e literatura relevante sugerem o uso de métricas LM como *Lead Time* (LT), *Tempo de Ciclo* (TC) e *Takt Time* (TT) ao aplicar a ferramenta VSM (Rother & Shook, 2003; Seth & Gupta, 2005; Abdulmalek & Rajgopal, 2007; Duggan, 2013). No trabalho a apresentar, para além destas métricas, vamos utilizar a *Capacidade Instalada* (Cap), o *Pedido Cliente* (PC), a *Taxa de Ocupação* (% Oc), o *Número de Operadores* (NOP), o *Tempo de Abertura* (TA), o *Número de Turnos* (NT), o OEE e o *Tempo de Mudança de Ferramenta* (TMF). A EMO não é apresentada processo a processo, sendo apresentado apenas o resultado global dos Segmentos com os valores parciais da soldadura e da colagem.

O LT é o tempo que um produto demora a percorrer o seu fluxo ao longo da cadeia de valor ou processo, desde o início até ao fim (Rother & Shook, 2003).

O TC é definido pelo período de tempo entre as repetições da mesma tarefa. É, portanto, o tempo gasto por todas as operações da estação / operador mais lento do processo (Rother & Shook, 2003).

O TT é a frequência a que um produto deve ser produzido para atender o PC. Esta métrica é usada para sincronizar a produção com a cadência das vendas (Rother & Shook, 2003). O TT pode ser calculado utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Takt Time (TT)} = \frac{\text{Tempo de Abertura (TA)}}{\text{Pedido Cliente (PC)}} \quad (1)$$

A capacidade instalada num determinado processo, Cap, corresponde à quantidade máxima que se conseguirá produzir durante o período de tempo correspondente ao TA do processo com um determinado TC. Poderá ser expresso em peças por dia, turno ou hora.

$$\text{Capacidade (Cap)} = \frac{\text{Tempo de Abertura (TA)}}{\text{Tempo de Ciclo (TC)}} \quad (2)$$

O PC é a quantidade requerida pelo cliente de todos os produtos a produzir num determinado processo. O pedido do cliente poderá ser expresso como PC mensal, semanal ou diário. Este indicador é calculado para cada processo em função dos valores enviados através de sinal informático *Electronic Data Interchange* (EDI) pelo cliente.

A % Oc corresponde à carga de trabalho alocada a um determinado processo considerando a sua Cap e o PC. A percentagem de ocupação nunca poderá exceder o OEE do processo, caso contrário terão de ser tomadas ações corretivas. No caso de a % Oc exceder o OEE, duas decisões devem ser tomadas: recorrer a trabalho extraordinário e melhoria da performance do processo. O recurso a trabalho extraordinário deverá ser apenas uma medida temporária, devendo trabalhar-se efetivamente na melhoria do processo para elevar a OEE a valores superiores à % Oc. Este indicador é expresso em percentagem.

$$\% \text{ Ocupação (\% Oc)} = \frac{\text{Pedido Cliente (PC)}}{\text{Capacidade (Cap)}} \quad (3)$$

O NOP é calculado tendo por base o *Tempo de Mão-de-Obra* (TMO) por peça, o PC e o TA.

$$\text{Numero Operadores (NOP)} = \frac{\text{Tempo de Mão de Obra (TMO)} \times \text{Pedido Cliente (PC)}}{\text{Tempo de Abertura (TA)}} \quad (4)$$

A eficiência dos equipamentos, OEE, tem influência no número de operadores necessário para o funcionamento do processo na medida em que quanto menor for a OEE maior será o TA necessário para produzir o mesmo PC, e como tal mais horas de mão-de-obra serão necessárias. Por norma existe uma relação próxima

entre o resultado da OEE e da EMO, principalmente quando a mão-de-obra está alocada a um só processo que tem uma baixa eficiência dos equipamentos, sendo também neste caso a eficiência da mão-de-obra tendencialmente baixa.

O TA corresponde ao tempo disponível para produzir, não considerando as paragens planeadas. Poderá ser expresso em minutos por turno ou dia.

O NT diz respeito ao número de turnos necessários para produzir a quantidade pedida pelo cliente. Poderá ser calculado o número de turnos necessários a laborar por semana ou por dia. Normalmente tenta-se balancear a produção para efetuar turnos de produção completos para cada processo, no entanto como cada vez mais os pedidos do cliente são variáveis, quanto maior for a flexibilidade dos processos que permita a deslocação da mão-de-obra para onde a carga de trabalho é necessária tanto melhor para a redução de desperdícios. Desta forma a mão-de-obra é alocada aos processos em função da necessidade de produção para satisfazer os clientes, podendo alguns processos estar a laborar apenas algumas horas por turno, flutuando a mão-de-obra de uns processos para outros em função das necessidades.

$$\text{Numero Turnos (NT)} = \frac{\text{Tempo de Ciclo (TC)} \times \text{Pedido Cliente (PC)}}{\text{Tempo de Abertura (TA) (por turno)}} \quad (5)$$

A OEE diz respeito à eficiência dos equipamentos e corresponde ao produto de três fatores de eficiência do processo. A Disponibilidade, a Performance e a Qualidade. Segundo Zammori, Braglia & Frosoline (2011), o OEE é a métrica mais importante para monitorizar a implementação do *Total Productive Maintenance* (TPM) numa organização. Não é apenas utilizado como uma métrica operacional, mas serve também como um indicador das atividades de melhoria de um processo num ambiente produtivo (Bulent, Tugwell & Greatbanks, 2000).

$$\text{Overall Equipmente Effectiveness (OEE)} = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade} \quad (6)$$

$$\text{Disponibilidade (\%)} = \frac{\text{Tempo de Abertura (TA)} - \text{Paragens (Par)}}{\text{Tempo de Abertura (TA)}} \quad (7)$$

$$\text{Performance (\%)} = \frac{\text{Tempo Ciclo (TC)} \times \text{Total de Peças Produzidas (TPP)}}{\text{Tempo de Abertura (TA)} - \text{Paragens (Par)}} \quad (8)$$

$$\text{Qualidade (\%)} = \frac{\text{Total de Peças Produzidas (TPP)} - \text{Peças Rejeitadas (PR)}}{\text{Tempo de Abertura (TA)}} \quad (9)$$

A disponibilidade corresponde à percentagem do TA que a máquina esteve realmente a produzir. A performance de um processo é o rácio entre o tempo planeado de produção pelo tempo de abertura disponível real. O fator qualidade corresponde à percentagem de peças boas produzidas.

A EMO é o indicador de eficiência da mão-de-obra e corresponde ao rácio entre o tempo padrão de mão-de-obra (TMO * TPP) pelo tempo de mão-de-obra disponível (TMOD).

$$\text{Eficiência da Mão de Obra (EMO)} = \frac{\text{Tempo de Mão de Obra (TMO)} \times \text{Total de Peças Produzidas (TPP)}}{\text{Tempo de Mão de Obra Disponível (TMOD)}} \quad (10)$$

A EMO avalia a forma como estamos a utilizar a mão-de-obra, permitindo identificar os desperdícios decorrentes da incorreta alocação e gestão dos recursos humanos disponíveis.

O TMF corresponde ao tempo necessário para efetuar a mudança de ferramenta e engloba todo o tempo desde a última peça boa da referência que sai de produção até que é produzida a primeira peça boa da referência que entra em produção.

Na Figura 11 é apresentado um exemplo de como são expostas estas métricas no VSM.

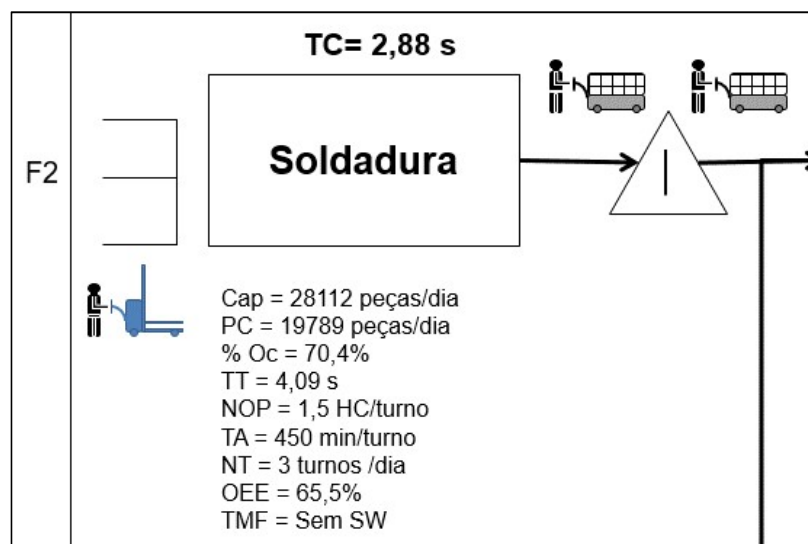


Figura 11. Métricas dos processos no VSM

O VSM em termos gráficos é um diagrama de fluxo onde se apresentam os processos e os fluxos de materiais, pessoas e informação. De acordo com Meyers & Stewart (2002), o diagrama de fluxo é geralmente desenhado sobre os layouts das fábricas ajudando a identificar: tráfegos cruzados, retrocesso de materiais, distâncias percorridas e inadequação do layout.

O VSM é uma técnica imprescindível para a visualização do estado atual e o VSD para uma visão futura do processo produtivo melhorado (Rother & Shook, 1998). No Anexo 1 é apresentada uma lista de verificação com o passo a passo da implementação do VSM ao longo de cada uma das fases do VSM.

O VSM deve seguir quatro etapas, conforme ilustrado na Figura 12:

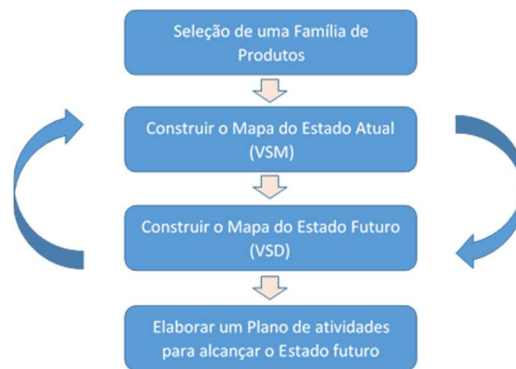


Figura 12. Etapas do VSM (adaptado) (Rother & Shook, 1998)

O VSM deverá ser uma ferramenta de uso contínuo e se possível atualizado semestralmente. Deverá funcionar ciclicamente, aplicando o VSM para verificar se foram atingidos os objetivos definidos no VSD anterior, e posteriormente a definição do novo VSD para o planeamento do estado futuro a alcançar num prazo de 6 meses. Na Figura 13 apresenta-se a versão completa de uma estrutura de VSM de uma fábrica (Stadnicka & Litwin, 2018).

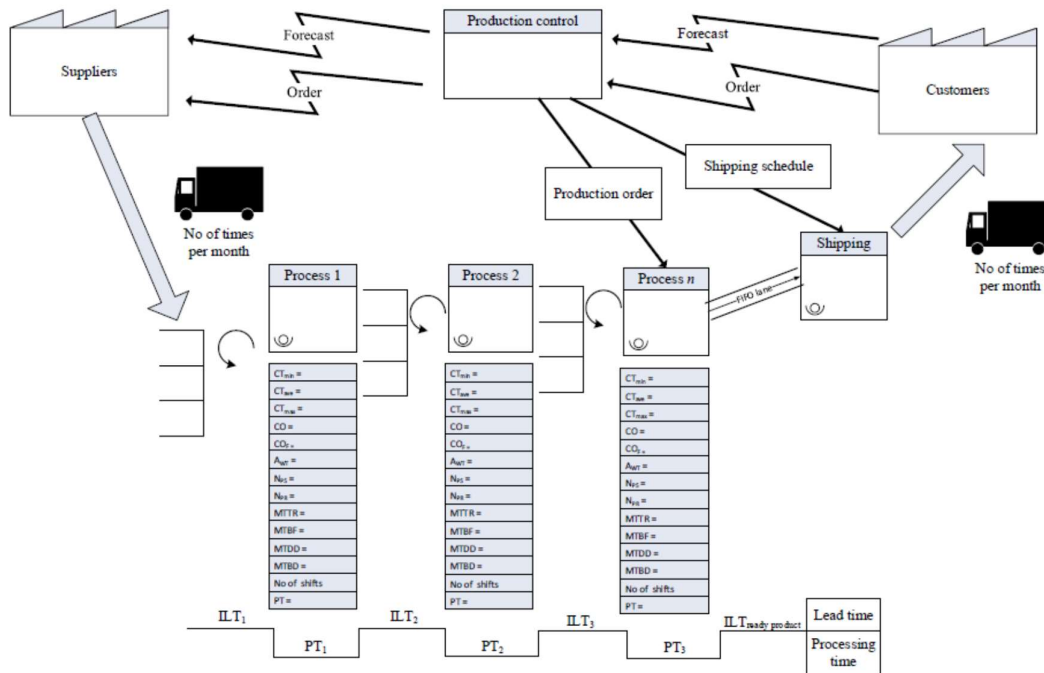


Figura 13. Estrutura de um VSM completo

2.1.2. 5S

Todo o sistema de produção que tenta atingir o LM segue uma metodologia que define as regras básicas ou diretrizes para reduzir o desperdício e manter um ambiente de trabalho eficiente, seguro e limpo (Sangode, 2018). O 5S foi desenvolvido no Japão, sendo o seu conceito fundamentado em cinco palavras começadas por “S”: “Seiri”, “Seiton”, “Seiso”, “Seiketsu” e “Shitsuke”. A aplicação do conceito fundamentado nestas 5 palavras no posto de trabalho determina o seu método de organização.

O significado do 5S:

- 1) **Seiri** - Significa Selecionar. Isso inclui a classificação do processo de trabalho, ferramentas necessárias, máquinas não utilizadas, produtos defeituosos e papéis e documentos (Bhat, 2015). Os benefícios da seleção incluem: um uso mais eficaz do espaço, tarefas simplificadas,

uma redução nos riscos e uma diminuição significativa na desordem distrativa;

- 2) **Seiton** - Significa Organizar, colocar as coisas em ordem. As coisas estão arrumadas e ordenadas e tudo está pronto para usar quando necessário. Com as coisas arrumadas e organizadas, todos são facilmente capazes de localizar itens importantes e desfrutar de um ambiente de trabalho menos stressante (Sangode, 2018);
- 3) **Seiso** - Significa Limpar. Cada indivíduo deve limpar o local de trabalho todos os dias para melhorar a produtividade do trabalho (Bhat, 2015). Os funcionários vão sentir-se mais confortáveis neste ambiente limpo e organizado, o que também pode levar a uma maior apropriação dos objetivos e da visão da organização;
- 4) **Seiketsu** - Significa Padronizar. Quando esses novos padrões e melhores práticas forem implementados, os velhos hábitos desaparecerão em breve e serão substituídos por padrões mais eficientes de comportamento (Bhat, 2015). Novos padrões, no entanto, provavelmente exigirão alguma supervisão e fiscalização até que sejam habituais; Lembretes como visuais e e-mails são ferramentas eficazes para ajudar esses novos padrões a se estabelecerem.
- 5) **Shitsuke** - Significa Disciplina. Todo trabalhador e gerente deve seguir os procedimentos no local de trabalho com o máximo senso de disciplina (Bhat, 2015). Ao implementar um sistema formal que inclui formação e comunicação regulares, os funcionários poderão se adaptar confortavelmente aos procedimentos 5S da empresa.

A implementação da metodologia 5S no local de trabalho resulta em melhores lucros, reduzindo assim os custos, agilizando os custos de mão-de-obra e melhorando a qualidade. Em função dos procedimentos standardizados, a força de trabalho torna-se mais eficiente. O local de trabalho limpo e organizado faz

aumentar a segurança. Isso reduz os erros e defeitos e facilita a solução de problemas (Sangode, 2018).

2.1.2.1. REQUISITOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DOS 5S

Salonitis & Tsinopoulos (2016) revelaram que existe um vasto leque de fatores que são estratégicos para o sucesso da implementação do LM e ferramentas associadas:

- Cultura organizacional e sentido de propriedade;
- Desenvolvimento da prontidão organizacional;
- Capacidades e compromisso da gestão;
- Disponibilização dos recursos adequados para suportar a mudança;
- Suporte externo de consultores na fase inicial;
- Comunicação e envolvimento efetivo;
- Abordagem estratégica das melhorias;
- Trabalho de equipa e pensamento conjunto de sistemas integrados;
- Momento para definir prazos realistas para a mudança e fazer uso efetivo do compromisso e entusiasmo pela mudança.

Segundo Lockman (2015), existe um grupo de fatores que determinam o sucesso da implementação dos 5S:

- 1) O *timing* correto – Os primeiros 3 Ss devem ser implementados dentro de uma janela temporal de 3 meses;
- 2) Sem praticabilidade absurda – 5S não é apenas muito racional, o que o torna crítica a sua difusão aos funcionários através de manuais e formações mas também as suas tarefas são muito de colocar as mãos no trabalho;
- 3) Uma correta aplicação de análise esparguete (gráficos) – Ao implementar uma abordagem 5S, é crucial sempre examinar primeiro diferentes configurações de operações. Para realizar esse exame, um gráfico de esparguete deve ser criado para capturar o movimento;

- 4) Utilização de todos os 5Ss – Não importa a quão organizadas e limpas são as operações 5S de uma empresa se o ultimo S é negligenciado, pois rapidamente voltará o estado de desordem;

Uma correta abordagem para a implementação dos 5Ss de forma efetiva é a utilização do “*Plan, Do, Check, Act*” (PDCA) ou “*Ciclo de Deming*”. A abordagem PDCA é sugerida devido à sua versatilidade em gerar mudanças incrementais para melhoria contínua dos sistemas, processos e atividades operacionais numa empresa (Owens, 2006).

2.1.2.2. IMPLEMENTAÇÃO DA FERRAMENTA 5S

O 5S tem sido usado pelas empresas para estabelecer e manter um ambiente de qualidade numa organização (Khamis et al., 2009). A primeira aplicação do 5S num negócio foi em 1980 por Osada (1991). A implementação da ferramenta LM 5S pode enquadrar-se amplamente numa de duas categorias (Onkar & Bhatia, 2016):

- 1) **Modelo Integrado com o Processo** - dentro desta categoria cada departamento administra as iniciativas 5S atendendo às suas especificidades;
- 2) **Modelo Autónomo** - em toda a empresa, as iniciativas 5S são implementadas e gerido por equipas independentes fora do departamento de destino.

A implementação bem-sucedida do 5S exige o seu alinhamento com planos e prioridades estratégicas e otimização de recursos para agregar valor. A implementação do 5S poderia adotar também modelos diferentes: o modelo integrado ao processo ou um modelo autónomo. No modelo integrado ao processo, os elementos 5S são incorporados aos processos operacionais diários. No modelo independente, o 5S é executado independentemente dos processos. O modelo integrado com o processo é mais recomendado para a implementação do 5S, pois fornece feedback oportuno, responsabilidade visível e a oportunidade de mitigação imediata, promovendo a interação dinâmica dos elementos 5S dentro do sistema. O modelo 5S autónomo pode exigir mais manobras dos membros da equipe para

garantir o relacionamento dinâmico com os processos. Na Figura 14 apresentam-se os dois modelos de implementação dos 5S.

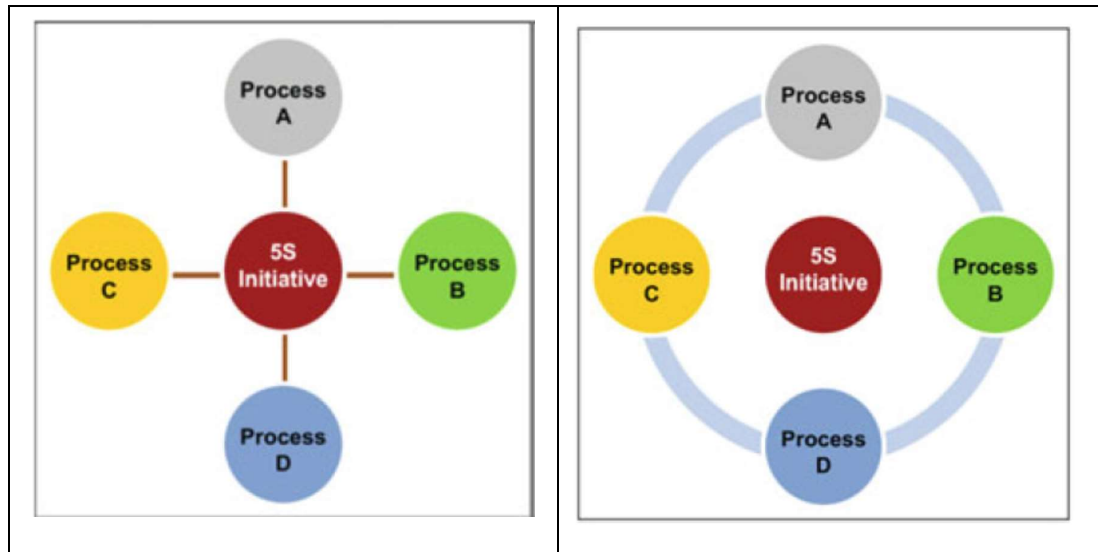


Figura 14. Modelos de Implementação dos 5Ss (Onkar & Bhatia, 2016)

2.1.2.3. AVALIAÇÃO DO SUCESSO DA IMPLEMENTAÇÃO DOS 5Ss

Não obstante a implementação das cinco etapas associadas à metodologia 5S, é necessário criar rotinas de verificação do sucesso da sua implementação e para a manutenção do rigor e disciplina dos padrões definidos. No que diz respeito especialmente aos projetos e programas, a avaliação é a verificação e análise da eficácia de uma atividade, envolve a formulação de julgamentos sobre o seu impacto e progresso. Avaliação é a comparação dos efeitos reais de um projeto com os planejados e acordados. A avaliação examina o que foi planejado, o que foi alcançado e como foi alcançado (Archibald, 2012; Shapiro, 1996). O CDOT, *programa do escritório de Transporte Segurança e Melhoria Continua* (CDOT, 2017), sugere uma ferramenta que funciona como uma “Lista de Verificação” para avaliar a eficácia da implementação dos 5Ss. Na tabela 1, é apresentada a lista de verificação sugerida pelo CDOT:

Tabela 1. Lista de verificação e manutenção dos 5Ss

Semana: _____ Auditor: _____ Zona 5S: _____						
Pontos						
	5 Excelente	4 Bom	3 Suficiente	2 Marginal	1 Pobre	0 Inaceitável
Seiri (Selecionar)	Todos os itens na área são necessários.	Desordem mínima, pequena quantidade de itens desnecessários.	Alguma confusão. Alguns itens armazenados em cima dos armários. Alguns itens necessários não estão presentes.	Desordem e itens desnecessários em mesas, prateleiras e / ou armários.	Geralmente confuso. Muitos itens desnecessários em mesas, prateleiras, armários e / ou piso.	Espaço desordenado e inseguro. Abundância de itens desnecessários.
Seiton (Organizar)	Todos os itens estão organizados tendo um local específico para cada um. Cada item tem um lugar e cada lugar pertence a apenas um item.	Todos os itens estão organizados a maior parte têm um local específico. Falta definir o local específico para colocar alguns itens.	A maioria dos itens estão organizados mas apenas alguns têm definido um local específico para serem colocados.	Alguns itens estão organizados, poucos itens têm definido um local específico para serem colocados	A área precisa ser intervençionada. Muitos itens desorganizados e quase nenhum tem local específico para ser colocado.	Espaço completamente desorganizado. Todos os itens espalhados e desordenados.
Seiso (Limpar)	Tudo na área está em ótimo estado e funciona perfeitamente. Sem pó ou sujidade, piso limpo.	Tudo na área é limpo e funcional. Pisos limpos. Caixa de lixo utilizada e esvaziada diariamente.	A maioria dos itens na área é limpa e funcional. Alguns equipamentos compartilhados não funcionam. Os pisos são moderadamente limpos.	Há alguma confusão. Alguns itens não estão limpos (pisos, recipientes para lixo).	A área precisa ser intervençionada. Muitos itens precisam ser limpos (pisos, recipientes de lixo).	Espaço sujo. Potenciais riscos de segurança e de saúde presentes.
Seiketsu (Padronizar)	As listas de verificação 5S para todas as áreas estão disponíveis e são seguidas. Oportunidades de melhoria observadas - todas resolvidas. Métricas e gráficos na área são atuais.	As listas de verificação 5S para a maioria das áreas estão disponíveis e são seguidas. As oportunidades de melhoria são observadas - maior parte estão resolvidas. Métricas e gráficos são atuais.	As listas de verificação 5S para a maioria das áreas estão disponíveis e são seguidas. Oportunidades de melhoria são observadas - algumas resolvidas. Métricas e gráficos na área são atuais.	As listas de verificação 5S para áreas não estão disponíveis ou não são seguidas. Avaliação realizada semanalmente, mas nenhuma oportunidade para melhorias observadas. Métricas e gráficos na área não são atuais.	Existem muito poucas listas de verificação 5S para a área. Avaliação 5S não realizada na semana anterior. Não está claro se as ações foram tomadas para resolver problemas. Métricas e gráficos não são atuais.	Não existem listas de verificação 5S. Avaliação 5S não realizada na semana anterior. Não há evidências de ações de acompanhamento de problemas. Métricas e gráficos não são atuais.
Shitsuke (Disciplina)	Sistema claramente documentado e seguido para manter o 5S. Desempenho de classe mundial sustentado por pelo menos 6 meses.	Sistema em vigor e forte interesse em manter o 5S. Bom desempenho sustentado por pelo menos 3 meses.	Sistema na área e interesse moderado em manter o 5S. Desempenho mínimo sustentado por pelo menos 1 mês.	Pouco sistema na área, pouco interesse em manter o 5S. Desempenho mínimo e sustentado há menos de 1 mês.	Nenhum sistema na área, pouco interesse em manter o 5S. Muito pouca estabilidade no novo desempenho 5S.	Não existe sistema ou compromisso da organização para manter o 5S.
# de 5 identificados: _____ X 5 = _____ # de 4 identificados: _____ X 4 = _____ # de 3 identificados: _____ X 3 = _____ # de 2 identificados: _____ X 2 = _____ # de 1 identificado: _____ Total: _____		Rácio 5S: _____		Oportunidades de Melhoria: Quem?.....Quando?..... 1 - _____ 2 - _____ 3 - _____		

Utilizando esta lista de verificação de forma regular, com uma frequência semanal, podemos avaliar o nível de implementação dos 5Ss nas áreas alvo e monitorar ao longo do tempo o seu estado de maturidade.

2.1.3. TRABALHO PADRONIZADO

O Trabalho Padronizado, ou Standardized Work em inglês, é a prática de configurar, comunicar, controlar e melhorar um padrão (The Productivity Press Development Team, 2012). É necessário padronizar e estabilizar os processos, antes que qualquer melhoria contínua possa ser efetuada (Liker, 2004). Isto quer dizer que o SW forma a linha de base a partir da qual todas as atividades de melhoria tomam parte do processo de LM. No entanto, se acharmos que os padrões estão confinados, o processo não acontecerá, como o Sr. Taiichi Ohno disse: “*Onde não existe SW não é possível existir melhoria*” (Ohno, 1988). Com um padrão para

comparar, existe um processo do qual se depende e uma maneira de saber como melhorá-lo ou de saber se ele foi melhorado ou não (Pereira et al., 2016).

O SW é definido como um conjunto de procedimentos de trabalho, estabelecendo o melhor método e sequência para cada processo e trabalhador (The Productivity Press Development Team, 2012). Como todos os métodos de LM, o SW visa minimizar o desperdício enquanto maximiza a performance do conteúdo de trabalho e das tarefas de cada operador. É uma ferramenta utilizada em produção celular e sistemas “*Pull*” por forma a manter a cadência de produção alinhada com o fluxo dos pedidos do cliente, de tal forma que os operadores podem facilmente alterar as suas posições ao longo do processo (Pereira et al., 2016). O SW envolve 3 elementos chave (The Productivity Press Development Team, 2012) e (Moden, 1983):

- 1) **Takt Time:** é a taxa de produção em harmonia com o pulso do cliente. “*Takt*” é a palavra alemã utilizada para descrever o ritmo musical. Tal como o metrónomo marca o compasso musical, o TT marca o ritmo da produção em função da “*batida*” do cliente (Pereira et al., 2016). Isto resulta num fluxo constante e suave dos materiais ao longo dos processos até ao cliente. O TT não é medido ou observado, mas calculado como o quociente do tempo disponível pelo output necessário para satisfazer o cliente (Rother & Shook, 2003). A gestão da produção através do TT permite detetar qualquer condição anormal e reagir em conformidade.
- 2) **Sequência SW:** é a ordem na qual um conjunto de tarefas são realizadas num dado processo e representam a melhor e mais segura forma de as executar. Cada operador executa estas tarefas de forma repetitiva e consistente ao longo do tempo, tornando-as mais eficientes e revelando oportunidades adicionais de melhorá-las (William, 2001). De forma a distribuir o trabalho, é efetuado o balanceamento de linha para determinar o número de operadores necessários para cada linha ou célula de forma a atender o TT, e de forma a garantir que o trabalho de cada operador é bem utilizado. Não

devemos permitir que existam operadores com muita carga de trabalho e outros com pouca, tal como também não podemos permitir que hajam paragens dos processos (Rother & Shook, 2003).

3) Padrão de Componentes em Processo de Fabrico: expressão em inglês, *Work In Process* (WIP), que se refere à quantidade mínima de inventário necessária para manter o ritmo da produção num fluxo contínuo sem paragem ou quebras de velocidade. Sistemas *Kanban* ajudam a reduzir o inventário ao mínimo. Excesso de inventário irá abrandar o fluxo de materiais e os operadores baixarão o ritmo de igual forma, o mesmo também acontecerá se o inventário não for o suficiente. Em ambos os casos o resultado será a perda de produtividade (William, 2001).

O SW fornece as bases para alcançar de forma consistente elevados níveis de produtividade, qualidade e segurança (Rother & Shook, 2003).

O SW, que deve ser realizado com os operadores e para os operadores, é um veículo poderoso que contribui para promover e disseminar conhecimento. Os padrões de trabalho não devem ser forçados de cima para baixo, ao longo da cadeia hierárquica, mas sim estabelecidos pelos próprios operadores da produção (Ohno, 1988). Além disso, de acordo com Patchong (2013), a implementação do trabalho padronizado é a codificação do ADN da excelência operacional - processo por processo, estação de trabalho por estação de trabalho, sequência por sequência - onde quer que exista um ser humano. Na prática, o trabalho padronizado é tipicamente associado à disciplina, repetibilidade, previsibilidade, consistência e reprodutibilidade. Ohno (1988) afirma que os elementos a serem considerados no trabalho padronizado são trabalhadores, máquinas e materiais.

2.1.3.1. MÉTODO DE IMPLEMENTAÇÃO DO TRABALHO PADRONIZADO

O método descrito por Monden (2015), juntamente com alguns conceitos declarados por Dennis (2008), formam a base escolhida para o desenvolvimento deste artigo, uma vez que é completo e fornece detalhes sobre a aplicação efetiva

do conceito apresentado. Assim, as principais etapas para aplicar o trabalho padronizado numa empresa são: (i) definir tempo para produzir uma unidade; (ii) elaborar a folha de capacidade de produção; (iii) determinar a rotina de operações padronizadas; (iv) preparar o esquema de operações padronizadas e; (v) treinar e verificar o pessoal.

- i. O cálculo do tempo para produzir uma unidade, é calculado tendo por base o TT do processo. O TT é igual à divisão do tempo disponível para produzir peças dentro de um intervalo de tempo específico pelo número de peças pedidas pelo cliente no mesmo intervalo de tempo. Idealmente, o tempo de ciclo deve ser aproximadamente igual ou ligeiramente menor que o tempo de ciclo teórico ou desejado (Martin & Bell, 2011) e o tempo de ciclo teórico deve ser igualmente aproximadamente igual ou ligeiramente menor que o TT, para que a demanda seja atendida (Liker & Meier, 2006). Em função das ineficiências do processo, considera-se um *Coeficiente de Segurança* (CS), expresso em percentagem, para calcular o *Tempo de Ciclo Teórico* (TCT). O CS é um valor obtido através da análise de risco efetuada ao processo e pretende absorver as ineficiências dos processos de forma a garantir os pedidos do cliente sem que seja necessário recorrer a trabalho extraordinário. Na equação apresentada em seguida verificamos como podemos calcular o TCT:

$$TCT = TT \times (1 - CS) \quad (11)$$

- ii. A folha de capacidade do processo é usada para determinar a capacidade de cada máquina, ou estação de trabalho, num conjunto de processos para confirmar a verdadeira capacidade e identificar e eliminar gargalos (Narusawa & Shook, 2009). Esta folha destina-se a fornecer dados concretos sobre como o sistema de trabalho opera em toda a sua gama. Na Tabela 2, é apresentado um exemplo de uma folha de capacidade do processo. Deve-se enfatizar que todos os dados usados para alimentar a folha de capacidade do processo devem ser fornecidos a partir de um estudo e análise de processo, ou seja, estudos de medição de tempo. De salientar também que o output do processo é limitado pela máquina ou

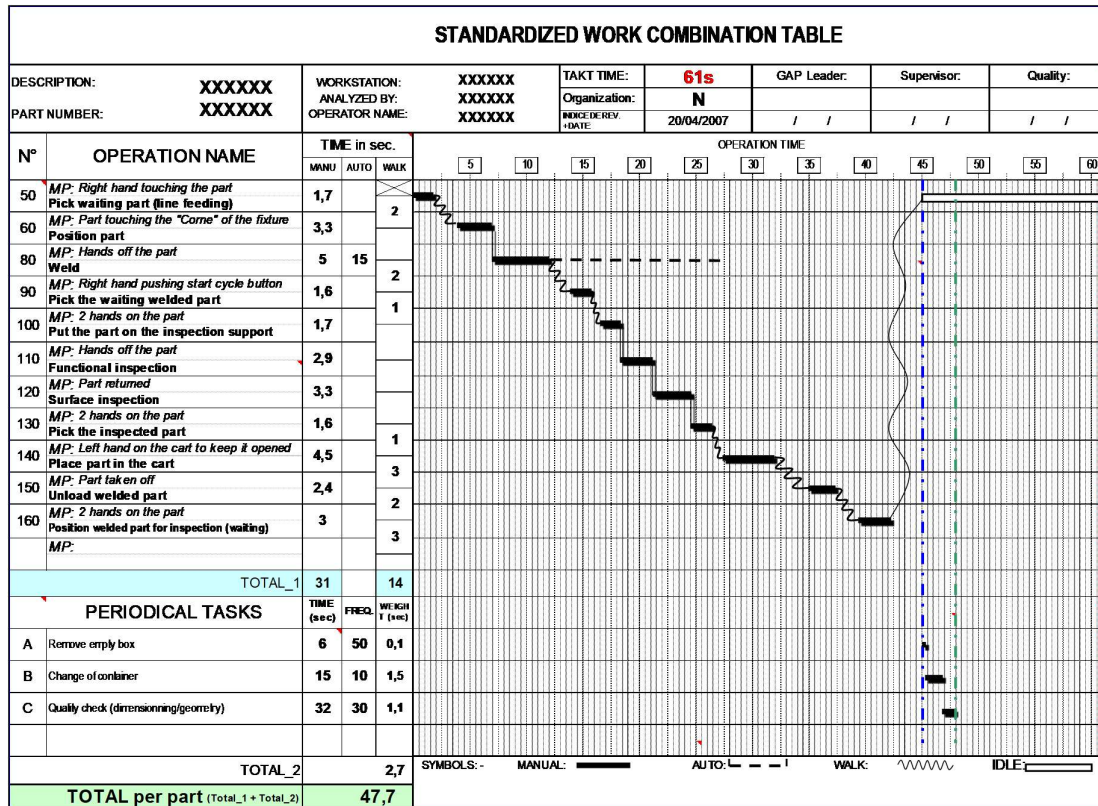


Figura 15. Exemplo de uma tabela de combinação de trabalho padronizado

- iv. O *Esquema de Trabalho Padronizado* (ETP) é um meio de identificar desperdícios e melhorias necessárias para alcançar os resultados desejados. É uma ferramenta de gestão que fornece visualização do trabalho padronizado, facilitando assim o trabalho dos operadores. O esquema de trabalho padronizado mostra o movimento do operador e a localização do material em relação à máquina e o layout geral do processo, considerando todas as operações na tarefa em análise. Também mostra a sequência de trabalho e o takt time, tempo de ciclo, sequência de trabalho WIP (Narusawa & Shook, 2009). Um exemplo é apresentado na Figura 16.

