



MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO NA SAKTHI PORTUGAL APLICAÇÃO DA METODOLOGIA KAIZEN

ANTÓNIO MANUEL MADUREIRA DE ALMEIDA

Novembro de 2014

MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO NA SAKTHI PORTUGAL – APLICAÇÃO DA METODOLOGIA KAIZEN.

António Manuel Madureira Almeida



Mestrado em Engenharia Mecânica – Especialização em Gestão Industrial

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2014

Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha da Unidade Curricular de DPEST do 2º ano, do Mestrado em Engenharia Mecânica

Candidato: António Manuel Madureira Almeida, N° 1080795, 1080795@isep.ipp.pt

Orientação científica: João Augusto de Sousa Bastos, jab@isep.ipp.

Coorientação científica: Paulo António da Silva Ávila, psa@isep.ipp.pt

Empresa: Sakthi Portugal

Supervisão: António Machado, antonio.machado@sakthiportugal.pt



Mestrado em Engenharia Mecânica
Área de Especialização de Gestão Industrial
Departamento de Engenharia Mecânica
Instituto Superior de Engenharia do Porto

17 de novembro de 2014

A todos os que me acompanharam e apoiaram na minha vida académica e pessoal

Agradecimentos

Começo por agradecer a toda a minha família sem exceção, que sempre me mostraram o caminho do conhecimento e me ensinaram o sentido de responsabilidade na vida adulta. Sem eles, não teria sido possível chegar a este momento.

Agradeço à minha namorada Juliana por todo o apoio incondicional que me deu em todos os momentos da minha vida académica e pessoal. Foi a principal responsável de me incutir empenho para realizar este trabalho, conseguindo desta forma guiar-me no caminho que tive de percorrer, auxiliando-me em tudo o que estava ao seu alcance.

Deixo também uma especial atenção aos meus amigos pelos reforços positivos e elogios que me foram dando ao longo do tempo. Foram uma parte importante naquilo que consegui atingir.

Agradeço com especial carinho a todos os professores que encontrei durante a minha vida, que me mostraram que sem trabalho árduo, não é possível atingir os nossos objetivos e que devemos sempre lutar por aquilo em que acreditamos.

Deixo o meu obrigado ao orientador, Eng.º João Bastos, pela disponibilidade e apoio dedicado durante a execução deste trabalho.

Agradeço também ao meu coorientador, Eng.º Paulo Ávila, pela orientação prestada na realização deste projeto.

Por último, quero também agradecer à Dra. Sofia Festas, ao Sr. Jorge Fesch, à Eng^a. Eduarda Dias e a todas as pessoas, que de certa forma, tornaram possível o meu trabalho na Sakthi Portugal, apresentando-me ao “Programa F1” e integrando-me no mesmo.

Muito obrigado a todos. Todos fazem parte disto.

Resumo

No âmbito da unidade curricular Dissertação/Projeto/Estágio do 2ºano do Mestrado em Engenharia mecânica – Ramo Gestão Industrial do Instituto Superior de Engenharia do Porto, o presente trabalho de dissertação foi enquadrado num projeto industrial de melhoria com o Instituto Kaizen. O projeto foi desenvolvido num dos maiores fornecedores europeus de componentes em ferro fundido para a indústria automóvel, a Sakthi Portugal SA.

A indústria automóvel é um dos mais importantes e exigentes sectores da organização industrial, e por isso é imprescindível que todos os recursos cingidos sejam capazes de enfrentar os requisitos do meio em questão.

Para responder de uma forma mais eficiente, a Sakthi Portugal deu início à implementação de um conjunto de ações de melhoria para rentabilizar os seus recursos, respondendo ao mesmo tempo a problemas recorrentes no seu processo de planeamento produtivo

Este trabalho pretende avaliar e analisar as ações e decisões tomadas na organização com o propósito de aumentar a produtividade do processo produtivo, reduzindo ao mesmo tempo custos e problemas que afetam todo o fluxo do processo.

Em resultado da aplicação da metodologia Kaizen, foi possível atingir-se os objetivos definidos inicialmente, superando-se algumas barreiras que se pensavam intransponíveis. Estas melhorias resultaram numa movimentação interna na fábrica mais facilitada e num aumento global da produtividade. Como consequência positiva dos efeitos deste trabalho, pode apontar-se o facto de que, a Sakthi Portugal SA, aumentou a sua competitividade ao tornar-se numa empresa mais dinâmica, mais adaptada ao mercado e com níveis de satisfação do cliente muito superiores.

Palavras-Chave

Sakthi Portugal, Kaizen, Produção Lean, Fluxo de produção, Fluxo de logística interna, “Programa F1”.

Abstract

Within the course Thesis / Project / Internship, belonging to the second year of the Masters in Mechanical Engineering - Industrial Management Branch from the Instituto Superior de Engenharia do Porto, this dissertation was developed in an industrial improvement project with the Kaizen Institute. This project was developed in one of Europe's largest suppliers of cast iron components for the automotive industry, Sakthi Portugal SA.

The automotive industry is one of the most important and challenging areas of the industrial organization, and so, it is imperative that all girded resources need to be capable of meeting the requirements of the environment in question.

To respond in a more efficient way, Sakthi Portugal started to implement a set of improvement actions to monetize their resources, while answering to recurring problems in the production process planning

This work intends to evaluate and analyse the actions and decisions taken in the organization with the purpose of increasing the productivity of the production process, while reducing costs and problems that affect the entire process flow.

As a result of applying the Kaizen methodology, it was possible to achieve the objectives set up initially by overcoming some barriers that were once thought insurmountable. These improvements resulted in an easier internal movement at the factory and an increase in the overall productivity. As a result of the positive effects of this work, it can point out the fact that Sakthi Portugal, SA increased its competitiveness by becoming a company more dynamic, more adapted to market and fully committed in the increase of the customer's satisfaction levels.

Keywords

Sakthi Portugal, Kaizen, Lean Production, Production Flow, Internal Logistics Flow, F1 Program

Índice

AGRADECIMENTOS	VII
RESUMO	IX
ABSTRACT	X
ÍNDICE	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XVII
ÍNDICE DE TABELAS	XXI
ACRÓNIMOS	XXIII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. <i>Contextualização</i>	1
1.2. <i>Objetivos</i>	2
1.3. <i>Metodologia</i>	2
1.4. <i>Calendarização</i>	3
1.5. <i>Organização do relatório</i>	4
2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	5
2.1. <i>Introdução</i>	5
2.2. <i>História da Empresa</i>	6
2.3. <i>Localização da Empresa</i>	7
2.4. <i>Unidade Fabril</i>	8
2.5. <i>Estratégia da Empresa</i>	9
2.6. <i>Linhas de Produtos</i>	11
2.7. <i>Vendas e Previsões</i>	13
2.8. <i>Principais Mercados e Clientes</i>	14
2.9. <i>Estrutura Organizativa</i>	17
3. CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO	19
3.1. <i>Processos</i>	19
3.1.1. <i>Fusão</i>	19
3.1.2. <i>Moldação</i>	25
3.1.2.1. <i>Preparação da areia verde</i>	25
3.1.2.2. <i>Macharia</i>	27
3.1.2.3. <i>Transporte de ferro</i>	29
3.1.2.4. <i>Moldação DISA</i>	31
3.1.2.5. <i>Moldação GF</i>	34

3.1.2.6.	Granalhagem.....	37
3.1.3.	Acabamentos	38
3.1.4.	Pintura	40
3.1.5.	Embalamento e expedição.....	42
3.2.	Recursos	44
3.2.1.	Fusão.....	44
3.2.2.	Moldação.....	46
4.	REVISÃO DE LITERATURA.....	51
4.1.	Metodologia Kaizen	51
4.1.1.	Kaizen management system	52
4.1.1.1.	Princípios Kaizen.....	53
4.1.2.	TPS – <i>Toyota Production System</i>	54
4.1.3.	JIT - <i>Just-in-time</i>	57
4.1.4.	Jidoka	58
4.1.5.	Heijunka	59
4.1.6.	Takt Time	60
4.1.7.	Modelo 3M.....	60
4.1.8.	5S	65
4.1.9.	VSM – Value Stream Mapping	68
4.1.10.	Ciclo PDCA (<i>Plan, Do, Act, Check</i>).....	70
4.1.11.	Gestão Visual	73
4.1.11.1.	BSC – Balanced Scorecard	74
4.1.11.2.	Kamishibai.....	75
4.1.12.	OEE.....	77
5.	CASO DE ESTUDO.....	81
5.1.	Análise.....	82
5.2.	Visão Programa F1.....	85
5.3.	Implementação.....	86
5.3.1.	Em que consiste o ciclo?	87
5.3.1.1.	Fusão	88
5.3.1.1.1.	Fornos.....	88
5.3.1.1.2.	Empilhadoras de ferro líquido	89
5.3.1.2.	Moldação	96
5.3.1.3.	Outros	97
5.3.2.	Fundido Aproveitado (FA)	97
5.3.2.1.	Perda de FA	98
5.3.3.	Objetivos	99
5.3.4.	Equipa F1	100
5.3.4.1.	Meios e Recursos.....	102
5.3.4.2.	Kamishibai.....	103
5.3.4.2.1.	Fusão	104
5.3.4.2.2.	Empilhadores de ferro	104
5.3.4.2.3.	Linhas de moldação.....	105

5.3.4.2.4. Areias	105
5.4. Resultados.....	105
6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	111
REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS	114
ANEXOS	XVII
Fusão	xix
Periféricos.....	xxiii
Areias.....	xxiii
Instalações de abate	xxv
Acabamentos Disa	xxvi
Macharia.....	xxvi
Pintura	xxvii

Índice de Figuras

Figura 1 – Metodologia aplicada	3
Figura 2 - Calendarização da elaboração da dissertação	4
Figura 3 – Calendarização da elaboração da dissertação	4
Figura 4 – Localização das fábricas pelo mundo (retirado de (S.A., 2009)).....	6
Figura 5 – Diagrama da evolução histórica da Sakthi Portugal	7
Figura 6 – Localização da empresa em Portugal.....	8
Figura 7 – Vista aérea da Sakthi Portugal	8
Figura 8 – Planta da Área Fabril (retirado de (Portugal, 2013)).....	9
Figura 9 – Análise SWOT da Sakthi Portugal.....	10
Figura 10 – Alguns dos produtos fabricados na Sakthi Portugal	11
Figura 11 – Alguns dos produtos produzidos na Sakthi Portugal	12
Figura 12 - Total de vendas nos últimos 8 anos, em euros.....	13
Figura 13 – Total de vendas nos últimos 8 anos, em milhares de Ton e previsão até 2016	14
Figura 14 - Total de vendas nos últimos 8 anos, em milhões de euros e previsão até 2016	14
Figura 15 – Clientes da Sakthi Portugal (retirado de (S. A. Group, 2014))	16
Figura 16 – Mapa de localização dos clientes da Sakthi Portugal (retirado de (Aguiar, 2012))	17
Figura 17 – Organigrama da Empresa.....	18
Figura 18 – Vista panorâmica do parque de sucata	19
Figura 19 – Balanças vibratórias	20
Figura 20 e 21 – <i>Skip</i> dos fornos I4/I5 (elevação de carga) e carro de cargas com tremonha vibratória	20
Figura 22 – Plataforma da Fusão	21
Figura 23 – Controlo das receitas a ser efetuadas	21
Figura 24 – Carro de carga a efetuar carga ao Forno A	22
Figura 25 – Adição de aditivos à fornada.....	22
Figura 26 – Retirada da amostra do forno	23
Figura 27 – Controlo da composição química através da amostra retirada.....	23
Figura 28 e 29 - Caleiras do Forno A e B.....	24

Figura 30 – Colherão de transporte dos Fornos I4/I5.....	24
Figura 31 – Preparação areias DISA	26
Figura 32 – Preparação areias GF	26
Figura 33 - Macho e respetiva peça	27
Figura 34 – Plataforma de transporte de areia para as máquinas de sopragem.....	28
Figura 35 – Vista panorâmica da Macharia	28
Figura 36 – Caixa de macho.....	29
Figura 37 – Processo de obtenção de macho e utilização na moldação (adaptado de (K, 2008)).....	29
Figura 38 – Transferência de ferro do colherão de transporte para a banheira da MK5.....	30
Figura 39 – Banheira da GF e Banheira da MK5.....	31
Figura 40 – Princípio de funcionamento da moldação vertical DISAMATIC (adaptado de (Lexicon, s.d.)).....	32
Figura 41 – Máscara de “coloca machos”	32
Figura 42 – Esquema simplificado da DISA D230 (retirado de (Atlas Foundry Company, 2011)).....	33
Figura 43 – Esquema simplificado da DISA D230 (adaptado de (Fagteori, s.d.))	34
Figura 44 – Tambores de Abate das linhas DISA	34
Figura 45 e 46 – Frames e carriers da máquina de moldar GF	35
Figura 47 – Princípio de funcionamento da moldação horizontal GF (retirado de (Banchhor & Ganguly, 2014)).....	36
Figura 48 – Linha de arrefecimento GF	36
Figura 49 – Tambor GF.....	37
Figura 50 e 51 – Saída das Gralhadoras DISAS e GF.....	38
Figura 52 e 53 – Linhas de Acabamentos DISAS.....	38
Figura 54 e 55 – Células de Acabamentos DISAS.....	39
Figura 56 e 57 – Acabamentos GF.....	39
Figura 58 – Peças dispostas nos bastidores.....	41
Figura 59 e 60 – Zona de Embalamento	42
Figura 61 e 62 – Forno A e Forno B	44
Figura 63 – ASEA 1	45
Figura 64 – ASEA 2	46
Figura 65 – Máquina de Moldar GF.....	47
Figura 66 – Máquina de Moldar MK4	47