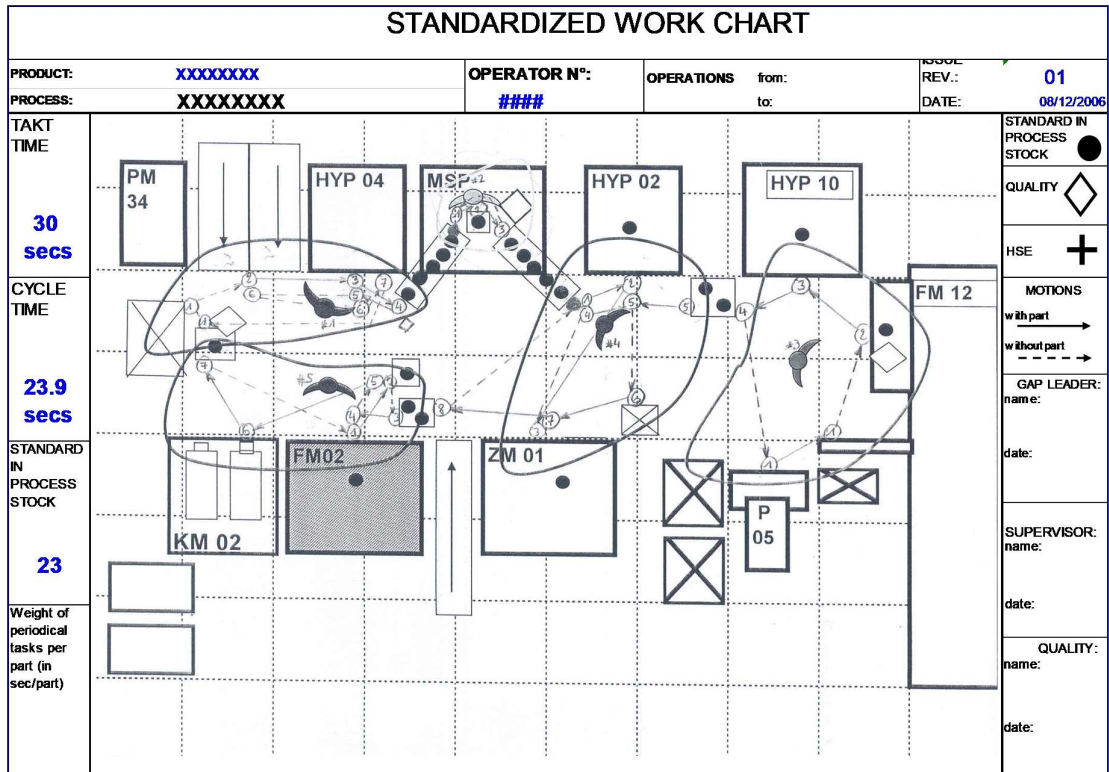


Figura 16. Exemplo de esquema de trabalho padronizado

No processo de construção do trabalho padronizado, é aplicada a ferramenta *Diagrama de Tempos de Ciclo* (DTC) que nos permite ter uma visualização do balanceamento da carga de trabalho dos operadores e das máquinas. A análise de balanceamento permite identificar as tarefas com valor acrescentado e as tarefas sem valor acrescentado. Existem dois tipos de tarefas sem valor acrescentado, as não necessárias que devem ser eliminadas e as necessárias que devem ser minimizadas e reduzidas ao máximo. O DTC é uma ferramenta útil para ver como os TC se comparam ao TT. O DTC mostra visualmente como os elementos de trabalho são distribuídos entre os diferentes operadores e máquinas num sistema de trabalho, caracterizado por processos de várias etapas e vários operadores, em relação ao tempo de execução. É composto por barras verticais que indicam a quantidade total de trabalho atribuída a cada operador ou máquina, identificando as tarefas com valor acrescentado e as tarefas sem valor acrescentado. Para cada operador, a barra vertical é obtida através da compilação de pequenas barras que representam elementos de trabalho individuais, com a altura de cada elemento proporcional à quantidade de tempo necessária. O diagrama de tempos de ciclo

auxilia na tarefa crítica de redistribuir os elementos de trabalho entre os operadores, comparando o tempo de ciclo de cada operador ou máquina com o TT e com o TCT. Nesta análise podemos de forma intuitiva visualizar o CS a considerar no processo em função das suas ineficiências e variabilidade, podendo tomar como TCT o maior TC das estações de trabalho, sendo o output do processo limitado pelo TC da estação de trabalho gargalo. A análise continuada dos processos através da aplicação do diagrama de tempos de ciclo permite a definição de ações corretivas que visam a eliminação dos desperdícios com o objetivo de aproximar ao máximo o TCT do processo ao seu TT. A aplicação desta ferramenta revela-se como vital na redução do número de operadores necessários num determinado processo, tornando a quantidade de trabalho para cada operador quase igual, mas ligeiramente abaixo do TT (LEI, 2008).

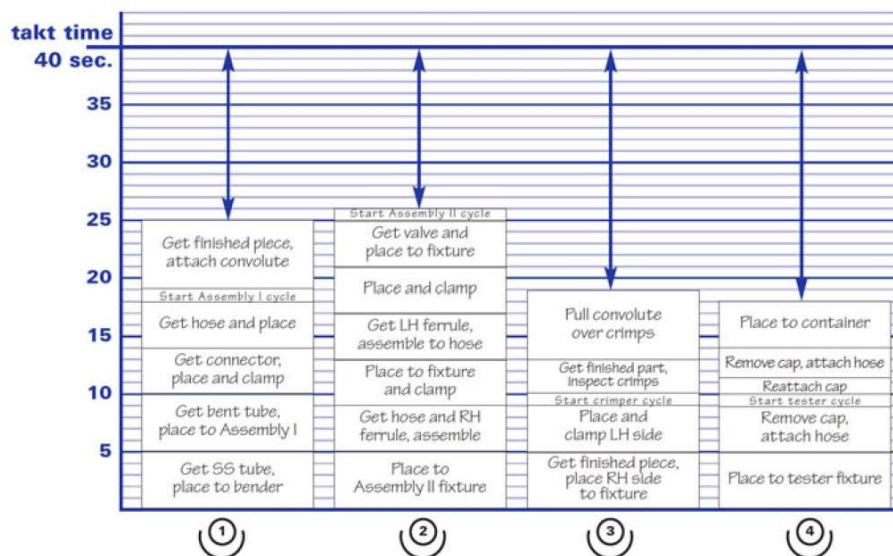


Figura 17. Gráfico de balanceamento de operadores. Fonte: LEI (2008)

Na análise dos processos devemos sempre ter em conta a relação do binómio Homem/Máquina, considerando sempre a relação entre os elementos de tempo de ambos para que sejam minimizados os desperdícios decorrentes da sua interdependência. Se o Homem tem de esperar pela Máquina para desenvolver o seu trabalho, o processo terá de ser revisto e corrigido se possível. O mesmo

necessidade de efetuar trabalho extraordinário e efetuada através da análise da variabilidade do TC de cada estação de trabalho e torna-se efetiva sempre e quando a variabilidade seja superior ao CS.

Na Figura 19 é apresentado um exemplo de um DTC de máquina e respetivas métricas.

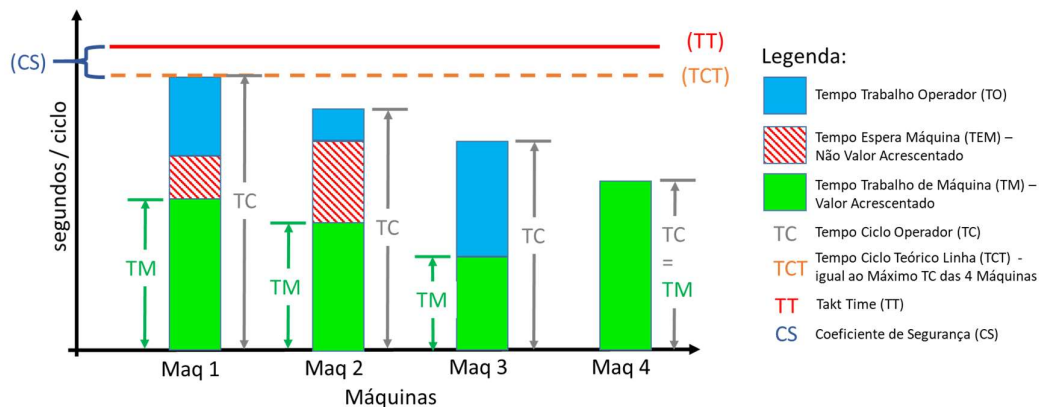


Figura 19. Exemplo de diagrama de tempos de ciclo (máquinas)

A porção da barra a azul corresponde ao tempo de operador (TO) e diz respeito às tarefas de trabalho manual efetuadas pelo operador enquanto a máquina está parada. (ex.: efetuar a carga e descarga de material da máquina). A porção da barra a vermelho corresponde ao Tempo de Espera de Máquina (TEM) e é relativa aos elementos de tempo em que a máquina espera para efetuar as suas operações que acrescentam valor. (ex.: indexação da máquina, movimentos do robot, fecho de portas de segurança, etc.). A porção da barra a verde corresponde ao Tempo de Máquina (TM) no qual é acrescentado valor. O TC corresponde à soma dos elementos de tempo (TM+TEM+TO) e é representado graficamente na forma de barras sobrepostas. No DTC podemos visualizar graficamente a comparação entre o TT e o TCT, sendo o intervalo de tempo entre eles o CS. A necessidade de efetuar trabalho extraordinário e efetuada através da análise da variabilidade do TC de cada estação de trabalho e torna-se efetiva sempre e quando a variabilidade seja superior ao CS.

No âmbito de uma análise de eficiência dos processos são utilizadas métricas de performance para a avaliar a taxa de ocupação da mão-de-obra e das máquinas. A

primeira métrica analisada é o rácio global da mão-de-obra e corresponde ao rácio do somatório dos tempos de ciclo pelo produto do TT com o número de estações de trabalho. Esta métrica é expressa em percentagem e é calculada através da seguinte equação:

$$\text{Rácio Global Mão de Obra (\%)} = \frac{\sum_{i=1}^n (TC_i)}{TT \times n} \quad (12)$$

Esta métrica compara o TC com o TT e quanto mais distante estiver dos 100%, maior será o desperdício inerente ao processo.

A segunda métrica analisada é o rácio parcial da mão-de-obra e corresponde ao rácio do somatório dos tempos de ciclo pelo produto do TCT com o número de estações de trabalho. Esta métrica é expressa em percentagem e é calculada através de seguinte equação:

$$\text{Rácio Parcial Mão de Obra (\%)} = \frac{\sum_{i=1}^n (TC_i)}{TCT \times n} \quad (13)$$

Esta métrica compara o TC com o TCT e quanto mais distante estiver dos 100%, maior será o desperdício inerente ao processo e maior será a variabilidade do TC entre estações de trabalho.

A terceira métrica analisada é o rácio global de valor acrescentado da mão-de-obra e corresponde ao rácio do somatório dos tempos de operador pelo produto do takt com o número de estações de trabalho. Esta métrica é expressa em percentagem e é calculada através de seguinte equação:

$$\text{Rácio Global Valor Acrescentado Mão de Obra (\%)} = \frac{\sum_{i=1}^n (TO_i)}{TT \times n} \quad (14)$$

Esta métrica compara o TO com o TT e quanto mais distante estiver dos 100%, menor será a percentagem de tarefas de valor acrescentado do processo.

A quarta métrica analisada é o rácio parcial de valor acrescentado da mão-de-obra e corresponde ao rácio do somatório dos tempos de operador produto do TCT com o número de estações de trabalho. Esta métrica é expressa em percentagem e é calculada através de seguinte equação:

$$\text{Rácio Parcial Valor Acrescentado Mão de Obra (\%)} = \frac{\sum_{i=1}^n (TO_i)}{TCT \times n} \quad (15)$$

Esta métrica compara o TO com o TCT e quanto mais distante estiver dos 100%, menor será a percentagem de tarefas de valor acrescentado no processo.

Na Figura 20 é apresentado um exemplo de um diagrama de tempos de ciclo dos operadores onde é analisado um processo no seu estado atual e onde se desenha uma nova situação futura com uma avaliação de melhoria de performance através das métricas anteriormente apresentadas.

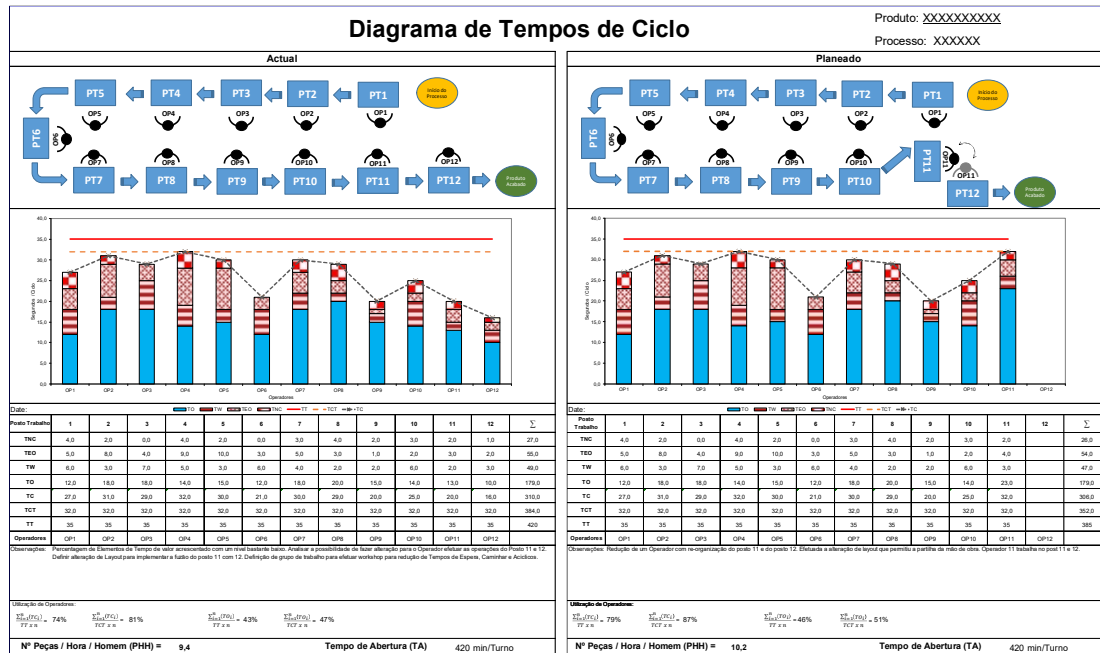


Figura 20. Exemplo prático de um diagrama de tempos de ciclo dos operadores

Uma quinta métrica é utilizada para avaliar a produtividade da mão-de-obra e visa calcular o número de peças produzidas por hora e por operador. Esta métrica é usualmente conhecido como “Peças / Hora / Homem” (PHH) e é calculada através da seguinte equação:

$$\frac{\text{Peças}}{\text{Hora}} \frac{1}{\text{Homem}} (PHH) = \frac{\left(\frac{3600 \text{ (seg)}}{TCT \text{ (seg)}}\right)}{NOP} \tag{16}$$

No exemplo prático apresentado, foi identificada uma melhoria no processo que através da reconfiguração do layout das estações de trabalho PT11 e PT12, permite a eliminação de 1 operador. Na Tabela 3 é possível comparar as métricas de performance do estado “Atual” com o estado “Planeado” após implementação das melhorias.

Tabela 3. Exemplo das métricas (Operadores) – “Atual vs. Planeado”

Métricas	Estado do Processo		
	Atual	Planeado	Melhoria
$\frac{\sum_{i=1}^n(TC_i)}{TT \times n} =$	74%	79%	5%
$\frac{\sum_{i=1}^n(TC_i)}{TCT \times n} =$	81%	87%	6%
$\frac{\sum_{i=1}^n(TO_i)}{TT \times n} =$	43%	46%	3%
$\frac{\sum_{i=1}^n(TO_i)}{TCT \times n} =$	47%	51%	4%
PHH	9,4 (phh)	10,2 (phh)	+0,8 (phh)

Na Figura 21 é apresentado um exemplo de um diagrama de tempos de ciclo das máquinas onde se analisa o processo através da avaliação dos elementos de tempo do binómio Máquina/Homem. Neste tipo de análise é possível analisar o balanceamento das estações de trabalho, permitindo avaliar a possibilidade de efetuar um nivelamento do conteúdo de trabalho e melhorias da produtividade das máquinas de forma a baixar o TCT do processo. Esta redução do TCT permitirá um aumento de capacidade que gera uma redução do tempo de abertura do processo em laboração, podendo mesmo ser possível fechar turnos completos no caso de a produtividade alcançada assim o permitir.

auditorias aos padrões de trabalho deve ser de pelo menos uma auditoria por semana por estação de trabalho. Na Figura 23 é apresentado um exemplo de um formulário de auditoria ao padrão de trabalho:

Auditoria SW

Linha: Posto: Data: Horário: Observador: Operador:

A Conformidade com o Esquema de Trabalho Padronizado (ETP)

A implantação do posto está **conforme** o ETP? OK NOK

O operador está **corretamente equipado com os EPI's**? OK NOK

Resultado: **OK**
OK ou NOK

B Aderência à sequência de trabalho?

Sequência de trabalho OK? (comparar com TCTP) OK NOK OK

Deslocações OK? (comparar com ETP) OK NOK OK

Peças WIP padrão OK? (comparar com ETP) NOK OK OK

Resultado: **NOK**
OK ou NOK

C Aderência à Instrução de Trabalho Padronizado (ITP)

Número Tarefas / Observações	Número de ciclos						Referência do Produto
	1	2	3	4	5	6	
62 5 - Prendre la vis et la viseuse				OK	OK	NOK	
62 6 - Visage (S/R)				OK	OK	OK	
62 9 - Positionnement du capot supérieur (2 mains)				OK	OK	OK	
62 10 - Clippage du capot (2 mains et 2 poussées)				OK	NOK	OK	
62 13 - Inspection visuelle du coté droit (haut)				NOK	OK	OK	
62 14 - chargement poste 3				OK	OK	OK	

Resultado: **NOK**
OK ou NOK

Melhoria Continua

Observações Factos	Medidas Correctivas Imediatas	Outras Ações
<small>Capítulo da Auditoria SW / Índice da Observação Eletuado até fim do turno? (OK/NOK)</small>		
B Flow rack (endommagé et instable)		QRQC Maintenance
B Mauvais ordre dans la Séquence: 7 avant 6	Re-Formation	OK
B En-cours: 2 pièces avant poste 3	Re-Formation	OK
C 2 essais en prenant la viseuse sur le support		Idee Amélioration (J. Lendre pour demain)
C Difficulté clippage capot (ré-occurrence)		Informar l'UAP Mgr
C Clarifier position des mains (avant WC 03)		QRQC Ligne
D / c	Re-Formation	OK
I.T. Tâche 62 14 non signée par tous les Superviseurs		Robert & Sylvie

D Capacidade de atender aos TC de acordo com o TCTP?

Referência do Produto	Número do ciclo															
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16						
TC (Tempo de ciclo do posto e para a referência)	57	57	57	76	57	57	67	67	57	57						
TC + 5% (tolerância)	60	60	70	80	60	70	70	60	60							
TC medidos	61	71	75	71	60	67	69	61	59							
Índice dos comentários	a	b			c											

Nº de ciclos medidos (mesma ref): Nº de ciclos OK (tolerância 5%): % ciclos OK (tolerância 5%): %
 Resultado: **33** %
Nota: análise sistemática se TC inferior a SW TC

Variabilidade (Ref. Produto identico): %
 Resultado: **22** %

Comentários sobre a Variabilidade (Ref. Produto identico):

a	Difficultés à insérer les clips coté droit (2 essais)	d	
b	Tâche périodique de 6 s (clips)	e	
c	2 points de contrôle oubliés (inspection visuelle)	f	

Figura 23. Exemplo de auditoria ao trabalho padronizado

O capítulo A da auditoria avalia a conformidade do posto de trabalho por comparação com o ETP. É avaliada a conformidade da implantação da estação de trabalho e verificada a correta utilização dos *Equipamentos de Proteção Individual* (EPI's).

O capítulo B avalia o cumprimento da sequência de operações descrita na TCTP, as deslocações dos operadores e o número de peças em processo de fabrico em comparação com a ETP. Neste capítulo são avaliados 3 ciclos.

No capítulo C é avaliada a aderência à ITP em que se compara a execução das tarefas efetuadas pelo operador com o que está descrito na ITP. Antes da auditoria são escolhidas as tarefas a avaliar, as quais são avaliadas em 3 ciclos de produção.

O capítulo D tem por objetivo avaliar a aderência aos TC. Considera-se como tempo OK comparativamente ao padrão, os TC com uma tolerância de +5%. Os TCs medidos que forem inferiores ao TC padrão ou superiores aos +5% de tolerância devem ser considerados NOK. Neste capítulo são avaliados 10 ciclos.

Todos os pontos NOK identificados são transcritos para o quadro E, onde se mencionam os factos observados e se definem as ações corretivas para voltar ao padrão. Esta dinâmica de melhoria contínua promove o regular cumprimento dos padrões e um contínuo desafio à melhoria dos padrões de trabalho.

2.1.4. RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Ao longo do tempo foram desenvolvidas diversas ferramentas da qualidade com o intuito de auxiliarem os gestores de qualidade a procederem a uma melhoria contínua. Estas ferramentas têm como principal objetivo permitirem uma adequada percepção e identificação dos problemas de qualidade existentes, bem como apoiar o desenvolvimento de ações conducentes à sua eliminação. Um elemento central de um sistema LM são processos que mostram desvios e funcionários que resolvem as suas causas raiz. Se um problema ocorre, processos sistemáticos de resolução de problemas devem funcionar para encontrar e implementar soluções sustentáveis (Meister et al., 2019). Na sua génese as ferramentas de resolução de problemas foram desenvolvidas para resolverem problemas de qualidade ao nível dos produtos e serviços fornecidos aos clientes, contudo estas ferramentas cada vez mais são aplicadas na resolução de problemas relacionados com a baixa eficiência dos processos. Desta forma, organizações com um elevado nível de maturidade do “*Sistema de Gestão da Qualidade*” (SGQ), têm implementadas sistemáticas de resolução de problemas de uma forma transversal, tanto ao nível da garantia da qualidade dos produtos e serviços como também ao nível da melhoria contínua da performance dos seus processos. Esta maturidade no SGQ de uma empresa permite uma melhoria da margem de lucro operacional através da redução dos custos de não qualidade e da maximização da produtividade dos seus processos.

Existem diversos tipos de sistemas de resolução de problemas descritos na literatura por diversos autores, como apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Sistemas de resolução de problemas

Authors	Process Name
Kepner & Tregoe (1981)	Problem Analysis
Ishikawa (1985)	QC story
Imai (1986)	PDCA
Deming (1986)	Shewhart cycle
Smith (1989)	A model of problem solving
Juran (1992)	Contribution to quality improvement process
Garwin (1993)	Xerox's problem solving process
Shiba et al. (1993)	7 QC steps
Pyzdek (2001)	DMAIC
Liker & Meier (2006)	Toyota problema-resolution cycle
Albers & Meboldt (2007)	Spalten-Process
Sobek & Smalley (2008)	Practical problema solving process
VDA (2009)	8D
Marksberry et al. 2011	Toyota's 8 step process
Liker (2014)	Toyota's practical

Algumas ferramentas da qualidade são apresentadas em seguida onde se caracteriza a sua funcionalidade e aplicabilidade. Estas ferramentas funcionam de forma isolada e carecem de uma estruturação documental que as integre e na qual funcionam como ferramentas de análise à tomada de decisão. A metodologia 8D é uma abordagem estruturada para a resolução de problemas, onde se integram todas as outras ferramentas da qualidade, funcionando como suporte na identificação das causas raiz e na tomada de decisão acerca das ações corretivas a implementar.

2.1.4.1. FERRAMENTAS DA QUALIDADE

O processo de melhoria contínua da qualidade pressupõe e até exige que a equipe de especialistas em campo e a liderança da empresa usem ativamente ferramentas de qualidade em suas atividades de melhoria e no processo de tomada de decisão (Gitlow et al., 1889). As ferramentas da qualidade podem ser usadas em todas as fases do processo de produção, desde o início do desenvolvimento do produto até ao marketing do produto e no suporte ao cliente. Na atualidade, existe um número significativo de ferramentas de garantia e gestão de qualidade disponíveis para especialistas e gerentes de qualidade, portanto a seleção da ferramenta mais

adequada nem sempre é uma tarefa fácil. Na pesquisa desenvolvida por Juran, (1974) foram investigadas as possibilidades de aplicação com sucesso das “7 *Quality Control tools*” (7QC) em diversas empresas de geração de energia, industria de produção, empresas governamentais, turismo e serviços de saúde. As 7 ferramentas de qualidade analisadas por Juran (1974) são:

1. Fluxograma - É uma apresentação gráfica das etapas do processo em sequência adequada. Um fluxograma mostra todas as etapas do processo em análise pela equipe de melhoria da qualidade, identifica pontos críticos do processo para controle, sugere áreas para melhorias adicionais e ajuda a explicar e resolver problemas (Magar & Shinde, 2014);

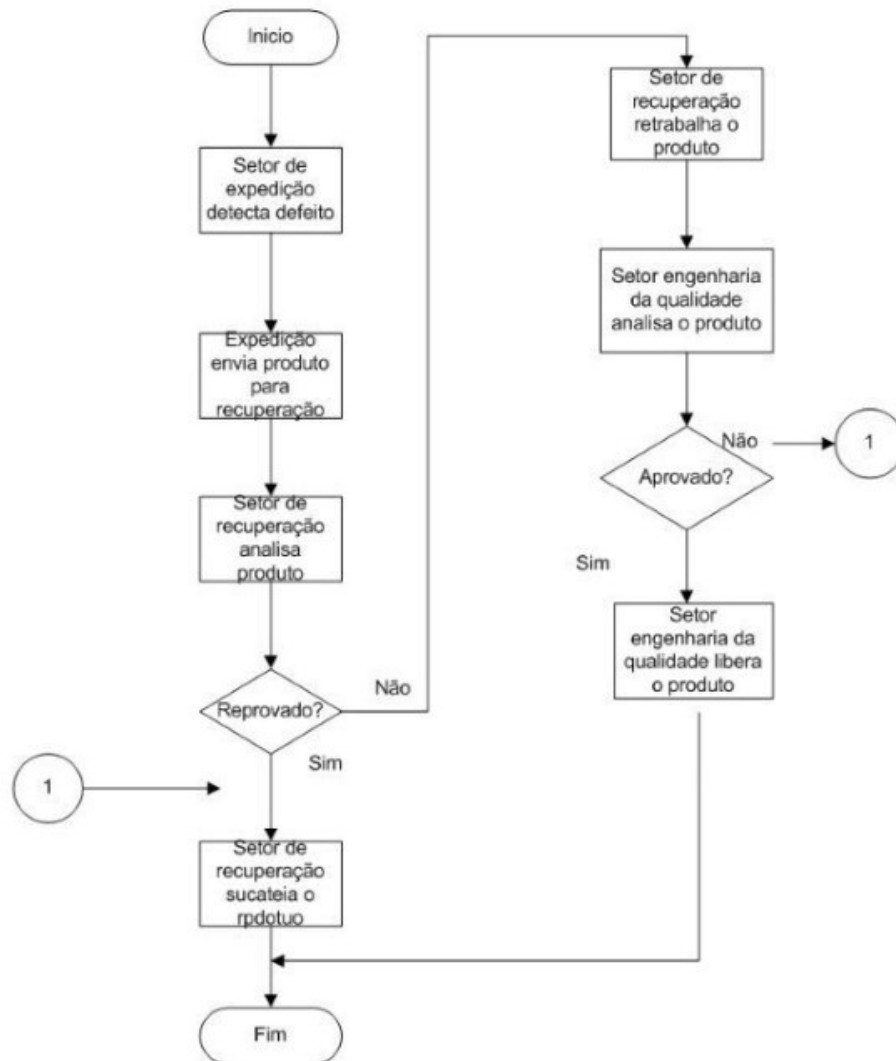


Figura 24. Exemplo de um fluxograma de processo

- Folhas de verificação - Um formulário estruturado e preparado para coletar e analisar dados. Uma ferramenta genérica que pode ser adaptada para uma ampla variedade de propósitos.

Factors	Statistics	Months					
		Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1. Correctness in goods type distribution with right documents	Total	285	252	234	183	160	186
	Quantity Error	0	0	0	0	0	0
	% Error	0	0	0	0	0	0
2. Fast-moving distribution goods and input into	Total	285	252	234	283	160	186
	Quantity Error	15	19	20	18	15	13

Figura 25. Exemplo de folhas de verificação

- Gráfico Pareto - Os gráficos de pareto são usados quando se quer decidir qual será a ordem com que os problemas vão ser resolvidos pois através da organização deste é possível verificar qual o problema mais significativo. A organização só pode avançar para a resolução de um problema quando o maior problema de todos já estiver resolvido.

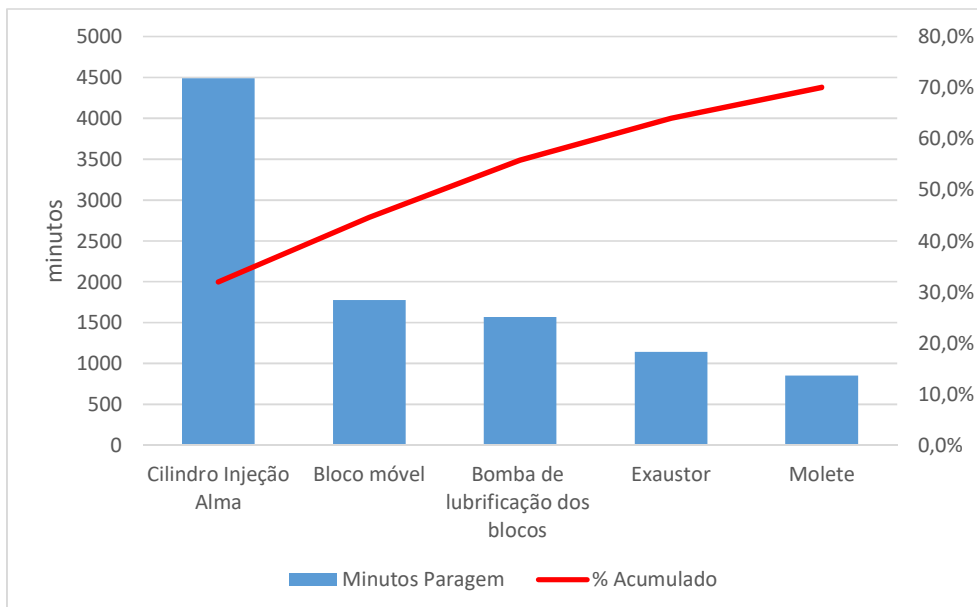


Figura 26. Exemplo de gráfico pareto

4. Ishikawa – O diagrama de causa efeito tem por objetivo identificar a causa raiz de um determinado problema, pode também ser chamado de diagrama espinha de peixe ou de causa-efeito. Em primeiro lugar são identificadas as principais causas do problema, estas são posteriormente descritas com mais detalhe. Geralmente podem-se definir 5 causas modelo para um determinado problema: Materiais, Máquinas, Método, Meio Ambiente, Medidas.

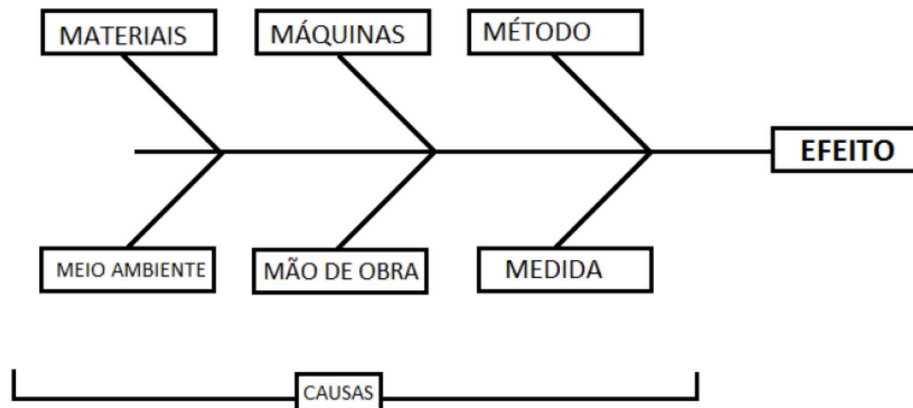


Figura 27. Exemplo de um Ishikawa

5. Histograma - Os histogramas têm como principal finalidade ajudar os gestores a interpretar a informação existente. No caso de haver muita informação esta é dividida e representada de uma maneira fácil de entender.

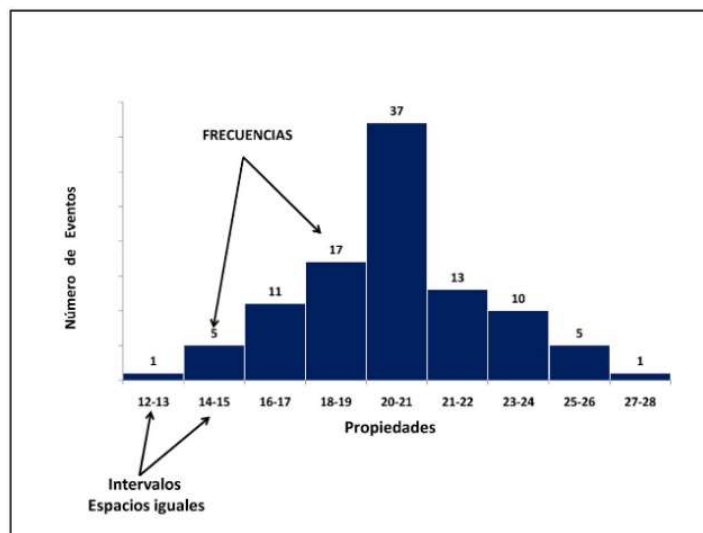
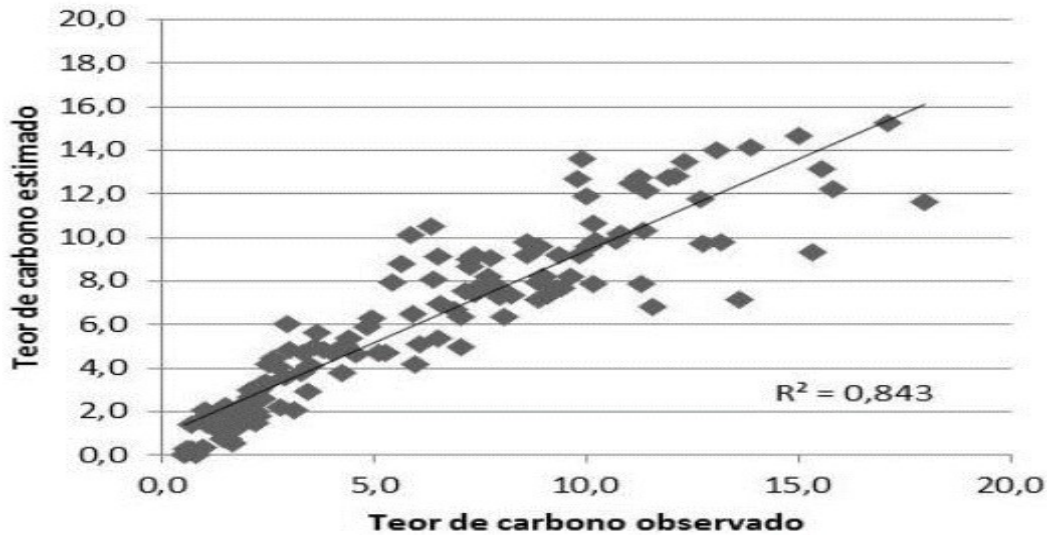


Figura 28. Exemplo de um histograma

6. Diagrama de dispersão - Representa graficamente pares de dados numéricos, uma variável em cada eixo, para procurar um relacionamento entre variáveis de processo.



7. Gráfico de controlo – Gráficos de controlo que analisam as alterações do processo ao longo do tempo.

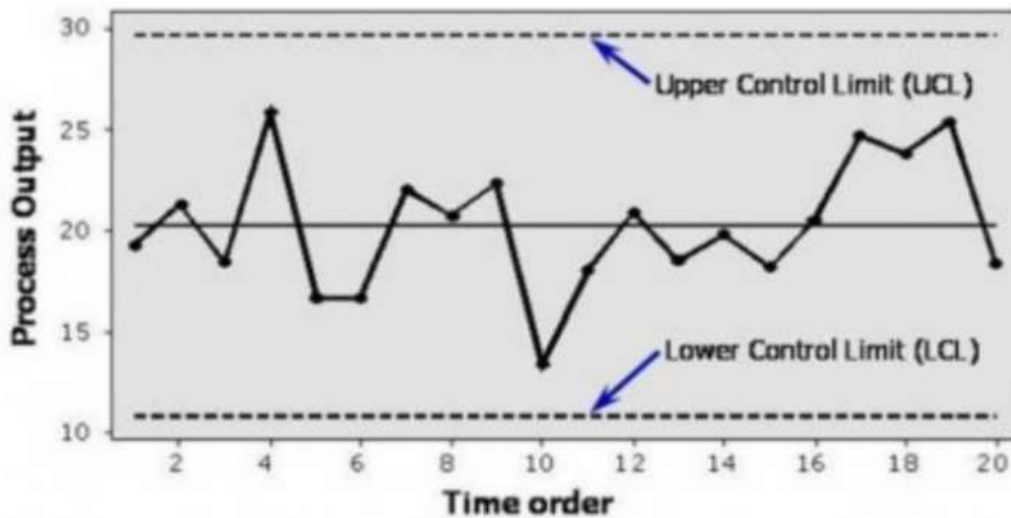


Figura 29. Exemplo de gráfico de controlo de processo

Para além das 7QCs mencionadas por Juran (1974) existem mais algumas ferramentas de qualidade que se utilizam com regularidade na indústria automóvel:

8. 5 Porquês – É uma ferramenta que visa questionar a causa da ocorrência de forma repetida para que a análise efetuada ao problema não fique no

superficial e seja sempre questionado até se chegar a uma causa raiz de gestão. A resposta ao quinto porquê deverá identificar com causa raiz do problema uma causa de gestão.