Figura 67 – Máquina de Moldar MK5	48
Figura 68 – Máquina de Moldar D230	49
Figura 69 – Casa do TPS (retirado de (Rodrigues, 2012))	55
Figura 70 – Metodologia 5W2H (retirado de (Periard, 2014)).....	56
Figura 71 – Modo de funcionamento do conceito <i>Jidoka</i> (retirado de (Martisovic, 2013))	58
Figura 72 – Benefícios do <i>Heijunka</i>	59
Figura 73 – Exemplo do Modelo 3M (retirado de (Citisystems, 2014))	60
Figura 74 – Metodologia 5S (retirado de (solutions, s.d.))	68
Figura 75 – Modelo de melhoria no ciclo PDCA (adaptado de (Moen & Norman, 2006))	71
Figura 76 – Ciclo PDCA avançado (retirado de (Moen & Norman, 2006))	72
Figura 77 – Ciclo PDCA num processo de melhoria continua	72
Figura 78 – Ciclo PDCA para a melhoria da qualidade num conceito Kaizen	73
Figura 79 – Contador de histórias no Japão com o <i>Kamishibai</i> (retirado de (Santos, 2013))	76
Figura 80 – <i>Kamishibai</i> eletrónico (retirado de (Institute, 2013)).....	76
Figura 81 – Quadro <i>Kamishibai</i> aplicado numa organização (retirado de (opex, 2012)) ...	77
Figura 82 – Movimentação do Empilhador nº 1.....	91
Figura 83 – Movimentação do Empilhador nº 2.....	93
Figura 84 – Movimentação do Empilhador nº 3.....	95
Figura 85 – Representação de um cacho vazado (retirado de (Oliveira, 2013))	98
Figura 86 – <i>Kamishibai</i> apresentado nos monitores.....	104
Figura 87 – Ponte rolante	xix
Figura 88 – Balanças Vibratórias	xx
Figura 89 – Skip de Elevação	xx
Figura 90 – Tremonha Vibratória.....	xxi
Figura 91 – Balança Vibratória e Skip de Elevação	xxi
Figura 92 – Carro com tremonha vibratória (Forno I4)	xxii
Figura 93 - Carro com tremonha vibratória (Forno I5)	xxii
Figura 94 – Estação de Pesagem de Aditivos KUTTNER	xxiii
Figura 95 – Galga de Areias <i>Space</i>	xxiv
Figura 96 – Areias GF	xxv

Índice de Tabelas

Tabela 1- Principais Produtos.....	12
Tabela 2 – Tabela com os principais clientes distribuídos pelos respetivos países.....	15
Tabela 3- Resumo dos problemas encontrados	84
Tabela 4 – Equipas existentes na área produtiva da Sakthi Portugal	86
Tabela 5 – Hora de vazamento dos fornos	88
Tabela 6 – Resumo dos ciclos dos transportadores de ferro líquido	89
Tabela 7 – Norma de abastecimento do empilhador nº 1	91
Tabela 8 – Norma de abastecimento do empilhador nº 2	93
Tabela 9 – Norma de abastecimento do empilhador nº 3	95
Tabela 10 – Ciclos das linhas de moldação	97
Tabela 11 – Objetivos por equipa.....	99
Tabela 12 – Objetivos de FA por turno e dia	100
Tabela 13 – Setembro (Aumento de produtividade de 2012 para 2013 em %)......	106
Tabela 14 – Outubro (Aumento de produtividade de 2012 para 2013 em %)......	106
Tabela 15 – Novembro (Aumento de produtividade de 2012 para 2013 em %)......	107
Tabela 16 – Dezembro (Aumento de produtividade de 2012 para 2013 em %)	107
Tabela 17 – Total (Aumento de produtividade de 2012 para 2013 em %)	107
Tabela 18 – Tempo de paragem por falta de ferro	108

Acrónimos

AMC	-	Automatic Mould Conveyor
BSC	-	Balanced scorecard
C3	-	Código 3
CEO	-	Chief Executive Officer
cv	-	Cavalos Vapor
DIN	-	Deutsches Institut für Normung
FA	-	Fundido Aproveitado
FIFO	-	First In First Out
FMEA	-	Failure Mode and Effects Analysis
GF	-	George Fischer
GP	-	Grande Prémio
h	-	Hora
IT	-	Information Technology
JIT	-	Just In Time
Kg	-	Quilograma
Km	-	Quilómetro
KPI	-	Key Performance Indicator
kW	-	Quilowatt
LTD	-	Limited
m	-	Metro

min	–	Minuto
mm	-	Milímetro
Nº	-	Número
OEM	–	Original equipment manufacturer
Op	-	Operação
PDCA	-	Plan Do Check Act
PP	–	Press Plate
QCDM	-	Qualidade, Custo, Entrega e Motivação
rpm	-	Rotações por minuto
s	-	Segundo
SA	–	Sociedade Anónima
SBC	-	Synchronised Belt Conveyor
SMED	-	Single Minute Exchange Die
SP	–	Swinging Plate
SWOT	–	Strengths, Weakness, Opportunities, Threats
TCM	-	Total Change Management
TEEP	-	Total Effective Equipment Performance
TFM	-	Total Flow Management
Ton	–	Tonelada
TPM	-	Total Productive Maintenance
TPS	-	Toyota Production System

- TQC - Total Quality Control
- TSM - Total Service Management
- UN - Unidade de Negócio
- VSM - Value Stream Mapping
- WIP - Work in Progress

1. INTRODUÇÃO

Esta dissertação está enquadrada no Mestrado em Engenharia Mecânica – Ramo Gestão Industrial do Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto de Engenharia do Porto, Instituto Politécnico do Porto e insere-se no âmbito da Unidade Curricular Dissertação / Projeto / Estágio. O tema proposto de “Melhoria do Processo Produtivo na Sakthi Portugal – aplicação da metodologia Kaizen” integra-se num projeto desenvolvido e realizado na empresa Sakthi Portugal SA, em colaboração com o Kaizen Institute, executado num período de 4 meses.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A Sakthi Portugal SA é um dos maiores fornecedores europeus de componentes em ferro fundido para a indústria automóvel. Sendo este um dos mais importantes e exigentes sectores da organização industrial, é necessário que todos os envolvidos sejam capazes de responder às mais diversas exigências exigidas nesta cadeia de valor.

Com o objetivo de satisfazer os requisitos numa forma mais eficiente, provando que se destaca de todos os demais, a Sakthi Portugal deu início à implementação de um conjunto de ações de melhoria com vista à rentabilização dos seus recursos, respondendo ao mesmo tempo a problemas recorrentes no seu processo de planeamento produtivo

Este trabalho pretende avaliar e analisar de uma forma exata as ações e decisões tomadas na organização com o intuito de aumentar a produtividade do processo produtivo, reduzindo ao mesmo tempo custos e problemas que afetam todo o fluxo do processo.

O presente trabalho, esteve associado a um projeto multidisciplinar, o “Programa F1”, de implementação de melhorias no processo produtivo na empresa Sakthi Portugal. Este programa faz parte de um “Projeto Mãe”, visualizado e concebido pelo presidente do conselho de administração da Empresa, o Sr. Jorge Fesch, em colaboração com o Instituto Kaizen

1.2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi numa primeira fase, estudar e analisar os principais problemas associados ao desperdício e à perda de eficiência encontrados no processo produtivo da Sakthi Portugal, e, compreendendo e identificando a sua origem determinar o seu impacto. Pretendeu-se numa segunda fase, elaborar ações de melhoria com vista ao aumento de produtividade. Posteriormente, o objetivo final consistiu na avaliação das ações de melhoria e respetiva validação.

1.3. METODOLOGIA

Para permitir que os objetivos definidos fossem alcançados, o presente trabalho seguiu uma metodologia de investigação ativa que se dividiu em quatro fases:

A primeira fase passou pela adaptação ao ambiente laboral, pelo conhecimento do produto, assim como do processo produtivo por parte do autor. Desta forma, foi possível compreender os problemas que existiam e de que forma poderiam ser corrigidos.

Na segunda fase, procedeu-se à análise de diversos indicadores de produtividade da empresa. Procedeu-se à recolha de dados, a identificação do desperdício, fluxo de material e fluxo da informação, com o objetivo de obter uma fotografia do ponto de partida, da situação da empresa “antes da ação Kaizen”.

A terceira fase, consistiu na compreensão das metodologias Kaizen e posterior implementação. Partindo dos problemas identificados, foi possível entender o modelo de melhoria proposto, o que motivou todas as pessoas envolvidas e alimentou o projeto com o objetivo comum da melhoria.

Na quarta fase foi feita a avaliação dos resultados, consistindo numa análise comparativa da solução final já implementada com a situação original.

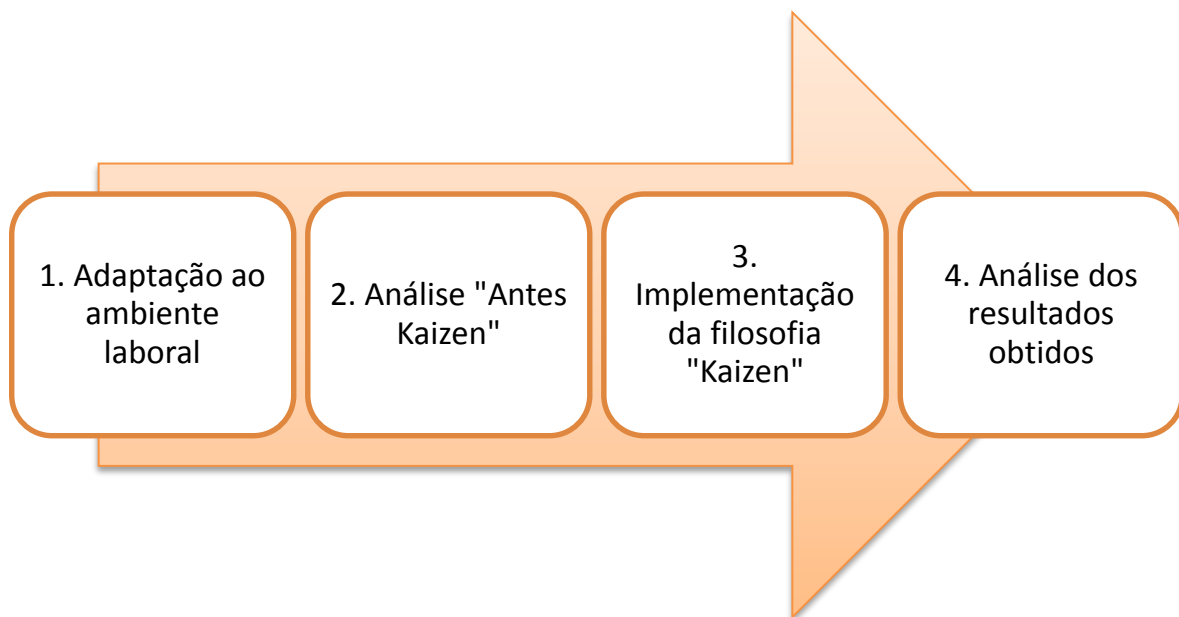


Figura 1 – Metodologia aplicada

1.4. CALENDARIZAÇÃO

Para o correto acompanhamento do projeto e realização deste relatório, foi definido um cronograma com ações necessárias para o mesmo. Passa-se agora a descrever as atividades:

Setembro a Novembro 2013- Adaptação ao ambiente laboral e compreensão do processo produtivo “Antes Kaizen”

Dezembro 2013 – Compreensão do processo produtivo com as melhorias efetuadas posteriores à implantação do “Programa F1”;

Janeiro 2014 a Março 2014 – Recolha de informação e históricos “Antes e Pós Kaizen”;

Abril 2014 - Análise comparativa da solução implementada com a situação inicial;

Mai a Junho 2014 – Tratamento de Dados;

Julho a Outubro 2014 - Elaboração do relatório.

Em seguida, apresenta-se nas Figuras 2 e 3, a calendarização efetuada no *software* Microsoft Project 2013, utilizado para elaborar e acompanhar o projeto.

Task	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
	Adaptação Ambiente Laboral	2 wks	Mon 07-10-13	Fri 18-10-13	
	Compreensão do Processo Produtivo "Antes Kaizen"	4 wks	Mon 21-10-13	Fri 15-11-13	1
	Compreensão do processo produtivo "Depois Kaizen"	5 wks	Mon 18-11-13	Fri 20-12-13	1
	Recolha de informação e históricos "Antes e Pós Kaizen"	12,4 wks	Thu 02-01-14	Fri 28-03-14	3;2
	Análise comparativa da solução implementada com a situação inicial	5 wks	Mon 31-03-14	Fri 02-05-14	4
	Tratamento de Dados	8 wks	Mon 05-05-14	Fri 27-06-14	5
	Elaboração do relatório	16,2 wks	Mon 30-06-14	Mon 20-10-14	

Figura 2 - Calendarização da elaboração da dissertação

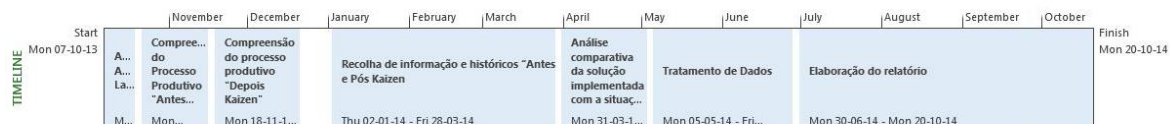


Figura 3 – Calendarização da elaboração da dissertação

1.5. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

O presente trabalho é constituído por 6 capítulos, distribuídos e organizados da seguinte forma:

1. Introdução: É realizada uma introdução ao projeto, com o enquadramento e os objetivos traçados;
2. Apresentação da Empresa: Capítulo dedicado à apresentação da empresa onde decorreu o desenvolvimento do projeto;
3. Caracterização do Processo Produtivo: É feita a descrição da estrutura produtiva utilizada na empresa;
4. Revisão de literatura: Descrição da metodologia Kaizen implementada;
5. Caso de Estudo: Análise das situações encontradas na empresa, tanto antes como depois da visão Kaizen;
6. Conclusões e Trabalhos Futuros: Apresentação das conclusões obtidas e introdução aos novos projetos previstos na continuação do Programa Mãe.

2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

2.1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação foi desenvolvida na Sakthi Portugal, e a sua atividade consiste na produção de médias e grandes séries de componentes em ferro fundido, com ou sem acabamentos, quase exclusivamente para a Indústria Automóvel.

A Sakthi Automotive Group é uma divisão da Sakthi Sugar LTD e membro do Grupo Sakthi, Coimbatore India. A Sakthi Group está presente em 14 países e em diversos mercados tais como Indústria Alimentar, produção de energia, logística, serviços de IT e Indústria Automóvel.

A empresa tem investido estrategicamente nas instalações de fundições modernas e aguarda para definir o ritmo da indústria, para os próximos anos (Aguiar, 2012). A Sakthi Portugal insere-se no subgrupo Sakthi Automotive Group, do qual fazem parte 3 fundições visíveis na Figura 4. A atividade do grupo representa uma capacidade instalada de:

- Portugal - 75.000 Toneladas/Ano
- India - 56.000 Toneladas/Ano

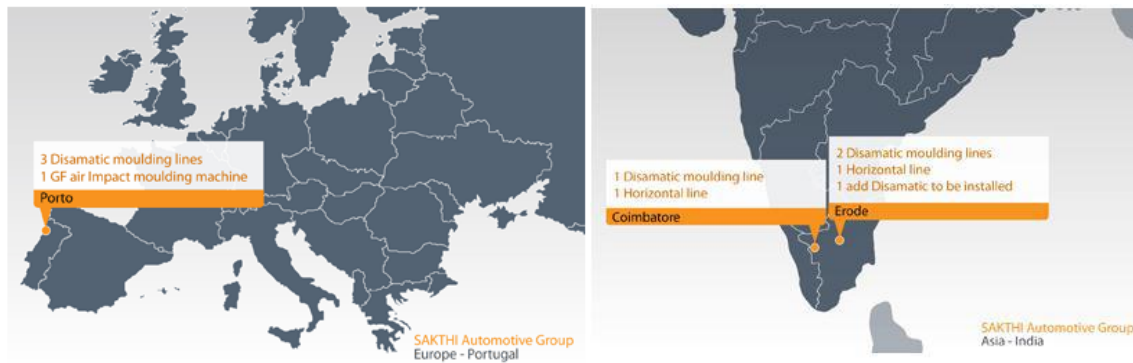


Figura 4 – Localização das fábricas pelo mundo (retirado de (S.A., 2009))

A palavra Sakthi significa *Power*, Poder, e todas as suas atividades encontram força neste nome, “ O poder da criação”, “ O poder de alcançar pessoas de diferentes estilos de vida” (S. Group, 2010).

2.2. HISTÓRIA DA EMPRESA

A história da Sakthi Portugal é relativamente recente se considerarmos o percurso que toda a empresa já percorreu até ser adquirida pela Sakthi Automotive Group.

Tudo começou com a Eurofer, fundada em 1970 por Jorge Ferreirinha, que estava ligado a algumas das mais importantes empresas metalomecânicas de Portugal. Este ajudou a criar e a desenvolver designadamente, Ed. Ferreirinha & Irmão e Oliveira & Ferreirinhas. Em 1972, com uma importante participação do grupo suíço George Fischer, o qual se subscreve com 50% do capital social, a fábrica da Eurofer é inaugurada e inicia a sua atividade. A conjugação das experiências dos dois grupos iniciais esteve certamente na base do alto nível tecnológico e inovador do projeto integrado da fábrica e no domínio seguro de processos técnicos de vanguarda. Em 1985, Jorge A. Ferreirinha comprou a maioria das ações de George Fischer na Eurofer. Em 1990, os principais acionistas da Oliveira & Ferreirinhas e da Eurofer decidem unir as duas companhias para aproveitar as vantagens das sinergias, e assinam um contrato de transferência para a fábrica da Eurofer das capacidades de produção da Oliveira & Ferreirinhas, bem como a sua gradual transformação, pois esta já possuía a primeira linha de moldação mecanizada e foi das primeiras fundições europeias a usar fornos de indução elétrica para a produção de ferro maleável. Desta fusão das duas fábricas, resultou um novo nome: UNIFER. Em junho de 1998, a sociedade PortCast iniciou a sua atividade, em substituição da Eurofer, em cujo capital participam, nos termos de um acordo de *joint*

venture que entre si estabeleceram, Grupo Jorge de Mello e a Internet Corporation, sendo esta participação paritária (Leitão, 1998). Em Abril de 2007 a PortCast é adquirida pela Sakthi Automotive Group, mudando a sua designação social para Sakthi Portugal, SA.

Na Figura 5, é possível ver de forma resumida, a evolução histórica da organização.

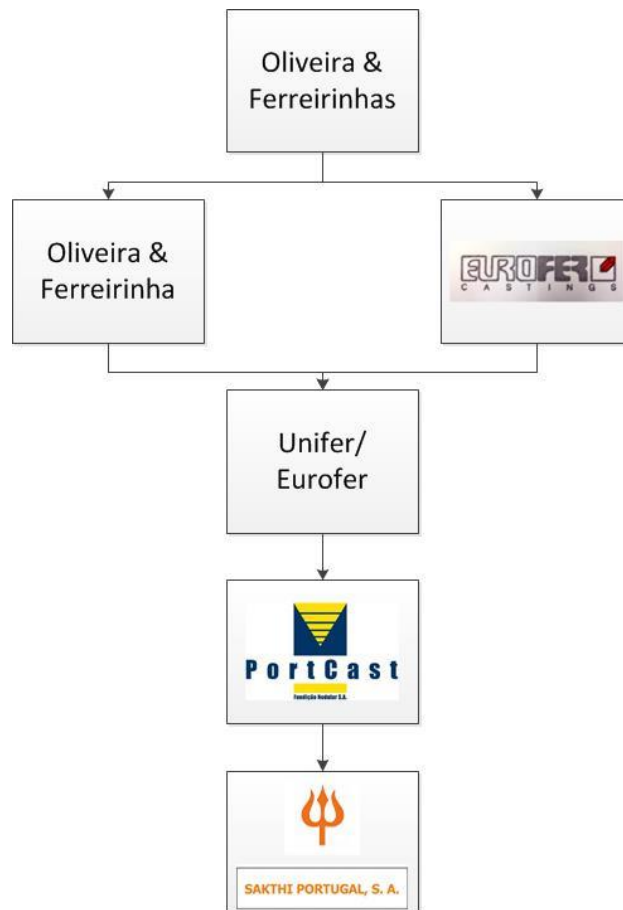


Figura 5 – Diagrama da evolução histórica da Sakthi Portugal

2.3. LOCALIZAÇÃO DA EMPRESA

A Sakthi Portugal SA, como podemos verificar na Figura 6, está localizada a cerca de 10 km da cidade do Porto, a 12 km do porto de mar de Leixões, a 8 km do Aeroporto Internacional de F. Sá Carneiro e a 500 m da saída da A41 (Matosinhos/Ermesinde) que liga à Autoestrada A3 (Porto/Braga), bem como a A28 (Porto/Caminha) (Portugal, 2010).

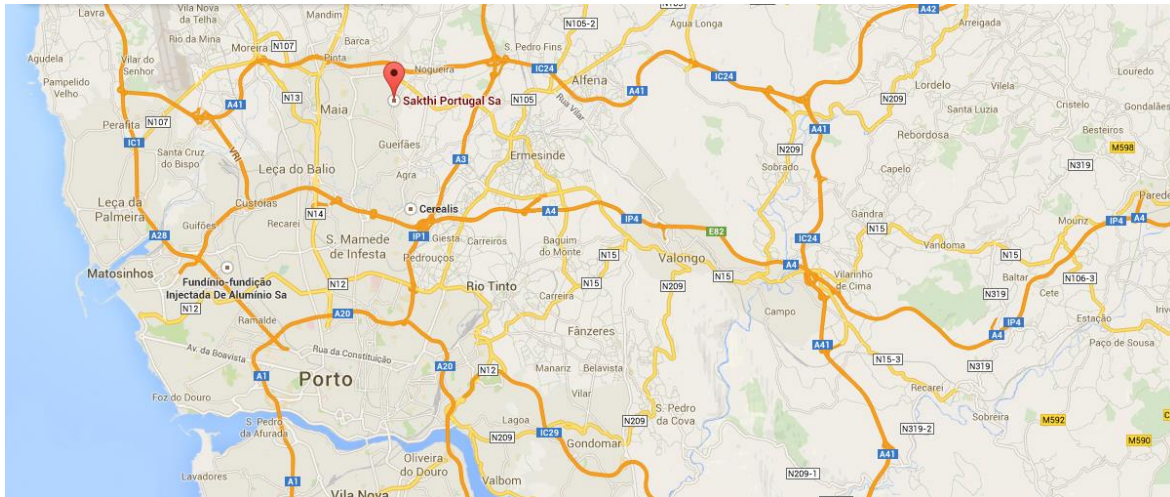


Figura 6 – Localização da empresa em Portugal

2.4. UNIDADE FABRIL

A unidade fabril está implantada num terreno de 65356 m², ocupando atualmente os edifícios fabris e administrativa uma área de 22188 m².



Figura 7 – Vista aérea da Sakthi Portugal

A Figura 8 apresenta, de uma forma aproximada, o esquema do *layout* fabril da empresa (Portugal, 2013).

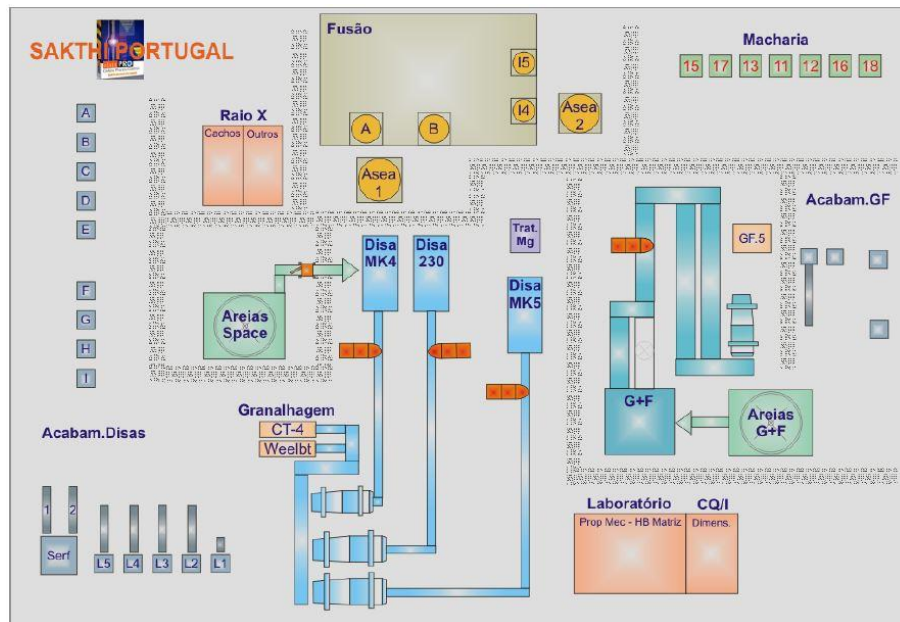


Figura 8 – Planta da Área Fabril (retirado de (Portugal, 2013))

2.5. ESTRATÉGIA DA EMPRESA

A Sakthi Portugal produz peças em ferro fundido nodular. Estas são altamente qualificadas sob o ponto de vista técnico e destinam-se aos mais exigentes e sofisticados mercados internacionais. Reconhecida como grande produtora de peças de segurança crítica¹ em todo o mundo, está homologada pelos principais fabricantes da indústria automóvel.

Dada a sua eficácia, aliada à experiência de vários anos na indústria, com aplicação de um permanente sistema de qualidade total, a Sakthi investe de maneira contínua nos meios de produção mais evoluídos, de forma a acompanhar com rigor a própria evolução dos clientes. O diálogo permanente com estes permite encontrar sempre as melhores soluções para cada caso, dado que a complexidade e a variedade das peças produzidas constituem um desafio constante a todos seus elementos.

Com prioridade absoluta na formação contínua e aperfeiçoamento de todos os seus colaboradores, a equipa da Sakthi Portugal está sempre pronta a responder às mais diversas

¹Sistemas críticos de segurança são aqueles cujo fracasso podem resultar em perda de vidas, danos materiais significativos, ou danos ao ambiente.

exigências dos seus clientes. A missão lançada na empresa prende-se com o minimizar defeitos, aumentando a qualidade dos produtos.

Há que reconhecer também que, com a conjuntura económica atual, os negócios das indústrias por toda a parte do mundo estão incertos, e a indústria automóvel é uma delas. Se uma reflexão estratégica sempre foi importante, atualmente são vários os fatores que fazem com que se tenha tornado imprescindível a qualquer negócio. É assim essencial dar muita atenção à análise da empresa no seu meio envolvente. Posto isto, é demonstrada em seguida na Figura 9, uma análise SWOT² da Sakthi Portugal.



Figura 9 – Análise SWOT da Sakthi Portugal

² SWOT – (*Strengths* – Forças, *Weakness* – Fraquezas, *Opportunities* – Oportunidades, *Threats* - Ameaças); Ferramenta utilizada para fazer análise de cenário (ou análise de ambiente), sendo usada como base para gestão e planeamento estratégico de uma corporação ou empresa, mas podendo, devido a sua simplicidade, ser utilizada para qualquer tipo de análise de cenário.

2.6. LINHAS DE PRODUTOS

Existem 4 grandes famílias de produtos na Sakthi Portugal, os travões, as caixas diferenciais, os braços de suspensão e os componentes de motor, sendo que, as peças pertencentes ao sistema de travagem são as de maior produção. No entanto, todas elas são ferro fundido nodular 100%, DIN 1693 (GGG40, GGG50; GGG60 e GGG70). Estes graus dependem da percentagem de cobre na peça. Peças ferríticas situam-se numa gama de 0-0,25% de Cu (GGG40), enquanto acima desse valor, são consideradas perlíticas (GGG50; GGG60 e GGG70).

Tendo em consideração que todos os produtos requerem grande rigor na sua segurança, são necessários elevados padrões de qualidade, sendo este um dos essenciais pontos de sucesso da empresa. Estima-se que neste momento, perto de 80% dos automóveis a circular em solo europeu usufruam de pelo menos uma peça produzida na Sakthi (Almeida, 2012).

Os principais produtos de segurança crítica destinam-se a sistemas de travagem, suspensão, motor, direção e outros componentes. A Figura 10 demonstra as principais famílias de produtos produzidos na Sakthi Portugal.

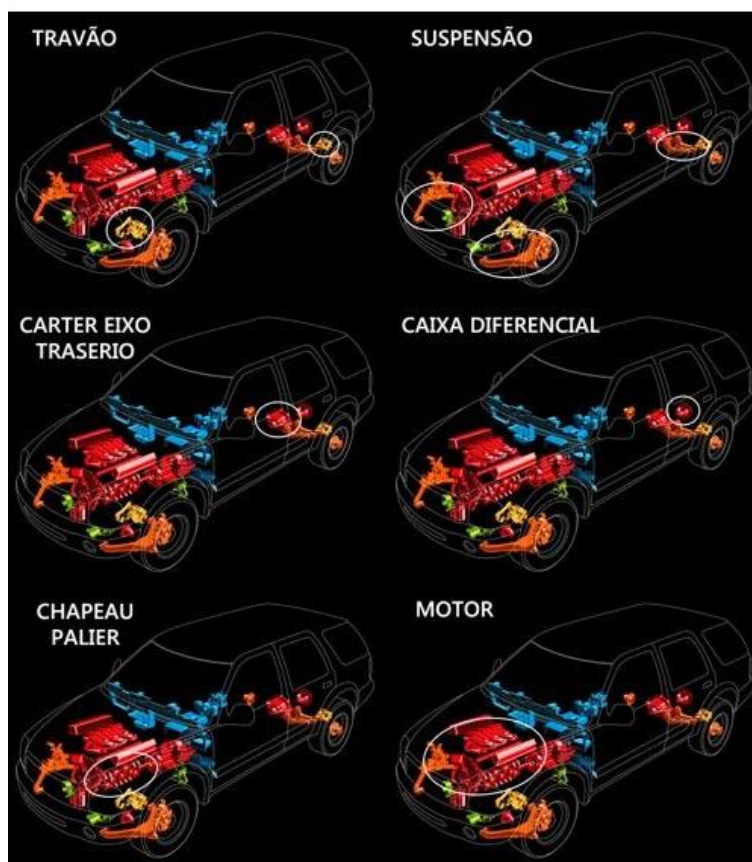


Figura 10 – Alguns dos produtos fabricados na Sakthi Portugal

Em cada família, existem centenas de referências diferentes, cada uma correspondendo a uma peça distinta. Na Figura 11, estão apresentadas algumas das peças produzidas, como *carters* de eixo traseiro, corpos de travão, caixas diferenciais, *chapeau palier*, braços de suspensão e apoios de motor.