Figura 30. Exemplo de 5 porquês

9. FMEA - Esta ferramenta permite identificar os riscos atempadamente, para assim se conseguir implementar as ações apropriadas com o intuito de minimizar esses mesmos riscos. A utilização desta ferramenta elimina as fraquezas existentes no sistema aumentando assim a segurança, fiabilidade e satisfação do consumidor.

FMEA								
Item	Modo de Falha Potencial	Efeito de Falha Potencial	Severidade	Causa Potencial	Ocorrência	Controle Atual	Deteção	NP R
1								

Figura 31. Exemplo de um FMEA

10. Plano de Controlo (CP) – Decorrente do FMEA, o plano de controlo descreve quais as características chave do produto a controlar e qual o

método de controlo a aplicar para garantir a qualidade do produto em conformidade com os requisitos do cliente. As instruções de controlo de qualidade a aplicar na produção nascem do plano de controlo e contemplam toda a informação relativa às características que devem ser controladas, qual o método e frequência de controlo.

CONTROL PLAN												
Control Plan Number ABC101-23			Key Contact/Phone John Stone - Mfg Engineer, x5412				Date (Orig.) 1/1/10		Date (Rev.) 12/11/11			
Part Number/Latest Change Level Sub-Assembly 987-00			Core Team C. Stone, J. Leard, D. Moores, G. Boyd, S. Miller				Customer Engineering Approval/Date (If Req'd.) N/A					
Part Name/Description Leg, Support, and Armrest Asm			Supplier/Plant Approval/Date 12/9/11				Customer Quality Approval/Date (If Req'd.) N/A					
Supplier/Plant In-House (Kansas City)		Supplier Code N/A		Other Approval/Date (If Req'd.) Ed Stumpek, Eng VP (12/10/11)				Other Approval/Date (If Req'd.) N/A				
PART/ PROCESS NUMBER	PROCESS NAME/ OPERATION DESCRIPTION	MACHINE, DEVICE JIG, TOOLS FOR MFG.	CHARACTERISTICS			CTQ?	METHODS					REACTION PLAN
			NO.	PRODUCT	PROCESS		PRODUCT/PROCESS SPECIFICATION/ TOLERANCE	EVALUATION/ MEASUREMENT TECHNIQUE	SAMPLE		CONTROL METHOD	
								SIZE	FREQ.			
1	Place leg, support, and armrest in assembly fixture	Fixture 987-01F1	1D		Parts placed properly in fixture per drawing 987-00	N	Parts oriented correctly (reference drawing 987-00 with any questions)	Error proofed - parts cannot be mis-oriented	N/A	N/A	Error proofed	None required
2	Drive two screws to secure side support	Electric screwdriver 987-01A1	2D	Final screw depth		N	Screw heads sub-flush	Flush gage	5	Hourly	P-Chart	Re-inspect all product since last inspection and rework if needed
			2P		Drive torque on screw	Y	Torque between 10 in-lb and 13 in-lb	Automatically monitored with electric screwdriver - alarm will sound if torque is out of range	100%	N/A	100% monitoring	If torque alarm sounds, stop production, verify proper screws, check pilot hole diameter. If correct, contact maintenance and engineering.
3	Drive three screws to secure arm rest	Pneumatic screwdriver 987-01A2	2D	Screws seated sub-flush		N	Screw heads sub-flush	Slide flushness gage over screw locations - must move freely	5	Hourly	P-Chart	Re-inspect all product since last inspection and rework if needed

Figura 32. Exemplo de um plano de controlo

2.1.4.2. METODOLOGIA 8D DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

A metodologia 8D tem as suas raízes históricas no padrão de qualidade MIL-STD 1520 “*Corrective Action and Disposition System for Nonconforming Material*” emitido pelo exército dos Estados Unidos da América (Behrens et al., 2007). Posteriormente foi desenvolvida e melhorada pela Ford Motor Company que aproximou a metodologia ao mundo industrial.

A metodologia 8D é uma metodologia de resolução de problemas que define uma sequência de passos que devem ser seguidos quando um problema se torna evidente (Whitfield & Kwok, 1996). Esta metodologia promove o desenvolvimento de ações que eliminam a raiz de um problema e a implementação de medidas corretivas permanentes para os eliminar (Riesenberger & Sousa, 2010).

As ações que se encontram intrínsecas em cada passo podem variar de acordo com as especificações e processos de cada empresa. Podemos então considerar que o principal objetivo da metodologia 8D será o de enfrentar o problema e descobrir as fraquezas existentes no sistema de gestão que permitiram que o problema tenha ocorrido em primeiro lugar (Riesenberger e Sousa, 2010), reduzir o custo de produção e fomentar uma melhoria da qualidade (Behrens et al., 2007). Existem mesmo algumas empresas que implementaram sistemáticas baseadas no 8D, á qual chamaram “Resposta Rápida para a Melhoria Contínua”, que aplicam em todos os desvios que ocorrem nos processos e que têm impacto no negócio. Mais especificamente, a metodologia 8D tem por finalidade a identificação das causas raiz do problema, a sua irradicação através de ações corretivas para que seja evitada a sua recorrência. No 8D deve constar toda a documentação de análise do problema, servindo esta após a validação das ações corretivas, como suporte à atualização do FMEA, Plano de Controlo e dos demais documentos do “Sistema de Gestão da Qualidade” impactados pelo problema. As etapas da metodologia 8D encontram-se exemplificadas na Figura 33, e são descritas uma a uma nos pontos seguintes.

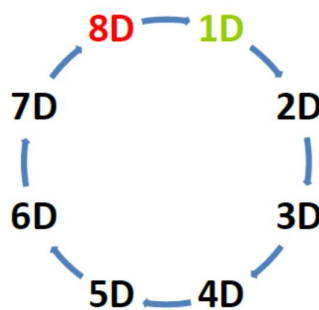


Figura 33. Passos da metodologia 8D

1D - Definição da equipa: O primeiro passo é a definição da equipa de projeto para a resolução do problema. Esta equipa deve ser multidisciplinar, constituída por elementos com conhecimentos e competências nas diferentes áreas do conhecimento relacionado com o problema. A equipa de projeto deverá ter um líder com capacidade de liderança e que por regra seja o dono do processo onde o problema ocorreu. Esta equipa deve reunir com uma periodicidade bem definida, preferencialmente com uma

frequência diária nos primeiros dez dias, período correspondente aos primeiros 5Ds até à definição das ações corretivas, e posteriormente numa base semanal até ao fecho do 8D que deverá ser encerrado num período máximo de 60 dias após a ocorrência do problema. A equipa deve estar dotada de autoridade suficiente para fazer cumprir as ações definidas ao longo do projeto 8D.

2D - Descrição do problema: A fase de definição do problema é uma fase crucial para a sua resolução. Uma definição deficiente poderá encaminhar a análise do problema para um caminho distante das suas causas raiz e irá gerar dispêndio de recursos em ações corretivas que não vão erradicar o problema. O problema deverá estar caracterizado através da técnica 5W2H. Segundo Whitfield & Kwok (1996) a caracterização do problema é baseada em 7 questões, 5Ws e 2Hs, que têm origem em palavras do inglês – “Who?” (*Quem originou o problema?*); “What?” (*O Que é o problema?*); “When?” (*Quando aconteceu o problema?*); “Where?” (*Onde aconteceu o problema?*); “Why?” (*Porquê é problema?*); “How?” (*Como aconteceu o problema?*); “How many?” (*Dimensão do problema? ex. quantidade de peças não conformes no cliente*). Deve ser consultada toda a informação disponível acerca do problema para dar resposta a todas estas questões para que o problema seja devidamente caracterizado.

3D - Medidas de contenção: As medidas de contenção, tal como a palavra o indica, são as medidas necessárias para conter o problema dentro de um perímetro bem definido e num curto espaço de tempo. Para que tal aconteça é necessário perceber quais são as áreas afetadas num curto espaço de tempo para assim se conseguir minimizar o impacto do problema na produção, ou no mercado. Dependendo das consequências que podem derivar do problema em causa, as ações a serem tomadas assumem diferentes proporções. Em alguns casos uma ação de contenção pode ser apenas informar o cliente do problema de qualidade, mas noutros casos mais graves pode ser necessário parar a produção e recolher todos os produtos afetados do mercado.

- 4D - Identificação da raiz do problema:** Esta fase envolve toda uma estruturação analítica do problema, onde através da aplicação das ferramentas de qualidade pelos diferentes membros da equipa multidisciplinar, se busca a identificação das suas causas raiz. As ferramentas mais usualmente aplicadas são o *Ishikawa* e os *5Why's*. No entanto pode ser aplicada qualquer uma das ferramentas da qualidade, ou outras técnicas de análise, desde que facilitem a identificação das causas raiz dos problemas de forma efetiva.
- 5D - Validação de ações corretivas:** Ao longo do processo de identificação das potenciais causas, potenciais soluções vão sendo identificadas. Estas soluções devem ser estudadas, para se ter a certeza que a solução encontrada irá resolver o problema. São desenvolvidos testes para validar as ações corretivas para ver o seu impacto na resolução do problema.
- 6D - Implementação da ações corretivas:** Nesta fase o principal objetivo será o de implementar as ações escolhidas previamente. A equipa deve desenvolver uma estratégia de implementação bem estruturada, para que seja claro o que irá mudar, quando irá ocorrer essa mudança e quem será o responsável por essa mesma mudança.
- 7D - Monitorização do problema e prevenção de recorrência:** Nesta fase é importante controlar o problema para evitar recorrências. O problema passa a ser monitorizado de acordo com os indicadores definidos pela equipa, desde o momento da implementação das ações corretivas até ao momento da atualização do FMEA e Plano de Controlo.
- 8D - Atualização de documentos e felicitação da equipa:** Independentemente da dimensão do problema, o 8D não deverá exceder os 60 dias desde a sua abertura até ao seu encerramento. Nesta fase todos documentos relevantes devem ser atualizados, principalmente o FMEA e Plano de Controlo, para que sejam prevenidos quaisquer focos de recorrência. Após a conclusão do 8D com êxito, toda a equipa deve ser felicitada em comemoração pelo êxito alcançado.

Algumas metodologias de resolução de problemas mais simples, tal como o “*Ciclo de Deming*” ou “*Ciclo PDCA*”, são aplicadas com bons resultados em empresas com nível de conhecimentos mais reduzidos no que diz respeito à metodologia 8D.

2.1.5. SMED (SINGLE-MINUTE EXCHANGE OF DIES)

O SMED é uma técnica dentro da filosofia LM onde o seu objetivo é a redução do desperdício no sistema produtivo através da padronização das mudanças nas máquinas. O tempo de produção e a diversidade de produtos tornam as mudanças de ferramenta rápidas um fator económico crítico para a rentabilidade da empresa. A interrupção frequente de um processo mostra-se um obstáculo a uma produção eficiente. A rápida troca de ferramentas é o processo completo de alterar o processo de uma máquina de produção de produzir um produto para outro. O tempo de troca da ferramenta é o tempo decorrido entre o último produto produzido em conformidade da série anterior, na taxa normal da linha, ao primeiro produto produzido em conformidade da próxima série, na taxa máxima da linha (Godina et al., 2018). O conceito afirma que qualquer troca de máquina deve sempre demorar um tempo específico, e as tarefas devem ser padronizadas para essa mudança. Assim, quando houver uma mudança planeada na máquina, o tempo que ela levará e os recursos necessários serão quantificados. Isso permite que o tempo seja considerado e incluído no planeamento das linhas de produção. Isso permite a inclusão de certas melhorias para reduzir o tempo necessário para a troca de máquina, reduzir os recursos atribuídos ou ambos (Lozano et al., 2017).

Um processo de mudança de máquina eficaz e eficiente é um importante elemento que suporta o processo de controlo de produção para a maior parte dos processos industriais. É ainda mais importante se os pedidos do cliente forem altamente complexos (ex.: elevada variabilidade, elevado número de referencias e baixas quantidades por referencia). Dessa forma, uma boa gestão das mudanças de máquina é capaz de reduzir os prazos de produção e ajudar a alcançar padrões de qualidade mais elevados (Allahverdi & Soroush, 2008). O impacto positivo mais

significativo de se ter um baixo tempo de mudança de máquina é a redução do tamanho do lote num sistema de produção (Mackelprang & Nair, 2010; Gross, Adhikari & Rothe, 2010). Por outras palavras, a mudança rápida de máquina favorece continuamente o conceito de fluxo de uma peça a peça que é criticamente necessário em realidades industriais de elevada variabilidade dos pedidos do cliente. Os outros benefícios relacionados ao curto tempo de troca incluem redução de despesas, maior velocidade de produção, aumento da produção, redução de lead times, fluxos mais suaves, uma ampla variedade de tamanhos de lotes, menor inventário e aumento da satisfação do cliente (Allahverdi & Soroush, 2008).

O SMED convencional consiste em 4 fases, tal como apresentado na Figura 34:

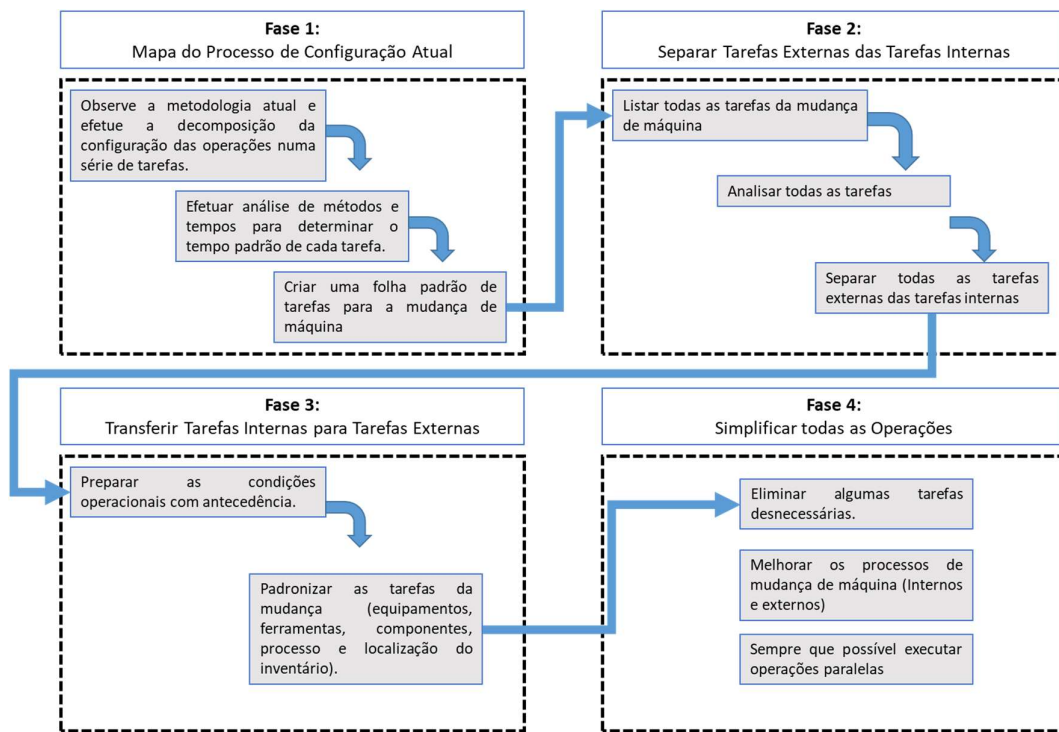


Figura 34. SMED convencional (fonte: (Almonani et al., 2013))

A Fase 1 corresponde ao mapeamento do estado atual da mudança de máquina. A ideia principal desta fase é revelar uma imagem geral das atividades da mudança de máquina. A coleta de informações e dados relacionados sobre o atual procedimento de mudança de máquina é o primeiro passo dessa fase. A próxima etapa desta fase é realizar um estudo de tempo e movimento para determinar o tempo padrão para cada operação. A fase 2 classifica as atividades internas e

externas. Começa com a listagem de todas as atividades de transição numa sequência seguida pela classificação e análise das atividades internas e externas. Esta fase terminou com a separação das atividades externas e internas. A próxima fase, fase 3, é focada na transferência seletiva das atividades internas para as externas. Esta fase é a principal estratégia de melhoria para minimizar o tempo de inatividade da máquina e, assim, reduzir o tempo de troca geralmente oferecido pelo SMED convencional. A maneira direta dessa fase é identificar todas as possíveis atividades internas que podem ser realizadas antes que a máquina pare ou depois que a máquina comece a operar. Almonani et al., (2013) afirmaram que esta fase também pode ser realizada através da modificação do equipamento e descartando algumas tarefas desnecessárias. A fase final, fase 4, concentra-se na racionalização de todas as atividades internas e externas. Nesta fase é eliminada qualquer que seja a atividade desnecessária, como por exemplo as atividades redundantes, e melhorados os procedimentos originais da mudança de máquina onde os tempos padrão de cada tarefa são formalizados. São apresentados vários tipos de estudos de caso envolvendo a aplicação SMED convencional. A literatura revela que os estudos de caso da indústria automóvel são dominados pelo aplicativo de sucesso SMED convencional. Por exemplo, Deros et al., (2011) demonstraram a aplicação do SMED para reduzir o tempo de instalação numa linha de montagem de baterias automóvel. Desai, (2012) apresentou melhoria de produtividade para a indústria automobilística na Índia, aplicando o método SMED. Outro estudo de caso da indústria de transformação é apresentado por Moreira & Pais (2011), onde a aplicação da metodologia SMED reduziu o tempo de troca de máquina numa empresa de manufatura localizada no norte de Portugal.

Na Figura 35 é apresentada uma visão gráfica das diferentes fases de implementação do SMED.

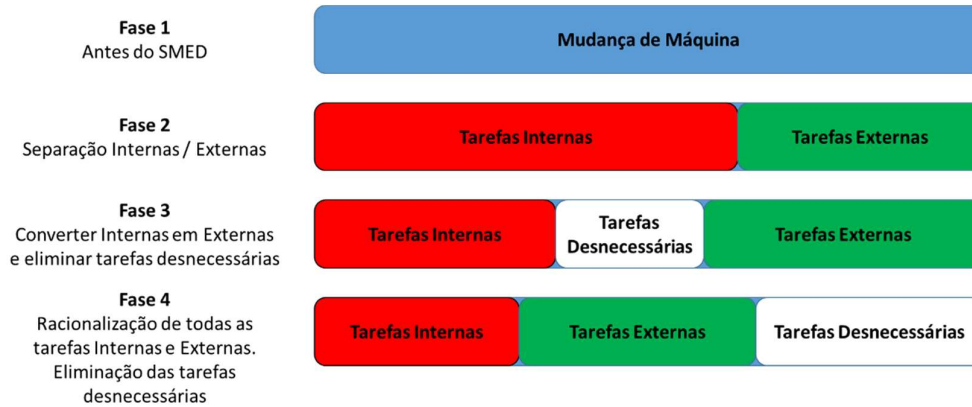


Figura 35. Exemplo gráfico das fases do SMED

2.1.6. MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

A manutenção produtiva total, ou no inglês *Total Productive Maintenance* (TPM), é uma abordagem inovadora à manutenção, com potencial para aumentar a eficácia das instalações de produção. Porém, a implementação do TPM não é uma tarefa fácil. Inúmeras barreiras são encontradas nos casos da vida real durante a implementação do TPM. É muito importante avaliar a natureza e o impacto dessas barreiras para que os gerentes de produção e manutenção possam cultivar algumas estratégias para superar essas barreiras. (Rajesh, Sandeep & Nikhil, 2013).

A gestão da manutenção é regularmente considerada com esforço para ser identificada de forma diferente de um aspeto menos importante de uma gestão organizacional complexa (Antosz, 2018; Willmott & McCarthy, 2001; Pacaiova, et al. 2012; Park, Kim & Won, 2017). É possível expressar a definição de gestão da manutenção (se a definição de gestão da qualidade for aplicada, STN ISO 9001, 2016) da seguinte forma: representa uma parte da gestão da empresa, cujo objetivo é a otimização das atividades de manutenção considerando materiais e recursos humanos, suporte à fabricação da qualidade esperada do produto final e segurança da operação (se possível, definido por meio de parâmetros de figuras), bem como suporte ao futuro crescimento e desenvolvimento prospetivo da organização – seus objetivos.

A gestão da manutenção é uma disciplina para garantir saídas, contribuições e processos de manutenção, fornecidos com o objetivo de atender aos requisitos dos clientes e das partes em questão (Pacaiova & Izarikova, 2018).

Na gestão da manutenção (STN EN 13306, 2017), a manutenção é definida como uma combinação de todas as ações técnicas, administrativas e gerenciais durante o ciclo de vida de um item destinado a retê-lo ou restaurá-lo em um estado em que ele possa executar a função requerida. A gestão da qualidade, principalmente na indústria automóvel, conta com dois conceitos básicos:

- ✓ com base nas normas ISO 9001, IATF 16949 etc. (Fonseca & Domingos, 2018).
- ✓ com base em outros quadros, como por exemplo qualidade total ou gestão da qualidade mundial - TQM (*Total Quality Management*), WCM (*World Class Manufacturing*), (Storey & Harrison, 1999).

O conceito de TPM foi definido pela primeira vez no Japão na década de 70 do século passado (Instituto Japonês de Manutenção de Instalações JIPM) e, inicialmente, trouxe requisitos para o processo de qualidade visando confiabilidade, alto lucro, custos mínimos e, posteriormente, requisitos para minimização de impacto no meio ambiente e segurança. Toda a filosofia do TPM é ilustrada por meio da chamada “casa do TPM” (Chlebus et al., 2015; Kigsirisin, Pussawiro e Noohawn, 2016), onde pilares individuais da casa representam elementos básicos que permitem alcançar os objetivos determinados na forma de eliminação de todas as não-conformidades, ou seja, número zero de falhas humanas (defeitos), falhas no equipamento, acidentes e desperdícios (Nakajima, 1988; Kigsirisin, Pussawiro e Noohawn, 2016). Na Figura 36 está expressa a casa TPM:

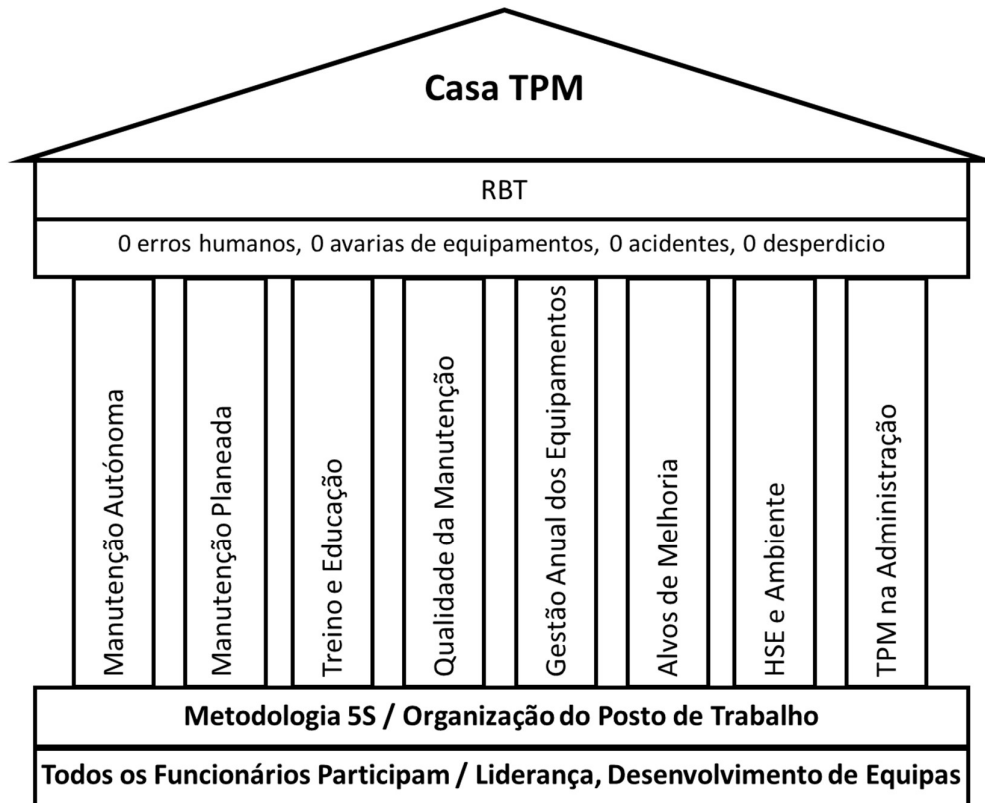


Figura 36. Estrutura TPM – 8 pilares

2.1.6.1. TIPOS DE MANUTENÇÃO

Na gestão da manutenção existem dois tipos de abordagem relativamente ao conceito de aplicação das atividades de manutenção:

- A manutenção corretiva – atividades de manutenção baseadas na reação após a avaria ocorrer, desperdícios não são evitados e o seu impacto na produtividade dos equipamentos é elevado. Consoante o nível de maturidade do sistema de manutenção, podemos considerar dois subtipos: corretiva de contenção (ações paliativas de manutenção, problema não resolvido com riscos de recorrência no curto prazo) e corretiva curativa (ações corretivas mais robustas com eficácia no médio prazo).
- A manutenção preventiva – atividades de manutenção baseadas na prevenção das avarias dos equipamentos através da avaliação do risco de ocorrência de avarias e definição das atividades de

manutenção preventiva. Em função da maturidade do sistema de manutenção preventiva, existem três subtipos de preventiva: preventiva planeada (atividades de manutenção planeada para efetuar substituição de componentes em função de um tempo de utilização pré-definido ou em função do número de ciclos realizados), preventiva baseada na condição (desmontar o equipamento e controlar, substituir componentes com desgaste) e preventiva preditiva (conhecimento profundo do equipamento o qual é periodicamente monitorizado relativamente a alguns parâmetros chave, ex. vibrações,...).

Na Figura 37 são apresentados os níveis de maturidade da manutenção considerando os dois tipos de manutenção mencionados nos pontos anteriores.

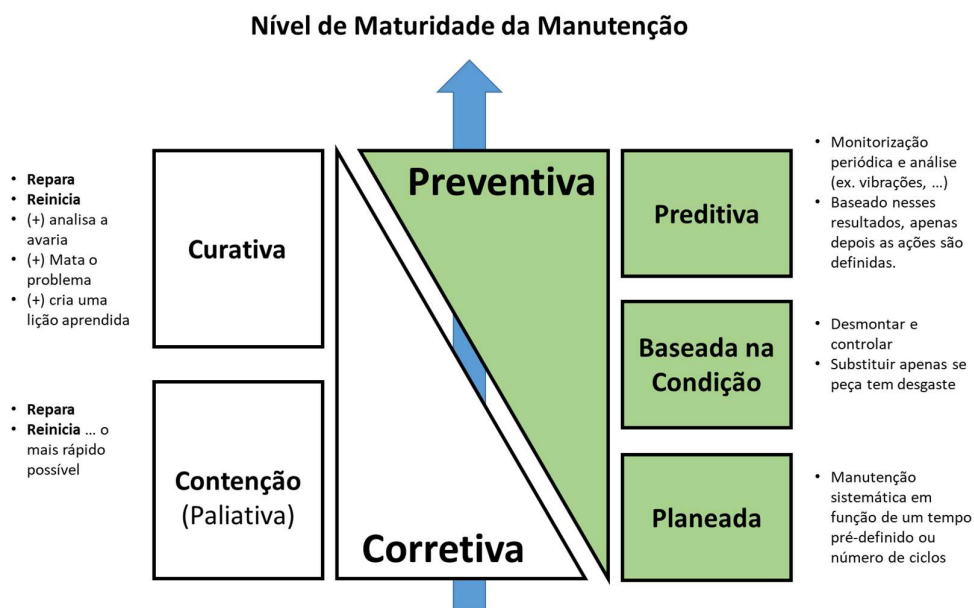


Figura 37. Nível de maturidade da manutenção (fonte: AFNOR)

Relativamente à manutenção preventiva podemos considerar 5 níveis em termos de complexidade e responsabilidade das atividades de manutenção:

Nível 1 (Produção) – Ações simples executadas em partes da máquina de fácil acesso e sem riscos de segurança utilizando as ferramentas disponíveis no posto de trabalho. Estas ações não desmontam nem

necessitam de peças de substituição e apenas necessitam de uma instrução simples (inspeção básica, limpeza, enchimento de óleo,...);

Nível 2 (Produção) – Ações que exigem não mais do que simples desmontagem de ferramentas e peças de reposição disponíveis na estação de trabalho. Eles podem ser feitos por operadores treinados e habilitados, que apenas precisam seguir as instruções padrão (controles de desempenho, substituição fácil e padrão de peças,...);

Nível 3 (Manutenção) – Intervenções complexas realizadas com ferramentas e peças de reposição específicas, exigindo um simples desmantelamento. Estas ações devem ser efetuadas por técnicos qualificados, que deverão seguir um procedimento sofisticado;

Nível 4 (Manutenção) – Intervenções complexas envolvendo desmontagem elaborada, geralmente realizada na oficina de manutenção por especialistas que precisam de um conjunto completo de ferramentas sofisticadas;

Nível 5 (Construtor da máquina) – Grandes reformas feitas pelo fabricante da máquina.

Inúmeras vezes são tomadas decisões de gestão de manutenção baseadas em pressupostos de contenção de custos. São diversas as empresas que baseiam a sua gestão da manutenção assente em ações corretivas porque apenas se focam nos custos diretos imediatos, não se focando nos custos indiretos decorrentes das perdas de produtividade inerentes à política de manutenção adotada. Na Figura 38 é apresentado graficamente a comparação de custos entre os diferentes tipos de manutenção.

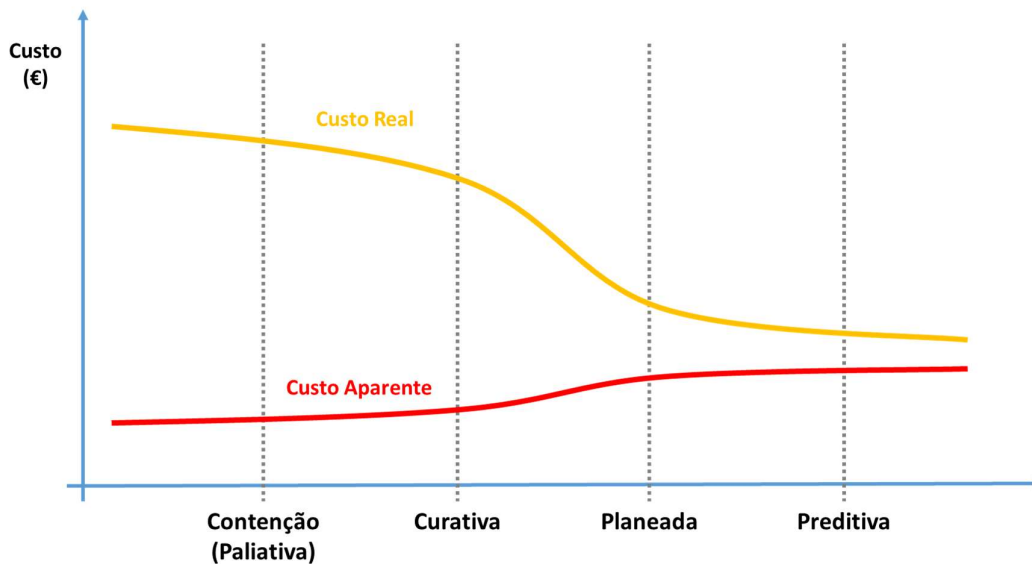


Figura 38. Custos de manutenção – real vs aparente

A implementação do TPM de acordo com os requisitos da norma IATF (*International Automotive Task Force*) de 2016, requisitos estes que estão em linha com o que foi aqui apresentado, representa uma abordagem integrada da gestão da qualidade e segurança, que só podem ser alcançados se esses objetivos tiverem suporte da gestão administrativa das empresas (Devaraj et al., 2015; Andodnou, 2017).

2.1.7. SISTEMA PULL

A produção puxada, “*Pull System*” (PS) usando a terminologia inglesa, é um dos princípios mais fundamentais dentro do LM (Karlsson & Alstroëm, 1996; Womack & Jones, 1996). Shah & Ward, (2007) também caracterizam a produção puxada como uma das distintas dimensões de um sistema LM. Onde um sistema de produção *push* implica que os produtos sejam empurrados de uma estação de trabalho para a seguinte, um sistema *pull* consiste em produtos que são puxados ao longo de estações de trabalho sucessivas, conforme e quando são necessários. O PS em termos mais simples significa que ninguém a montante deve produzir um bem ou serviço até que o cliente a jusante o solicite (Womack & Jones, 1996). Dois exemplos de PS são Kanban e POLCA.

Kanban – Neste tipo de sistema *pull*, os cartões são usados como ordens de produção (Shahabudeen & Sivakumar, 2008). Kanban é a palavra japonesa para etiqueta ou sinal. É uma forma simples de comunicação que está sempre no ponto em que é necessária (Ohno, 1988). Sugimori et al., (1977) descrevem o sistema kanban da Toyota em alguns detalhes. Pode considerar-se o Kanban em dois tipos: Kanban de produção (Withdrawal kanban), usado para comunicar e autorizar requisitos de produção no chão de fábrica, e Kanban de fornecedor (picking Kanban), usado para comunicar o requisito de matérias-primas e componentes aos fornecedores.

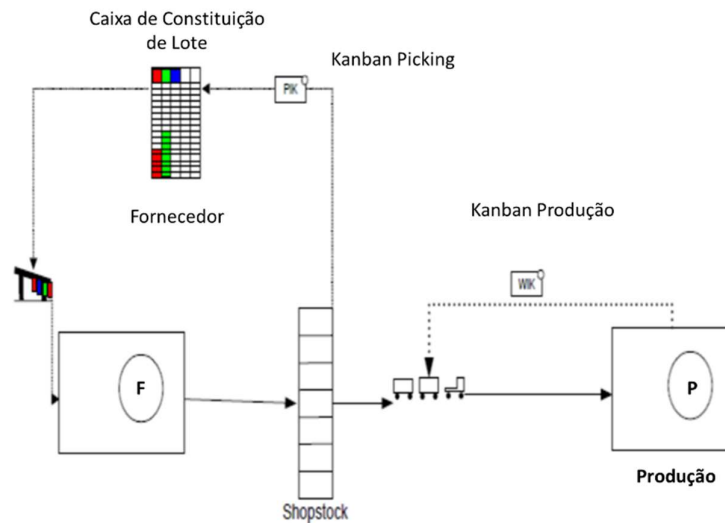


Figura 39. Pull System - Kanban

POLCA – Um tipo alternativo de sistema pull ao Kanban é o POLCA *“Paired-cell overlapping loops of cards with authorisation”* (Suri, 1998). POLCA é um acrónimo para laços de cartões sobrepostos de células emparelhadas com autorização (Suri, 1998) e é um sistema de controlo baseado em cartão para produtos de engenharia de alta variedade ou personalizados (Krishnamurthy & Suri, 2009). Riezebos, (2010) mostra que o POLCA é um sistema pull que é aplicável em empresas de produção sob encomenda, *“Make-to-Order”* (MTO). É um sistema de controlo de material que regula a autorização do andamento do pedido no chão de fábrica em um ambiente de fabricação celular. Ao limitar

estritamente o inventário de trabalho em processo (WIP) entre células, a POLCA visa aumentar a velocidade da transferência de trabalhos e reduzir os desequilíbrios no sistema de fabricação.

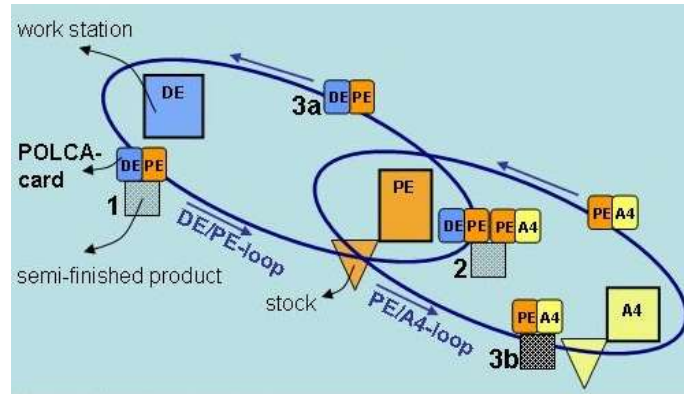


Figura 40. Pull System – POLCA

2.1.7.1. ELEMENTOS DO SISTEMA PULL

O PS é considerado como um método de controlo da carga de trabalho. De acordo com Fredendall et al., (2010), o controlo da carga de trabalho pode ser dividido em três níveis principais: entrada do trabalho, libertação do trabalho e despacho prioritário / controle WIP. O nível de entrada no trabalho considera a gestão dos pedidos cliente e da capacidade instalada, por exemplo, a decisão de aceitar ou rejeitar pedidos, a definição de datas de vencimento e a gestão de capacidade. A libertação do trabalho determina o horário da libertação para pedidos aceites e ajustes de capacidade a curto prazo. Finalmente, o despacho prioritário / controle WIP gere o fluxo de pedidos no chão de fábrica. Agora, vamos operacionalizar os sistemas pull e descrevê-los de acordo com essa estrutura para controlo de carga de trabalho.

Entrada de trabalho – gestão de pedidos cliente e de capacidade. O principal mecanismo associado ao nível de entrada no trabalho pode ser identificado como suavização dos pedidos. Bicheno & Holweg, (2011) mostram que a variação de chegada (variação de pedidos) tem um efeito prejudicial no comprimento da fila e, portanto, no tempo de espera. Assim, a produção puxada requer um padrão de pedidos bastante

estáveis e repetitivo (Karmarkar, 1989). A suavização dos pedidos é um método usado como pré-requisito para puxar a produção que agrega dados de pedidos e previsão, a fim de permitir um cronograma mestre de produção suave e estável, reduzindo assim os efeitos prejudiciais das variações nos pedidos. Outros elementos do nível de entrada do trabalho são a aceitação do pedido, a definição da data de vencimento e o gerenciamento da capacidade.

Libertação de trabalho – gestão de ordens. Os principais mecanismos associados a esse nível são o nivelamento da produção *heijunka* e o planejamento baseado no TT. Após a suavização da demanda, o *heijunka* é um mecanismo de nivelamento da produção para ambientes pull (Shingo, 1981). Frequentemente, um quadro de *heijunka* é usado para reunir cartões que sinalizam a autorização e a sequência de liberação do pedido no chão de fábrica e permitem a realocação do operador. Ao contrário dos requisitos faseados no tempo, baseados na ordem, da produção push, a produção pull usa um mecanismo de planejamento baseado em taxa e sem pedidos. As ordens de produção não são mais necessárias na produção pull, pois os requisitos são comunicados usando cartões. No entanto, os intervalos de tempo na programação *heijunka* são múltiplos do que é conhecido como tempo takt. O tempo necessário é o passo em que os produtos devem emergir repetidamente da produção como produtos acabados. É um método de sincronizar a produção com os requisitos do cliente (Shingo, 1981). Ajustes no TT podem efetuar-se ao nível da libertação de trabalho.

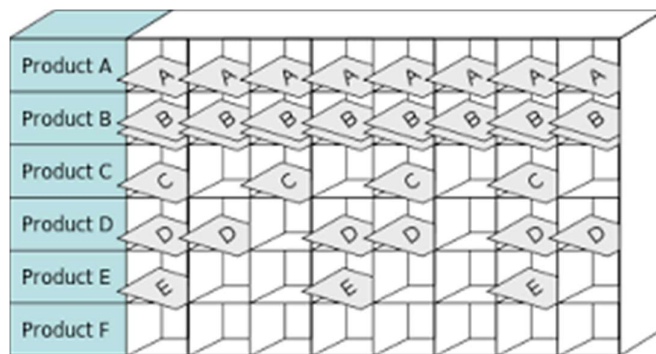


Figura 41. Quadro Heijunka

Despacho prioritário e controlo WIP – controlo de ordens. Neste nível, o principal mecanismo é o cartão, pois é isso que controla o nível de WIP no sistema. O tamanho da carga de trabalho representada pelo cartão, o número de cartões e as operações contidas no *loop* do cartão são todas as decisões que devem ser tomadas nesse nível. Além do mecanismo do cartão, podem ser especificadas regras para envio prioritário.

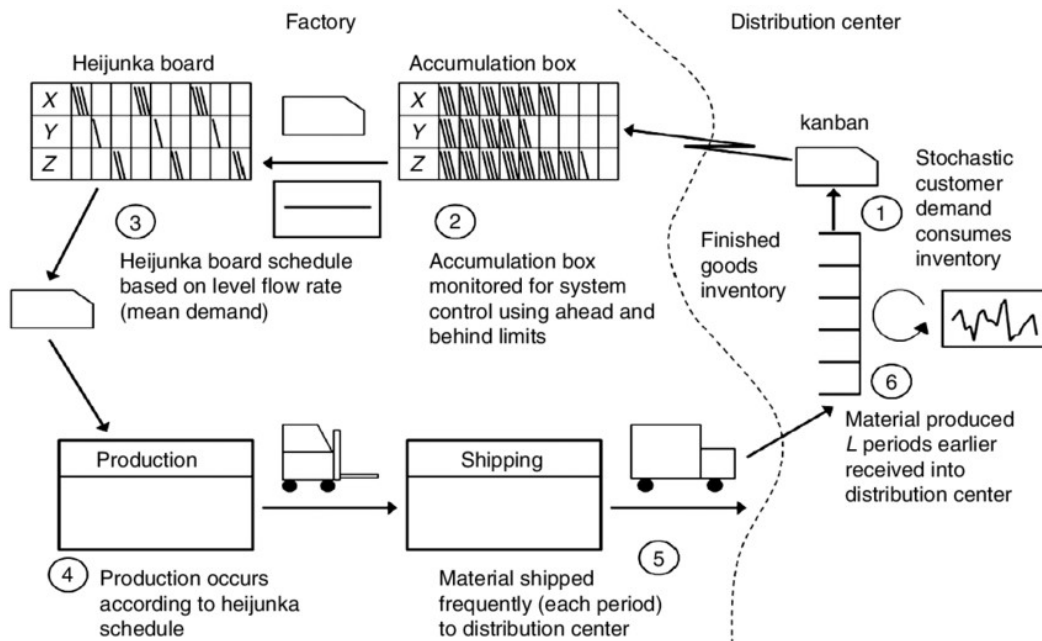


Figura 42. Exemplo de um pull system

2.2. CONTROLO DE GESTÃO

No ambiente intensamente competitivo de hoje, as empresas devem ter alto desempenho. Estudos mostram que a melhoria do desempenho e a sustentabilidade não dependem de um único fator, mas de muitos fatores (Lenz, 1980) e isso aumenta a importância dos Sistemas de Controlo de Gestão (SCG) (Abernathy & Guthrie, 1994; Chong & Chong, 1997; Chenhall 2003).

A gestão de negócios precisa de dados para o ambiente interno e externo ao projetar e implementar a sua própria estratégia. Durante a coleta e o

processamento desses dados, o SCG é vital para as empresas que operam como um sistema de feedback. O SCG é fundamental para determinar as ações operacionais necessárias, esclarecer expectativas mútuas, determinar prioridades para melhorias operacionais e também determinar metas que podem afetar o desempenho atual e de acompanhamento (Acquaah, 2013).

Alto desempenho para empresas tem dois significados. O primeiro é a maior produção com baixo custo em condições estáveis de mercado. O segundo é implementar completamente a estratégia de diferenciação, que pode responder a novos desenvolvimentos e se adaptar a novas situações em condições de mercado incertas. Para isso, o SCG deve permitir que as empresas se comportem de acordo com as condições ambientais, ou seja, devem manter os efeitos de variáveis contingentes num equilíbrio sustentável.

Dependendo da diferenciação da estratégia em condições de mercado estáveis e instáveis, existem dois tipos de SCG. Estes são um sistema de controlo interativo e diagnóstico. O fato de o alto desempenho ser mostrado em condições ambientais incertas torna o último atrativo para as empresas. O sistema de controlo interativo, além do papel tradicional de feedback do SCG, é um SCG pró-ativo que monitora mudanças e desenvolvimentos internos e externos e motiva os funcionários, incluindo a esses procedimentos; incentiva-os a contribuir para a estratégia; com base no desenvolvimento e aprendizagem contínuos; informa constantemente a gestão com dados saudáveis e facilita o controlo. Em resumo, o sistema de controlo interativo é um SCG bem alinhado com as características da estratégia de diferenciação.

O SCG deve ser compatível com a estratégia. Essa conformidade deve ser sustentável no contexto de incerteza ambiental. Auzair, (2011) descobriu que a estratégia de liderança de custos estava positivamente associada a um SCG mais burocrático, mas a estratégia de diferenciação estava associada a um SCG menos burocrático. Em um ambiente incerto, o SCG menos burocrático, que indica controlo mais rígido, é uma preferência racional. Como vemos, o tipo de SCG está associado à estratégia de negócios e à incerteza ambiental. Observação semelhante foi feita por Van der Stede, (2000). Segundo ele, as unidades de

negócios que favorecem uma estratégia de diferenciação (característica típica dos prospectores) passam por controlos orçamentários menos rígidos e atribuem maior importância a um maior grau de flexibilidade, a fim de facilitar uma resposta mais rápida às mudanças no ambiente. Diferentemente dessas observações, Dropulić, (2013) descobriu que o tipo de SCG utilizado pelas empresas está associado à estratégia de negócios, tamanho e tipo da empresa, mas não à incerteza ambiental.

A estratégia e a conformidade com o SCG são refletidas positivamente no desempenho da empresa. Abernethy e Guthrie (1994) descobriram que a eficácia das unidades de negócios depende de uma correspondência entre o design do sistema de informação e a postura estratégica da empresa. Os sistemas de informação com as características de um sistema de amplo escopo foram considerados mais eficazes em empresas com uma estratégia de desenvolvimento / inovação de produto / mercado contínuos (estratégia de diferenciação) do que em empresas que protegem um mercado de produtos comparativamente estreito e estável (custo estratégia de liderança). Govindarajan e Fisher (1990), descobriram que, para uma estratégia de liderança de custos, o controle financeiro leva a um desempenho superior, enquanto para a estratégia de diferenciação, o controle não financeiro ou de comportamento leva a um desempenho superior. Tsamenyi, Sahadev e Qiao, (2011) descobriram que, para aquelas empresas classificadas como perseguindo uma estratégia de liderança de custos, o uso de SCG mais financeiro teve um efeito positivo no desempenho. Arachchilage e Smith (2013) descobriram que o efeito moderador criado pelo uso diagnóstico do SCG é mais significativo quando a estratégia de liderança em custos é usada para desempenho. Gani e Jermias (2012) descobriram que o desajuste dos sistemas de controlo de estratégia tem uma correlação significativamente negativa com as medidas de desempenho avaliadas e disponíveis publicamente. Os resultados revelaram que o uso diagnóstico do sistema de medição de desempenho influencia negativamente apenas a aprendizagem organizacional, enquanto o uso interativo interage positivamente com a maioria dos recursos. Não foi encontrada relação indireta entre o uso do sistema de medição de desempenho e o desempenho organizacional (Theriou, Maditinos & Theriou, 2017). Naranjo-Gil (2016) constatou que os sistemas de controlo de fronteira e diagnóstico têm um impacto

principalmente positivo na realização da estratégia de liderança de custos, enquanto os sistemas de controlo interativo e de crenças afetam positivamente a estratégia de diferenciação.

Neste projeto é efetuada uma abordagem aos sistemas de controlo de gestão com o objetivo de apresentar uma metodologia de controlo de processos, que através da monitorização de KPI's de processo de baixo nível, obtidos através do desdobramento dos KPI's output, permita garantir a sustentabilidade da aplicação das boas práticas decorrentes da implementação do LM. Esta sistemática terá um cariz interativo que genericamente se baseará num *coaching* diário, efetuado de cima para baixo, ao longo da cadeia hierárquica, durante um “*cara*” a “*cara*” de verificação dos KPI's durante a rotina. Este tipo de abordagem irá permitir consolidar a estratégia de LM e garantir a sua sustentabilidade ao longo do tempo. Os processos vão estar padronizados e otimizados por ação da implementação do LM, e através da ação do SCG será garantida a sua monitorização de forma a ter uma rápida reatividade a possíveis desvios dos processos relativamente ao padrão. O caráter interativo do SCG a implementar irá promover o desenvolvimento das competências ao longo da cadeia hierárquica.

2.3. CONSIDERAÇÕES SOBRE A LITERATURA

Neste capítulo foram apresentadas as ferramentas LM a serem implementadas no setor de produção de segmentos com o objetivo de melhorar a produtividade da mão-de-obra e dos equipamentos, e as técnicas de controlo de gestão que permitam manter os processos sobre controlo e garantir a manutenção de elevados índices de produtividade. Nesta revisão de literatura pretendeu-se identificar as melhores práticas aplicadas atualmente a cada uma das áreas de conhecimento investigadas. No capítulo seguinte pode constatar-se a aplicação prática destas ferramentas no estudo de caso apresentado.

3. ESTUDO DE CASO: MELHORIA DA PRODUTIVIDADE NA PRODUÇÃO DE SEGMENTOS

Como exposto na descrição da problemática de investigação do capítulo introdutório deste documento, o estudo de caso a apresentar terá como objeto o setor de produção de segmentos de travão de tambor. O estudo de caso estará dividido em três partes. Uma primeira parte onde é apresentado o produto e o processo, bem como a sua performance em 2018 traduzida através dos indicadores OEE e EMO em conjunto com a apresentação dos custos inerentes aos desperdícios dos processos. A segunda parte centrar-se-á sobre a aplicação das ferramentas LM, onde se evidenciará a metodologia de implementação de cada uma das ferramentas e respetivos resultados. Na terceira parte é apresentada uma metodologia de controlo de gestão como forma de consolidação e manutenção dos processos num elevado padrão de performance.

O projeto teve início em meados do mês de outubro de 2018, onde foi efetuado um alinhamento organizacional e onde foram definidos os recursos a alocar ao projeto. Durante o mês de novembro e dezembro foi efetuado trabalho de recolha e análise de dados dos processos, caracterizando-os de forma pormenorizada para que servissem de base para a implementação do LM. A equipa de trabalho alocada a este projeto contempla as seguintes pessoas (mencionada apenas função): coordenador de melhoria contínua, diretor de produção, supervisor de produção, líderes de equipa de produção (3 turnos), engenheiro de processo, engenheiro de manutenção e responsável de qualidade interna. Foi efetuada uma reunião introdutória para kick-off do projeto, onde se definiu o plano de atividades a desenvolver e quais os seus responsáveis. Agendaram-se reuniões semanais de 2

horas para monitorizar a evolução da execução do plano de melhoria onde se avalia o estado de evolução da implementação de cada uma das ferramentas LM.

O projeto de implementação das ferramentas LM propriamente dito, teve o seu início em janeiro de 2019.

3.1. APRESENTAÇÃO DO PRODUTO E PROCESSO

O produto produzido no setor de segmentos centra-se essencialmente em segmentos de 8" e 9" polegadas para montar internamente em travão, produzidos principalmente em 3 fluxos automáticos, e segmentos de diferentes dimensões para peças de substituição do mercado pós-venda, produzidos essencialmente em 2 fluxos manuais. Na Figura 43 é apresentado o produto dos segmentos.



Figura 43. Produto do setor de segmentos

Este estudo centra-se apenas no processo automático. A produção de segmentos divide-se em 2 macro processos:

- Soldadura – processo constituído por 5 estágios distintos:
 1. Soldadura por pontos dos componentes Alma / Jante (Máquina: Sciaky – máquina de soldar circular);
 2. Conformação do segmento para garantir raio (Máquina: Weingarten – prensa de 160 ton.);

3. Furação e recorte do segmento (Máquina: Raskin – prensa de 50 ton.);
4. Granalhagem, “*shot blasting*” jateamento de superfície (Máquina: Luchaise);
5. Lavagem e desengorduramento (Máquina: AMA)

Na Figura 44 é apresentado o processo de soldadura fazendo menção aos seus parâmetros e especificações de produto para cada um dos estágios do processo.

SOLDADURA SEGMENTOS	CONFORMAÇÃO	FURAÇÃO & RECORTE	GRANALHAGEM	LAVAGEM DESENGORDURAMENTO
WELDING UNLINED SHOES	FORMING	PUNCHING	SHOT BLASTING	WASHING DEGREASING
				
Soldadura Alma/Jante por pontos	Prensa de 160 ton. Punção/Matriz	Prensa de 50 ton. Furação e recorte	Projeção de granalha na superfície da jante	Eliminação de óleos e massas
				
Parâmetros processo: - Intensidade descarga - Tempo de descarga - Posição angular Especificação Produto: - Esforço arnancamento - Simetria Alma/Jante	Parâmetros processo: - Curso de batimento - Força de batimento - Punção/Matriz Especificação Produto: - Perpendicularidade - Concavidade	Parâmetros processo: - Curso de batimento - Força de batimento - Ferramenta recorte Especificação Produto: - Raio - Marcação Data Produção	Parâmetros processo: - Dimensão granalha - Intensidade turbina - Velocidade do tapete Especificação Produto: - Rugosidade - Não deformação	Parâmetros processo: - Tempo de lavagem - Temperatura - Concentração do banho Especificação Produto: - Teste sulfato cobre - Contaminação das peças

Figura 44. Estágios do processo de soldadura

De forma resumida o processo de soldadura de segmentos resume-se ao apresentado na Figura 45.

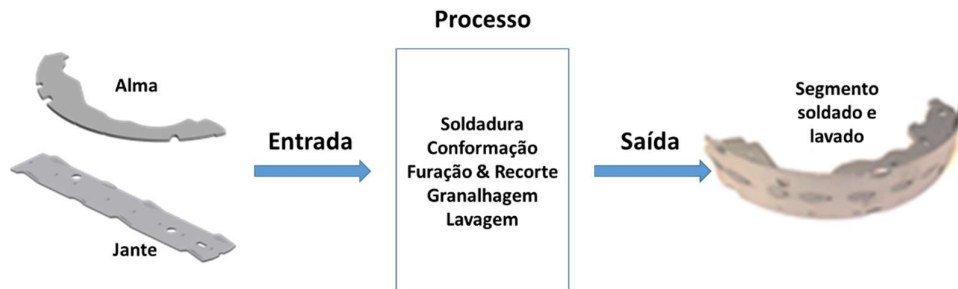


Figura 45. Processo de soldadura de segmentos

O processo de soldadura entre a máquina de soldar e a granalhagem é 100% automatizado e “one piece flow”, sem qualquer interferência humana. Entre a granalhagem e a lavagem existe um buffer de stock e a unidade de contentorização é de 512 unidades para os segmentos de 8” e de 320 unidades para os segmentos de 9”.

- Colagem – processo constituído por 4 estágios distintos:
 1. Cola pintura, o segmento é mergulhado numa emulsão de cola e posteriormente seco num forno - promove a aderência da cola da guarnição e funciona como revestimento anti corrosão (Máquina: cola pintura);
 2. Colocação de cola nas guarnições – colocação de cola na parte côncava da guarnição e posterior passagem em forno para cura da cola (Máquina: aplicação de cola nas guarnições);
 3. Colagem por indução do segmento com a guarnição (Máquina: colagem por indução);
 4. Retificação do raio da guarnição do segmento colado (Máquina: retificadora do raio).

Na Figura 46 é apresentado o processo de colagem fazendo menção aos seus parâmetros e especificações de produto para cada um dos estágios do processo.

COLA-PINTURA SEGMENTO	APLICAÇÃO COLA GUARNIÇÕES	COLAGEM INDUÇÃO	RECTIFICAÇÃO SEGMENTOS
GLUE APPLICATION SHOES	GLUE APPLICATION LININGS	INDUCTION - BONDING	GRINDING LINED SHOES
Submersão do segmento em banho de cola	Aplicação de cola sistema de molete	Colagem por indução espiras duplas na alma	Rectificação por Mò diamantada
Parâmetros processo: - Tempo de ciclo - Temperatura - Viscosidade da cola Especificação Produto: - Aspecto geral segmento	Parâmetros processo: - Tempo de ciclo - Temperatura - Viscosidade da cola Especificação Produto: - Peso da cola - Extrato seco	Parâmetros processo: - Tempo de ciclo - Pressão garra Superior - Intensidade Especificação Produto: - Esforço arrancamento - Aderência	Parâmetros processo: - Mò diamantada - Granulometria - Velocidade Especificação Produto: - Raio, Concavidade - Perpendicularidade - Espessura e Ângulo

Figura 46. Estágios do processo de colagem

De forma resumida o processo de colagem de segmentos resume-se ao apresentado na Figura 47.

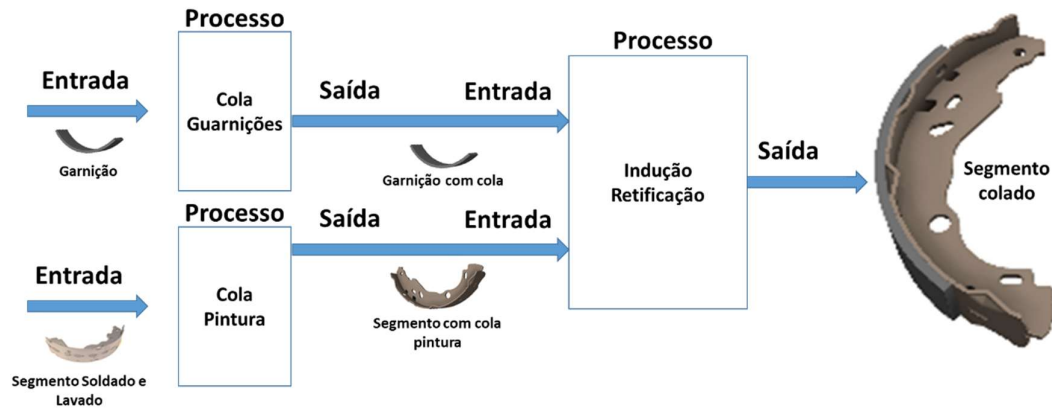


Figura 47. Processo de colagem de segmentos

Entre a máquina de lavagem de segmentos e a máquina de cola pintura existe um pequeno buffer não controlado, tal como entre a cola pintura e a indução/retificação. Existe também um buffer de guarnições com cola entre a máquina de cola guarnições e a indução/retificação.

3.2. ESTADO INICIAL DO PROJETO

A performance no setor dos segmentos em 2018 foi uma das mais baixas da fábrica, razão pela qual se decidiu escolher este setor como área piloto.

A OEE global do setor dos segmentos em 2018 foi de 62,6%. A performance da soldadura foi o que mais afetou o resultado global tendo uma OEE média de 58,3%. Na colagem o resultado de 2018 foi melhor, embora não tenha atingido o objetivo situou-se nos 70,0%. Na Figura 48 é apresentado um gráfico com a evolução da OEE ao longo do ano de 2018. No gráfico, as barras verticais correspondem à OEE do setor dos segmentos, a linha amarela corresponde à OEE da soldadura e a linha laranja corresponde o valor da OEE da colagem.

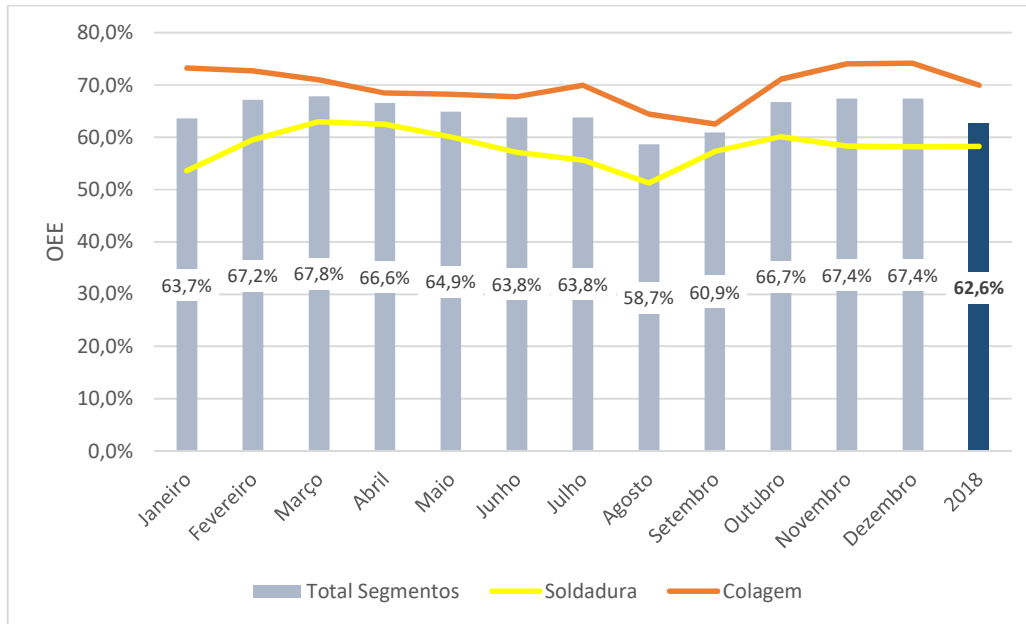


Figura 48. Resultados da OEE 2018 – Global Segmentos

Como consequência da baixa produtividade do setor, houve a necessidade de recorrer a trabalho extraordinário para fazer face às necessidades dos clientes, representando em 2018 cerca de 7,7% do total das horas trabalhadas. A Figura 49 apresenta a percentagem de trabalho extraordinário efetuado em cada um dos meses.

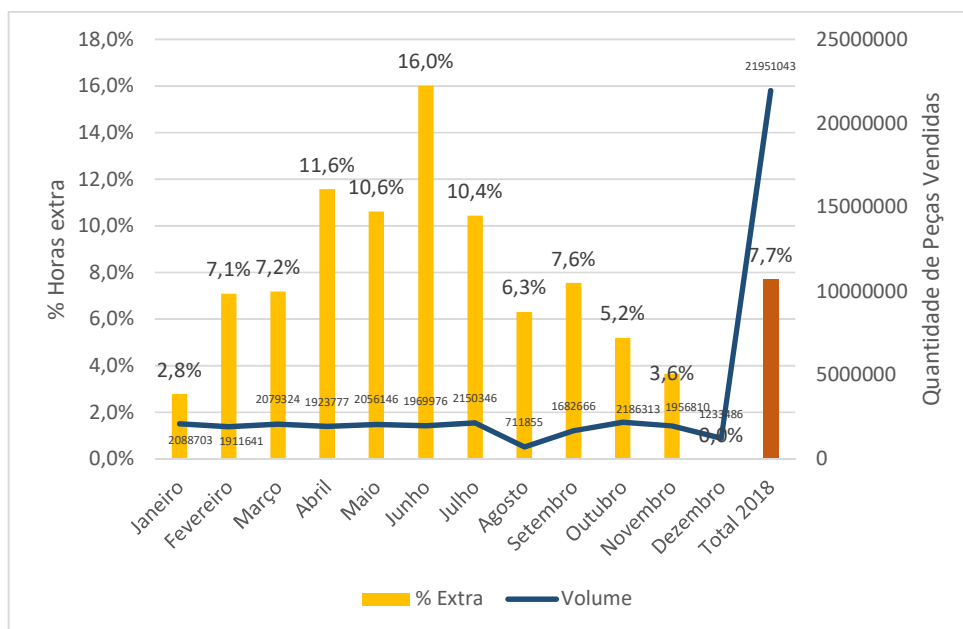


Figura 49. Trabalho extraordinário nos Segmentos em 2018

Não obstante as horas extraordinárias realizadas, nem sempre foi possível atender os pedidos dos clientes no momento requerido, e para evitar falhas de entregas foi necessário efetuar transportes especiais, que em 2018 ascenderam a cerca de 132.000€. Na Figura 50 são apresentados os custos de transportes especiais devido a atrasos de produção no setor dos segmentos ocorridos em 2018.

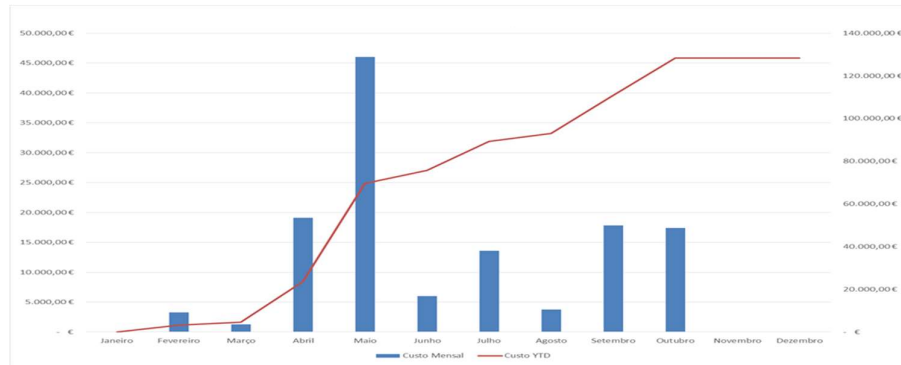


Figura 50. Custo com transportes especiais em 2018

Os custos com horas extraordinárias e com transportes especiais são o primeiro e mais urgente desperdício a eliminar. Para que isso possa acontecer é necessário implementar as ações descritas no Anexo 1.

Nos fluxos de soldadura e colagem, os resultados da OEE são seguidos e monitorizados, sendo os dados de 2018 alvo de análise aprofundado. Tomando como exemplo o Fluxo 1 de soldadura, vamos apresentar os resultados da OEE onde foi calculada a média e o desvio padrão para 2018. Na Figura 51 apresentam-se os valores médios da OEE e o desvio padrão, onde também é apresentada uma linha de tendência para cada um dos indicadores.

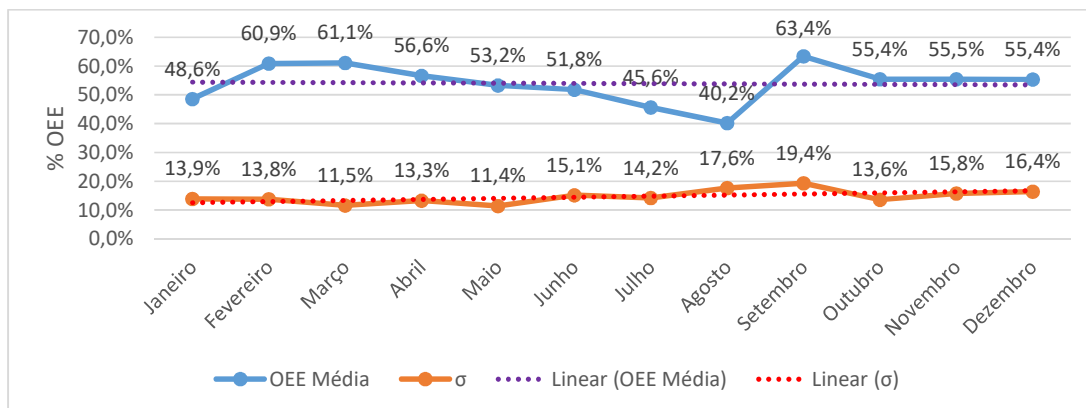


Figura 51. OEE soldadura F1 – média e desvio padrão

Ao analisarmos os resultados verificamos que ao longo do ano a OEE média manteve uma tendência praticamente nula enquanto o desvio padrão teve um crescimento que nos indica uma tendência negativa que representa uma maior dispersão dos valores relativamente à média e correspondentemente uma maior incidência de avarias nos equipamentos.

Para se ter uma melhor perceção da dispersão dos resultados da OEE ao longo dos dias, foi também efetuado um Histograma onde estão analisados todos os dias de produção do ano. No histograma da Figura 52 pode-se verificar que ao longo de 2018 houve uma grande dispersão dos valores de OEE.

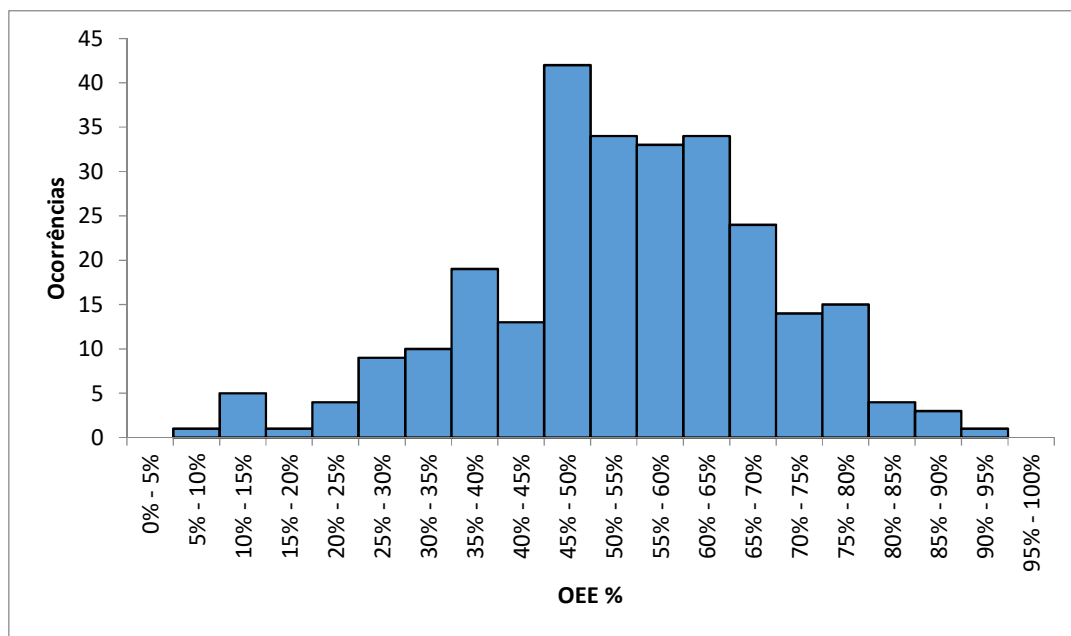


Figura 52. Histograma OEE soldadura F1

Será necessário um trabalho dedicado para fiabilizar os equipamentos de forma a conseguir atingir de forma sistemática a performance necessária para atender as necessidades dos clientes sem aceder a custos extraordinários.

Decorrente da análise dos dados recolhidos durante 2018, foram selecionados os últimos 3 meses para elaborar o Top 5 das causas de perda de produtividade. Considerou-se como exemplo a máquina de soldar “Sciaky” do fluxo 1. A Figura 53 apresenta o pareto de avarias.

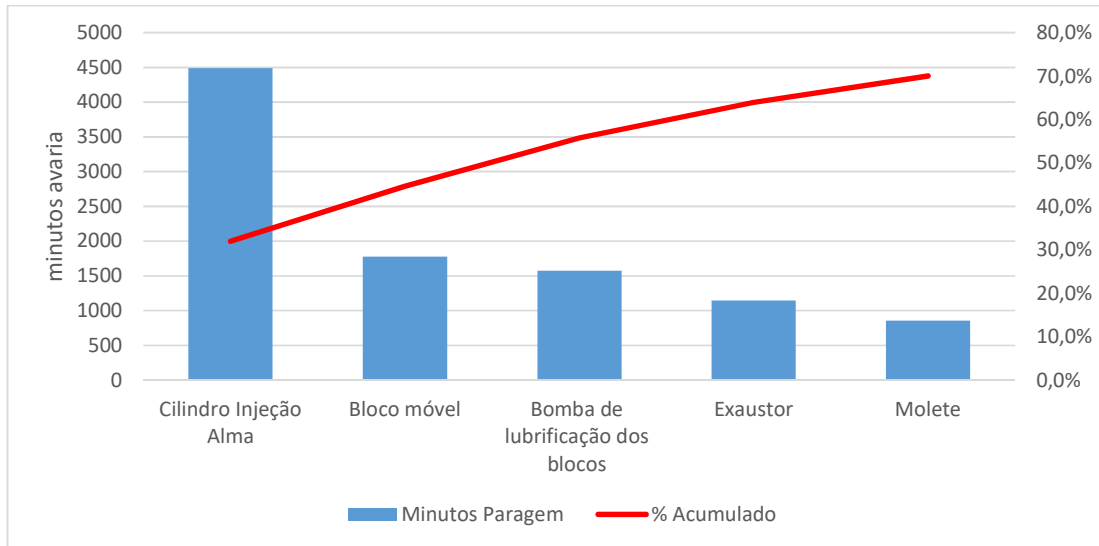


Figura 53. Pareto Avarias Sciaky Fluxo 1 Soldadura

No que diz respeito à EMO, os resultados dos segmentos em 2018 não foram bons, e atendendo ao peso que o setor tem no total da fábrica em consequência da quantidade de operadores que tem, é urgente tomar as ações corretivas acertadas para elevar a eficiência da mão-de-obra. Tal como no caso da OEE também no caso da EMO é nos segmentos que a eficiência é mais baixa, 64,9% de eficiência de mão-de-obra, 60% na soldadura e 70,3% na colagem.