Figura 11 – Alguns dos produtos produzidos na Sakthi Portugal

Na Tabela 1 pode-se verificar de que forma estão distribuídos em termos percentuais os tipos de produtos produzido pela empresa.

Tabela 1- Principais Produtos

Produtos	Produção (%)
Sistema de travagem	54%
Diferenciais	22%
Motor	16%
Suspensão	4%
Outros componentes	4%

2.7. VENDAS E PREVISÕES

Estando a indústria automóvel em constante evolução, concebendo cada vez mais e melhores carros, é evidente que seja necessário produzir a cada ano que passa, cada vez mais componentes para os automóveis fabricados. A Figura 12 representa as vendas, em euros dos últimos 8 anos por cada categoria. No entanto, é possível notar uma queda acentuada nos anos 2008/2009, acompanhando a grande crise da indústria automóvel nesse período.

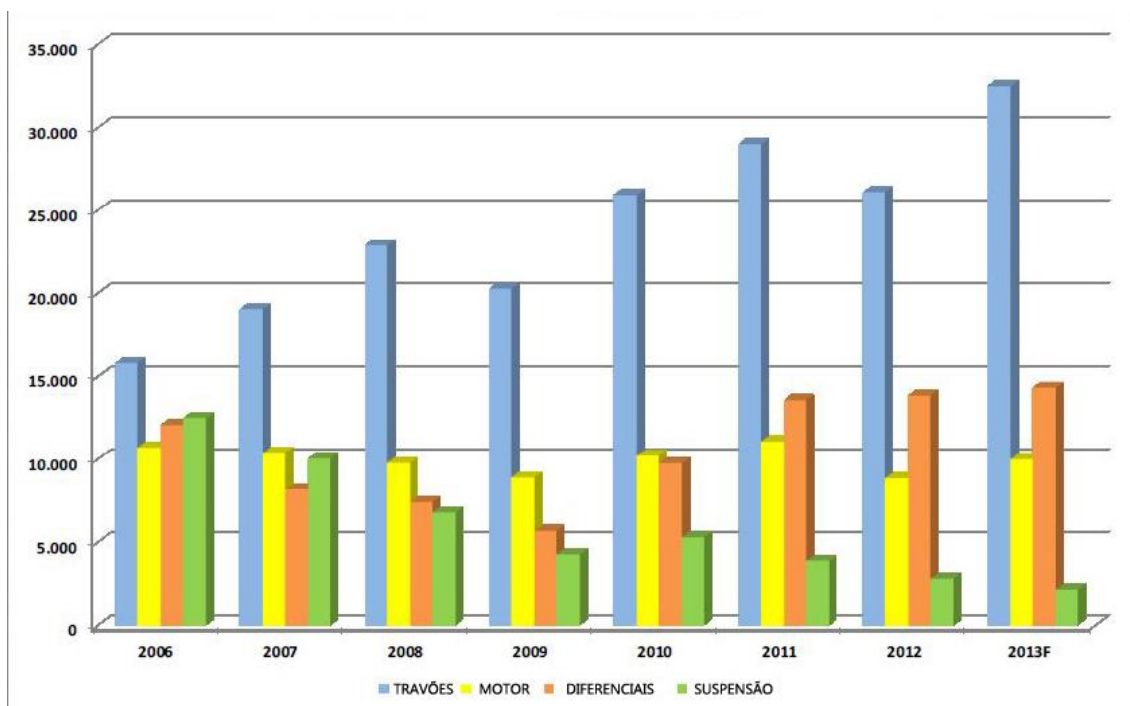


Figura 12 - Total de vendas nos últimos 8 anos, em euros

Na Figura 13 é apresentado o total de vendas dos últimos 8 anos, em milhares de Ton, de todos os produtos produzidos nesse período. No entanto, é também possível verificar a previsão até 2016.

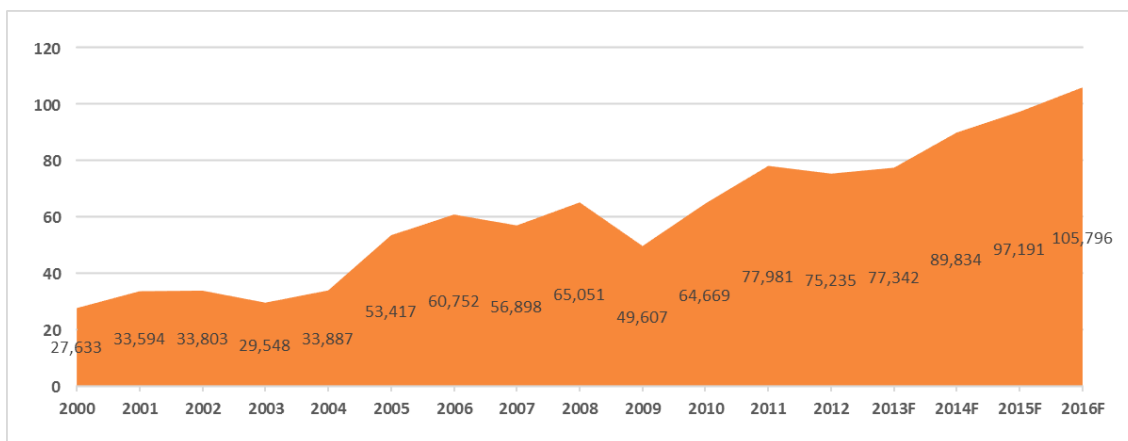


Figura 13 – Total de vendas nos últimos 8 anos, em milhares de Ton e previsão até 2016

Por último, na Figura 14 é mostrado o total de vendas dos últimos 8 anos, em milhares de euros. Tal como anteriormente, é também possível verificar a previsão até 2016.

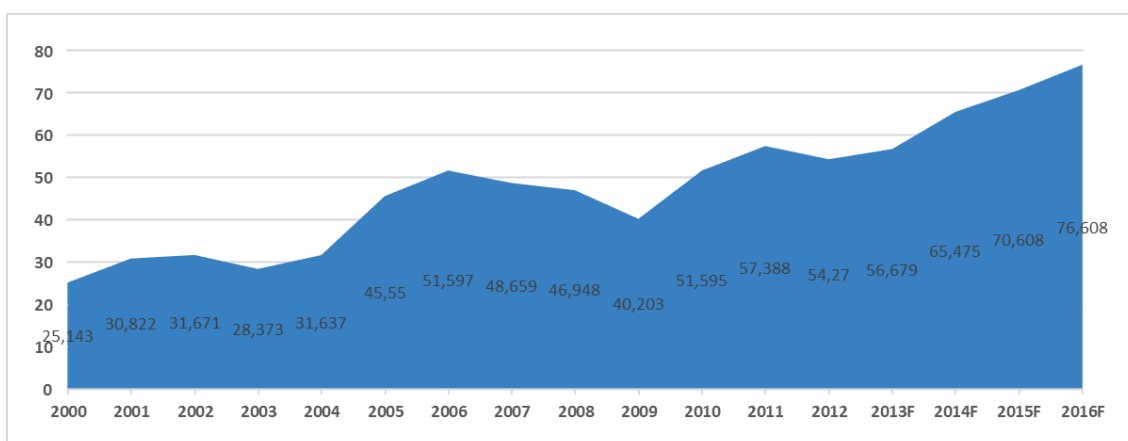


Figura 14 - Total de vendas nos últimos 8 anos, em milhões de euros e previsão até 2016

2.8. PRINCIPAIS MERCADOS E CLIENTES

A atividade comercial da Sakthi Portugal está direcionada quase exclusivamente para a exportação, sendo que a maior parte do volume de negócios da empresa se destina para países como a França, Alemanha, entre outros. Constam como principais clientes da empresa a PSA, TRW, Conti-Teves e Dana Spicer, como é possível verificar na Tabela 2 e no Gráfico 1, onde se verifica também a distribuição, em termos percentuais, dos clientes da organização.

Tabela 2 – Tabela com os principais clientes distribuídos pelos respetivos países

Mercado	Cliente	Linha Produto
França	TRW PSA Bosch	Indústria Automóvel
Inglaterra	TRW Dana Spicer	Indústria Automóvel
Alemanha	TRW Daimler Continental Teves AG Neapco	Indústria Automóvel
Portugal	Continental Teves Portugal	Indústria Automóvel
Eslováquia	Continental Automotive Systemes Slovakia	Indústria Automóvel
Áustria	Magna Power Train	Indústria Automóvel
Itália	GKN	Indústria Automóvel
Republica Checa	CIE Automotive TRW	Indústria Automóvel
Espanha	Bosch Kyb CIE Automotive SAMS	Indústria Automóvel

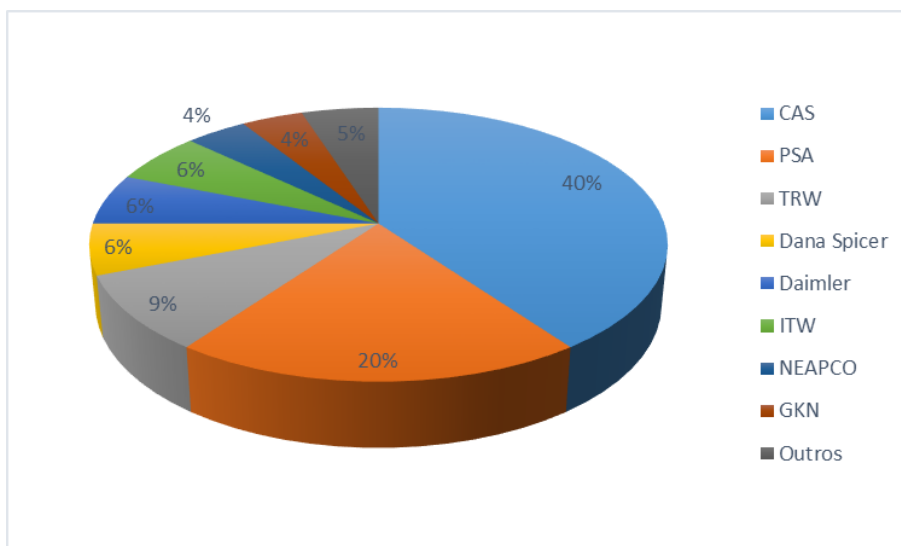


Gráfico 1 – Distribuição, em termos percentuais, dos clientes da Sakthi Portugal

Na Figura 15, pode contemplar-se a rede em que a Sakthi está inserida, confirmando o seu estatuto como fornecedor Tier 1 e Tier 2.



Figura 15 – Clientes da Sakthi Portugal (retirado de (S. A. Group, 2014))

Na Figura 16, é possível verificar-se a distribuição geográfica dos 32 clientes da Sakthi Portugal. A amarelo está representada a Sakthi, com os pinos vermelhos os clientes onde se se

fazem entregas e, assinalados com os pinos verdes, os clientes que vêm buscar as peças à empresa.



Figura 16 – Mapa de localização dos clientes da Sakthi Portugal (retirado de (Aguiar, 2012))

2.9. ESTRUTURA ORGANIZATIVA

Como se pode ver no organigrama seguinte representado na Figura 17, a organização da empresa segue uma filosofia muito horizontal. Cada chefe de Unidade de Negócio (representadas a laranja) reporta diretamente ao CEO da empresa, evitando assim perda de informação e tornando ainda mais rápida a passagem da mesma. Os restantes departamentos (representados a cinzento) funcionam de forma independente, reportando igualmente ao CEO diretamente.

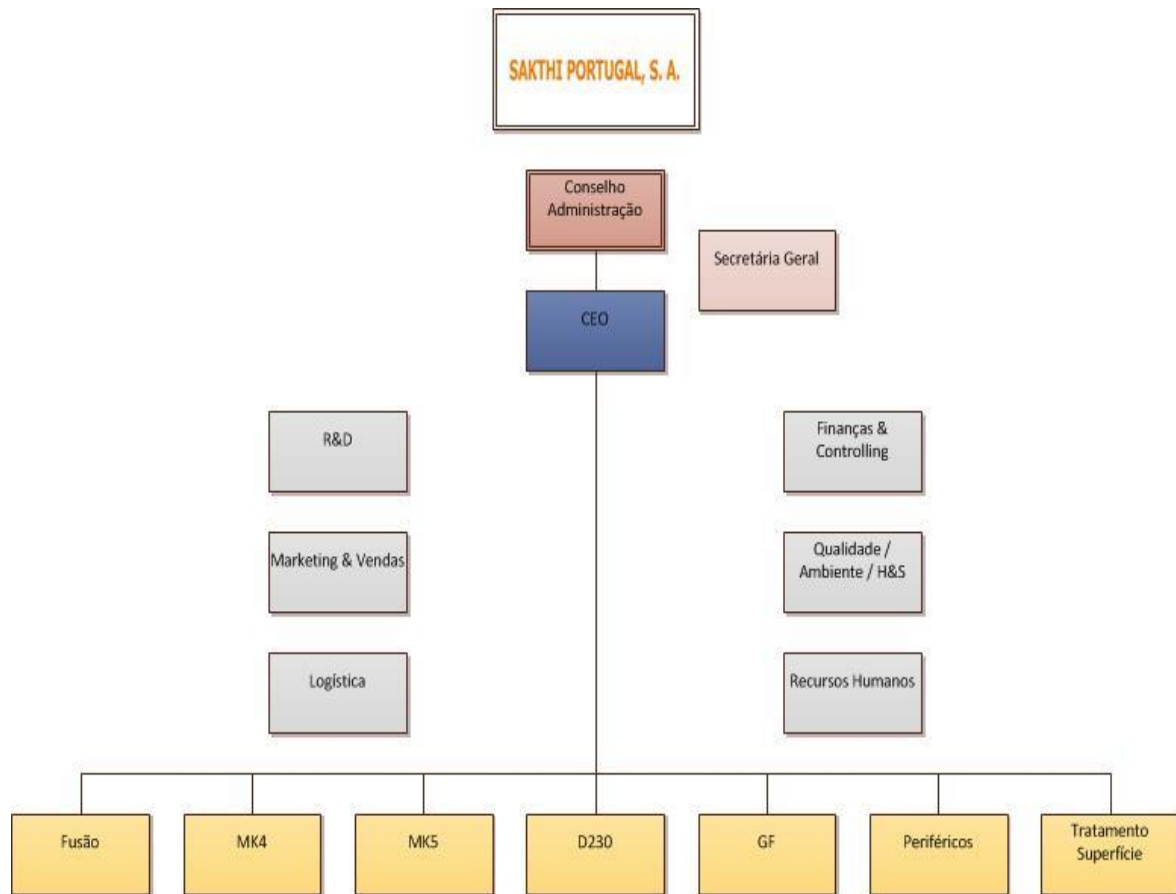


Figura 17 – Organigrama da Empresa

3. CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

O sector produtivo da Sakthi Portugal pode ser dividido em 3 fases principais: Fusão, Moldação e Acabamentos. Em seguida, será apresentado e caracterizado o processo produtivo de todas as 3 fases referidas.