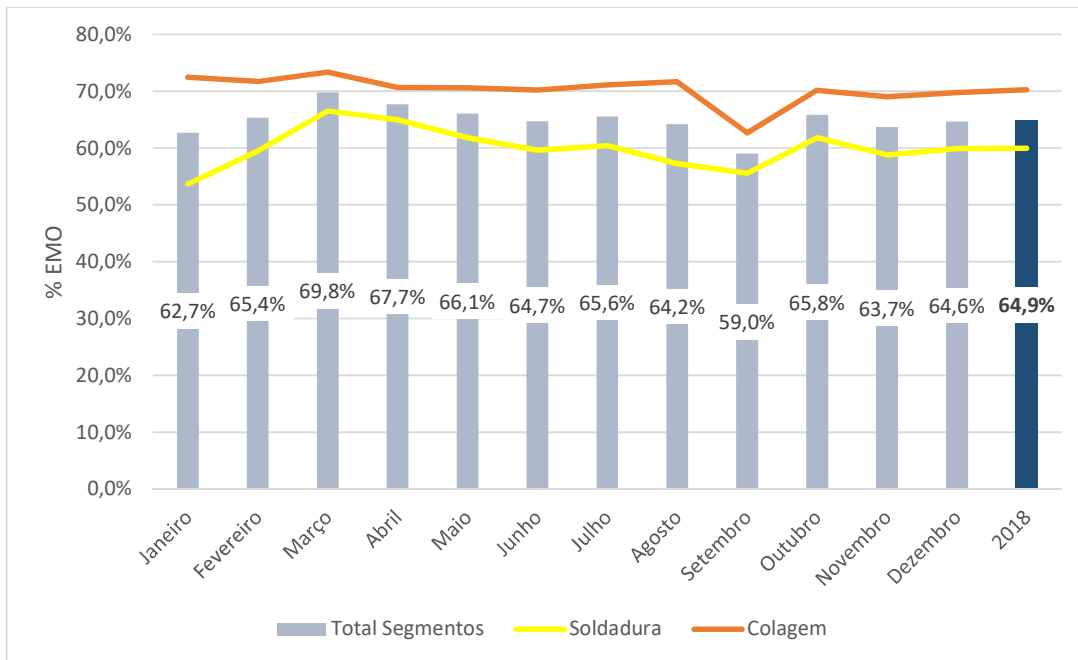


Figura 54. Resultados da EMO 2018 – Global Segmentos

O total de operadores no setor é de 56 e estão distribuídos pelos diferentes postos de trabalho conforme apresentado abaixo na Tabela 6:

Tabela 6. Tabela de distribuição de mão-de-obra

Postos de Trabalho	Turno A	Turno B	Turno C	Total
Nús F1	1	1	1	3
Nús F2	1	1	1	3
Nús F4	1	1	1	3
Nús Repacking J/A	1	1	1	3
Aftermarket	1	1		2
Lavagem	1	1	1	3
Cola Pintura	2	2	2	6
Colagem F1L1	2	2	2	6
Colagem F1L2	2	2	2	6
Colagem F2L1	2	2	2	6
Colagem F2L2	2	2	2	6
Guarnições	1	1	1	3
Embalagem	2	2	2	6
Total	19	19	18	56

3.3. PROJETO DE MELHORIA

O cronograma do projeto está expresso no Anexo 1, onde são apresentadas as ações desenvolvidas por ordem cronológica. O projeto começou a ser estruturado no início de Outubro e a sua planificação foi efetuada durante o mês de Janeiro tendo por base os resultados de 2018. De forma resumida existem dois momentos principais de evolução relativamente ao estado inicial. Esses dois momentos são a 30 de Abril e a 30 de Julho. Na tabela abaixo apresentamos o OEE de 2018, estado inicial, em comparação com a OEE mínima para 2019 de acordo com o TT. Apresentamos também o “*gap*” existente, que corresponde à melhoria que necessitamos efetuar para atingir o objetivo. Na Tabela 7 é apresentado o OEE de 2018 comparado com o OEE mínimo necessário para atender o cliente em 2019.

Tabela 7. OEE 2018 vs OEE Min 2019 (Estado Inicial)

Fluxos	OEE Min 2019	OEE 2018	GAP
F1 Soldadura	70,5%	54,3%	16,3%
F2 Soldadura	70,4%	65,5%	4,9%
F4 Soldadura (3 Turnos)	37,8%	53,4%	-15,6%
F1 Colagem	76,8%	69,3%	7,5%
F2 Colagem	74,1%	70,7%	3,4%
Média Total	65,9%	62,6%	3,3%

Em Janeiro o Fluxo 4 de Soldadura ainda trabalhou em 3 turnos, sendo o objetivo reduzir para 2 turnos até ao final de Abril. Em Abril foi previsto alcançar os resultados de OEE conforme a Tabela 8.

Tabela 8. OEE 2018 vs OEE min 2019 (OEE em 30-04-2019)

Fluxos	OEE Min 2019	OEE 30-04-2019	GAP
F1 Soldadura	70,5%	62,3%	8,3%
F2 Soldadura	70,4%	70,4%	0,0%
F4 Soldadura (2 Turnos)	56,7%	56,7%	0,0%
F1 Colagem	76,8%	73,3%	3,5%
F2 Colagem	74,1%	72,7%	1,4%
Média Total	69,7%	67,1%	2,6%

Em Abril estimámos alcançar uma melhoria de 8% na OEE do Fluxo 1 Soldadura, de 4,9% no Fluxo 2 de Soldadura, 3,3% no Fluxo 4 de soldadura, 4% no Fluxo 1 da Colagem e de 2 % no Fluxo 2 da Colagem. Durante o mês de Julho estimou-se estar alinhados com a OEE mínima para 2019, como exposto na Tabela 10.

Tabela 9. Previsão de OEE a 30-07-2019 vs. OEE Min 2019

Fluxos	OEE Min 2019	OEE 30-07-2019	GAP
F1 Soldadura	70,5%	70,5%	0,0%
F2 Soldadura	70,4%	70,4%	0,0%
F4 Soldadura (2 Turnos)	56,7%	56,7%	0,0%
F1 Colagem	76,8%	76,8%	0,0%
F2 Colagem	74,1%	74,1%	0,0%
Média Total	69,7%	69,7%	0,0%

A OEE mínima está calculada com base no TT que se estimou ser estável ao longo de 2019. As Tabelas 10 e 11 apresentam os valores dos cálculos para a Soldadura e para a Colagem.

O TT foi calculado de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Takt Time (TT)} = \frac{\text{Tempo de Abertura (TA)}}{\text{Pedido Cliente (PC)}} \quad (1)$$

Tabela 10. Dados do processo de soldadura (2019)

Dados de Processo - Soldadura						
Fluxo	Turnos	Tempo Abertura / Turno (min)	Volume Médio / dia (peças)	Takt Time (seg)	Tempo de Ciclo (seg)	OEE Min %
F1	3	450 min	22019	3,68 seg	2,59 seg	70,5%
F2	3	450 min	19789	4,09 seg	2,88 seg	70,4%
F4	2	450 min	7680	7,03 seg	3,99 seg	56,7%
Total	8	450 min	49489	4,36 seg	2,98 seg	68,3%

Tabela 11. Dados do processo de colagem (2019)

Dados de Processo - Colagem						
Fluxo	Turnos	Tempo Abertura / Turno (min)	Volume Médio / dia (peças)	Takt Time (seg)	Tempo de Ciclo (seg)	OEE Min %
F1	3	450 min	25884	3,13 seg	2,40 seg	76,8%
F2	3	450 min	23604	3,43 seg	2,54 seg	74,1%
Total	6	450 min	49489	3,27 seg	2,42 seg	73,9%

Relativamente à eficiência da mão-de-obra também existem dois momentos de evolução, sendo de igual forma no final de abril e no final de Julho. Na Tabela 12 é apresentado o estado inicial da EMO.

Tabela 12. Estado inicial EMO

EMO - Status Inicial	
Fluxos	EMO 2018
Soldadura	60,0%
Colagem	70,3%
Global Segmentos	64,9%

Até 30 de Abril previu-se reduzir 2 operadores, como apresentado na Tabela 13:

Tabela 13. Organização dos Operadores a 30-04-2019

Postos de Trabalho	Turno A	Turno B	Turno C	Total
Nús F1	1	1	1	3
Nús F2	1	1	1	3
Nús F4	0	1	1	2
Nús Repacking J/A	0	0	0	0
Preparador de Meios	1			1
Aftermarket	1	1		2
Lavagem	1	1	1	3
Cola Pintura	2	2	2	6
Colagem F1L1	2	2	2	6
Colagem F1L2	2	2	2	6
Colagem F2L1	2	2	2	6
Colagem F2L2	2	2	2	6
Guarnições	1	1	1	3
Embalagem	2	2	1	5
Total	18	18	16	52

Esta redução de 4 operadores, aliada à melhoria na OEE, representaria uma melhoria de 16,1% na soldadura e de 3,8% na Colagem.

Tabela 14. Previsão da EMO a 30-04-2019

Fluxos	EMO 30-04-2019
Soldadura	76,1%
Colagem	74,1%
Média Total	75,1%

Até ao dia 30 de Julho previu-se reduzir mais 2 operadores, conforme apresentado na Tabela 15:

Tabela 15. Organização dos Operadores a 30-07-2019

Postos de Trabalho	Turno A	Turno B	Turno C	Total
Nús F1	1	1	1	3
Nús F2	1	1	1	3
Nús F4	0	1	1	2
Nús Repacking J/A	0	0	0	0
Preparador de Meios	1			1
Aftermarket	1	1		2
Lavagem	1	1	1	3
Cola Pintura	2	2	2	6
Colagem F1L1	2	2	2	6
Colagem F1L2	2	2	2	6
Colagem F2L1	2	2	2	6
Colagem F2L2	2	2	2	6
Guarnições	1	1	1	3
Afinador/ Preparador	1	1	1	3
Embalagem	0	0	0	0
Total	17	17	16	50

Com esta organização implementada previu-se que a EMO dos segmentos fosse aproximadamente igual a 77%, representando uma melhoria de 18,2% na soldadura e de 5,6% na colagem.

Tabela 16. Previsão da EMO a 30-07-2019

Fluxos	EMO 30-07-2019
Soldadura	78,2%
Colagem	75,9%
Média Total	77,0%

Através da implementação das ferramentas LM pretendeu-se melhorar a performance dos processos relativamente à OEE e EMO. Seguidamente apresentam-se as ferramentas LM implementadas.

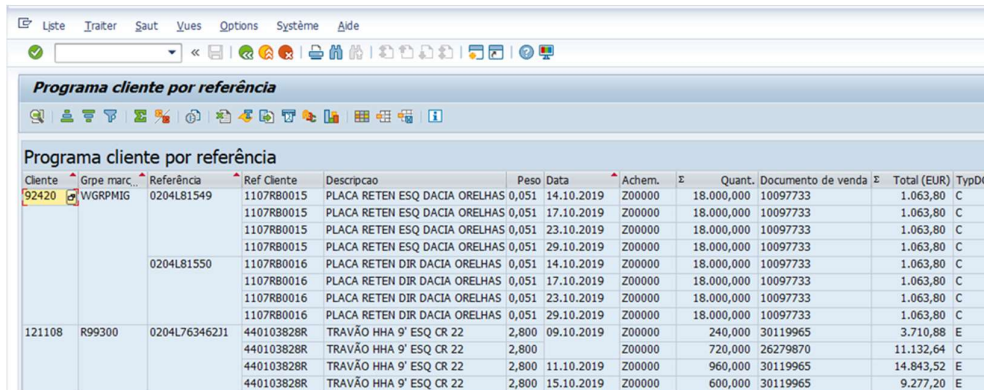
3.3.1. APLICAÇÃO PRÁTICA DAS FERRAMENTAS LEAN

Neste capítulo é apresentado o método de implementação de cada uma das ferramentas LM. As ferramentas foram sendo aplicadas de forma sequencial, sendo que algumas coincidiram em simultâneo com atividades a serem desenvolvidas paralelamente.

Foi desenvolvido um trabalho de análise do fluxo de valor aplicando o VSM e em função do potencial de melhoria identificado foi desenhado o VSD como objetivo a alcançar a 30-07-2019. Em seguida efetuaram-se workshops 5S, onde a equipa designada para a melhoria dos 5S seguiu um plano de execução de ciclos de melhoria desde o 1º até ao 5º S. Após a melhoria do 5S foi aplicado o SW aos postos de trabalho, onde se efetuou a padronização das operações de cada um dos operadores. O SW foi sendo aplicado ao longo do fluxo de valor, começando na soldadura e terminando na retificação do segmento colado. Paralelamente às atividades de implementação do SW foram desenvolvidas atividades de resolução dos problemas aplicadas às causas da ineficiência identificadas através dos paretos das avarias dos equipamentos. O passo seguinte foi a realização de workshops SMED, realizadas prioritariamente nos equipamentos com maior diversidade de produtos produzidos, que por inerência obriga a um maior número de mudanças de ferramenta, e aos equipamentos com mudanças de ferramenta com o tempo mais demorado. Relativamente ao TPM, dada a limitação temporal e complexidade das melhorias implementadas durante o projeto dos segmentos, apenas foram aplicados alguns conceitos do TPM não tendo sido possível implementar um projeto TPM na sua plenitude. Será apresentado o método de implementação do TPM, o qual fará parte dos projetos a implementar futuramente. O PS, tal como o TPM, não foi possível implementar até esta fase do projeto de melhoria dos segmentos, estando agora reunidas as condições de estabilidade dos processos para que num futuro próximo seja implementado. A metodologia de implementação do PS será apresentada, sendo esta ferramenta a próxima a ser implementada no prazo de 4 meses.

3.3.1.1. VSM / VSD

A elaboração do VSM seguiu uma ordem de atividades clara e objetivamente definida baseada no Anexo 3 (Elaboração VSM, Check List). O primeiro passo para a elaboração do VSM foi a análise dos pedidos do cliente. A Figura 55 apresenta a vista do SAP de onde é extraído o EDI (“*Eletronic Data Interchange*”) com os pedidos do cliente.



Cliente	Grpe marc.	Referência	Ref Cliente	Descricao	Peso	Data	Achem.	Quant.	Documento de venda	Total (EUR)	TypDC
92420	WGRPMIG	0204L81549	1107RB0015	PLACA RETEN ESQ DACIA ORELHAS 0,051	0,051	14.10.2019	Z00000	18.000,000	10097733	1.063,80	C
			1107RB0015	PLACA RETEN ESQ DACIA ORELHAS 0,051	0,051	17.10.2019	Z00000	18.000,000	10097733	1.063,80	C
			1107RB0015	PLACA RETEN ESQ DACIA ORELHAS 0,051	0,051	23.10.2019	Z00000	18.000,000	10097733	1.063,80	C
			1107RB0015	PLACA RETEN ESQ DACIA ORELHAS 0,051	0,051	29.10.2019	Z00000	18.000,000	10097733	1.063,80	C
		0204L81550	1107RB0016	PLACA RETEN DIR DACIA ORELHAS 0,051	0,051	14.10.2019	Z00000	18.000,000	10097733	1.063,80	C
			1107RB0016	PLACA RETEN DIR DACIA ORELHAS 0,051	0,051	17.10.2019	Z00000	18.000,000	10097733	1.063,80	C
			1107RB0016	PLACA RETEN DIR DACIA ORELHAS 0,051	0,051	23.10.2019	Z00000	18.000,000	10097733	1.063,80	C
			1107RB0016	PLACA RETEN DIR DACIA ORELHAS 0,051	0,051	29.10.2019	Z00000	18.000,000	10097733	1.063,80	C
121108	R99300	0204L763462J1	440103828R	TRAVÃO HHA 9' ESQ CR 22	2,800	09.10.2019	Z00000	240,000	30119965	3.710,88	E
			440103828R	TRAVÃO HHA 9' ESQ CR 22	2,800		Z00000	720,000	26279870	11.132,64	C
			440103828R	TRAVÃO HHA 9' ESQ CR 22	2,800	11.10.2019	Z00000	960,000	30119965	14.843,52	E
			440103828R	TRAVÃO HHA 9' ESQ CR 22	2,800	15.10.2019	Z00000	600,000	30119965	9.277,20	E

Figura 55. Vista do SAP para extração do EDI cliente

Foi preparada uma tabela com a lista de todas as referências produzidas nas duas fases principais do processo, soldadura e colagem de segmentos. Esta tabela contempla a referência, designação, dimensão do segmento, volumes (pedido do cliente), tempo de ciclo, quantidade por embalagem, fluxo onde é produzido, e conteúdo de trabalho da mão-de-obra. A Tabela 17 apresenta os dados do processo de soldadura por referência.

Tabela 17. Dados de processo por referência – Soldadura

Referência	Designação	Dimensão	Volumes	TC (seg)	Qtd / Embalagem	Fluxo	WC Mão-Obra (seg)
0204775996	A5X	8" Polegadas	12063	2,59 seg	512	F1	4,23 seg
0204211465	B0	8" Polegadas	3865	3,83 seg	640	F4	4,23 seg
0204211255	A0	8" Polegadas	7691	2,59 seg	512	F1	4,23 seg
0204L68054	BL90	8" Polegadas	2265	3,83 seg	512	F1	4,23 seg
0204214403	DACIA	9" Polegadas	19789	2,88 seg	320	F2	4,88 seg
0204L70936	A94	9" Polegadas	832	4,15 seg	320	F4	4,88 seg
0204217402	HHA	9" Polegadas	2983	4,15 seg	320	F4	4,88 seg

A Tabela 18 apresenta os dados do processo de colagem por referência.

Tabela 18. Dados de processo por referência – Colagem

Referência	Designação	Dimensão	Volumes	TC (seg)	Qtd / Caixa	Qtd / Carro	Fluxo	WC Mão-Obra (seg)
0204L66983	Segmento Colado L90 C	8" Polegadas	5400	2,40 seg	64	512	F1	9,61 seg
0204775997	Segmento Colado A5X T/C	8" Polegadas	6664	2,40 seg	80	640	F1	9,61 seg
0204214196	Segmento Colado B0/YN2 T/C	8" Polegadas	3865	2,40 seg	64	512	F1	9,61 seg
0204214447	Segmento Colado L90 T	8" Polegadas	7691	2,40 seg	64	512	F1	9,61 seg
0204L68055	Segmento Colado BL90 C	8" Polegadas	2265	2,40 seg	40	320	F1	16,50 seg
0204214401	Segmento Colado Dacia C	9" Polegadas	9853	2,54 seg	40	320	F2	10,17 seg
0204214402	Segmento Colado Dacia T	9" Polegadas	9937	2,54 seg	40	320	F2	10,17 seg
0204L70934	Segmento Comprimé A94	9" Polegadas	416	2,54 seg	40	320	F2	10,17 seg
0204L70937	Segmento Tendu A94	9" Polegadas	416	2,54 seg	40	320	F2	10,17 seg
0204217401	Segmento Comprimé H79	9" Polegadas	1492	2,54 seg	40	320	F2	10,17 seg
0204217406	Segmento Tendu H79	9" Polegadas	1492	2,54 seg	40	320	F2	10,17 seg

De forma a se efetuar uma análise de ocupação de capacidade em cada um dos fluxos, foi compilada a informação em função do fluxo onde cada referência é produzida, número de turnos de laboração diários e tempo de abertura. Desta forma calculou-se para cada fluxo a taxa de ocupação média que corresponde ao valor mínimo de OEE necessário para que não seja realizado trabalho suplementar. A Tabela 19 apresenta os dados de processo da soldadura no seu estado inicial em finais de 2018.

Tabela 19. Dados de processo Soldadura (Estado Inicial)

Fluxo	Turnos	Tempo Abertura / Turno (min)	Volume Médio / dia (peças)	Volume Médio / Turno (peças)	Takt Time (seg)	Tempo de Ciclo (seg)	OEE Min %
F1	3	450 min	22019	7340	3,68 seg	2,59 seg	70,5%
F2	3	450 min	19789	6596	4,09 seg	2,88 seg	70,4%
F4	3	450 min	7680	2560	10,55 seg	3,99 seg	37,8%
Total	9	450 min	49489		4,91 seg	2,98 seg	60,7%

No estado inicial todos os fluxos trabalhavam em 3 turnos e o tempo de abertura eram 450 minutos. O TT total era 4,91 segundos, o TC total era 2,98 segundos. A percentagem de ocupação da soldadura é de 60,7%, que corresponde ao valor mínimo de OEE admissível. Na Tabela 20 podemos observar os dados de processo da colagem no seu estado inicial em finais de 2018.

Tabela 20. Dados de processo Colagem (Estado Inicial)

Fluxo	Turnos	Tempo Abertura / Turno (min)	Volume Médio / dia (peças)	Takt Time (seg)	Tempo de Ciclo (seg)	OEE Min %
F1	3	450 min	25884	3,13 seg	2,40 seg	76,8%
F2	3	450 min	23604	3,43 seg	2,54 seg	74,1%
Total	6	450 min	49489	3,27 seg	2,42 seg	73,9%

O passo seguinte centrou-se na análise dos processos e fluxos. Foram caracterizados os processos e os fluxos, onde se identificaram muitos processos aleatórios que careciam de padronização. As movimentações de materiais eram efetuadas sem ciclos definidos, de forma aleatória e muitas vezes efetuadas por operadores alocados a máquinas, originando perdas de performance. Os processos continham desperdícios que tinham impacto direto na eficiência da mão-de-obra e dos equipamentos. Foi medido o lead time de processo para o fluxo 2 e para o fluxo 1. O LT do fluxo 1 no estado inicial era de 3,65 dias. Na Figura 56 apresentamos o VSM dos segmentos (ver Anexo 4).

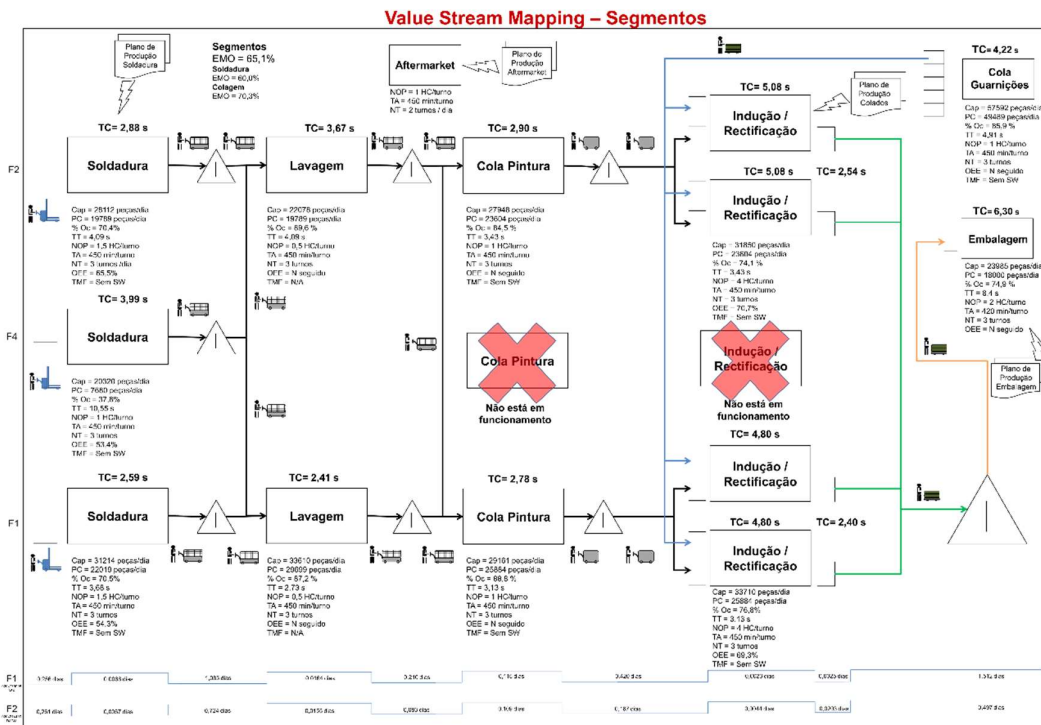


Figura 56. Value Stream Mapping – Segmentos (Estado Inicial)

Em função do conhecimento do processo adquirido através do VSM foram definidas ações de melhoria e foi projetado o VSD como objetivo de melhoria a implementar até 30 de julho de 2019. Na Figura 57 é apresentado o VSD dos segmentos (ver Anexo 5).

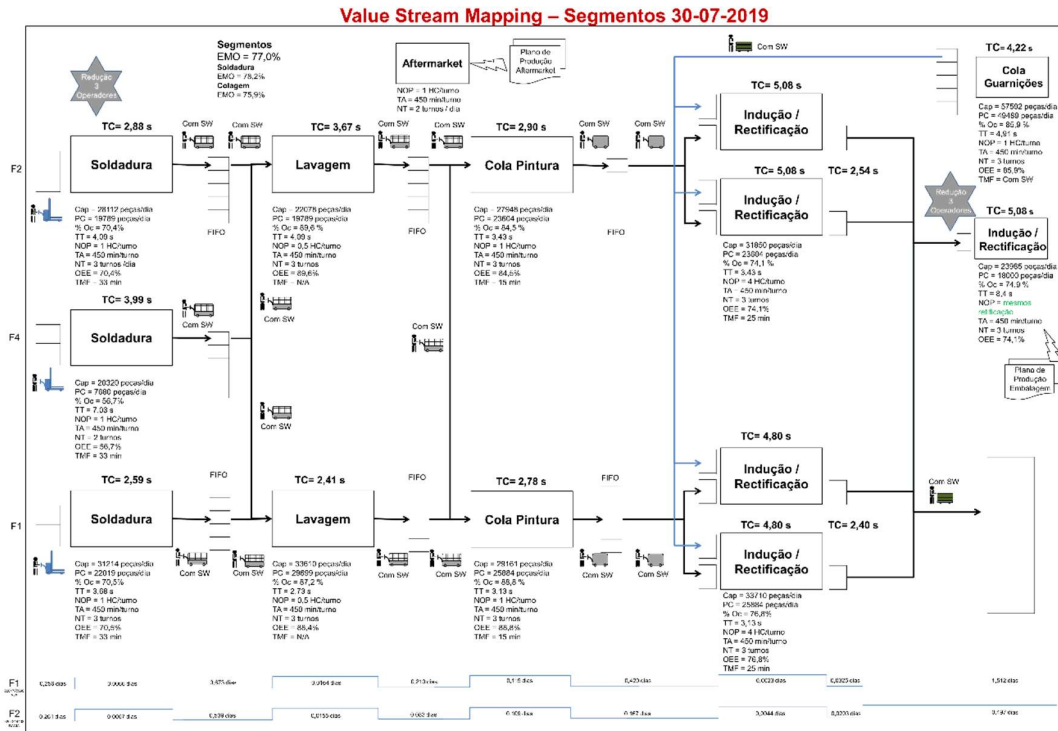


Figura 58. Value Stream Mapping – Segmentos (Agosto de 2019)

Com base neste novo VSM foram identificadas novas oportunidades de melhoria, que em conjunto com as ações não implementadas do VSD anterior, transitam para um novo VSD com data de implementação até Janeiro de 2020.

3.3.1.2. 5S

A estratégia de aplicação dos 5S's nos segmentos baseou-se na definição de zonas 5S claramente identificadas e delimitadas. Foram definidos grupos de trabalho coordenados por “facilitadores” que dinamizam e monitorizam as atividades de melhoria. Cada grupo é orientado por um “treinador” que funciona como mentor fornecendo o treino necessário e desbloqueando os problemas de cariz mais técnico. Cada uma das zonas 5S conta com um grupo de trabalho por turno, constituído por 3 a 4 pessoas, maioritariamente operadores, sendo um deles denominado como facilitador.

As atividades de melhoria dos 5S tiveram início em janeiro de 2019. Numa primeira fase foi efetuada uma formação teórica em sala onde participaram os Supervisores,

os Líderes de Equipa e os operadores especializados com maior propensão a serem “Facilitadores” 5S. Posteriormente foram planificadas workshops semanais de 2 horas em cada grupo de trabalho e definida a zona 5S da sua responsabilidade. Cada um dos grupos implementou as melhorias começando no 1ºS e somente avançava para o seguinte S após a zona ter sido avaliada e ter obtido um resultado superior a 80% no respetivo S. Efetuaram-se as workshops semanais durante o número de semanas correspondentes até completar o 5ºS com avaliação superior a 80%. Todas as zonas atingiram o objetivo de 80% nos 5S’s aproximadamente entre as 12 e as 15 semanas. Na Tabela 21 é apresentada a evolução do 5S na zona dos segmentos soldados.

Tabela 21. Evolução implementação dos 5S – Segmentos Soldados

		Evolução 5S - Segmentos Soldados																													
Semana		S.2	S.3	S.4	S.5	S.6	S.7	S.8	S.9	S.10	S.11	S.12	S.13	S.14	S.15	S.16	S.17	S.18	S.19	S.20	S.21	S.22	S.23	S.24	S.25	S.26	S.27	S.28	S.29	S.30	S.31
5S's																															
1º S - Seiri		44%	60%	80%	84%	88%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	
2º S - Seiton					36%	60%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	
3º S - Seiso							60%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	
4º S - Shitsuke									36%	52%	72%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	88%	88%	88%	92%	92%
5º S - Shitsuke												56%	64%	76%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	84%	84%	84%	84%	84%	88%	
Global		9%	12%	16%	24%	30%	35%	47%	51%	58%	62%	66%	79%	81%	83%	84%	84%	84%	86%	86%	86%	86%	86%	87%	86%	88%	89%	89%	90%	90%	91%

A avaliação do estado dos 5S em cada uma das zonas é efetuada com base num referencial interno da CBI. O formulário de auditoria ao padrão 5S da CBI está em linha com a lista de verificação do CDOT (2017), o qual corresponde ao Anexo 6 (Formulário de Auditoria).

Em seguida são apresentados alguns exemplos da melhoria do 5S, comparando o “antes” com o “depois”.

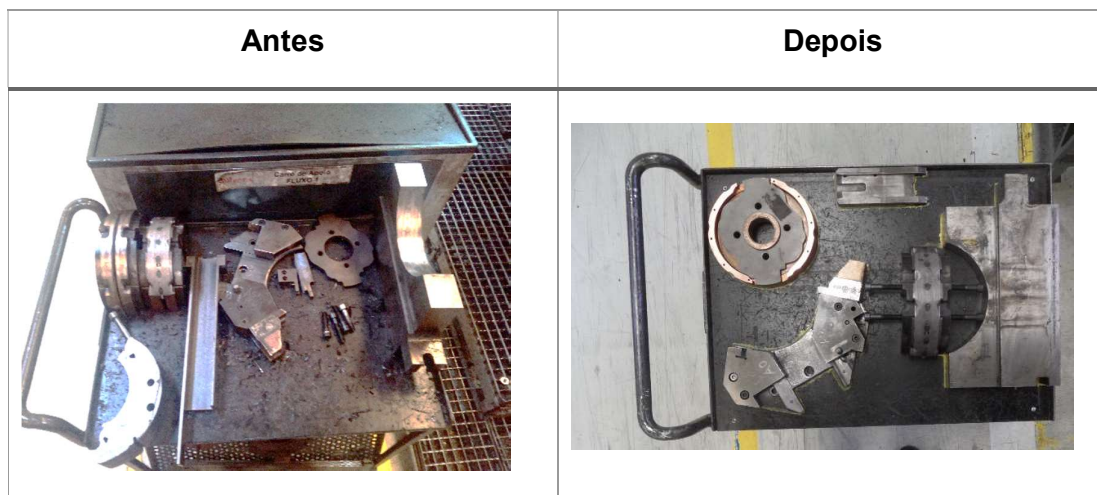


Figura 59. Exemplo de melhoria do 5S. Antes vs. Depois (meios de soldadura)



Figura 60. Exemplo de melhoria do 5S. Antes vs. Depois (punções de marcação)

Para todas as áreas e zonas de trabalho específicas, que foram alvo de melhoria, foi elaborado um documento padrão que se encontra junto da área ou zona de trabalho respetiva. O Anexo 7 (Padrão 5S – Meios de soldadura dos modelos A5X e A0) apresenta um exemplo do documento de padrão do 5S.

Com a consolidação do 5S nas áreas de trabalho, todas as ações de melhoria decorrentes da implementação das outras ferramentas LM será facilitada.

3.3.1.3. TRABALHO PADRONIZADO

As atividades de implementação do SW na área dos segmentos iniciou-se em janeiro de 2019 e foi sendo implementado progressivamente desde os postos de soldadura até aos postos de retificação do segmento colado.

O primeiro objetivo definido para a aplicação do SW foi a eliminação de 1 operador por turno na soldadura. O operador eliminado foi o operador 2 identificado no Anexo 7 (Diagrama de Tempos de Ciclo – Fluxo 1). No DTC apresentado no Anexo 7 podemos analisar o antes e o depois da implementação do SW no fluxo 1.

O Anexo 8 (TCTP - Operador 1 Sciaky) apresenta a tabela de combinação de trabalho padronizado com o tempo de cada uma das tarefas efetuadas pelo operador 1.

O Anexo 9 (ETP – Operador 1 Sciaky) apresenta o esquema de trabalho padronizado do operador 1, onde se podem analisar os movimentos do operador na sua área de trabalho.

O Anexo 10 (ITP – Operador 1 Sciaky) apresenta a instrução de trabalho padronizado do operador 1, onde estão descritas de forma pormenorizada as tarefas executadas pelo operador 1.

Na Figura 61 é apresentada a organização da mão-de-obra inicial, onde o operador 2 eliminado com a implementação do SW está identificado com uma circunferência vermelha ao seu redor.

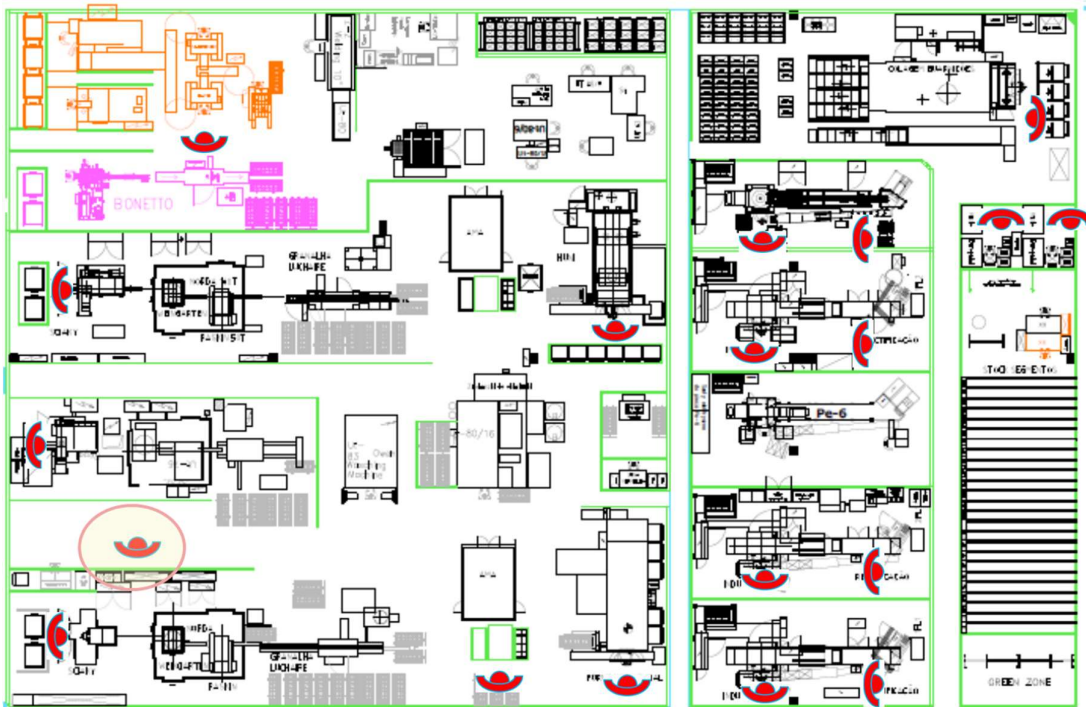


Figura 61. Organização de mão-de-obra por turno – Estado inicial

Em termos quantitativos a eliminação de um operador promoveu o aumento da produtividade do fluxo 1. Na Tabela 22 podemos observar o aumento de produtividade após a eliminação de 1 operador por turno.

Tabela 22. Melhoria de produtividade – Fluxo 1 (SW)

Métricas	Estado do Processo – Fluxo 1 Soldadura		
	Antes	Depois	Melhoria
$\frac{\sum_{i=1}^n(TC_i)}{TT \times n} =$	78%	80%	2%
$\frac{\sum_{i=1}^n(TC_i)}{TCT \times n} =$	88%	90%	2%
$\frac{\sum_{i=1}^n(TO_i)}{TT \times n} =$	50%	58%	8%
$\frac{\sum_{i=1}^n(TO_i)}{TCT \times n} =$	57%	65%	8%
PHH	161,9 (phh)	184,9 (phh)	+23 (phh)

Como podemos verificar, o aumento de produtividade da mão-de-obra com a implementação do SW no fluxo 1 é significativo. O Rácio Global e Parcial da Mão-de-obra aumentaram 2%, o Rácio Global e Parcial de Valor Acrescentado da Mão-de-Obra aumentou 8% e a quantidade de peças produzidas por Hora/Homem aumentou em 23 (phh).

3.3.1.4. RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

A metodologia de resolução de problemas foi aplicada ao longo deste projeto principalmente ao nível da identificação das causas das avarias dos equipamentos com o objetivo de aumentar a OEE dos mesmos.

O exemplo apresentado relaciona o aumento da OEE com a redução de um operador por dia através do encerramento de um turno no fluxo 4 de soldadura. Em 2018 a OEE no fluxo 4 foi de 53,4% e de acordo com os pedidos do cliente para 2019, a capacidade instalada no fluxo 4 a trabalhar em 2 turnos é de 56,7%. Por conseguinte, atingindo uma OEE média superior a 56,7% é possível atender as necessidades do cliente sem ser necessário efetuar trabalho extraordinário.

Na Figura 62 podemos analisar a evolução da OEE média mensal e do desvio padrão da OEE face à média mensal.

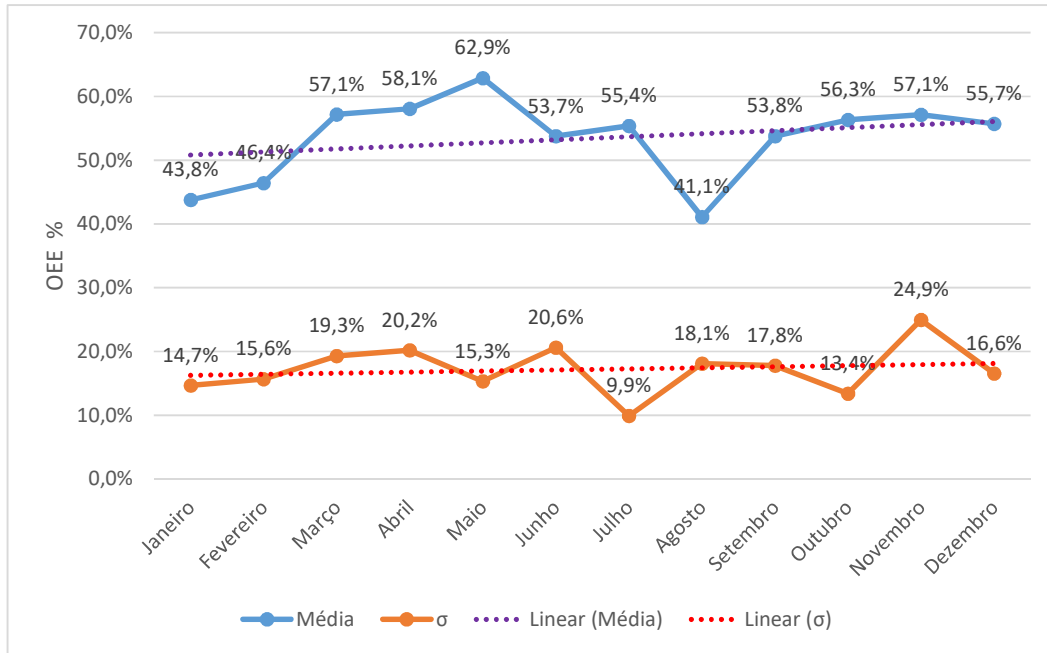


Figura 62. OEE média e desvio padrão (2018) – Fluxo 4 Soldadura

Na Figura 63 é apresentado o pareto com as avarias que mais contribuem para a baixa eficiência do fluxo 4.

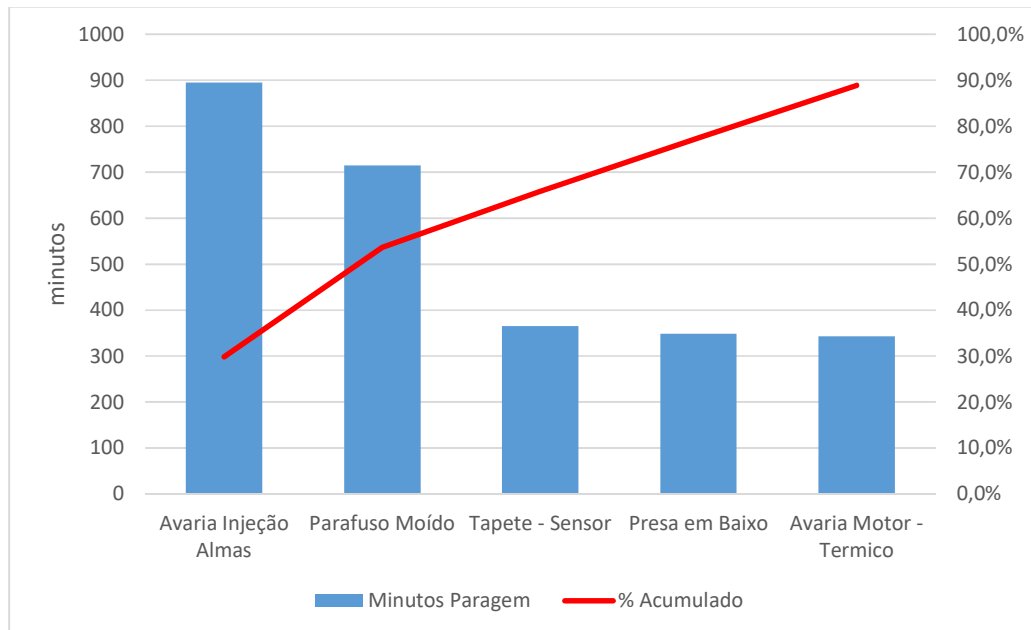


Figura 63. Pareto de avarias do Fluxo 4 (2018) – Soldadura

O Fluxo 4 é constituído por um conjunto de 5 máquinas: Sciaky, Weingarten, Norda, Raskin e Luchaise. Embora tenham sido analisados e tidos em conta os paretos de avarias de cada uma das máquinas, apenas se apresenta o pareto da Sciaky devido ao excesso de informação que representaria a apresentação de todos os paretos. Na Figura 64 é apresentado histograma com os valores do OEE de 2018 do fluxo 4 de soldadura.

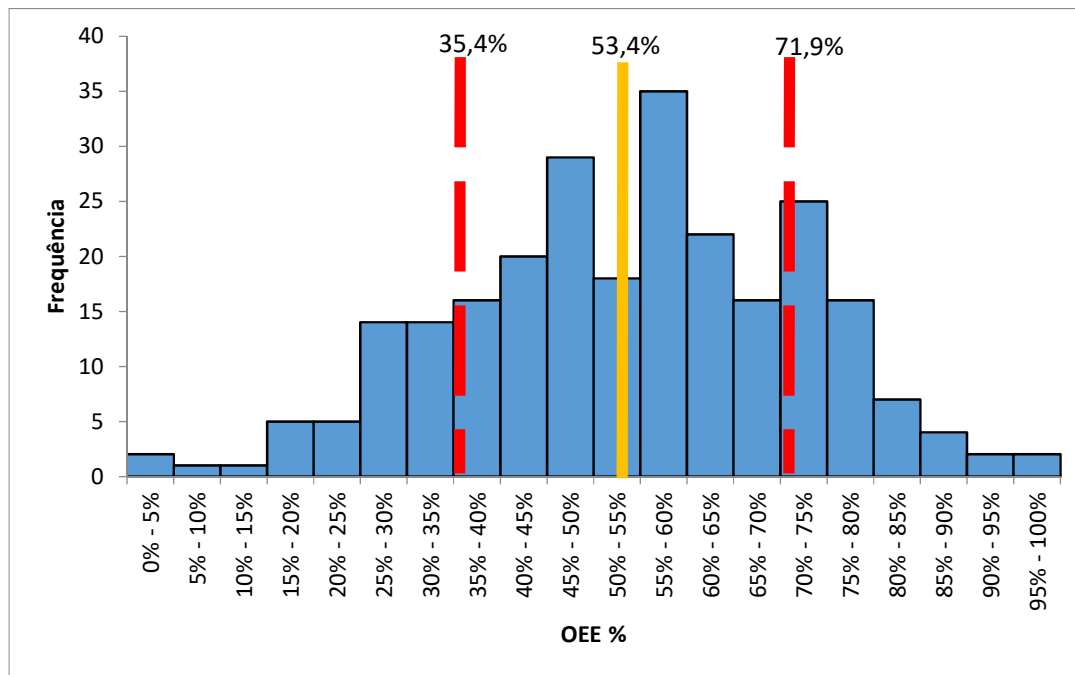


Figura 64. Histograma - OEE 2018 Fluxo 4 Soldadura

Como podemos verificar no histograma, existe uma grande dispersão dos valores da OEE o que denota grande instabilidade do processo. Para alcançar valores de OEE superiores à capacidade instalada em 2019 a trabalhar em 2 turnos, é necessário que a média da OEE aumente até um valor superior a 56,7%. A estabilidade do OEE é também um fator importante na eficiência de um processo, pelo que a eliminação das causas das avarias irá estabilizar o processo, o que se traduzirá numa diminuição do desvio padrão.

Foi constituído um grupo de trabalho de resolução de problemas com o objetivo de melhorar a OEE. Com base nos dados recolhidos do processo, foram aplicadas as ferramentas da qualidade para a resolução do problema de baixa OEE do fluxo 4.

Na Figura 65 é apresentado o resultado da aplicação do Ishikawa na resolução do problema.

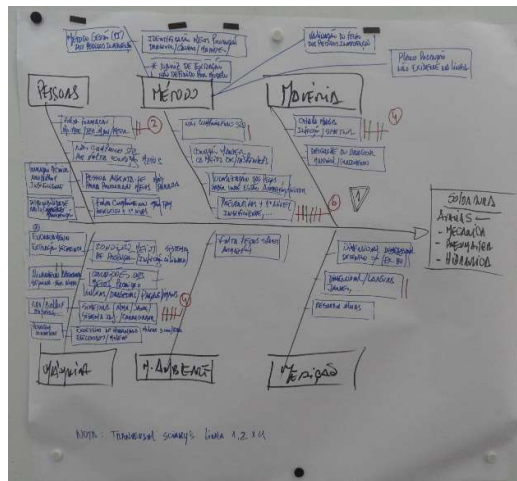


Figura 65. Aplicação prática de Ishikawa – Fluxo 4

Na Figura 66 é apresentado o resultado da aplicação dos 5 Porquês na resolução do problema.

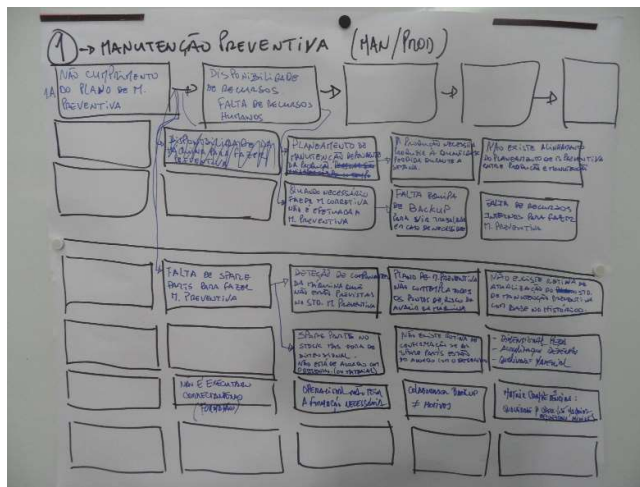


Figura 66. Aplicação prática dos 5 Porquês

Uma das principais causas das avarias que foi identificada com a aplicação das ferramentas foi a deficiente manutenção preventiva.

Para todas as causas possíveis respondeu-se até ao 5º Porquê, procurando chegar a uma causa raiz de gestão, e para cada uma destas causas de gestão validadas implementou-se um plano de ações. Por regra deverá sempre alcançar-se uma

causa raiz de gestão para que se consiga erradicar o problema, a qual normalmente se alcança antes do 5º Porquê.

Na Tabela 24 é apresentado o plano de ações definido para as causas raiz de gestão validadas.

Tabela 23. PDCA – Resolução de problemas

Action Plan	RESP.	DATE
- Quadro com planeamento de manutenção preventiva 1º e 2º nível colocado no Point CIP (visão mensal). Validação do plano efetuado uma vez por semana (sexta-feira). Validação efetuada por: Maintenance, Operations, Production Sup.	- R. Ribeiro	05/03/19
- Analisar atual situação de realização de manutenção de 1º nível. Como é realizada a manutenção e nível de formação dos operadores. Alinhamento com o J. Martins - Acompanhar a manutenção 1º nível / semana	- J. Quinas - J. Martins	03/03/2019 05/04/2019
- Fazer manutenção 1º nível semanal com o tecnico de manutenção que efetua algumas operações de manutenção 2º nível que estão definidas.	- J. Martins - R. Grave	2-4-2019
- Re-adaptação do plano de manutenção preventiva para efetuar a manutenção não efetuada num curto espaço de tempo. Alinhamento com Logística, Produção (M. Tomás - J. Martins) e Manutenção. Sistema de escalonamento definido. KPI de controlo - % de realização TPM programada.	- R. Ribeiro	05/04/19
Analisar o historico dos fluxos entre Sciaky e Granalha e planear actualização dos planos de manutenção baseado nesse histórico (inclui spare parts list)	- R. Ribeiro	15/04/19
Revisão dos desenhos disponíveis na CBI e nos fornecedores alinhados com as especificações definidas para as peças. Considerar algumas situações conhecidas (exemplo - Dragoiers / Electrodo/...) Enviar desenhos actualizados a PUR p/ envio fornecedores	- J. Dias (suporte G. Mourão)	inicio Flow1 03/04/19
Definir requisitos mínimos necessários para cada tipo de intervenção / face às competências disponíveis avaliadas. Alinhar plano de formação em função dos GAPs identificados	- R. Grave	17/04/19
simplificar o sistema de consulta por familias/grupos e reciclar os colaboradores na forma de consultar a posição de stock na estante do armazém	- J. Martins - J. Dias	28/04/2019 28/04/2019

Em função da aplicação das ações corretivas no Fluxo 4, foi possível alcançar valores de OEE superiores a 56,7% a partir do mês de Abril, tendo sido possível

desta forma reduzir de 3 turnos para 2 turnos diários. Esta passagem a 2 turnos permitiu a redução de 1 operador por dia no setor de segmentos.

A Figura 67 apresenta os resultados da OEE ao longo de 2019.

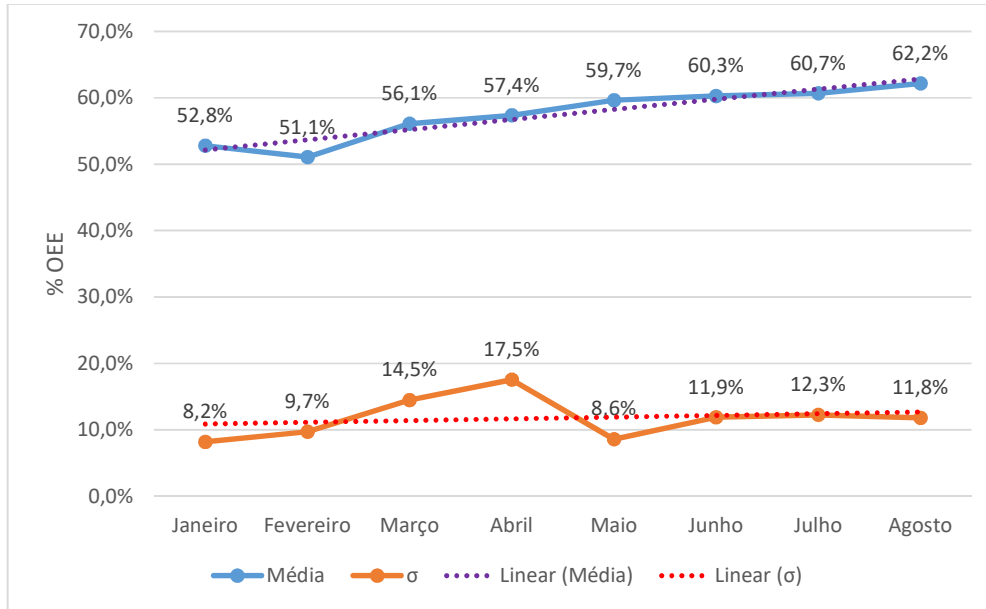


Figura 67. OEE média e desvio padrão (2019) – Fluxo 4 Soldadura

No histograma apresentado na Figura 68 podemos verificar uma estabilização dos resultados da OEE.

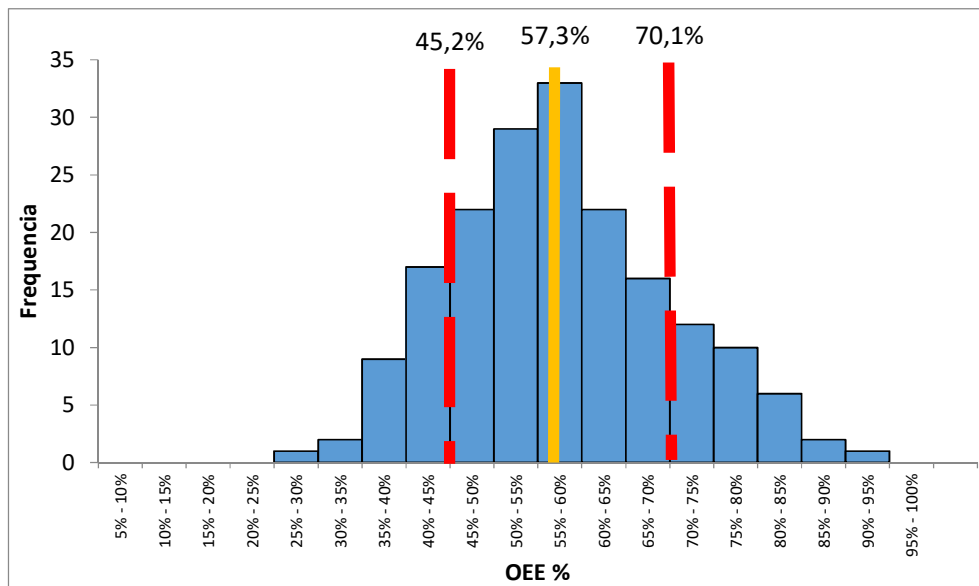


Figura 68. Histograma - OEE 2019 Fluxo 4 Soldadura

Como podemos constatar, para além de o valor médio da OEE ser superior a 56,7%, também se verifica uma maior estabilidade do equipamento traduzido pela redução do desvio padrão.

3.3.1.5. SMED

As atividades de SMED foram desenvolvidas no Fluxo 1 e 4 de soldadura. Definiram-se workshops SMED onde foram envolvidos os operadores, líderes de equipa e supervisor da área alvo, engenheiro de processo, coordenador de melhoria continua e técnicos de melhoria continua.

Durante o workshop cada um dos 2 operadores que efetuava a mudança foi filmado para registar todas as tarefas realizadas. Os restantes intervenientes da workshop efetuavam um levantamento dos desperdícios identificados durante a mudança de ferramenta, que posteriormente seriam alvo de ações corretivas.

Os vídeos foram analisados e as tarefas foram partidas em operações elementares de forma a posteriormente efetuar uma análise da operação relativamente à exigência de esta poder ser: eliminada, passar a tarefa externa ou manter-se como tarefa interna. As operações elementares e sua caracterização e o seu tempo, foram registadas no Formulário SMED (Anexo 11).

No primeiro workshop verificou-se que todas as operações se realizaram com a máquina parada, ou seja, todas as tarefas foram internas. O tempo total do workshop foi de 47 minutos e 40 segundos. Na Tabela 24 podemos analisar as macro operações da mudança de ferramenta do fluxo 1.

Tabela 24. Macro operações SMED (inicial) – Fluxo 1

Macro Operações	Tempo (seg)	Tempo (min)
Alteração Mec.	1224	20,40
Afinação / Ajustar	522	8,70
Limpeza	41	0,68
Inspecção	30	0,50
Transporte / Andar	235	3,92
Movimento	217	3,62
Espera	0	0,00
Perturbação	465	7,75
Para Eliminar	565	9,42
Externo	0	0,00
Interno	2860	47,67

A tarefa seguinte foi efetuar a caracterização das tarefas externas. Na Figura 69 é apresentada a análise das tarefas elementares onde se caracterizaram as tarefas passíveis de serem passadas para externas, as quais se identificam a vermelho no gráfico temporal.

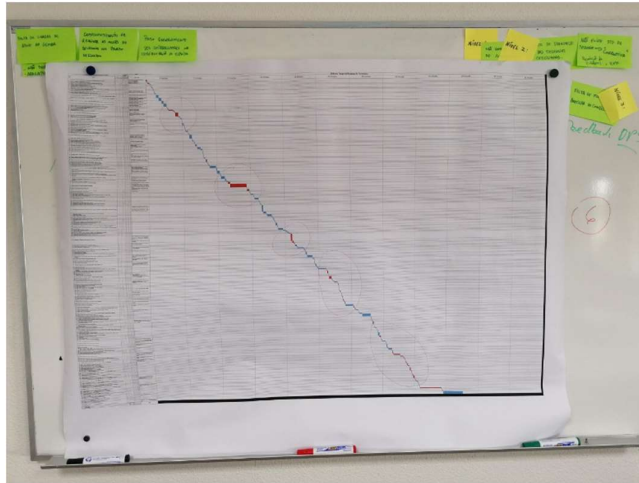


Figura 69. SMED – caracterização de tarefas Internas/Externas

Após a redefinição do standard da mudança de ferramenta, foram eliminados 9 minutos e 25 segundos e passados 7 minutos e 50 segundos de tarefas internas para tarefas externas. A mudança de ferramenta passou de 47 minutos e 40 segundos para 33 minutos e 22 segundos. A Tabela 25 apresenta as macro operações após implementação do novo standard.

Tabela 25. Macro operações SMED (novo) – Fluxo 1

Macro Operações	Tempo (seg)	Tempo (min)
Alteração Mec.	1026	17,10
Afinação / Ajustar	418	6,97
Limpeza	31	0,52
Inspeção	215	3,58
Transporte / Andar	170	2,83
Movimento	141	2,35
Espera	0	0,00
Perturbação	122	2,03
Para Eliminar	0	0,00
Externo	469	7,82
Interno	2002	33,37

Como se pode observar na Figura 70, os tempos de mudança de ferramenta estão a convergir para o tempo standard resultante do SMED.

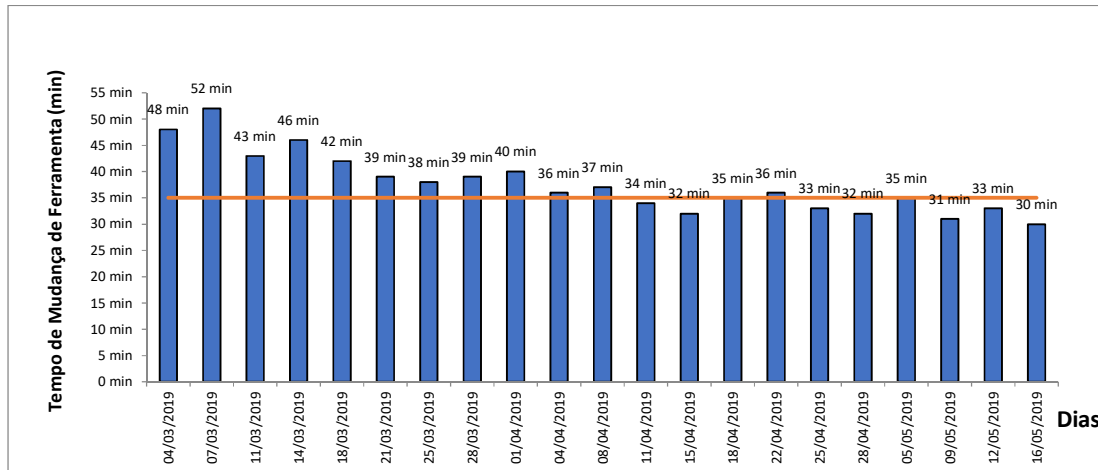


Figura 70. Tempo de mudança de ferramenta (Fluxo 1)

Em termos quantitativos a implementação do SMED resultou numa redução de 30% relativamente ao tempo do primeiro workshop.

3.3.1.6. TPM

Durante este projeto não foi possível implementar as ferramentas do TPM, tendo sido apenas implementadas algumas ações de melhoria identificadas através das ferramentas de resolução de problemas.

Apenas se tomaram algumas ações relacionadas com: atualização de documentação de manutenção preventiva, elaboração de lista de peças de substituição em rotura de inventário, ações de controlo sobre a realização das manutenções planeadas e desenvolvimento técnico dos operadores de manutenção.

O TPM será um foco no ano de 2020 durante o qual se iniciará um projeto na fábrica.

3.3.1.7. PULL SYSTEM

O PS não foi aplicado na sua plenitude no âmbito deste projeto visto que, como sendo a ultima fase da implementação do LM, não foi possível implementar as ferramentas LM precedentes em tempo útil de ser possível implementá-lo. No

entanto foi possível aplicar um sistema Kanban na gestão da produção de colocação de cola nas guarnições. No Anexo 12 (Sistema Kanban – Cola guarnições) é apresentado um sistema kanban constituído um supermercado, uma caixa de constituição de lote e uma fila de espera de lotes de produção em sequência. Foi desenvolvida uma ferramenta em Excel para calcular o “*loop kanban*”, a qual é apresentada no Anexo 13 (Kanban Sizing – Cola Guarnições). Esta ferramenta permite analisar o loop kanban considerando uma caixa de constituição de lote, uma fila de espera de kanban’s a produzir e um supermercado para armazenar os lotes produzidos.

3.3.2. CONTROLO DE GESTÃO

O controlo de gestão revela-se crucial nas organizações com elevados padrões de exigência ao nível do produto e serviço fornecido bem como ao nível da eficácia e eficiência dos seus processos.

É de uma importância vital para o sucesso de uma organização que haja um alinhamento dos objetivos a alcançar e um conhecimento claro da estratégia organizacional a adotar para maximizar os seus resultados. Neste enquadramento a estrutura de gestão de uma organização deverá efetuar o desdobramento dos KPI’s de alto nível, ou de saída, para os KPI’s de entrada de nível mais baixo, ao nível do “*gemba*”, sobre os quais pode intervir. Os KPI’s de saída são apenas o resultado daquilo que ocorre nos processos, sendo que a constatação de um desvio de um KPI de saída irá gerar apenas e só ações reativas. Como objetivo fundamental do LM, os processos devem conter em si mesmos mecanismos preventivos ao desvio, ao invés de carecerem de ações reativas decorrentes de desvios já ocorridos, deverá ser efetuado o desdobramento para os KPI,s de entrada os quais agirão de forma preventiva sobre os processos de entrada.

Para melhor perceção do exposto, um exemplo simples de entender ao nível da eficiência da mão-de-obra: se a eficiência da mão-de-obra apenas for gerida usando o indicador EMO, considerando que existe um objetivo a cumprir e se estivermos desviados do objetivo, apenas vamos reagir ao desvio e determinar as

ações corretivas necessárias para voltar a estar alinhados com o objetivo; se por outro lado for feito o desdobramento do KPI para o seu nível mais básico, vamos promover a prevenção da ocorrência de desvios através do controlo dos processos entrada por KPI's de baixo nível. Um KPI de entrada, que promove de forma preventiva a EMO é por exemplo: (% de operadores com nível de polivalência >=3) ou (Nº de minutos de avaria de máquina), etc. Nas Figuras 71, 72 e 73 são apresentados três exemplos práticos de desdobramento de KPI's.

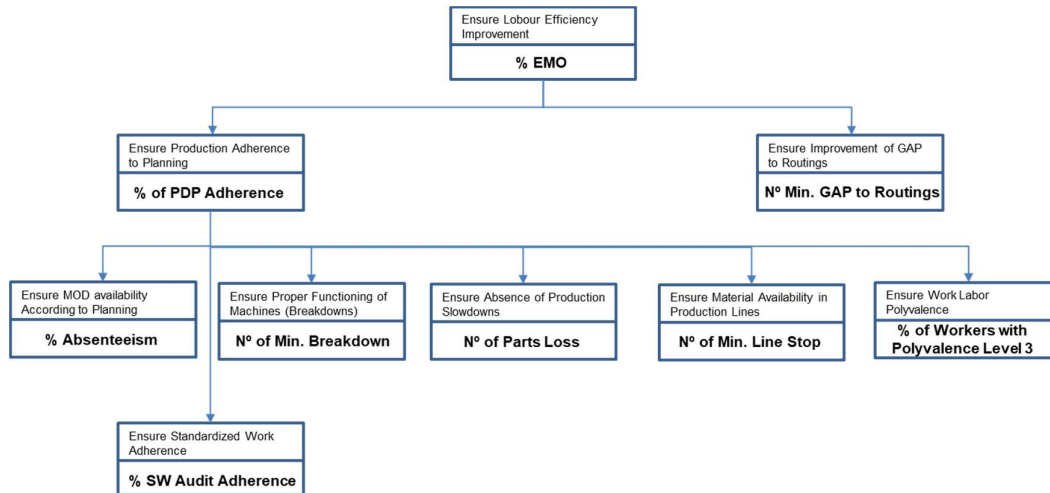


Figura 71. Desdobramento KPI – ppm Cliente

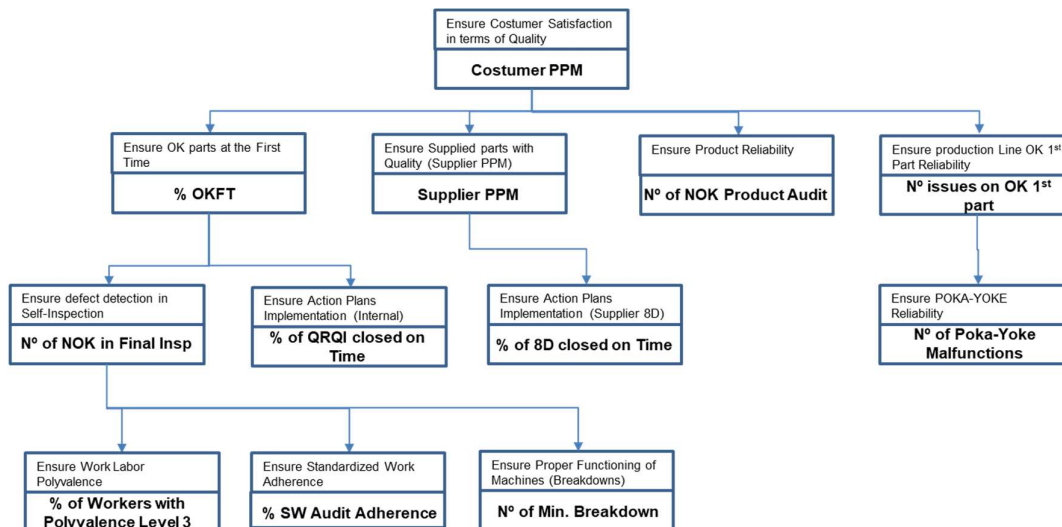


Figura 72. Desdobramento KPI – ppm Cliente

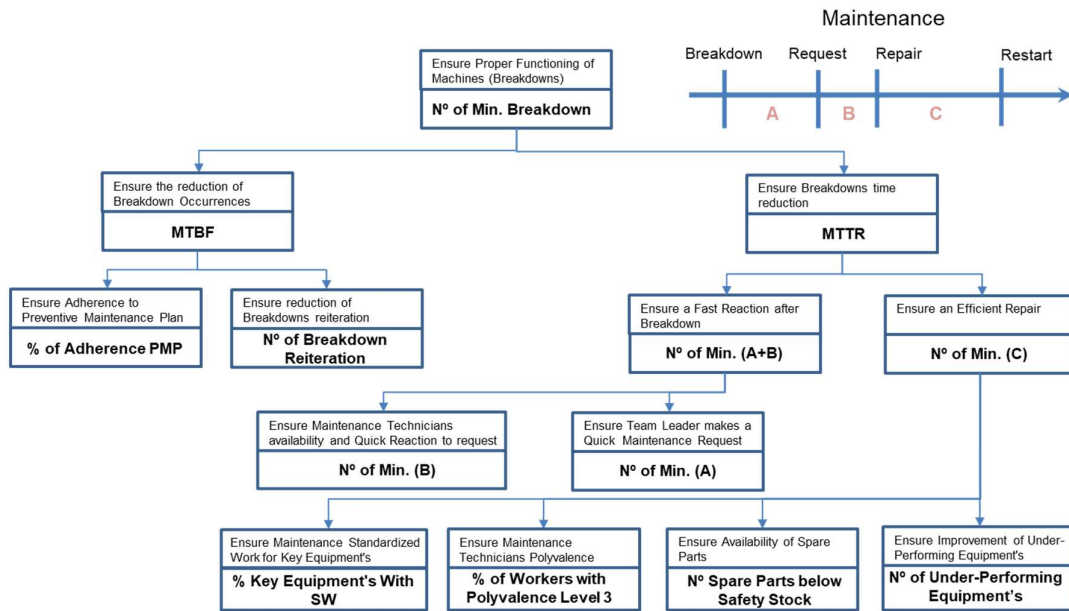


Figura 73. Desdobramento KPI – Avarias de máquina

Após o desdobramento dos KPI's a gestão identifica quais os processos de entrada que são chave para alcançar resultados de acordo com os objetivos. Para os processos de entrada são definidos KPI's para monitorizar esses mesmos processos de forma a agir preventivamente. Cada KPI chave contém um sistema de alerta, com limites de ação perfeitamente definidos. São criadas rotinas de controlo dos KPI chave em formato de cascata hierárquica, desde o líder de equipa até ao diretor de fábrica. Desta forma o diretor de fábrica efetua o alinhamento dos objetivos com toda a organização, controla os processos chave que contribuem para alcançar esses mesmos objetivos e promove o “coaching” da cadeia hierárquica promovendo o desenvolvimento das competências da sua equipa.

3.4. RESULTADOS ALCANÇADOS VS. ESPERADOS

Em termos globais os objetivos alcançados estão de acordo com o esperado. No que diz respeito à OEE global do setor, o objetivo proposto foi alcançar 71,3% em julho de 2019. Como podemos verificar na Figura 74, a partir de fevereiro

conseguiu-se uma estabilidade da OEE a rondar os 70% e em junho e julho o valor da OEE atingiu valores superiores aos 71,3% propostos.

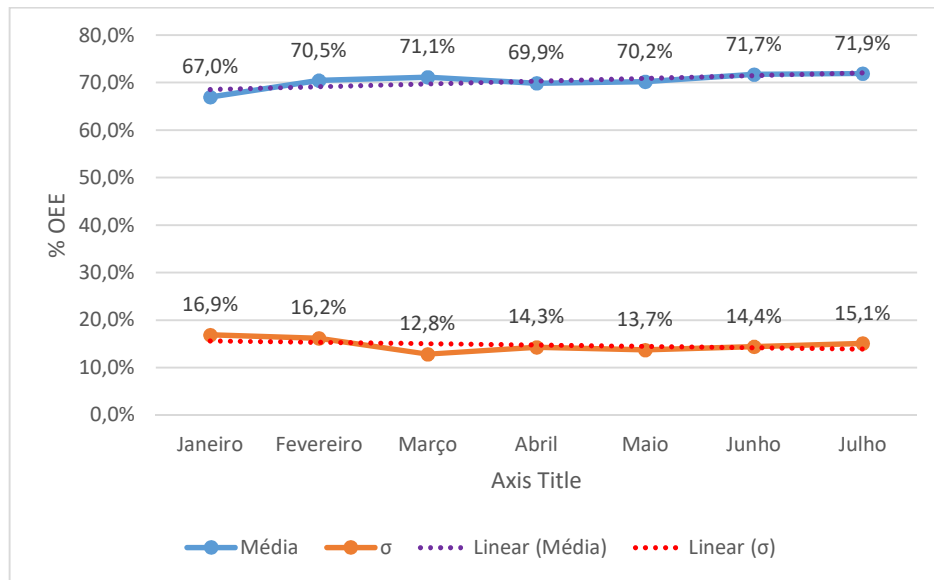


Figura 74. OEE Global Segmentos – 2019

Relativamente à EMO os resultados obtidos estão alinhados com o esperado. Como havia sido planeado, reduziram-se 3 operadores com a implementação do SW no fluxo 1 e foi reduzido 1 operador com a eliminação de um turno de produção no fluxo 4. Na Figura 75 podemos verificar a evolução da EMO durante os meses de 2019.