3.1. PROCESSOS

3.1.1. FUSÃO

O processo de obtenção de uma peça em ferro fundido é iniciado no parque de sucatas, onde se encontra armazenada a matéria-prima.



Figura 18 – Vista panorâmica do parque de sucata

Neste parque coberto (ver Figura 18), a movimentação da sucata e dos retornos (partes não aproveitadas que voltam ao início do processo) é feita através de duas pontes rolantes, cada uma com um eletroímã associado. Estas transportam a matéria-prima até às balanças vibratórias de carga representadas na Figura 19.



Figura 19 – Balanças vibratórias

Neste parque, existem 3 instalações de pesagem, todas constituídas por uma balança vibratória, um *Skip* (elevação de carga) e um carro de cargas com tremonhas vibratórias (Ver Figuras 20 e 21). Estes carros estão localizados num nível superior ao parque de sucatas, também conhecido como “Plataforma de Fusão”.



Figura 20 e 21 – *Skip* dos fornos I4/I5 (elevação de carga) e carro de cargas com tremonha vibratória

Nesta plataforma, representada na Figura 22, existem 4 fornos de fusão, dois “ABB”, ambos com 8300kW de potência e capacidade de 12 Ton e dois fornos “INDUCTOTHERM”, cada um com 3500kW de potência e capacidade de 5 Ton.

“INDUCTOTHERM”, são efetuadas 2 pesagens para cada forno, normalmente com cerca de 2,15 Ton cada pesagem. Como esta balança é partilhada por dois fornos, todas as pesagens são constituídas por sucata e gitos, em proporções iguais. Isto evita que as receitas dos dois fornos sejam misturadas.

Nesta fase, a matéria-prima é colocada nos fornos pelas tremonhas (Figura 24).



Figura 24 – Carro de carga a efetuar carga ao Forno A

Nestes fornos, além de se transformar a matéria do estado sólido para o estado líquido, é onde se faz os ajustes de composição para garantir que o ferro disponível posteriormente às máquinas de moldar se encontre nos critérios desejados. Isto é efetuado adicionando-se aditivos de carbono ou silício à fornada.



Figura 25 – Adição de aditivos à fornada

A primeira adição de aditivos é feita após a segunda carga de sucata se encontrar no forno. Após todas as cargas estarem feitas, são retiradas amostras pelos forneiros responsáveis para se verificar a análise térmica e espectrométrica da fornada (ver Figura 26).



Figura 26 – Retirada da amostra do forno

Nesse momento, é possível apurar se a composição precisa de ser corrigida adicionando-se pela segunda vez os aditivos necessários. Este controlo é feito através de um computador, localizado no centro do sector da fusão, sendo a informação acessível a todos os colaboradores presentes na plataforma (ver Figura 27).

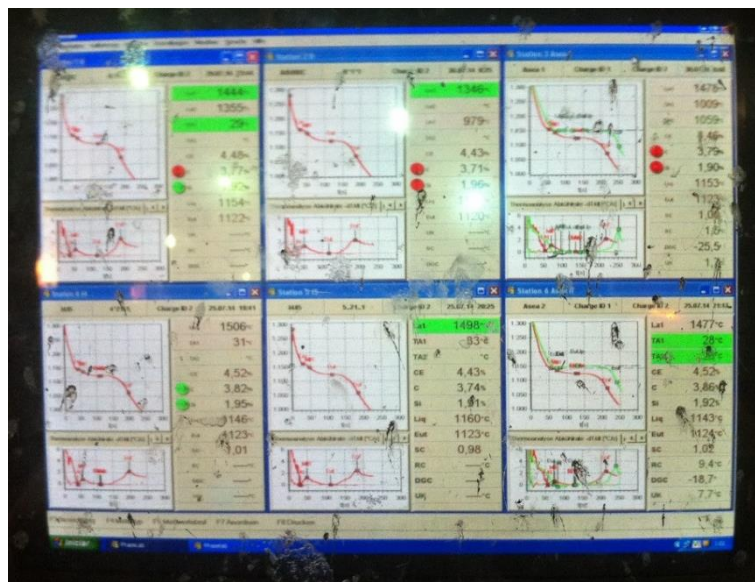


Figura 27 – Controlo da composição química através da amostra retirada

Quando o metal atinge a temperatura e a composição química desejada, é então transferido por intermédio de caleira, no lado dos fornos “ABB” (ver Figuras 28 e 29), ou por colherão, no lado dos fornos “INDUCTOTHERM” (ver Figura 30), para os fornos de manutenção designados por “ASEA I” e “ASEA II” com capacidade de armazenar respetivamente 42 e 25 Ton. Estes têm como função evitar variações de temperatura e composição química, além de servirem de *stock* para o sector seguinte, as linhas de moldação.



Figura 28 e 29 - Caleiras do Forno A e B

Quando é efetuado o vazamento dos fornos “INDUCTOTHERM”, é necessário ainda ter em atenção a perda de temperatura a que o metal está sujeito no seu percurso. Para contornar esse facto, as temperaturas de vazamento costumam ser um pouco mais elevadas do que nos fornos “ABB”. Aliado a isto, os colaboradores responsáveis pela transferência de ferro para o *holding*, devem fazê-lo no menor tempo possível.



Figura 30 – Colherão de transporte dos Fornos I4/I5

Os fornos “ABB” e “INDUCTOTHERM” são de média frequência, enquanto os fornos ASEA I e II, também conhecidos por Holdings funcionam com frequência de rede.

A capacidade teórica da fusão é de aproximadamente 31 ton/hora, mas devido a perdas de material, a capacidade real é entre as 27 a 29 ton/hora. Estas perdas são maioritariamente derivadas da retirada de escória dos fornos e nos canais, especialmente do canal “ASEA 1”, onde esta limpeza tem de ser efetuada a cada vazamento dos fornos “ABB”.

Após o ferro proveniente dos 4 fornos de fusão estar vazado para dentro dos *holdings* correspondentes, este está apto a ser distribuído pelas linhas de moldação.

3.1.2. MOLDAÇÃO

Na Sakthi Portugal existem três linhas de moldação vertical: a máquina de moldar DISAMATIC “MK4”, a máquina de moldar DISAMATIC “MK5” e a máquina de moldar DISAMATIC “D230”. Sendo estas máquinas da mesma marca, foram preparadas para funcionar da mesma forma, mas dado que a tecnologia adjacente a cada máquina difere cerca de 10 anos entre cada (MK4 – anos 80, MK5 – anos 90 e D230 – anos 2000), é necessário ter em conta que referências devem ser produzidas nas diferentes máquinas devido ao seu grau de complexidade ou qualidade esperada. No entanto, existe ainda mais uma linha de moldação horizontal “GF – George Fischer”.

Nestas linhas, são construídos os moldes em areia (preparadas nas torres de areias) conformada por alta pressão, onde posteriormente, e se necessário, são colocados os machos, constituindo assim o “bolo da moldação”. Depois de fechado, este “bolo” está pronto para o vazamento do ferro.

3.1.2.1. PREPARAÇÃO DA AREIA VERDE

A Sakthi Portugal tem duas torres para a preparação de areia, uma delas dominada *Space*, representada na Figura 31, que prepara a areia para as linhas de moldar DISA e que têm uma capacidade de 140 ton/h de areia.



Figura 31 – Preparação areias DISA

A outra torre de areias está agregada à GF, e prepara a areia apenas para esta linha de moldação. Esta tem uma capacidade de 60 ton/h (ver Figura 32).



Figura 32 – Preparação areias GF

Estas torres são compostas por vários equipamentos, tais como silos de areia nova, silos de areia usada, silos de bentonite e pó de carvão, passadeiras transportadoras, arrefecedores e misturadoras de areia.

Nestas torres procede-se à mistura de areia nova, areia usada (dado que estes circuitos de areias são fechados, existindo apenas a necessidade de retirar a areia em excesso), bentonite (argila que agrega os grãos de areia para que possam ser moldáveis), o pó de carvão (permite

que o contacto do ferro com a areia não seja tão agressivo) e ainda água que é o elemento que vai permitir a ligação de todos estes ingredientes.

A carga de areia preparada pelas galgas (misturadoras) rondam normalmente as 2 toneladas.

3.1.2.2. *MACHARIA*

Na macharia são produzidos os “machos” indispensáveis quando, devido à linha de apartação da peça, é necessário a utilização dos mesmos. Geralmente, são necessários para peças com cavidades complexas, visto serem os responsáveis pelos espaços ocios na peça final como é visível na Figura 33. No entanto, nem todas as peças produzidas na Sakthi Portugal precisam de machos no seu processo de fabrico.



Figura 33 - Macho e respetiva peça

Os machos são constituídos por um aglomerado de areia, resina, endurecedor e catalisador. A areia é inicialmente transportada para uma plataforma, onde é misturada com resina e o endurecedor num silo, sendo depois conduzida por um carro de transporte para os funis correspondentes às máquinas de sopragem de areia (ver Figura 34).



Figura 34 – Plataforma de transporte de areia para as máquinas de sopragem

Na empresa, existem seis máquinas de sopragem de areia na zona da Macharia, como se pode ver na Figura 35.



Figura 35 – Vista panorâmica da Macharia

Estas máquinas injetam a mistura (areia, resina e endurecedor) na caixa de molde (exemplo na Figura 36), onde posteriormente é soprado o gás de amina que atua como um catalisador de reação de solidificação do macho. As cadências destas variam entre 25 a 40 aberturas/hora, sendo este número de aberturas correspondentes de 50 até 400 “machos” por hora dependendo do molde.



Figura 36 – Caixa de macho

Na Figura 37 é possível compreender de que forma os machos são utilizados no processo de moldação, desde a sua produção até a fase final de aplicação.

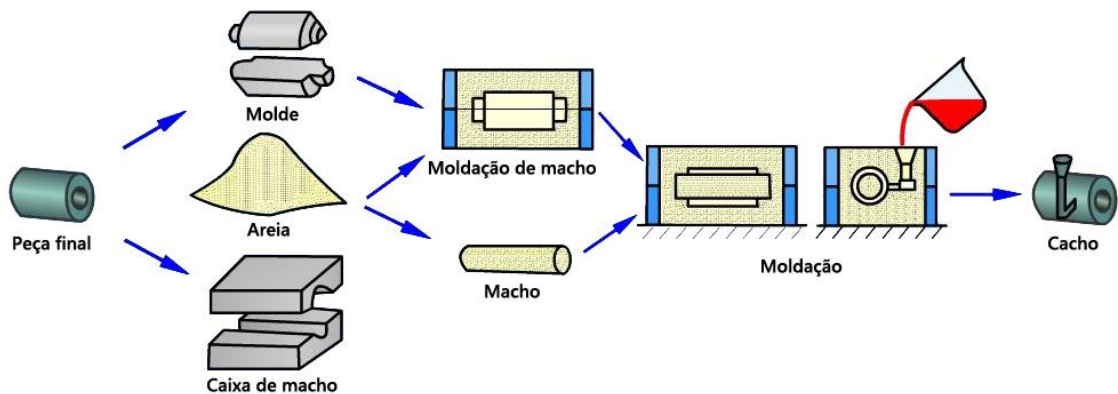


Figura 37 – Processo de obtenção de macho e utilização na moldação (adaptado de (K, 2008))

Em alguns casos, maioritariamente nos machos para corpos de travão e *carters*, os machos são ainda pintados por imersão à saída da máquina. Desta forma, tenta-se minimizar a forma áspera da areia, que pode resultar em rugosidades na peça final (ver macho pintado na Figura 33).

3.1.2.3. TRANSPORTE DE FERRO

O ferro fundido disponível nos *holdings*, é transportado até à banheira das máquinas em colherões, movimentados por empilhadoras. Cada colherão tem capacidade para 2 toneladas de ferro e a empilhadora que o transporta demora em média 4 min a fazer o percurso até à máquina a que se destina. Este percurso começa no “Controlo de Processo”, onde se faz as pesagens de aditivos por meio informático. Esses dados são então submetidos a uma balança que pesa os aditivos consoante a receita introduzida, dado que diferentes referências têm diferentes composições químicas. São adicionadas ainda algumas peças de sucata ao colherão de transporte para baixar a temperatura do ferro, dado que a gama de temperaturas de operação nas máquinas varia entre os 1460 e os 1430°C, enquanto o ferro que é disponibilizado nos canais de manutenção se situa quase sempre acima dos 1470°C. Posteriormente, o ferro é então transferido dos ASEAS para o colherão de transporte, mas antes de ser cedido às máquinas, o empilhador faz uma última paragem no “Controlo de Processo” para ser retirada alguma escória residual e adicionar, se necessário, nodularizante³ e/ou boro⁴. Só depois de todas estas etapas, o ferro está pronto a ser entregue nas banheiras das linhas de moldação, como se pode ver na Figura 38.



Figura 38 – Transferência de ferro do colherão de transporte para a banheira da MK5

³ Nodularizante – Aditivo que ajuda na formação de nódulos de carbono na peça.