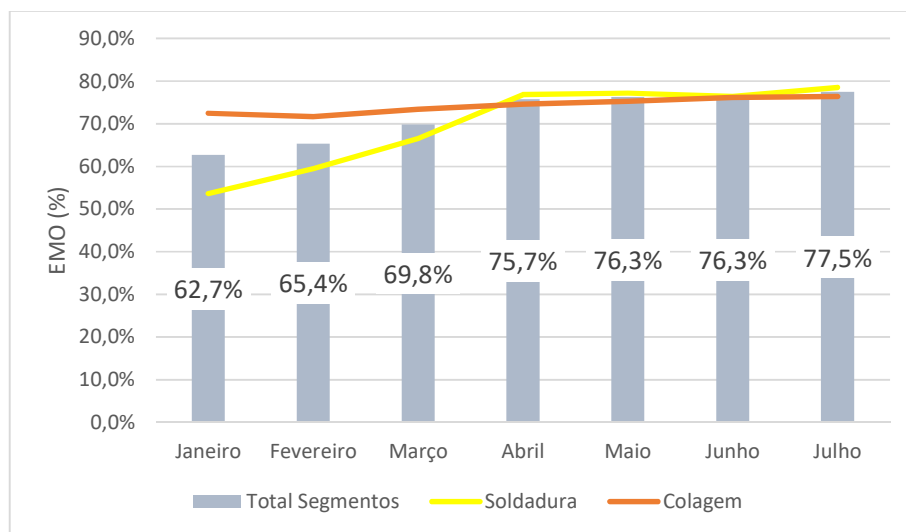


Figura 75. EMO Global Segmentos – 2019

3.5. LIMITAÇÕES E CONSTRANGIMENTOS

A principal limitação ao longo da implementação deste projeto centrou-se principalmente na falta de cultura “Lean” da organização. O conhecimento das ferramentas LM é reduzido e fica apenas circunscrito a alguns engenheiros e equipa de gestão que não transporta o conhecimento para a prática. O conhecimento das boas práticas operacionais não está difundido de forma transversal na organização e não chega aos postos de trabalho ao nível dos operadores. Existem muitas lacunas ao nível da estratégia de gestão, devido ao consumo excessivo de recursos alocados a tarefas de gestão de crise onde o foco é solucionar as urgências ao invés de planear o futuro. Os recursos humanos e financeiros para o desenvolvimento de atividades de melhoria são escassos e existe uma grande pressão para fazer muito com quase nada.

O principal constrangimento está relacionado com o elevado grau de resistência à mudança que funciona como um travão ao desenvolvimento da organização. A idade do parque de máquinas e a incorreta política de manutenção são dois importantes constrangimentos ao eficiente desempenho da organização.

4. CONCLUSÃO

4.1. REFLEXÃO SOBRE TRABALHO REALIZADO

Olhando para o desenvolvimento dos projetos implementados e respetivo impacto na performance dos processos, constata-se a importância da aplicação das ferramentas de Lean Manufacturing como um todo. A aplicação conjunta e integrada das ferramentas LM revela-se como fundamental na árdua tarefa de eliminação de desperdícios e otimização da eficiência dos processos. Não podemos simplesmente implementar as ferramentas LM de forma isolada quando queremos que o resultado do retorno da eficiência dos processos seja maximizado. É necessário integrar todas as ferramentas de LM no processo de melhoria continua visando sempre alcançar um elevado patamar de eficiência.

Um dado muito importante identificado ao longo deste projeto centra-se no facto de que antes de se pensar em aplicar as ferramentas de LM no “gemba” há que fazer todo um trabalho de preparação cultural e comportamental face ao propósito e enquadramento do que implica um processo de implementação “lean”. Toda a organização carece de um alinhamento cultural, desde a gestão de topo até ao operador, e apenas com uma mesma visão e disciplina global se poderá alcançar o sucesso.

Relativamente aos resultados operacionais, verificou-se uma melhoria de 9,0% no OEE global do setor, passando dos 62,9% no final de 2018 para os 71,9% em finais de julho. Este resultado foi possível de ser atingido através da aplicação das diferentes ferramentas de LM. Em termos do 5S houve uma melhoria significativa,

tendo-se conseguido alcançar em todas as áreas, um resultado superior a 80% na auditoria 5S ao fim de 12 a 15 semanas. Os projetos SMED promoveram também uma melhoria da OEE tendo sido possível reduzir no Fluxo 1 o tempo de mudança de ferramenta de 47 minutos para aproximadamente 33 minutos. Através da aplicação da resolução de problemas foi possível identificar as causas raiz das avarias de máquina e definir as ações corretivas necessárias à estabilização dos equipamentos.

A EMO global melhorou cerca de 12% quando comparados os resultados do final de 2018 com o resultado do final de julho de 2019. A implementação do SW permitiu reduzir um operador por turno, melhorando desta forma a produtividade. Aumentou-se a produtividade da mão-de-obra em 23 phh (peças/hora/homem) com a implementação do SW. Com a melhoria da OEE no fluxo 4 foi possível reduzir 1 turno por dia, reduzindo desta forma 1 operador por dia. Aplicou-se a resolução de problemas na análise da causa raiz dos rejeitados do muro de qualidade dos segmentos enviados para a Polónia, tendo sido possível deixar de controlar algumas das características que passaram a ser garantidas pelo processo. Reduziu-se 2 pessoas no muro de qualidade da Polónia.

Globalmente o projeto correu como planeado, tendo-se atingido os objetivos em termos de eficiência dos equipamentos e da mão-de-obra.

Mais importantes do que os resultados operacionais alcançados, este projeto teve uma importância significativa na disseminação do “lean thinking” de forma transversal pela organização, desafiando todos os “stakeholders” a adotar comportamentos e atitudes mais alinhadas com o conceito “lean”.

A perceção dos benefícios do “lean” é um aspeto fulcral para a mudança cultural e a interiorização de conceito como uma forma de vida e não apenas como uma tarefa ou atividade imposta.

4.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

No enquadramento do pensamento “*lean*”, onde o ótimo é algo inalcançável mas que sempre deverá ser perseguido, existe ainda muito potencial de melhoria e trabalho a desenvolver na perseguição permanente pela maximização da eficiência dos processos. Desta forma, e como mencionado em capítulos anteriores, existem dois projetos futuros que urgem ser implementados para o bem da organização enquanto fatores vitais para a competitividade e sobrevivência no negócio.

O TPM é um projeto vital para a empresa na medida em que a atual deficiente performance dos equipamentos está a colocar em causa premissas demasiado importantes para que seja negligenciada a sua implementação. Face à idade dos equipamentos, é premente que seja efetuado um forte investimento ao nível do TPM para elevar a condição dos equipamentos à necessidade do que é exigido e assumido com os clientes.

O Pull System encarna outro fator vital que carece de ser resolvido e que hoje em dia tem uma influência e um impacto muito negativo na performance da organização. Os fluxos de informação e de materiais têm um forte impacto na performance global dos processos, o que origina enormes perturbações e perdas de eficiência devido a falhas de planeamento e de gestão de fluxos.

Foi, é e será um desafio permanente a missão pela busca da melhoria!

5. BIBLIOGRAFIA

- Abdulmalek, Fawaz Z., and Jayant Rajgopal. 2007. "Analyzing the Benefits of Lean Manufacturing and Value Stream Mapping via Simulation: A Process Sector Case Study." *International Journal of Production Economics* 107 (1): 223–236.
- Abernathy, M. A., & Guthrie, C. H. (1994). An empirical assessment of the "fit" between strategy and management information system design. *Accounting and Finance*, 34, 49-66.
- Acquaah, M. (2013). Management control systems, business strategy and performance: A comparative analysis of family and non-family businesses in a transition economy in Sub-Saharan Africa. *Journal of Family Business Strategy*, 4, 131–146.
- Allahverdi A, Soroush HM (2008) The significance of reducing setup times/setup costs. *Eur J Oper Res* 187:978–984
- Almonani MA, Aladeemy M, Abdelhadi A, Mumani A (2013) A proposed approach for setup time reduction through integrating conventional SMED method with multiple criteria decisionmaking techniques. *Comput Ind Eng* 66:461–469
- Andonou, S., 2017. *Quality-I is Safety –II. The integration of two management systems*. Boca Raton: CRC Press.
- Antosz, K., 2018. Maintenance – identification and analysis of the competency gap. *Eksploracja i Niezawodność – Maintenance and Reliability* 2018, 20(3), pp.484-494. <http://dx.doi.org/10.17531/ein.2018.3.19>.
- Arachchilage, N. D. K., & Smith, M. (2013). The effects of the diagnostic and interactive use of management control systems on the strategy-performance relationship. *JAMAR*, 11, 1, 9-27
- Archibald, R. (2012). *Project management la gestione di progetti e programmi complessi*. Milan: Franco Angeli.
- Behrens, B. A., I. Wilde, et al. (2007). Complaint management using the extended 8D-method along the automotive supply chain. *Production Engineering*, 1(1): 91-95;
- Bhasin, S., and P. Burcher. 2006. "Lean Viewed as a Philosophy." *Journal of Manufacturing Technology Management* 17 (1): 56–72.
- Bhat, K., (2015). *Total Quality Management* (p. 364). Himalaya Publishing House.

- Bicheno, J. and Holyweg, M., 2011. The “formula of lean”: notes on the Kingman equation. In: Proceedings of the 18th international EurOMA conference. 3–6 July 2011, University of Cambridge, Cambridge, UK.
- CDOT. (2017). <https://www.codot.gov/business/process-improvement/tools-and-techniques/6s-5sevaluation-and-implementation-tool>
- Chen, Joseph C., Ye Li, and Brett D. Shady. 2010. “From Value Stream Mapping toward a Lean/Sigma Continuous Improvement Process: An Industrial Case Study.” *International Journal of Production Research* 48 (4): 1069–1086.
- Chenhall, R. H. (2003). Management control system design within its organizational context: Finding from contingencybased research and directions for the future. *Accounting, Organization and Society*, 28, 2-3, 127-168.
- Chlebus, E., Helman, J., Olejarczyk, M. and Rosienkiewicz, M., 2015. A new approach on implementing TPM in a mine – A case study. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 15, pp.873-884. <http://dx.doi.org/10.1016/j.acme.2015.07.002>.
- Chong, V. K., & Chong, K. M. (1997). Strategic choices, environmental uncertainty and SBU performance: A note on the intervening role of management accounting systems. *Accounting and Business Research*, 27, 4, 268-276.
- Courtois, A., Pillet, M., & Martin-Bonnefous, C. (2016). *Gestão da Produção* (7ed. ed.). (A. -C. Faria, Trans.) Lisboa: LIDEL.
- Dennis, P. (2008) *Produção lean simplificada: Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo*. Porto Alegre: Bookman.
- Deros BM, Mohammad D, Idris MHM, Rahman MNA, Ghani JA, Ismail AR (2011) Setup time reduction in an automobile battery assembly line. *Int J Syst App Eng Dev* 5(5):618–625
- Desai MS, (2012) Productivity enhancement by reducing setup time - SMED: case study in the automobile factory. *Glob J Res Eng Mech Mechn Eng* 12:5A
- Devaraj, B.N., Patidar., L. and Soni, P.K., 2015. Relationship of 5S and Manufacturing Performance with Mediator of TPM and TQM. *IRJET*, 2(7), pp.1217-1222.
- Dropulić, I. (2013). The effect of contingency factors on management control systems: A study of manufacturing companies in Croatia. The 6th International Conference “The Changing Economic Landscape: Issues, Implications and Policy Options”, Juraj Dobrila University Of Pula, Faculty of Economics and Tourism, [Http://Oetconference2013.Estudy-Oet.Net/Issn1331 – 677x \(Udk 338\) May 30th - June 1st 2013](Http://Oetconference2013.Estudy-Oet.Net/Issn1331 – 677x (Udk 338) May 30th - June 1st 2013).
- Duggan, Kevin J. 2013. *Creating Mixed Model Value Streams: Practical Lean Techniques for Building to Demand*. Boca Raton, FL: CRC Press (Taylor & Francis Group).
- Fredendall, L.D., Ojha, D., and Patterson, J.W., 2010. Concerning the theory of workload control. *European*

- Gani, L., & Jermias, J. (2012). The effects of strategy–management control system misfits on firm performance. *Accounting Perspectives*, 11, 3, 165–196.
- Gitlow et al., “Tools and Methods for the Improvement of Quality,” IRWIN. Homewood, IL, 1889.
- Glover, Wiljeana, Jennifer Farris, Elieen Van Aken, and Toni Doolen. 2011. “Critical Success Factors for the Sustainability of Kaizen Event Human Resource Outcomes: An Empirical Study.” *International Journal of Production Economics* 132 (2): 197–213.
- Godina, Radu; Pimentel, Carina; Silva, F. J. G.; Matias, João C. O.. 2018. “A Structural Literature Review of the Single Minute Exchange of Die: The Latest Trends”. 28th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM 2018
- Govindarajan, V., & Fisher, J. (1990). Strategy, control systems, and resource sharing: Effects on business-unit performance. *The Academy of Management Journal*, 33, 2, 259-285.
- Gross R, Maxim C, Adhikari CD, Rothe J (2010) Leveraging new SEMI standard to reduce waste and improve flow for semiconductor manufacturing. *Robot Comput Integr Manuf* 26:658–664
- Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 24 Issue: 10, pp. 994-1011.
- Hines, Peter, Matthias Holwe, and Nick Rich. 2004. “Learning to Evolve: A Review of Contemporary Lean Thinking.” *International Journal of Operations & Production Management* 24 (10): 994–1011.
- Imai, Masaaki. 1997. *Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-cost Approach to Management*. New York: McGraw-Hill.
- International Standard ISO 22400–1. 2014. *Automation Systems and Integration - Key Performance Indicators (KPIs) for Manufacturing Operations Management – Part 1: Overview, Concepts and Terminology*. Geneva: International Standard Organization (ISO).
- International Standard ISO 22400–2. 2014. *Automation Systems and Integration - Key Performance Indicators (KPIs) for Manufacturing Operations Management – Part 2: Overview, Concepts and Terminology*. Geneva: International Standard Organization (ISO).
- Jones, Daniel T., and James P. Womack. 2002. *Seeing the Whole. Mapping the Extended Value Stream*. 1st ed. Brookline, MA: The Lean Enterprise Institute.
- Juran, J. M. (1974). Motivation. In J. M. Juran (Ed.), *Quality Control Handbook* (3th Ed.) USA McGraw-Hill
- Karlsson, C. and Alstrom, P., 1996. “Assessing changes towards lean production.” *International Journal of Operations & Production Management*, 16 (2), 24–41.
- Karmarkar, U., 1989. Getting control of just-in-time. *Harvard Business Review*.

- Khamis, N., Rahman, M. N. A., Jamaludin, K. R., Ismail, A. R., Ghani, J. A., & Zulkifli, R. (2009). Development of 5S Practice Checklist for Manufacturing Industry. *World Congress on Engineering 2009 (Volume 1)*, 545–549.
- Kigsirisin, S., Pussawiro, S. and Noohawm, O., 2016. Approach for Total Productive Maintenance Evaluation in Water Productivity: A Case Study at Mahasawat Water Treatment Plant. *Procedia Engineering*, 154, pp.260-267. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.07.472>.
- Krafcik, John. 1988. "Triumph of the Lean Production System." *Sloan Management Review* 30 (1): 41–52.
- Krishnamurthy, A. and Suri, R., 2009. Planning and implementing POLCA: a card-based control system for high variety or custom engineered products. *Production Planning & Control*, 20 (7), 596–610.
- Lacerda, António Pedro; Xambre, Ana Raquel and Alvelos, Helena Maria. 2016. "Applying Value Stream Mapping to Eliminate Waste: A Case Study of an Original Equipment Manufacturer for the Automotive Industry." *International Journal of Production Research* 54 (6): 1708–1720.
- LEI. (2008). *Lean lexicon: A graphical glossary for lean thinkers* (4th ed.). Cambridge, MA: Lean Enterprise Institute.
- Lenz, R. T. (1980). Environment, strategy organization structure and performance: Patterns in one industry. *Strategic Management Journal*, July/September, 209-226.
- Leung, H., 2002. *A research in manufacturing strategy and competitiveness: Models and practices*. Hong Kong: Hong Kong Polytechnic University.
- Liker J. *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw Hill; 2004
- Liker, Jeffrey K., and David Meier. 2006. *The Toyota Way Fieldbook*. New York: McGraw-Hill.
- Lockman L. Six Steps to 5S Success. *Industrial Maintenance & Plant Operation*. 2015;76(3):32-33.
- Lozano, J.; Saenz-Díez, J.C.; Martínez, E.; Jiménez, E.; Blanco, J. "Methodology to improve machine changeover performance on food industry based on SMED". *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Jun 2017, Vol. 90 Issue 9-12, p3607-3618.
- Mackelprang AW, Nair A (2010) Relationship between just-in-time manufacturing practices and performance. A meta-analytic investigation. *J Oper Manag* 28:283–302
- Magar, M. V. and Shinde, B. V., "Application of 7 Quality Control (7 QC) Tools for Continuous Improvement of Manufacturing Processes," *International Journal of Engineering Research and General Science*, Vol.2, Issue 4, June-July, 2014, pp.364-371.
- Marodin, Giuliano A., and Tarcisio A. Saurin. 2013. "Implementing Lean Production Systems: Research Areas and Opportunities for Future Studies." *International Journal of Production Research* 51 (22): 6663–6680.

- Martin, T., & Bell, J. (2011). *New horizons in standardized work: Techniques for manufacturing and business process improvement*. USA: CRC Press.
- Martins, G. D. A. (2006). *Estudo de caso: uma estratégia de pesquisa*. São Paulo: Atlas.
- Marvel, J.H. and Standridge, C.R., 2009. Simulation-enhanced lean design process. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 2 (1), 90–113.
- Maximilian; Böing², Tobias; Batz, Svenja; Metternich, Joachim. “Problem-solving process design in production: Current progress and action required”. In 6th CIRP Global Web Conference - Envisaging the future manufacturing, design, technologies and systems in innovation era (CIRPe 2018)
- Meister, Maximilian, Julia Beßle, Amir Cviko, Tobias Böing, and Joachim Metternich. 2019. “Manufacturing Analytics for Problem-Solving Processes in Production.” *Procedia CIRP* 81 (January): 1–6. doi:10.1016/j.procir.2019.03.001.
- Meyers, Fred E., and James R. Stewart. 2002. *Motion and Time Study for Lean Manufacturing*. 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall. (2015). In K. S. Bhat, *Total Quality Management* (p. 364). Himalaya Publishing House.
- Moden Y. *Toyota Production System – An Integrated approach to Just-in-Time*. First Edit. Institute Industrial Engineers: 1983.
- Monden, Y. (2015) *Sistema Toyota de Produção: uma abordagem integrada ao just in time*. Porto Alegre: Bookman.
- Moreira AC, Pais GCS (2011) Single minute exchange of die. A case study implementation. *J Technol Manag Innov* 6(1):129–146
- Mustafa K, Cheng K (2016) Managing complexity in manufacturing changeovers: a sustainable manufacturing-oriented approach and the application case study. in *ASME 11th International Manufacturing Science and Engineering Conference*. 2016. Blacksburg, Virginia, USA: ASME.
- Nakajima, S. 1988. *Total Productive Maintenance*. London: Productivity Press.
- Nakajima, S., 1988. *Introduction to Total Productive Maintenance*. Cambridge, MA.: Productivity Press.
- Naranjo-Gil, D. (2016). Role of management control systems in crafting realized strategies. *Journal of Business Economics & Management*, 17, 6, 865-881.
- Narusawa, T., & Shook, J. (2009). *Kaizen express: Fundamentals for your lean journey*. São Paulo, Brasil: Lean Enterprise Institute.
- Neely, A. 1995. “Performance Measurement System Design.” *International Journal of Operations & Production Management* 15 (4): 80–116.
- Ningxuan Kanga, Cong Zhaob, Jingshan Lib and John A. Horstc, “A Hierarchical structure of key performance indicators for operation management and continuous improvement in production systems”, *International Journal of Production Research*, 2016 Vol. 54, No. 21, 6333–6350

- Ohno, Taiichi. 1988. *The Toyota Production System: Beyond Large-scale Production*. Portland, OR: Productivity Press.
- Onkar, B., & Bhatia, S. (2016). Review on implementation of lean tools and impact of ethnographic factors on 5S. *International Journal for Scientific Research and Development*, 4(06), 717–721.
- Osada, T. (1991). *The 5S's: Five keys to a total quality environment*. Tokyo: Asian Productivity Organization.
- Owens, D. R. (2006). PDCA at the Management Level. *Quality Progress*, 39(4), 104. Retrieved from <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,cookie,shib,uid&db=edb&AN=20588817&lang=pt-pt&site=eds-live&scope=site>
- Pacaiova, H., Glatz, J. and Kacvinsky, S., 2012. Positive and negative aspect in application of maintenance management philosophy. *Istrazivanja i Projektovanja za Privredu* 10(2), pp.99-105. <https://doi.org/10.5937/jaes10-2131>.
- Pacaiova, H., Izarikova, G., 2018. Base Principles and Practices for Implementation of Total Productive Maintenance in Automotive Industry. *QUALITY INNOVATION PROSPERITY / KVALITA INOVÁCIA PROSPERITA* 23/1 – 2019. DOI: 10.12776/QIP.V23I1.1203
- Park, S.CH., Kim, Y.J. and Won, U.J., 2017. Application of IoT for Maintaining Rolling Stocks. *Quality Innovation Prosperity*, 21(2), pp.71-83. <https://doi.org/10.12776/QIP.V21I2.887>.
- Patchong, A. (2013). *Implementing standardized work: Measuring operators' performance*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Pavnaskar, S.J., Gershenson, J.K., and Jambekar, A.B., 2003. Classification scheme for lean manufacturing tools. *International Journal of Production Research*, 41 (13), 3075–3090.
- Pereira, Ana; Abreu, M. Florentina; Silva, David; Alves, Anabela C.; Oliveira, José A.; Lopes, Isabel; Figueiredo, Manuel C.. "Reconfigurable Standardized Work in a Lean company – a case study". In *The Sixth International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production (CARV2016)*, Procedia CIRP. 2016 52:239-244
- Rajesh Attri, Sandeep Grover and Nikhil Dev, 2013. A graph theoretic approach to evaluate the intensity of barriers in the implementation of total productive maintenance (TPM). *International Journal of Production Research*, 2014 Vol. 52, No. 10, 3032–3051, <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2013.860250>
- Riesenberger, Carlos A., & Sousa, Sérgio D. (2010). *The 8D Methodology: An Effective Way to Reduce Recurrence of Customer Complaints?*, *Proceedings of the World Congress on Engineering*, Vol III;
- Riezebos, J., 2010. Design of POLCA material control systems. *International Journal of Production Research*, 48 (5), 1455–1477.


- Rother, M., & Shook, J. (1998). *Learning to See: Value Stream Mapping to add Value and Eliminate*. Brookline: The Lean Enterprise Institute.
- Rother, Mike, and John Shook. 2003. *Learning to See: Value-stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Brookline, MA: The Lean Enterprise Institute.
- Salonitis K, Tsiniopoulos C. Drivers and Barriers of Lean Implementation in the Greek Manufacturing Sector. *Procedia CIRP* 2016; 57:189–194
- SANGODE, PALLAWI. “Impact of 5S Methodology on the Efficiency of the Workplace: Study of Manufacturing Firms.” *CLEAR International Journal of Research in Commerce & Management*. Dec2018, Vol. 9 Issue 12, p14-16. 3p
- Seth, Dinesh, and Vaibhav Gupta. 2005. “Application of Value Stream Mapping for Lean Operations and Cycle Time Reduction: An Indian Case Study.” *Production Planning & Control* 16 (1): 44–59
- Shahabudeen, P. and Sivakumar, G.D., 2008. Algorithm for the design of single-stage adaptive kanban system. *Computers and Industrial Engineering*, 54 (4), 800–820.
- Shapiro, J. (1996). *Monitoring and evaluation*.
- Shingo, S., 1981. *A study of the Toyota production system*. New York: Productivity Press
- Stadnicka, D.; Litwin, P. “Value stream mapping and system dynamics integration for manufacturing line modelling and analysis.” *International Journal of Production Economics*, [s. l.], v. 208, p. 400–411, 2019.
- STN ISO 9001:2016, 2016. *Quality management systems. Requirements*.
- Sugimori, Y., et al., 1977. Toyota production system and kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human system. *International Journal of Production Research*, 15 (6), 553–564.
- Surekha, S., R. V. Praveena Gowda, and Manoj Kulkarni. 2013. “Standardized Work: An Important Principle Implemented in the Manufacturing Industry.” *International Journal of Management Research and Business Strategy* 2 (2): 62–66.
- Suri, R., 1998. *Quick response manufacturing: A companywide approach to reducing leadtimes*. Portland, OR: Productivity Press.
- Suzaki, K. (2010). *Gestão de Operações Lean*. Mansores: leanOp, Unipessoal Lda.
- Tapping D, Luyster T, Shuker T, *Value Stream Management – Eight Steps to Planning, Mapping and Sustaining Lean Improvements*. New York: Productivity, Inc.; 2002
- Theriou, N., Maditinos, D., & Theriou, G. N. (2017). Management control systems and strategy: A resource based perspective. Evidence from Greece. *International Journal of Business and Economic Sciences Applied Research*, 10, 2, 35-47.

-
- Tsamenyi, M., Sahadev, S., & Qiao, Z. S. (2011). The relationship between business strategy, management control systems and performance: Evidence from China. *Advances in Accounting*, 27, 1, 193-203.
- Van Der Stede, W. A. (2000). The relationship between two consequences of budgetary controls: Budgetary slack creation and managerial short-term orientation. *Accounting, Organizations and Society*, 25, 6, 609-622.
- Wan, H. and Chen, F.F., 2008. A leanness measure of manufacturing systems for quantifying impacts of lean initiatives. *International Journal of Production Research*, 46 (23), 6567–6584.
- Whitfield, Richard C., & Kwok, Kam-Ming. (1996). Improving integrated circuits assembly quality - case study, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 13 Iss: 5 pp. 27 – 39;
- William BA. *Standard Work – Lean Tools and Techniques*, SAE Tech. Pap., 2001
- Willmott, P. and McCarthy, D., 2001. *TPM – A Route to World-Class Performance*. Butterworth-Heinemann.
- Womack, J. P. (2002). "Lean Thinking: Where Have We Been and Where Are We Going?". *Manufacturing Engineering* 129(3), L2-L6.
- Womack, J. P., D. T. Jones, and D. Roos. 1990. *The Machine That Changed the World*. New York: Raeson Associates.
- Womack, J.P. and Jones, D.T., 1996. "Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation." New York: Simon and Schuster.
- Womack, James, and Daniel T. Jones. 2003. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Free Press
- Yin, R. K. (2018). *Case Study Research, Design & Methods* (5^a ed). Thousand Oaks: Sage
- Zakuan, N. and Mat Saman, M.Z., 2009. Lean manufacturing concept: the main factor in improving manufacturing performance – a case study. *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, 17 (4), 353–363.
- Zammori, F., M. Braglia, and M. Frosolini. 2011. "Stochastic Overall Equipment Effectiveness." *International Journal of Production Research* 49 (21): 6469–6490. doi:10.1080/00207543.2010.519358.
- Zarghami, Ali; Benbow, Don. "Introduction to 8D Problem Solving". *Journal for Quality & Participation*. Oct 2017, Vol. 40 Issue 3, p23-28. 6p. The Productivity Press Development Team, *Standard Work for the Shopfloor*. New York; 2002

6. ANEXOS

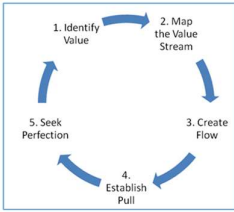
- Anexo 1.** Planeamento de Projeto – Inicial
- Anexo 2.** Princípios Lean Management e Fases VSM
- Anexo 3.** Elaboração VSM, Check List
- Anexo 4.** VSM
- Anexo 5.** VSD
- Anexo 6.** Formulário de Auditoria 5S
- Anexo 7.** DTC – Fluxo 1
- Anexo 8.** TCTP – Operador 1 Sciaky
- Anexo 9.** ETP – Operador 1 Sciaky
- Anexo 10.** ITP – Operador 1 Sciaky
- Anexo 11.** Formulário SMED
- Anexo 12.** Sistema Kanban – Cola guarnições
- Anexo 13.** Kanban Sizing – Cola guarnições

Anexo 2. Princípios Lean Management e Fases VSM



VSM - Elaboração

(Princípios "Lean Management")



1) Valor (VSM Fase 1)
O valor é sempre definido pelas necessidades do cliente por um produto específico. Por exemplo, qual é a linha temporal para produzir e entregar? Qual é o preço? Quais são os outros requisitos ou expectativas importantes que devem ser atendidos? Esta informação é vital para definir valor.


2) Mapear o Fluxo de Valor (VSM Fase 2)
Uma vez que o valor (meta final) tenha sido determinado, o próximo passo é mapear o “fluxo de valor”, ou todas as etapas e processos envolvidos na tomada de um produto específico a partir de matérias-primas e entrega do produto final ao cliente. O mapeamento do fluxo de valor é uma experiência simples, mas reveladora, que identifica todas as ações que levam um produto ou serviço por meio de qualquer processo. Esse processo pode ser em design, produção, compras, RH, administração, entrega ou atendimento ao cliente. A ideia é desenhar, em uma página, um “mapa” do fluxo de material / produto através do processo. O objetivo é identificar cada passo que não cria valor e, em seguida, encontrar maneiras de eliminar essas etapas desnecessárias. O mapeamento do fluxo de valor é, às vezes, chamado de reengenharia de processo. Em última análise, este exercício também resulta em uma melhor compreensão de toda a operação comercial.

3) Fluxo (VSM Fase 3)
Depois que o “Desperdício” tiver sido removido do fluxo de valor, a próxima etapa é garantir que as etapas restantes fluam suavemente sem interrupções, atrasos ou gargalos. “Faça com que as etapas de criação de valor ocorram em sequência para que o produto ou serviço flua suavemente em direção ao cliente”. Isso pode exigir a quebra do pensamento do silos e o esforço para se tornar multifuncional em todos os departamentos, o que pode ser um dos maiores desafios para os programas Lean serem superados. No entanto, estudos mostram que isso também levará a enormes ganhos de produtividade e eficiência, às vezes até 50% ou mais.

4) Pull (VSM Fase 4)
Com fluxo melhorado, o Lead Time (ou tempo até o cliente) pode ser drasticamente melhorado. Isso facilita muito a entrega de produtos conforme necessário, como na fabricação ou entrega “just in time”. Isso significa que o cliente pode “puxar” o produto ao longo dos processos conforme necessário (geralmente em semanas, em vez de meses). Como resultado, os produtos não precisam ser produzidos com antecedência ou os materiais estocados, criando um inventário caro que precisa ser gerido, economizando dinheiro tanto para o fabricante como para o cliente.

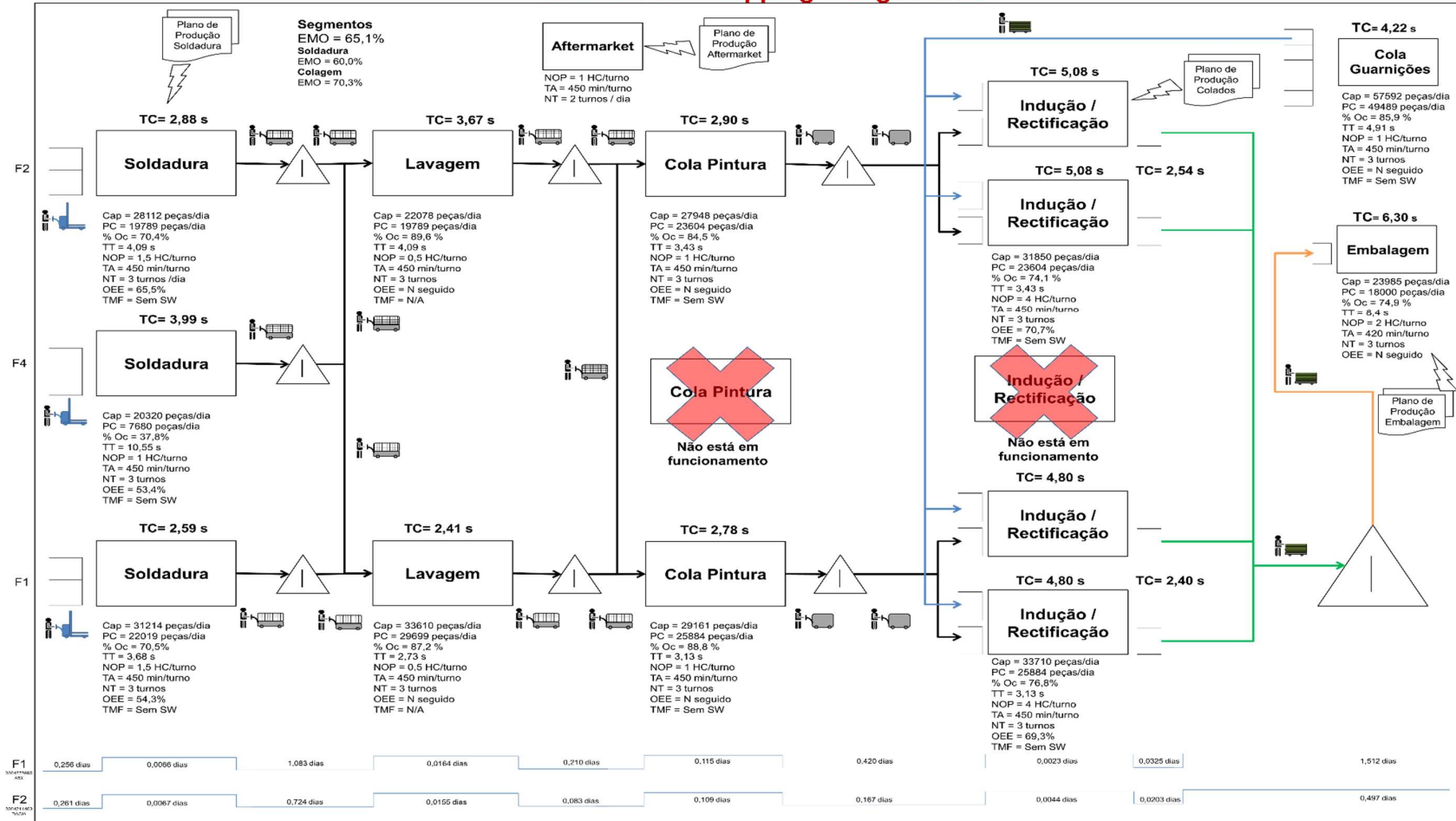
5) Perfeição
Realizar os passos de 1 a 4 é um ótimo começo, mas o quinto passo é talvez o mais importante: tornar o pensamento Lean e a melhoria contínua parte da cultura corporativa. É importante lembrar que o Lean não é um sistema estático e requer esforço e vigilância constantes para aperfeiçoar. Todos funcionários devem estar envolvidos na implementação do lean. Especialistas Lean costumam dizer que um processo não é verdadeiramente Lean até que tenha passado pelo VSM pelo menos meia dúzia de vezes.