⁴ Boro – Elemento químico que ajuda a contrariar a formação de perlites no ferro. Usado quando se tenciona fazer peças ferríticas mas o ferro líquido disponível tem um teor em Cobre entre 0,25 e 0,28% aproximadamente. Acima desses valores, a adição de boro já não é aconselhável.

As banheiras da GF têm capacidade para 4,5 toneladas e as banheiras das DISAS têm capacidade para 3,5 toneladas de ferro líquido (ver Figura 39).



Figura 39 – Banheira da GF e Banheira da MK5

Após o ferro estar disponível nas máquinas, um operador especializado controla a abertura da banheira, vazando apenas o ferro necessário para preencher cada bolo. Este vazamento tem de ser feito com a quantidade certa e de forma ininterrupta para evitar defeitos nas peças como mal ligado⁵ ou mal cheio⁶.

3.1.2.4. MOLDAÇÃO DISA

A conformação do bolo numa linha de moldação vertical começa com a injeção de areia na câmara da máquina. Esta contém, nas suas extremidades, as duas placas moldes correspondentes da referência a produzir. Seguidamente, após a areia ter preenchido todo o espaço entre as placas, uma destas, a SP (Swinging Plate), levanta e dá espaço para o bolo recém-formado avançar na passadeira metálica AMC (Automatic Mould Conveyor).

⁵ Mal Ligado: Defeito que ocorre quando o vazamento não é feito de forma contínua. Qualquer hesitação durante este processo cria defeitos de ligação entre o ferro vazado antes e depois da interrupção ocorrida.

⁶ Mal Cheio: Defeito que ocorre se o tempo de vazamento for inferior ao necessário, não preenchendo totalmente todas as cavidades do molde.

Quando o veio que empurra a outra placa, a PP (Press Plate), chega ao fim do seu curso, recolhe até a posição inicial, para quando posteriormente a SP baixe e também retome a sua posição, formar um novo bolo.

De seguida, é apresentado um esquema simplificado de como é realizada esta sequência.

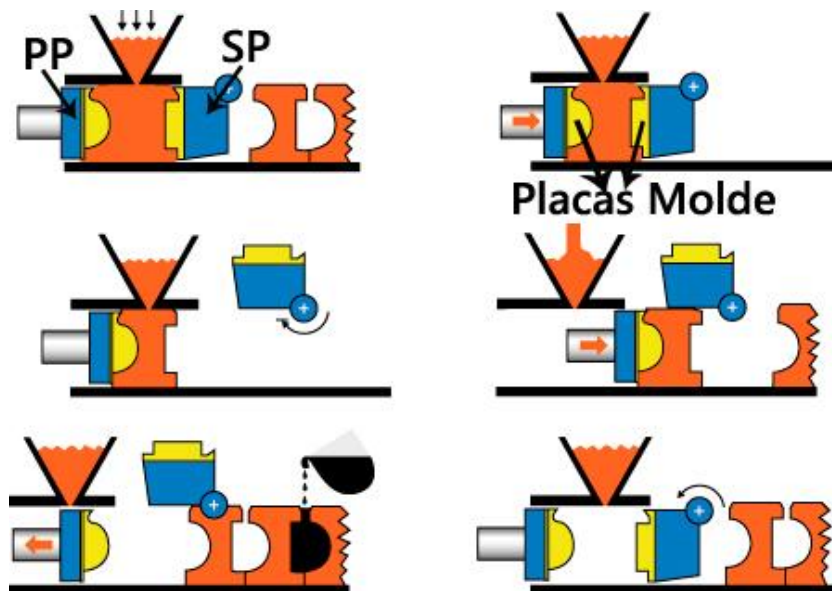


Figura 40 – Princípio de funcionamento da moldação vertical DISAMATIC (adaptado de (Lexicon, s.d.))

Este ciclo pode possuir ainda outra etapa, se a referência a produzir necessitar de macho. Nesse caso, estes são inseridos numa máscara com o *template* das placas molde (ver Figura 41), que seguidamente entra na câmara da máquina após o levantamento da SP e faz a entrega ao bolo.



Figura 41 – Máscara de “coloca machos”

A cadência da máquina é ditada pelo tempo de conformação do bolo e pelo tempo de colocar os machos no mesmo. No entanto, este pode ser ajustado se o tempo de vazamento for superior, como por exemplo, em corpos de travão muito grandes ou com muitos moldes. Nestes casos, acrescenta-se um tempo de retenção do bolo ou do coloca machos, para dar tempo ao bolo anterior de ser preenchido pelo ferro. Posteriormente, os bolos são submetidos a um arrefecimento lento por via de passadeiras automáticas (SBC – Synchronised Belt Conveyor) (ver Figuras 42 e 43). Estas conduzem-nos para tambores rotativos que são responsáveis pela operação de abate do molde. Uma vez desfeito, as peças são separadas da areia, que é recolhida para o circuito de areias para posterior reutilização.

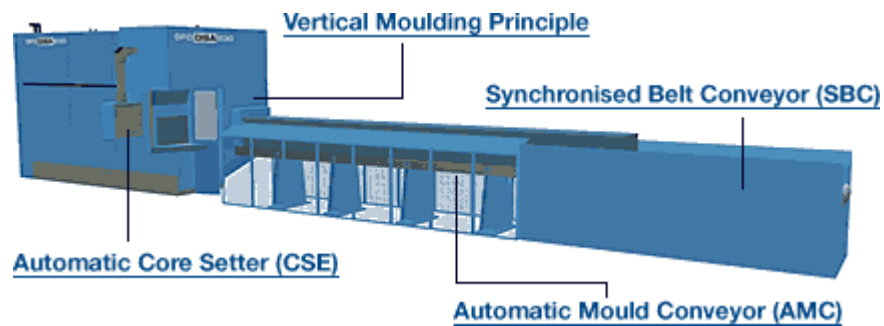


Figura 42 – Esquema simplificado da DISA D230 (retirado de (Atlas Foundry Company, 2011))

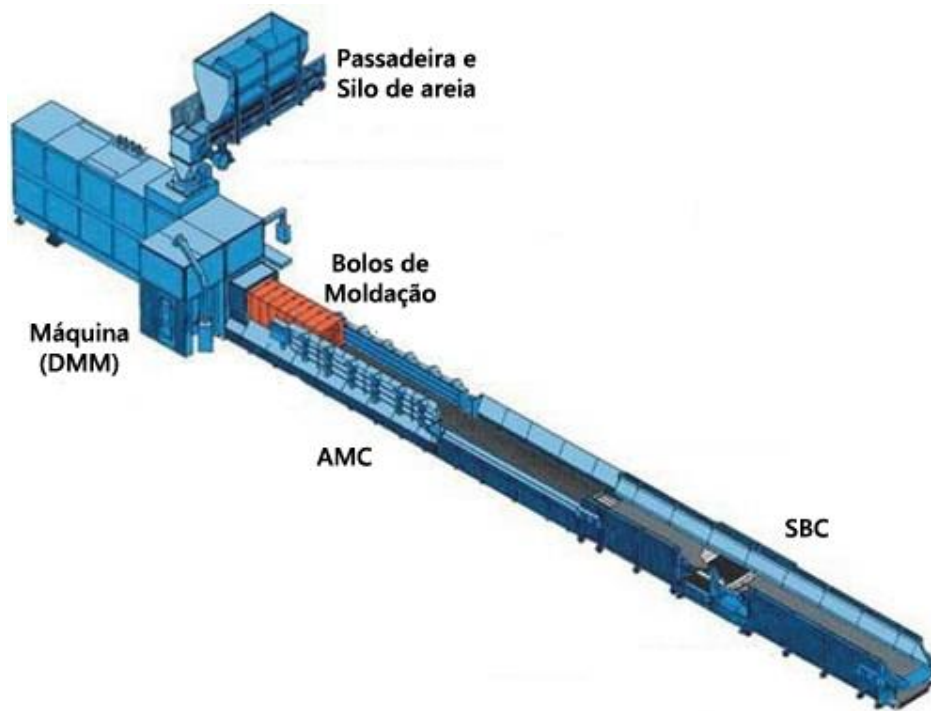


Figura 43 – Esquema simplificado da DISA D230 (adaptado de (Fagteori, s.d.))

Parte dos gitos (canais que permitiram o enchimento das peças) são quebrados nos tambores de abate, e os restantes são quebrados recorrendo a cunhas hidráulicas e martelos.



Figura 44 – Tambores de Abate das linhas DISA

3.1.2.5. MOLDAÇÃO GF

Na moldação horizontal, o princípio de vazamento é semelhante à moldação vertical, sendo que o vazador, operador encarregue do vazamento do ferro para os bolos, tem de ter os

mesmo cuidados que o vazador das DISAS. No entanto, existem algumas diferenças importantes no princípio de moldação.

A conformação do bolo é feita em “frames” (espécie de caixa com os topos abertos) de metal que se deslocam em *carriers*.



Figura 45 e 46 – *Frames* e *carriers* da máquina de moldar GF

Uma das extremidades da caixa é preenchida por uma metade da placa da referência a produzir, enquanto pelo outro topo é injetada areia até preencher completamente a caixa. Logo de seguida, noutra caixa, acontece o mesmo procedimento para a outra metade da placa molde, obtendo-se assim a metade inferior e superior do bolo. A conformação completa deste é feita quando se juntam as duas caixas feitas anteriormente, como se pode ver no esquema simplificado do princípio de moldação vertical na Figura 45. Se houver necessidade de colocação de machos na referência a produzir, estes são diretamente colocados pelo operador na caixa que corresponde à metade inferior do bolo.

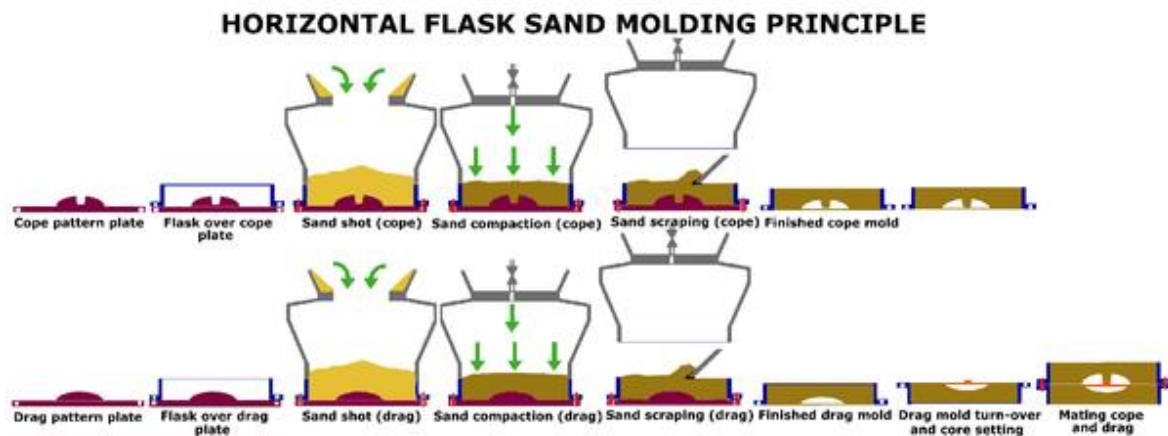


Figura 47 – Princípio de funcionamento da moldação horizontal GF (retirado de (Banchhor & Ganguly, 2014))

Após a junção das duas metades, o bolo completo avança para a zona de vazamento para preencher as cavidades com o ferro líquido.

Como neste tipo de moldação, as peças produzidas tendem a ser maiores e mais pesadas, o seu tempo de arrefecimento tem também de ser superior. Para isso, as caixas deslizam sobre os *carriers* numa linha de arrefecimento especialmente dimensionada para o efeito, como se pode ver na Figura 46.



Figura 48 – Linha de arrefecimento GF

Após o arrefecimento estar completo, o molde é abatido num tambor rotativo, tal como nas DISAS, regressando as caixas ao ponto de partida para serem preenchidas novamente com

areia (ver Figura 47). Uma vez desfeito o molde, as peças são separadas da areia, que é recolhida para o circuito de areias para posterior reutilização



Figura 49 – Tambor GF

3.1.2.6. GRANALHAGEM

No fim, as peças moldadas entram em granalhadoras em contínuo. Existem três granalhadoras em serviço contínuo, duas para as linhas de moldação DISA e uma para a linha de moldação GF A função destas é limpar as peças de areia que ficou agarrada às peças, e eliminar pequenas rebarbas que possam existir. Isto é feito através da projeção de esferas de aço (granalha) contra as peças. Depois destas separadas, estão prontas para entrarem nas respectivas linhas e células de acabamentos.

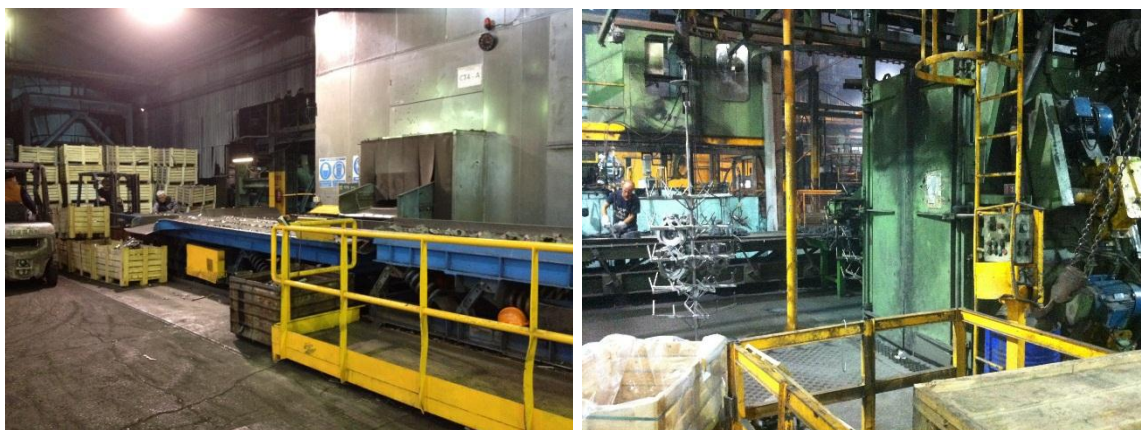


Figura 50 e 51 – Saída das Granalhadoras DISAS e GF

3.1.3. ACABAMENTOS

Existem duas áreas distintas de acabamentos na Sakthi Portugal, a área dos acabamentos DISA e área dos acabamentos GF.

A secção de acabamentos DISA é composta por cinco linhas (ver Figuras 49 e 50) e dez células (ver Figuras 51 e 52). Nestas células são utilizados equipamentos como rebarbadoras, mós esmeriladoras e prensas, para que as peças sejam trabalhadas de forma a obter o acabamento pretendido.

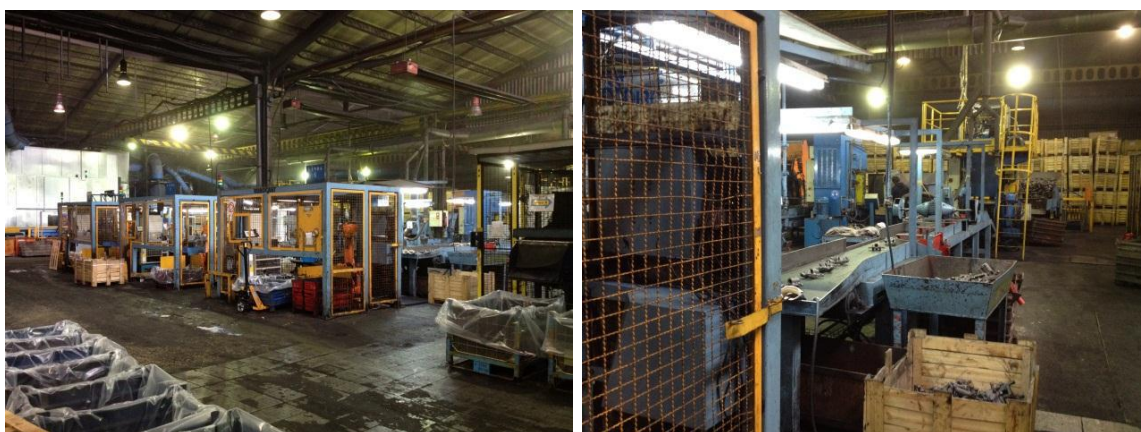


Figura 52 e 53 – Linhas de Acabamentos DISAS



Figura 54 e 55 – Células de Acabamentos DISAS

A secção da GF foi inicialmente pensada para trabalhar em linha, desde a moldação, passando pela granalhagem, terminando nos acabamentos. No entanto, devido a um trabalho desenvolvido para aumentar a performance da máquina de moldar, a linha de acabamentos deixou de estar dimensionada para esse trabalho linear, emergindo desta forma células de acabamentos montadas perpendicularmente à linha (ver Figuras 51 e 52).



Figura 56 e 57 – Acabamentos GF

Na secção de acabamentos DISA, em cada centro produtivo (célula ou linha) existe um mapa de referências específicas alocadas. No entanto, podem existir permutas entre elas, caso seja necessário, conforme o que esteja a ser produzido na moldação. Tendo isto em conta,

juntando um *mix* de produtos em WIP⁷ bem balanceados e um número de operadores disponíveis na realidade da empresa, os acabamentos tem cadências, aproximadas (dependendo da referência), de 3200 peças/h em cada célula e 2000 peças/h em cada linha, chegando a uma produção diária próxima das 220 toneladas de peças. A secção dos acabamentos GF tem cadências médias de 200 peças/hora, próximas das 40 toneladas de peças por dia.

Durante todo o processo, as peças vão sendo submetidas a vários testes de controlo que, dependendo da exigência, podem variar desde o controlo dimensional, Raio X, até aos ultrassons ou controlo por correntes de Foucault (Magna teste) que têm como objetivo controlar a qualidade interna das peças.

3.1.4. PINTURA

Algumas das referências produzidas na Sakthi Portugal, a pedido do cliente, passam ainda por uma etapa final, a de pintura.

As peças, que chegam em contentores depois de terem passado pela zona dos acabamentos, são rececionadas por um operador, que as coloca em bastidores para percorrem o processo (ver Figura 58).

⁷ WIP – Work In Progress – Peças fundidas mas que não entraram no armazém; a maioria diz respeito a peças que ainda estão à espera de alguma operação nos acabamentos ou ainda não entraram na secção.



Figura 58 – Peças dispostas nos bastidores.

A pintura é feita por cataforese, ou seja, por eletrodeposição. É aplicada uma carga elétrica (cátodo) às peças, enquanto na tinta é aplicada a carga elétrica oposta (ânodo). O consequente fecho do circuito elétrico é feito durante a imersão das peças, fazendo com que a tinta se “agarre” à superfície da peça. O processo completo é constituído por 9 etapas:

- 1- Pré-Desengorduramento
- 2- Desengorduramento
- 3- Lavagem com água
- 4- Lavagem com afinador de grão
- 5- Fosfatação
- 6- Lavagem com água
- 7- Pintura por Cataforese
- 8- Lavagem com ultra-filtrado
- 9- Forno de Polimerização

Depois de sair do forno, as peças são retiradas dos bastidores e verificadas com o intuito de encontrar defeitos provenientes na pintura. Após todas as verificações efetuadas, as peças seguem para a zona de embalagem e expedição.

3.1.5. EMBALAMENTO E EXPEDIÇÃO

Finalmente, no embalamento, as peças são colocadas nas caixas respectivas da referência, onde posteriormente são transportadas para o armazém de produto acabado, estando prontas para serem expedidas (ver Figuras 59 e 60).



Figura 59 e 60 – Zona de Embalamento

Para resumir e melhor compreender este capítulo, apresenta-se no Diagrama 1 uma sequência de fabrico de um dos produtos produzidos na empresa.

É possível então verificar que o processo começa com a fusão das cargas nos fornos, passando de seguida ao tratamento do metal antes de ser conduzido à moldação. Entretanto, a areia usada na moldação, é preparada nas torres de areia e transportada para as máquinas de moldar.

Posteriormente, o metal é vazado nos bolos e após sofrerem o arrefecimento necessário, são desfeitos para separar a areia das peças fundidas. Para ser retirado o excesso de areia e rebarbas das peças, estas são granalhadas antes de entrar na zona de acabamentos.

Algumas das referências produzidas passam ainda por uma última etapa de pintura.

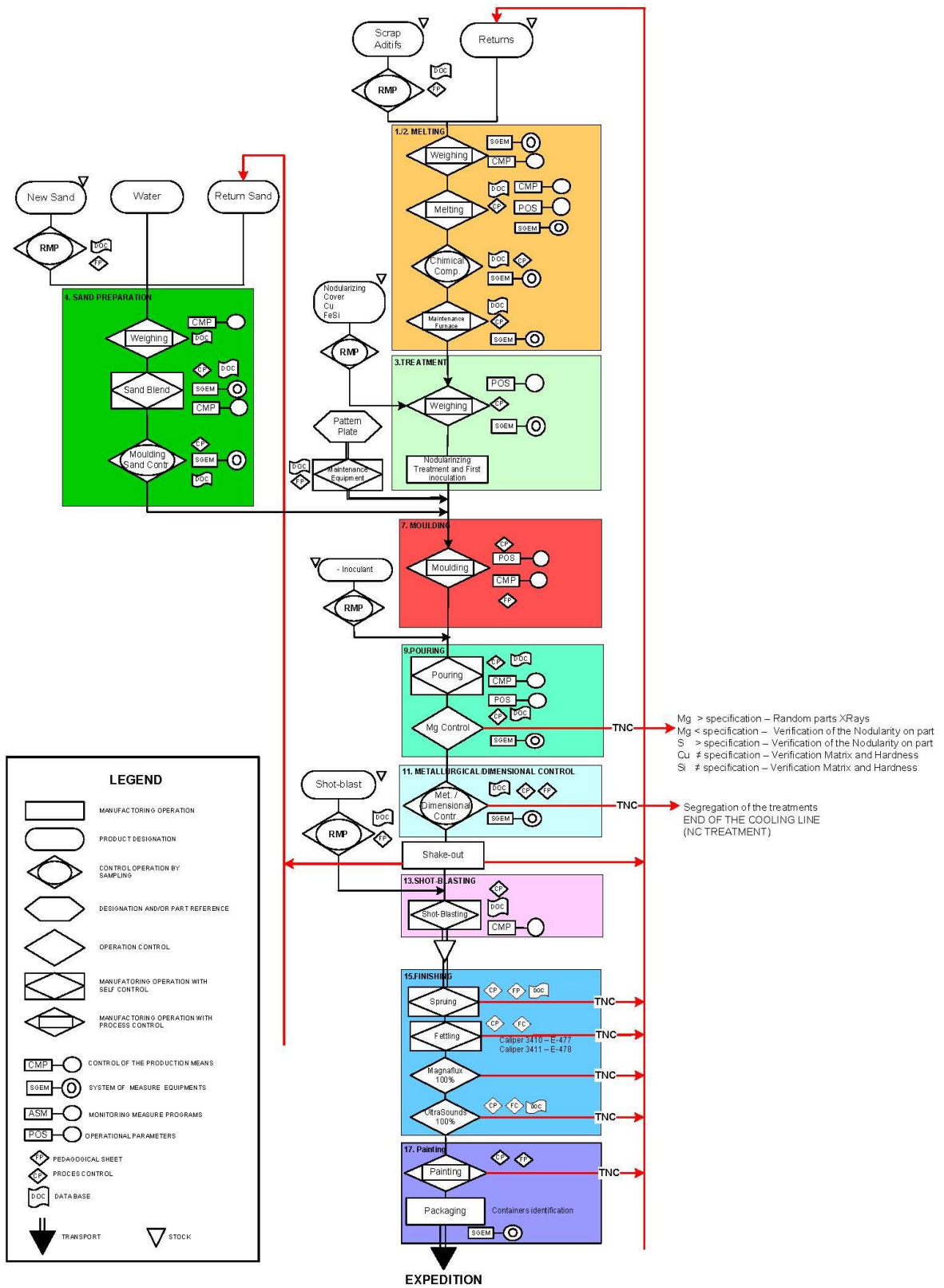


Diagrama 1 – Fluxo do processo

3.2. RECURSOS

Ao longo de todo o processo produtivo, são utilizados recursos na produção dos componentes em ferro fundido. Em seguida, são apresentados e caracterizados alguns dos equipamentos de fabricação mais relevantes da empresa. Em anexo, são contemplados os restantes recursos.

3.2.1. FUSÃO

- Fornos “ABB” (Forno A e Forno B)
 - Média Frequência
 - Capacidade de cadinho: 12 Ton.
 - Capacidade de fusão: 10 Ton./hora
 - Potência: 8.300 kW
 - Refratário: Apilado silicioso com ácido bórico
 - Possibilidade de arranque c/carga a frio



Figura 61 e 62 – Forno A e Forno B

- Fornos “INDUCTOTHERM” (Forno I4 e Forno I5)
 - Média Frequência
 - Capacidade de cadinho: 5 Ton.
 - Capacidade de fusão: 5 Ton./hora
 - Potência: 3500 kW
 - Refratário: Apilado silicioso com ácido bórico
 - Possibilidade de arranque com carga a frio

- Forno manutenção “ASEA” (ASEA 1)
 - De canal
 - Capacidade: 42.0 Ton.
 - Potência: 440 kW
 - Capacidade elevação temp: 15°C/h
 - Refratário: Piso seco silício aluminoso



Figura 63 – ASEA 1

- Forno manutenção “ASEA” (ASEA 2)
 - De canal
 - Capacidade: 25.0 Ton.
 - Potência: 330 kW
 - Capacidade elevação temp.: 15°C/h
 - Refratário: refratário aluminoso húmido



Figura 64 – ASEA 2

- Empilhadoras Linde H60-D
 - Garfos Giratórios com balança
 - Capacidade: 6 Ton
 - Velocidade de elevação: 530 mm/s
 - Velocidade máxima: 22 km/h
 - Motor: KHD BF6M1012E
 - Potência: 115 cv @ 2200 rpm
 - Altura máxima de elevação: 3550 mm

3.2.2. MOLDAÇÃO

- GF
 - 1 Máquina moldar GF TURBO AIR-IMPACT, tipo IM-S1
 - Areia verde
 - Moldação por impacto, a alta pressão com caixa
 - Superfície de apartação horizontal
 - Dimensões da moldação: 800x600 (2x250)
 - Cadência: 95 mold./hora
 - Tempo arrefecimento: 45-50 min.
 - Banheiras com capacidade de 2,6 ton.



Figura 65 – Máquina de Moldar GF

- MK4
 - 1 Disamatic 2013 – MK4B
 - DMM 86.2413
 - Areia verde de alta pressão
 - Moldação por sopragem e aperto, a alta pressão sem caixas
 - Superfície de apartação vertical
 - Dimensões de moldação: 650x535x(120-360)
 - Cadência: 300 mold./hora
 - Comprimento do AMC 18m e do SBC 24m
 - Tempo de arrefecimento: 35 min.
 - 1 Tambor rotativo Linha GFD 230 MD 1800 “UTF”



Figura 66 – Máquina de Moldar MK4

- MK5
 - 1 Disamatic 2013 – MK5B
 - DMM 94.2544
 - Areia verde de alta pressão
 - Moldação por sopragem e aperto, a alta pressão sem caixas
 - Superfície de apartação vertical
 - Dimensões de moldação: 650x535x(120-360)
 - Cadência: 400 mold./hora
 - Comprimento do AMC 18m e do SBC 42m
 - Tempo de arrefecimento: 45 min.



Figura 67 – Máquina de Moldar MK5

- DISA 230
 - 1 GFD DISA 230-B
 - Areia verde
 - Moldação por sopragem a alta pressão, sem caixas
 - Superfície de apartação vertical
 - Dimensões de moldação: 650x535x(120-360)
 - Cadência: 520 mold./hora
 - Comprimento do AMC 18m e do SBC 44,5m
 - Tempo de arrefecimento: 35 min.
 - 2 Banheiras (capacidade de 2,8Ton)

- 4 Sandwich grande empilhador



Figura 68 – Máquina de Moldar D230

4. REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo é apresentado um estudo teórico das práticas e ferramentas *Lean* utilizadas no presente trabalho.

4.1. METODOLOGIA KAIZEN

Como conceito, o termo *Lean*, tem sido conhecido como uma das ferramentas de gestão mais populares para melhorar a capacidade concorrencial em empresas em todo o mundo.

Lean é também outra maneira de descrever Kaizen ou Melhoria Contínua, mas independentemente da terminologia, o objetivo de todas as estratégias é o mesmo - a implementação de uma estratégia de operações sustentáveis que fornece resultados extraordinários em termos de QCDM (Qualidade, Custo, Entrega e Motivação) (Coimbra, 2013).

Quando uma empresa decide mudar ou se encontra num processo de modificação de pensamento e atitude para ir de encontro à filosofia *Lean Manufacturing*, os termos “transformação” ou “transformação *Lean*” são utilizados com regularidade. Este tipo de mudança é um processo longo, que exige perseverança e envolvimento de todo o corpo empresarial, desde da gestão de topo, como também dos operadores e de todas as partes interessadas da organização (Rodrigues, 2012).