Anexo 3. Elaboração VSM, Check List

 VSM - Elaboração Check List				
FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4	
				1) - PEDIDOS DO CLIENTE
				1.1) - PEDIDOS DO CLIENTE
				1.1.1) - QUANTIDADE ENTREGUE DIARIAMENTE (E SEMANALMENTE), CONSIDERANDO SITUAÇÕES EXCEPCIONAIS
				1.1.2) - NÚMERO DE REFERÊNCIAS
				1.1.3) - QUANTIDADE ENTREGUE POR REFERÊNCIA(MD)
				1.1.4) - NÚMERO DE PEÇAS POR UNIDADE DE EMBALAGEM
				1.1.5) - NÚMERO DE UNIDADES DE EMBALAGEM POR UNIDADE DE MANUSEIO (PALETE)
				1.1.6) - TAKI TIME CLORA
				1.1.7) - TAKI TIME POR REFERÊNCIA
				1.1.8) - A FOLHA DE BASE DE DADOS SOBRE OS PEDIDOS DO CLIENTES CRIADA? BD 1
				1.2) - FLUXO DE INFORMAÇÃO
				1.2.1) - FREQUÊNCIA DE TRANSMISSÃO DA INFORMAÇÃO
				1.2.2) - TIPO DE INFORMAÇÃO RECEBIDA (previsão...)
				1.2.3) - COMO AS INFORMAÇÕES RECEBEM (CANAIS DE TRANSMISSÃO USADOS)
				1.2.4) - QUEM RECEBE E EMITE A INFORMAÇÃO
				1.2.5) - PROCESSO E ANÁLISE DOS DADOS ENVIADOS PELO CLIENTE
				2) - ANÁLISE DE QUESTÕES LOGÍSTICAS
				2.1) - CAMIÕES
				2.1.1) - QUANDO E QUANTO TEMPO O DEPARTAMENTO DE CARREGAMENTO ESTÁ ABERTO
				2.1.2) - NÚMERO DE CAMIÕES POR DIA
				2.1.3) - TEMPOS DE PARTIDA DOS CAMIÕES (ANELAS DE CARGA)
				2.1.4) - TEMPO QUE DEMORA A CARREGAR CADA CAMIÃO
				2.1.5) - NÚMERO DE UNIDADES DE MANUSEIO (PALETES) POR VEÍCULO
				2.1.6) - QUANTO TEMPO DE VIAGEM DEMORA A CHEGAR AO CLIENTE?
				2.2) - ZONAS DE PREPARAÇÃO DE CARGA
				2.2.1) - ZONA DE PREPARAÇÃO DE CARGA - PALETES (TIPO DE ETIQUETAS...)(LAYOUT)
				2.2.2) - ZONA DE PREPARAÇÃO DE CAMIÃO (LAYOUT)
				2.2.3) - NÚMERO DE CAMIÕES A SEREM PREPARADOS
				2.2.4) - NÚMERO DE PALETES POR ZONA DE PREPARAÇÃO
				2.2.5) - NÚMERO DE CARGAS COMPLETAS EM ESPERA PARA SEREM CARREGADAS NO CAMIÃO
				2.2.6) - A FOLHA DE BASE DE DADOS PARA ZONA DE PREPARAÇÃO DE CARGAS ESTA CRIADA? BD 2
				2.3) - STOCK LOGÍSTICO (POOL, NIVELAMENTO)
				2.3.1) - TIPO DE STOCK (SOB CONTROLE OU NÃO CONTROLADO)
				2.3.2) - TAMANHO DO STOCK EM DIAS (ASSUMINDO OPERAÇÕES NORMAIS)
				2.3.3) - MÍNIMO E MÁXIMO PARA O CONSUMO DE UMA SEMANA
				2.3.4) - NÚMERO DE REFERÊNCIA A SEREM STOCKADAS E NÚMERO DE REFERÊNCIA JÁ EM STOCK
				2.3.5) - CAPACIDADE MÁXIMA DE ARMAZENAMENTO EXPRESSANO TEMPO DE CONSUMO
				2.3.6) - PROCESSO DE REPOSIÇÃO DE STOCK (KANBAN, MRP, GESTÃO VISUAL...)
				2.3.7) - FOLHA DE BASE DE DADOS DE STOCK (STOCK PARA POOL E NIVELAMENTO) BD 3
				2.4) - INFORMAÇÃO PARA CARREGAMENTO DE CAMIÕES
				2.4.1) - COMO É QUE O CONDUTOR DE EMPILHADOR É INFORMADO
				2.4.2) - REGRAS DE CARREGAMENTO
				2.4.3) - QUANTIDADE CARREGADA EM CADA RETRADA DE STOCK
				2.5) - REGRAS DE SEQUENCIADOR
				2.5.1) - COMO O CONDUTOR DE EMPILHADOR SABE QUE REFERÊNCIAS RECOLHER NA LINHA
				2.5.2) - REGRAS DE SEQUENCIADOR
				2.5.3) - REGRAS DE RECOLHA NA LINHA
				2.5.4) - FREQUÊNCIAS DE RECOLHA
				2.5.5) - QUANTIDADE RECOLHIDA A CADA RETRADA DE STOCK
				2.6) - FLUXOS INTERNOS E FORNECIMENTO
				2.6.1) - COMO AS LINHAS SÃO ARABITRARIAS (P.F.I.T. TRAIN, EMPILHADOR, OPERADOR...)
				2.6.2) - QUANTIDADE TRANSPORTADA POR VOLTA (CICLO)
				2.6.3) - QUEM É O RESPONSÁVEL PELO TRANSPORTE
				2.6.4) - FREQUÊNCIA DA VOLTA (CICLO)
				2.6.5) - QUAL É A INFORMAÇÃO QUE DESPOLETA CADA VOLTA (CICLO)
				2.6.6) - TIPO DE STOCK DE COMPONENTE
				2.6.7) - VOLUME DE COMPONENTE EM STOCK
				2.6.8) - BASE DE DADOS PARA CADA PETIT-TRAIN BD4
				2.6.9) - BASE DE DADOS PARA RACKS DINÂMICAS BD5
				3) - PROCESSOS
				3.1) - DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS
				3.1.1) - NÚMERO DE REFERÊNCIAS QUE ENTRAM NO PROCESSO
				3.1.2) - NÚMERO DE REFERÊNCIAS QUE SAEM DO PROCESSO
				3.1.3) - TAMANHO DO LOTE DE PRODUÇÃO POR REFERÊNCIA
				3.1.4) - TEMPO DE MUDANÇA DE REFERÊNCIA (MUDANÇA DE FERRAMENTA)
				3.1.5) - TEMPO DE ABERTURA DE TRABALHO
				3.1.6) - LEAD TIME
				3.1.7) - TEMPO DE CICLO
				3.1.8) - CONTEÚDO DE TRABALHO POR REFERÊNCIA
				3.1.9) - NÚMERO DE OPERADORES POR TURNO
				3.2) - STOCK DE PRODUTO EM PROCESSO DE FABRICO
				3.2.1) - TAMANHO DO LOTE QUE ENTRA POR REFERÊNCIA
				3.2.2) - PROCESSO DE REPOSIÇÃO (KANBAN, MRP, GESTÃO VISUAL...)
				3.2.3) - QUANTIDADE RECOLHIDA A CADA RETRADA DE STOCK
				3.2.4) - FREQUÊNCIA DAS RECOLHAS
				3.2.5) - RECOLHAS MISTURADAS OU NÃO MISTURADAS
				3.2.6) - BASE DE DADOS PARA SHOPSTOCK BD 6
				3.3) - INFORMATION
				3.3.1) - SINAL DE LOTE DE PRODUÇÃO
				3.3.2) - COMO É QUE O SINAL DE PRODUÇÃO CHEGA AO PROCESSO
				3.3.3) - QUEM DÁ O SINAL DE PRODUÇÃO PARA A LINHA
				4) - FORNECEDORES
				4.1) - CAMIÕES
				4.1.1) - QUANDO E DURANTE QUANTO TEMPO O DEPARTAMENTO DE DESCARGAS ESTÁ ABERTO
				4.1.2) - NÚMERO E TIPO DE CAMIÕES A DESCARREGAR POR DIA
				4.1.3) - PLANEJAMENTO DE CHEGADA DOS CAMIÕES PARA DESCARREGAR
				4.1.4) - TEMPO QUE DEMORA CADA CAMIÃO PARA DESCARREGAR
				4.1.5) - NÚMERO DE UNIDADES DE MANUSEIO (PALETES) POR CAMIÃO A DESCARREGAR
				4.2) - ÁREA DE RECEPÇÃO DE MATERIAIS
				4.2.1) - ZONA DE RECEPÇÃO E CONTROLO DE ENTRADA (ETIQUETAS, TEMPO ABERTURA...)(LAYOUT)
				4.2.2) - ÁREA DE RECEPÇÃO (LAYOUT)
				4.2.3) - ZONA DE CONTROLO DE QUALIDADE DE RECEPÇÃO (ZONA DE CONTROLO, ZONA REJEITADOS...)
				4.2.4) - ZONA DE MATERIAL EM ESPERA PARA SER CONTROLADO
				4.3) - STOCK E RECOLHA DE COMPONENTES
				4.3.1) - TIPO DE STOCK (SOB CONTROLO, SEMI OU NÃO CONTROLADO)
				4.3.2) - NÚMERO DE DIAS DE STOCK EM ARMAZEM (ASSUMINDO NORMAL FUNCIONAMENTO)
				4.3.3) - MÍNIMO E MÁXIMO PARA O CONSUMO DE UMA SEMANA
				4.3.4) - NÚMERO DE REFERÊNCIAS A SEREM STOCKADAS E NÚMERO JÁ EM STOCK
				4.3.5) - CAPACIDADE MÁXIMA DE ARMAZENAMENTO EXPRESSANO TEMPO DE CONSUMO
				4.3.6) - PROCESSO DE REPOSIÇÃO DE STOCK
				4.3.7) - QUANTIDADE RECOLHIDA A CADA RETRADA DE STOCK
				4.3.8) - FREQUÊNCIA DE RECOLHA
				4.3.9) - RECOLHAS MISTURADAS OU NÃO MISTURADAS
				4.3.10) - BD 7 É PARA BOP EM STOCK E BD 8 PARA RECOLHA DE BOP
				4.4) - INFORMAÇÃO
				4.4.1) - FREQUÊNCIA DA INFORMAÇÃO TRANSMITIDA PARA OS FORNECEDORES
				4.4.2) - QUE INFORMAÇÃO É TRANSMITIDA PARA OS FORNECEDORES
				4.4.3) - COMO É TRANSMITIDA A INFORMAÇÃO (METODO USADO: ESCRITO, ORAL, VISUAL, ED)
				4.4.4) - QUEM RECEBE A NVA INFORMAÇÃO

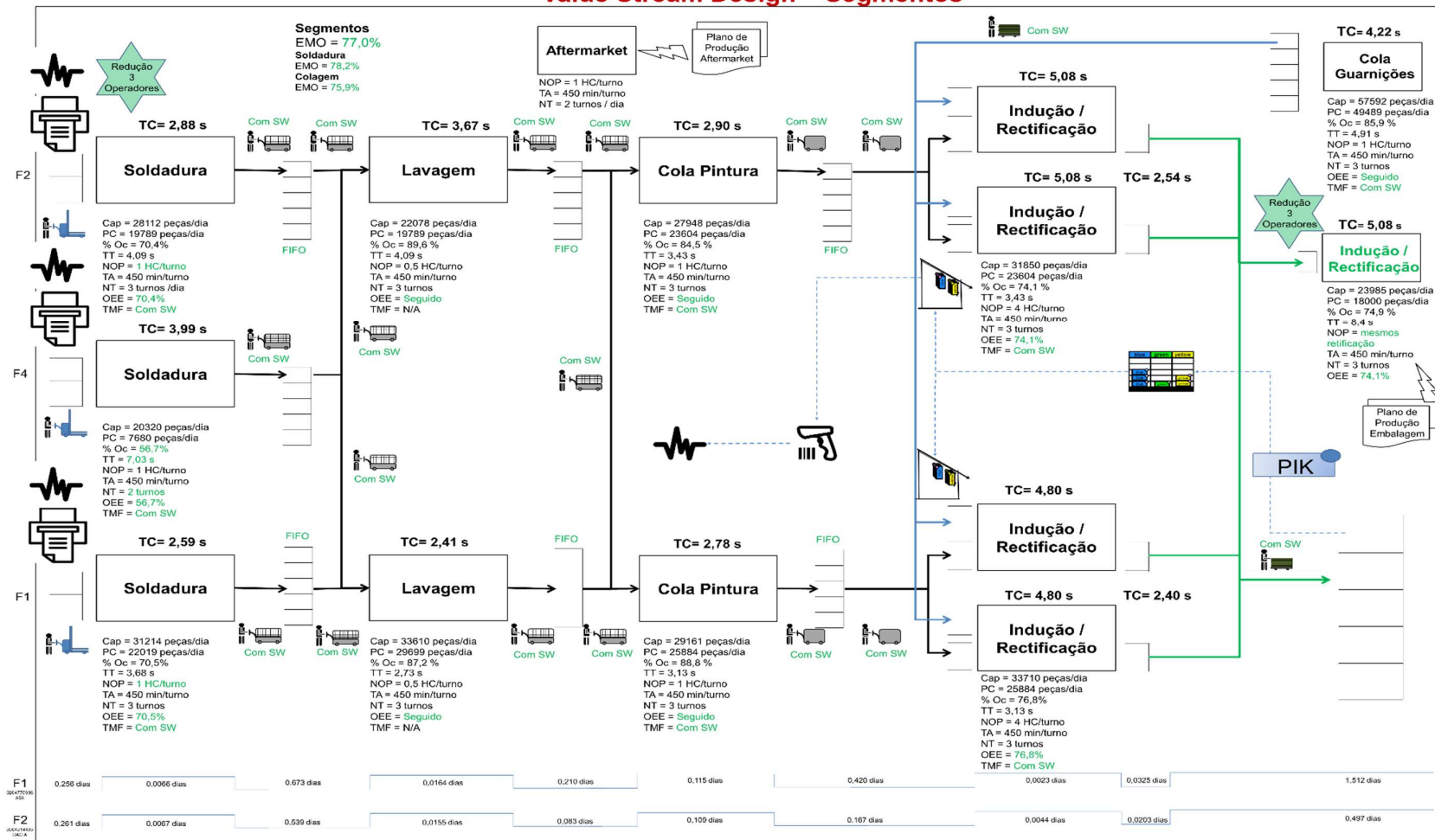
Anexo 4. VSM

Value Stream Mapping – Segmentos



Anexo 5. VSD

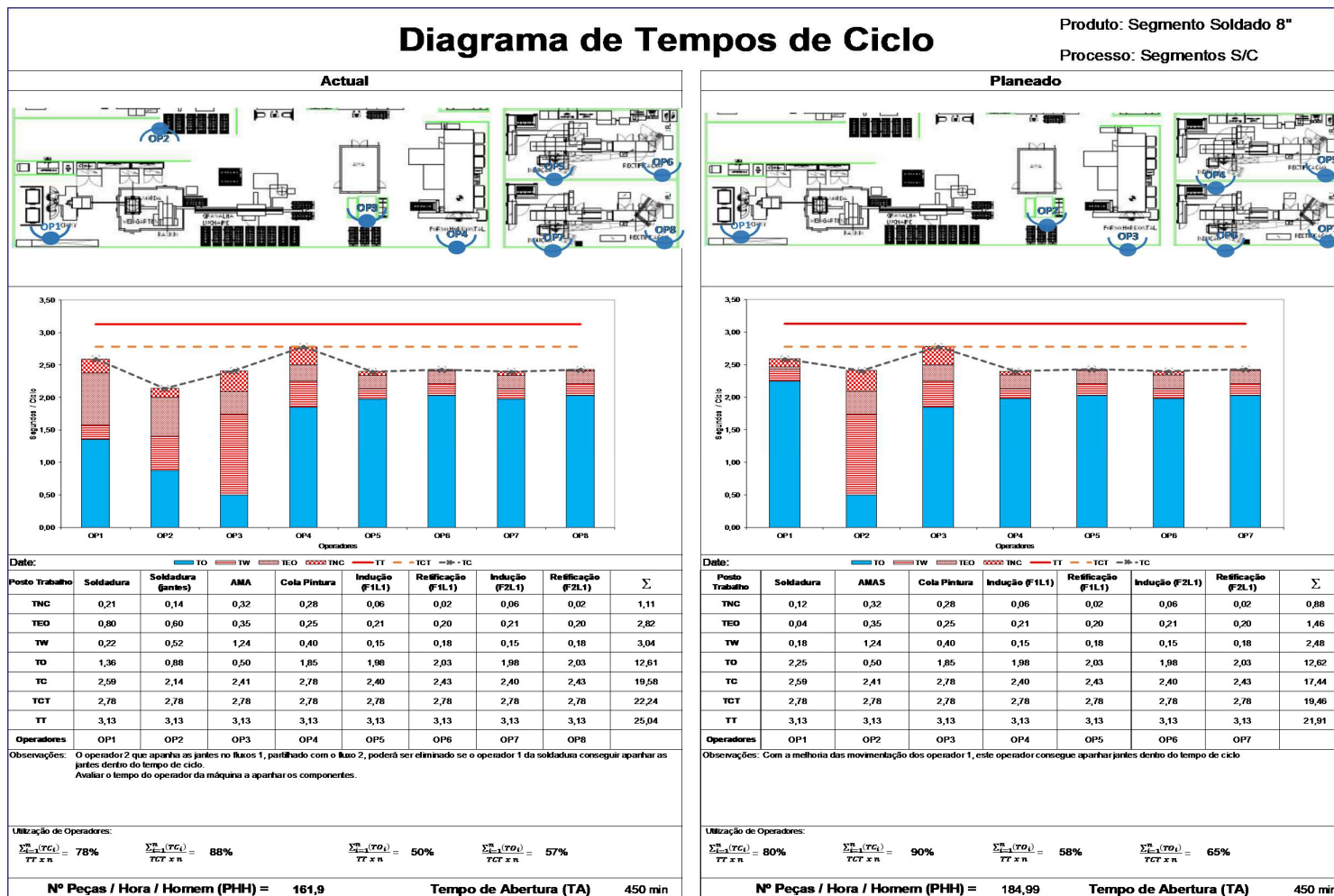
Value Stream Design – Segmentos



Anexo 6. Formulário de Auditoria 5S

Check List Auditoria 5S									
Secção Auditada		Segmentos			Data da Auditoria		16/05/2019		
Auditor		Miguel Almeida			Pontuação da Auditoria		80,80%		
Ques. Nº	Questão	Pontuação					Não conformidade observada		
		0	1	2	3	4		5	
S1 Seiri - Sort	1	Existe alguma máquina, utensílios, calibres, peças, materiais, etc., desnecessários na estação de trabalho/ área de trabalho?						5	
	2	Existe alguma folha de trabalho desnecessária nos quadros?						5	
	3	Existe algo no caminho dos empilhadores? Existe risco de tropeçar nestas áreas?						5	
	4	Existe matéria prima não usada ou em excesso, WIP ou produto final na estação de trabalho?						5	
	5	Existe implementação de etiqueta vermelha no local de trabalho? Existem itens com etiquetas vermelhas com mais de 4 semanas?	0						Estudo etiqueta vermelha não é utilizado à data na fábrica
		S1 %		80%					
S2 Seiton - Set	6	Estão caminhos pedonais, zonas de empilhadores, áreas de armazenamento, estações de trabalho e equipamentos claramente identificados e definidos de acordo com o standard?						4	- Faltam marcações: zona de escolha de pratos/ contentores
	7	Estão estantes e outras áreas de armazenamento, identificadas com localização indicadores/endereços/ etiquetas, de acordo com o standard?						4	- Faltam etiquetas estantes ferramentas (zona contentorização)
	8	Está a quantidade máxima e/ou o mínima permitida indicada?						5	NA
	9	Existem sinais de protecção de equipamentos individuais claramente identificados e visíveis na estação de trabalho/ área de trabalho?	0						Falta identificação de EPIS necessários nos postos
	10	Estão as ferramentas/ equipamentos/ instrumentos correctamente organizados como "regular" e "destino especial"? São eles rapidamente e facilmente alcançáveis?						5	
		S2 %		72%					
S3 Seiso - Shine	11	Estão os equipamentos as estações/ áreas de trabalho limpas sem óleos, massa ou detritos?						5	
	12	Estão as zonas pedonais, de empilhadores e escadas, sem sujidade, óleo, massa e detritos?						5	
	13	Estão as linhas, etiquetas e sinais limpos, legíveis e intactos?						5	
	14	Existe um plano de limpeza e uma checklist disponível? Este plano contém datas de vencimento, materiais de limpeza necessários e standards de limpeza?						3	Falta checklist de limpeza afixada no sector com datas de vencimento e materiais de limpeza a usar
	15	Estão os materiais de limpeza facilmente acessíveis? Existe alguma localização destinada a estes?						3	Disponível na manutenção - carro é o mesmo para toda a fábrica É necessário chave para aceder ao mesmo
		S3 %		84%					
S4 Seiketsu - Standardise	16	A estação/ área de trabalho está de acordo com o lay-out? Estão definidas responsabilidades e responsáveis no lay-out?						3	- Zona de escolha de pratos em zona não definida no layout - Zona de conjugação de ponto fixo não está de acordo com o layout
	17	Os quadros de informação usados estão organizados e actualizados?						5	
	18	Contentores de refugo/ reciclagem esvaziados com uma base regular?						5	
	19	São os standards actuais seguidos, revistos e melhorados?						5	
	20	Qualquer pessoa da estação/ área de trabalho consegue identificar o normal do normal ao nível dos 5S?						5	
		S4 %		92%					
S5 Shitsuke - Sustain	21	Todos estão adequadamente formados em 5S?	1						
	22	Estão as ferramentas em local apropriado para sustentar as actividades 5S?						5	
	23	Assuntos 5S são discutidos nas reuniões de equipa?						5	
	24	Existe algum plano de acção no local da última auditoria 5S? Existe alguma não conformidade sem acção correctiva ou data de concretização? Existe alguma acção correctiva atrasada?						3	Ações em atraso: No: 4, 6, 7, 8, 9, 14 do "5S AUDITS ACTION FOLLOW-UP LIST)
	25	No geral, as estações/ áreas de trabalho mantêm as regras e disciplinas 5S?						5	
		S5 %		76%					

Anexo 7. DTC – Fluxo 1















Planeado									
Posto Trabalho	Soldadura	AMAS	Cola Pintura	Indução (F1L1)	Refinação (F1L1)	Indução (F2L1)	Refinação (F2L1)	Σ	
TNC	0,12	0,32	0,28	0,06	0,02	0,06	0,02	0,88	
TEO	0,04	0,35	0,25	0,21	0,20	0,21	0,20	1,46	
TW	0,18	1,24	0,40	0,15	0,18	0,15	0,18	2,48	
TO	2,25	0,50	1,85	1,98	2,03	1,98	2,03	12,62	
TC	2,59	2,41	2,78	2,40	2,43	2,40	2,43	17,44	
TCT	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	19,46	
TT	3,13	3,13	3,13	3,13	3,13	3,13	3,13	21,91	
Operadores	OP1	OP2	OP3	OP4	OP5	OP6	OP7		

Planeado Observações: Com a melhoria das movimentações dos operadores, este operador consegue aparhar juntas dentro do tempo de ciclo.

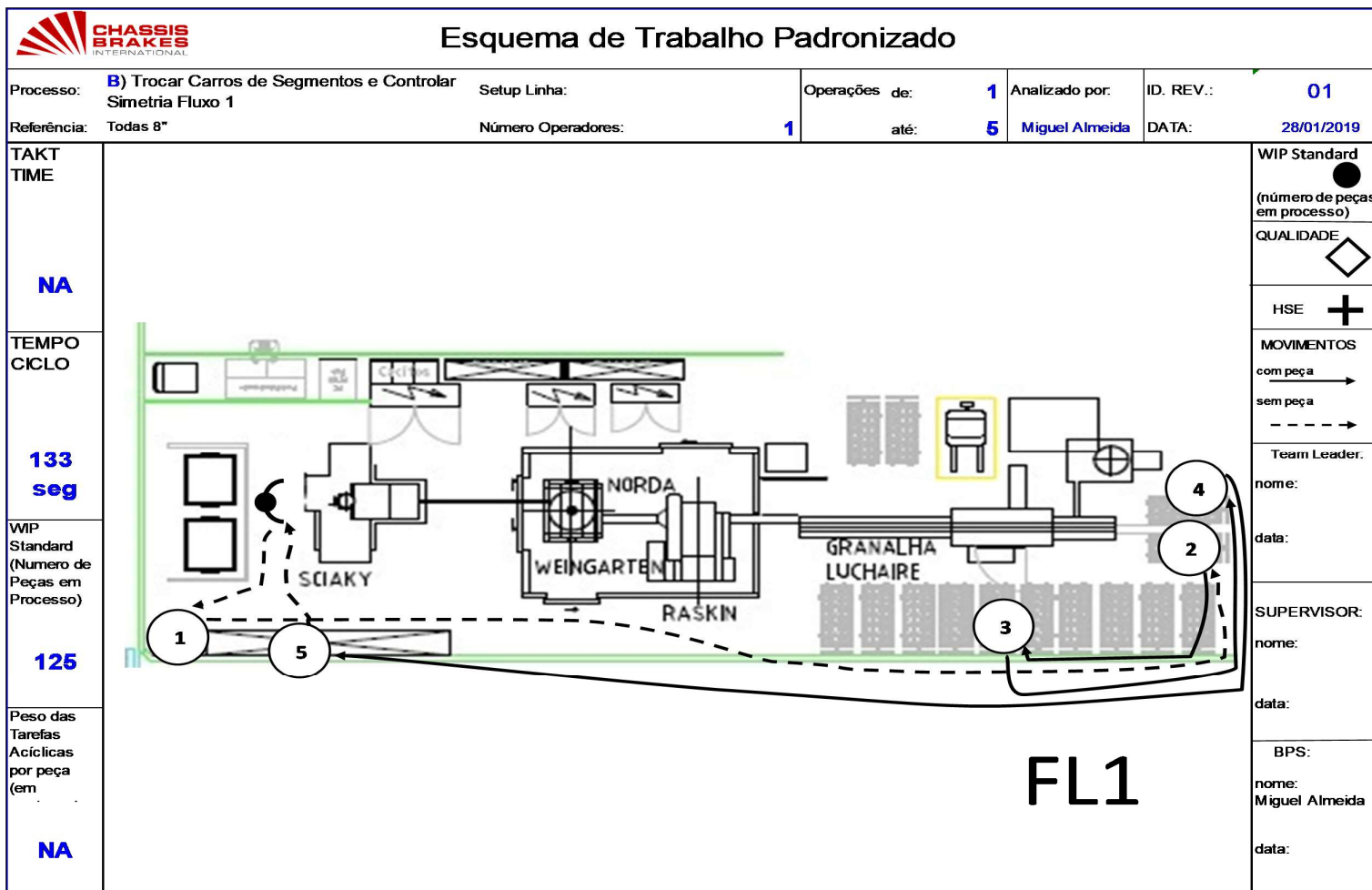
Planeado Utilização de Operadores:
 $\frac{\sum_{i=1}^n (TC_i)}{TT \times n} = 80\%$
 $\frac{\sum_{i=1}^n (TC_i)}{TCT \times n} = 90\%$
 $\frac{\sum_{i=1}^n (TO_i)}{TT \times n} = 58\%$
 $\frac{\sum_{i=1}^n (TO_i)}{TCT \times n} = 65\%$

Nº Peças / Hora / Homem (PHH) = 184,99 Tempo de Abertura (TA) 450 min

Anexo 8. TCTP – Fluxo 1

		Tabela de Combinação de Tarefas Padronizadas																
Processo: Mão de Obra Fluxo 1 Soldadura		Operator Nºº: 769 - Rafael Santos	TAKT TIME	3,13 seg	Team Leader	Supervisor:	BPS											
Referência(s): Todas 8"		Analyzed by: 777 - Miguel Almeida	CT Standard:	2,59 seg														
			Id. REV. / date	Id.01 / 28-01-2019	/ /	/ /	/ /											
Nº	NOME OPERAÇÃO	TEMPO em seg.			TEMPO OPERAÇÃO													
		MANU	AUTO	ANDAR	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8		
Nº	TAREFAS ACÍCLICAS	TIME (sec)	FREQ.	WEIGHT (sec)														
A	MP: <i>Toçar a primeira Alma</i> Apanhar Jantes e Almas (25 peças)	47	25	1,88														CT Standard = 2,59 seg Máquina TAKT TIME = 3,13 GAP para TAKT TIME
B	MP: <i>Sair de Junto da Máquina Soldar</i> Troca contentores + Crtl Simetria	133	512	0,26														
C	MP: <i>Sair de Junto da Máquina Soldar</i> Fazer rebentamentos dos Segmentos	143	1387	0,10														
D	MP: <i>Sair de Junto da Máquina Soldar</i> Crtl Qualidade (freq. 1500 peças)	46	1500	0,03														
E	MP: <i>Sair de Junto da Máquina Soldar</i> Crtl Qualidade (freq. 3000 peças)	194	3000	0,06														
F	MP: <i>Sair de Junto da Máquina Soldar</i> Trocar contentor de Almas	263	7500	0,035														
G	MP: <i>Sair de Junto da Máquina Soldar</i> Trocar contentor de Jantes	263	5000	0,053														
(Tempo Acíclicas) TOTAL2		2,43		SIMBOLOS:- MANUAL:  AUTO:  ANDAR:  ESPERA: 														
TOTAL Acíclicas		2,43																

Anexo 9. ETP – Fluxo 1



Anexo 10. ITP – Fluxo 1

	SUPLEMENTO A DESCRIÇÃO DO PROCEDIMENTO AbrP SDR-100 s1 Template documentação Operatória		Pág 2 de 2	1ª edição
	Sector Aplicação: UP2 Segmentos Nús	Modo Operatório Produção Título / Aplicação: Apanhar Jantes e Almas 8" e 9" Referência / Denominação do Produto Fluxos de Soldadura 1, 2 e 4 DRW: N/A Ref.: NA Ind.: Data: 29-03-2019		Página:
			Código:	NMO.938
			Nº Revisão:	1
			Data Revisão:	29-03-2019

Objetivo: O presente documento determina a forma como deve ser efetuado o abastecimento de almas e jantes de 8 e 9 polegadas nas máquinas Sciaky do Fluxo 1, 2 e 4.

1 – Aprovisionar 25 almas ordenando-as empilhadas sobre uma das mãos todas no mesmo sentido.
 (As almas devem ficar ordenadas da mesma forma como são colocadas no carregador de almas na máquina)




Deslocação até à máquina com as 25 almas na mão.




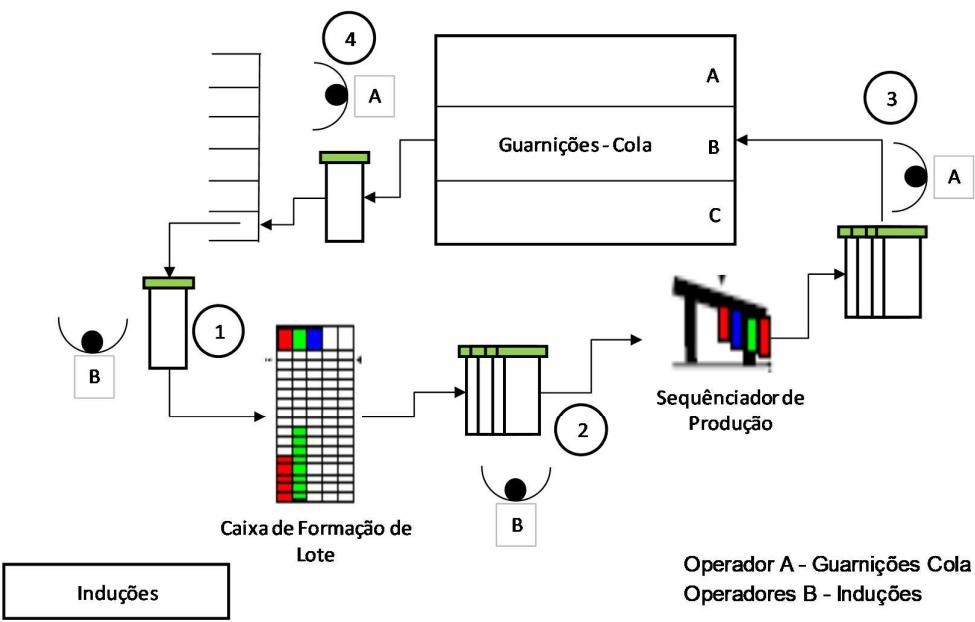


Elaborado por: Miguel Almeida AbrP/CI/BPS	Verificado por: (quando aplicável: ver AbrP SDR-100 detalhe 1) Jorge Martins AbrP/SUP/MOE	Aprovado por: Julio Quinas AbrP/Mgr/BPS	Detentores Cópia na AbrP							
			GMM	TEF	MOE	HSE	CIP	HRL	CLP	PUR
					X					

Se impresso, este documento é uma cópia não controlada. O utilizador deve verificar se é uma edição autorizada antes do seu uso.


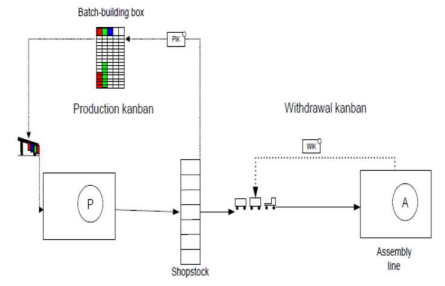
Anexo 11. Formulário SMED

Formulário SMED						Segmentos Nús - Fluxo 1									
						Setter									
						0204775996 - 0204211465									
						A5X - B0									
Tarefa Nº	Tarefa	Tempo Tarefa (seg)	Tempo Espera (seg)	Tempo Total (seg)	Distância (passos)	Tipo de Tarefa								Observações	
						Alteração Mec.	Afinação / Ajustar	Limpeza	Inspeção	Transporte / Andar	Movimento	Espera	Perturbação		ECAS

Anexo 12. Sistema Kanban – Cola guarnições

 SUPLEMENTO À DESCRIÇÃO DO PROCEDIMENTO AbrP SDR-100 s1 Template documentação Operatória		Pag 2 de 2	1ª edição																
Sector Aplicação Guarnições - Cola	Modo Operatório Engenharia		Página 2 de 2																
	Título / Aplicação: Sistema Kanban Guarnições - Cola		Código NMO 900																
	Referência/Denominação do Produto Todas referências		Nº da Revisão 17-06-2019																
	DRW:	Ref.: Ind. Data:	Data revisão: 17/06/2019																
 <p>Procedimento:</p> <ol style="list-style-type: none"> O operador B vem recolher um carro de Guarnições, retira o cartão Kanban do carro da referência que vai levar e coloca-o na Caixa de Formação de Lote. Segue para o seu posto com o carro das guarnições. Quando o operador B coloca o ultimo cartão Kanban que completa o Lote, retira o grupo de cartões Kanban que constituem o Lote e vai colocá-lo no sequenciador de produção. Quando termina produção do Lote anterior numa das linhas (A, B ou C) o operador A recolhe o próximo Lote a produzir do Sequenciador de Produção e coloca os cartões Kanban na caixa da máquina (A, B ou C). O operador A prepara as etiquetas de identificação de material em papel, uma etiqueta para cada Kanban. As etiquetas de papel são colocadas nas bolsas plásticas à saída de cada máquina. Cada vez que é completado um carro de guarnições, o operador A leva uma etiqueta Kanban e coloca na frente da primeira caixa (conforme foto (a.)). A etiqueta de papel é colocada no centro da primeira caixa sobre o suporte preto (conforme foto (b.)). <p>Foto (a.)  Foto (b.) </p>																			
Elaborado por :	Verificado por :	Aprovado por :	Detentores Cópias na AbrP																
Miguel Almeida Abr/PCI Leader	Jorge Silva / Simões Abr/P/Team Leader	João Ribeiro Abr/PMOE Supervisor	<table border="1"> <thead> <tr> <th>QMM</th> <th>TEF</th> <th>MOE</th> <th>HSE</th> <th>CIP</th> <th>HRL</th> <th>CLP</th> <th>PUR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	QMM	TEF	MOE	HSE	CIP	HRL	CLP	PUR		X	X					
QMM	TEF	MOE	HSE	CIP	HRL	CLP	PUR												
	X	X																	

Anexo 13. Kanban Sizing – Cola guarnições

 Kanban Sizing - Cola Guarnições																								
Supplier (P)					Customer (A)																			
Production Net Time	(w)	1260 min	Production Net Time	1260 min	Percentage of Tool Change over in the Production Time										20%									
Nr. Shifts		3	Nr. Shifts	3	Number of kanban in the Queue										3									
Total Time per Shift		480 min	Total Time per Shift	480 min	Length of the Queue										30 cm									
Net Time per Shift		420 min	Net Time per Shift	420 min	Waiting Time in the Queue										193 min									
Number of Workstations		1	Withdrawals period	(n)	Number of Lines (Posto A; Posto B; Posto C)										3									
Cover for hazards	(m)	0,5 hours																						
Technical buffer		0 hours																						
Kanban card Length		10 cm																						
Loop Data					Batch				Reaction Time										Kanban Loop					
Reference	Total Average Demand		Production Organization (kanban) (Make to Order)	Average PU	Average CT	Average Batch	Average Kb	Average C/O										Max Loop Stock	Stock (parts)	Stock (days)	Max Loop Stock (day)	Batch Stock (day)	C/O per Week	
	Customer Demand (parts/day)	Customer Demand (parts/week)						Cycle Time (sec)	Batch size (parts)	Batch Kanban Nr (kb)	Batch building (min)	Wait in queue (min)	Tool C/O (min)	Manufacture of 1st parts (min)	Manufacture of 1st PU (min)	Batch LT (min) g+h+i+j+k	Cover hazards (min)							Withdrawal (min)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	(o)	(p)	(q)	(r)	(s)	(t)	(u)	(v)			
0204214308	352	1760	Weekly	432	4,13	2592	6,50	6	6873 min	193 min	15 min	0,08 min	26 min	7107 min	30 min	9 min	0 min	0 min	7146 min	2240	7	5,7	5,45	0,92
0204211831	352	1760	Weekly	432	4,13	2592	6,50	6	6873 min	193 min	15 min	0,08 min	26 min	7107 min	30 min	9 min	0 min	0 min	7146 min	2240	7	5,7	5,45	0,92
0204214842	8102	40510	Shift	512	3,66	3072	6	478 min	193 min	15 min	0,06 min	31 min	717 min	30 min	9 min	0 min	0 min	756 min	5120	10	0,6	0,38	13,19	
0204214197	3302	16510	Shift	640	3,66	1280	2	488 min	193 min	15 min	0,06 min	39 min	736 min	30 min	9 min	0 min	0 min	775 min	2560	4	0,6	0,39	12,90	
0204214444	7853	39265	Shift	512	3,66	3072	6	493 min	193 min	15 min	0,06 min	31 min	732 min	30 min	9 min	0 min	0 min	771 min	5120	10	0,6	0,39	12,78	
0204214448	7853	39265	Shift	512	3,66	3072	6	493 min	193 min	15 min	0,06 min	31 min	732 min	30 min	9 min	0 min	0 min	771 min	5120	10	0,6	0,39	12,78	
0204214421	9652	48260	Shift	320	3,91	3200	10	418 min	193 min	15 min	0,07 min	21 min	647 min	30 min	9 min	0 min	0 min	686 min	5440	17	0,5	0,33	15,08	
0204214422	9652	48260	Shift	320	4,84	3200	10	418 min	193 min	15 min	0,08 min	26 min	652 min	30 min	9 min	0 min	0 min	691 min	5440	17	0,5	0,33	15,08	