4.1.1. KAIZEN MANAGEMENT SYSTEM

O KMS é um sistema de gestão estruturante da filosofia Kaizen e a sua aplicação segundo diferentes áreas de foco de atuação. Tem como objetivo dotar as empresas de mecanismos que permitam que o seu conhecimento esteja estruturado, regendo-se por um sistema de gestão no qual o objetivo principal é alcançar níveis de excelência no QCDM das relações com os clientes e os fornecedores, pretendendo dar resposta e atingir um nível de performance que seja referência, isto é “Best in Class” Para o conseguir, uma organização deverá melhorar internamente no sentido de atingir os seguintes objetivos:

- Fluxo integrado e ligado no processo produtivo;
- Eficiência dos colaboradores;
- Zero defeitos;
- Estrutura de suporte eficaz
- Eficiência de processo

A Kaizen desenvolveu um conjunto de metodologias, que podem ser vistas como pilares que suportam todo o esforço de melhoria. Essas metodologias utilizadas para a implementação da filosofia Kaizen são:

- Total Flow Management (TFM): definido como uma abordagem integrada de modo a aumentar o fluxo do processo e a eficácia na totalidade da cadeia de abastecimento através da eliminação de desperdício e focalização nas operações de valor acrescentados sistema de criação de fluxo na totalidade de cadeia de valor (Coimbra, 2013); Este pilar engloba todas as metodologias e conceitos referentes ao fluxo; de acordo com conceitos próprios é analisado e transformado o processo de forma que o material e a informação fluam da forma mais rápida e eficaz.
- Total Productive Maintenance (TPM): metodologia de gestão de equipamentos com o objetivo de maximizar a eficiência global (OEE) ao longo da sua vida útil; Esta ferramenta é de especial relevância como indicador chave para a medição da eficiência e fiabilidade de equipamentos.
- Total Quality Control (TQC): métodos e ferramentas de identificação e resolução de problemas e oportunidades de melhoria de qualidade;

- Total Service Management (TSM): metodologias de eliminação de desperdício nas áreas de serviço;
- Total Change Management (TCM): este pilar serve de apoio transversal a todos os outros de modo a enquadrar-se nos restantes pilares verticais; isto advém do facto do TCM se centrar na gestão da mudança e implementação de métodos e ferramentas de apoio à mudança. Em qualquer projeto Kaizen a única grande constante é a mudança, por isso torna-se essencial gerir a mudança de uma forma adequada.

Estes pilares encontram-se apoiados numa base comum, que pode ser identificada como o conjunto de fundamentos. Estes fundamentos estabelecem a filosofia Kaizen (Imai, 1996).

4.1.1.1. PRINCÍPIOS KAIZEN

A filosofia Kaizen assenta em três princípios chave:

- Processos e Resultados: Na maioria das organizações, a sua orientação é focada na obtenção de resultados, pois estes traduzem todo o desempenho da empresa, representando o cumprimento ou não dos objetivos. No entanto, por vezes, a busca desafortada por estes resultados faz com que não se concebiam métodos no processo. É então necessário atingir um equilíbrio entre estes dois, já que é imprescindível empenhar esforços nos processos que leva a organização a atingir bons resultados. Neste sentido, a obtenção de resultados consistentes são o culminar da realização de processos consistentes.
- Não culpar e não julgar: A filosofia Kaizen, no seu íntimo, valoriza as pessoas e aposta na maximização do seu potencial. Isto implica a participação destas nos processos de melhoria, no sentido em que todos devem pensar hoje como fazer melhor o seu trabalho de amanhã. Porém, nas organizações tradicionais, isto não sucede, desenvolvendo-se uma cultura de culpa e medo ao longo dos tempos, seja pela autoridade exercida por um chefe de turno ou pela capacidade de obter o respeito através, essencialmente, da opressão e do medo. Isto leva erradamente à procura de quem errou em vez do que o que é que falhou, pondo os colaboradores numa posição defensiva. Os problemas devem ser entendidos como oportunidades de melhoria. Culpar ou julgar condicionará negativamente a comunicação de problemas futuros, já que leva a um

ambiente de medo e falta de confiança, enquanto a concentração no problema e não na pessoa leva à criação de uma relação aberta, transparente e de confiança.

- Sistemas globais: o conceito de sistemas globais opõe-se ao conceito de divisão funcional. A divisão funcional leva a criação de grupos dentro da própria empresa, acreditando-se que o aumento da especialização tenta otimizar o desempenho de acordo com os seus próprios objetivos. Isto funciona mas até determinado ponto, a partir do qual se criam “ilhas”, isoladas, com pouca comunicação e muitas vezes em conflito. Assim na filosofia Kaizen o importante é a criação de fluxo, ou seja pensar em processos ou em Sistemas Globais, agindo a organização como um todo (Pereira, 2013).

4.1.2. TPS – TOYOTA PRODUCTION SYSTEM

A filosofia *Lean* tem como o seu berço uma das maiores e mais influentes companhias mundiais, a Toyota, e portanto, é inevitável que uma das primeiras referências deste capítulo seja a *Toyota Production System* (TPS). A aplicação implacável dos princípios Kaizen modificou a cultura da empresa e moldou o modo de pensar de todos os seus colaboradores, conseguindo desta forma produzir resultados extraordinários. Hoje em dia, essa estratégia contribui para o sucesso inegável e global da Toyota, que resulta num reconhecimento mundial como empresa *Dantotsu*⁸ no campo da fabricação (Coimbra, 2013).

As raízes da TPS remontam aos anos 50 e desde essa altura que se expande mundialmente para se tornar uma metodologia de melhoria dominante (Smalley, 2007). Taichii Ohno e Shigeo Shingo, os pais da TPS, começaram a implementar a técnica de produção utilizada pela Ford Motor Company, adicionando-lhe novos conceitos. Ohno aludiu que o objetivo fundamental era a redução de desperdícios de produção, desde o *stock* de matérias-primas e o espaço por ele ocupado, até ao tempo de imobilização do equipamento, passando pelo controlo do inventário, não qualidade, entre outros. Perante isto, estes desperdícios do processo sendo prejudiciais para a empresa, eram também para o cliente, pelo que era necessário reduzir os mesmos ao máximo possível (Dennis, 2008).

⁸ *Dantotsu – Best of the best*; Melhor dos melhores

Taiichi afirma ainda que o *Just-in-Time*, e o *Jidoka* (automação com toque humano) são os dois pilares desse novo modelo de produção. Assim, é possível eliminar qualquer atividade desnecessária no processo de fabrico que resulte em custos indiretos, isto é, que não traga nenhum benefício à organização, eliminando todo o desperdício (Ohno, 1988).

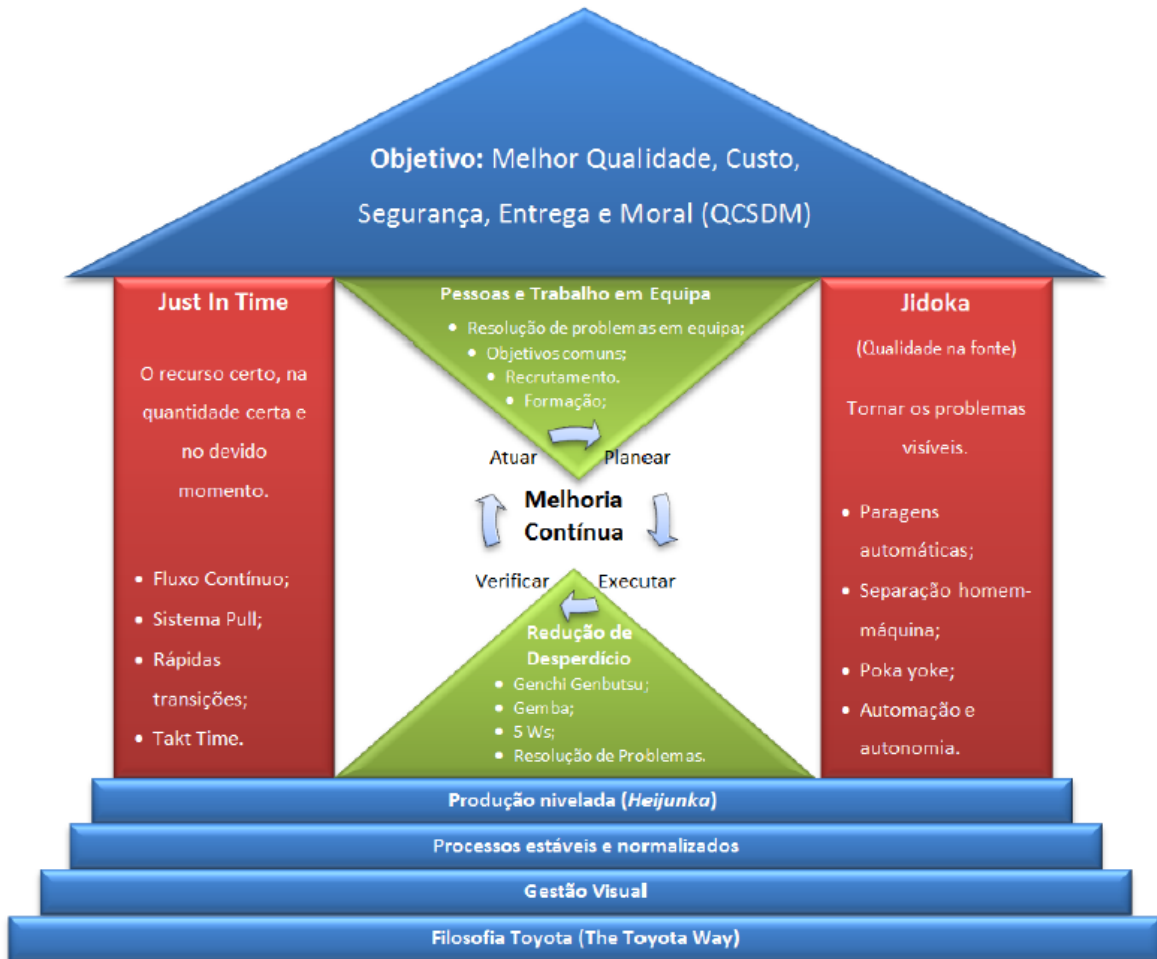


Figura 69 – Casa do TPS (retirado de (Rodrigues, 2012))

Além destes dois pilares, as pessoas devem ser consideradas o bem mais precioso de qualquer organização, e portanto, devem estar no centro do sistema. Estas devem ser constantemente formadas para “ver” o desperdício, como também incutir-lhes a autonomia

necessária para resolver problemas. Para isso, é imprescindível ir ao *Gemba*⁹ e aplicar metodologias, como a 5W2H, que consiste em sete perguntas na tentativa de identificar as causas dos problemas. Só assim é possível ver o que realmente está a acontecer (*genchi genbutsu*¹⁰) (Rodrigues, 2012).

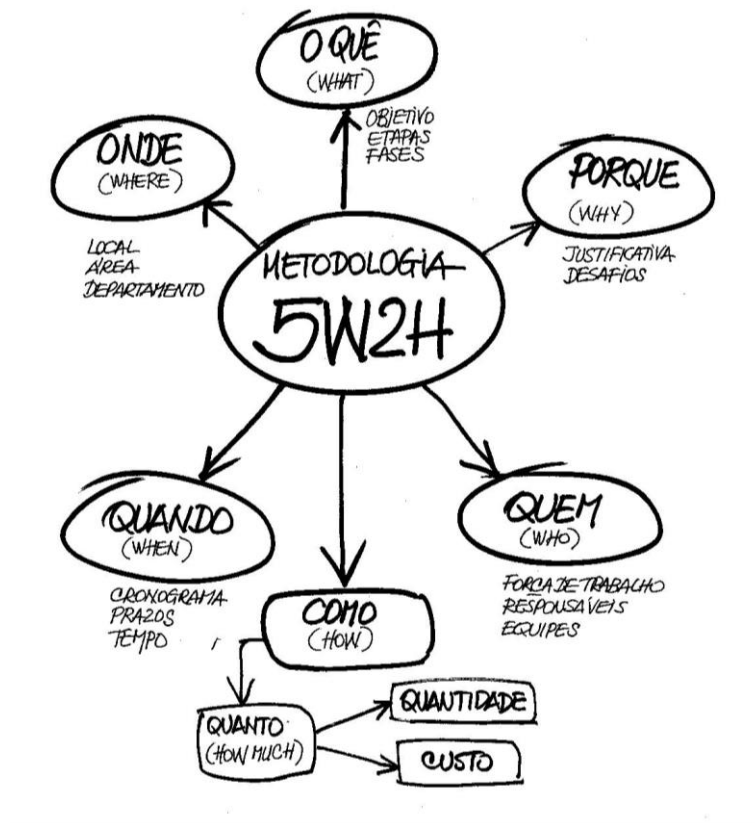


Figura 70 – Metodologia 5W2H (retirado de (Periard, 2014))

Segundo Liker (Liker, 2003), “o poder por detrás do TPS é o compromisso da organização no investimento contínuo nas pessoas e no incentivo à prática de uma cultura de melhoria contínua”.

⁹ *Gemba* – Significa local de trabalho

¹⁰ *Genchi genbutsu* – Significa dirigir-se à fonte e ver por si próprio o que está a acontecer

Além de serem públicas, todas as metodologias e técnicas sobre o TPS estão já estudadas e documentadas, no entanto, muitas das organizações que tentam aplicar o sistema, acabam por fracassar, obtendo resultados muito aquém ou regressando ao método de agir e pensar inicial. Isto pode resultar devido ao facto das organizações “confundirem as ferramentas e as práticas com o próprio sistema em si” (Spear & Bowen, 1999).

4.1.3. JIT - *JUST-IN-TIME*

Não há componente mais discutido e estudado na administração industrial moderna do que o *Just-in-Time*. "Uma verdadeira revolução" e "mudança de paradigma" são expressões recorrentes associadas ao JIT, que traduzem o impacto exercido sobre as práticas gerenciais (Ghinato, 1995).

O *Just-In-Time* é uma combinação poderosa de ferramentas, técnicas e princípios que possibilita a produção e entrega do produto necessário em pequenas quantidades, com prazos de entrega mais curtos para atender às necessidades específicas dos clientes (Vyas, 2011). E neste caso, o termo cliente é ampliado para incluir tanto os clientes externos, como os internos. Este termo, “cliente interno”, tornou-se a expressão mais significativa no JIT; e o processo anterior deve sempre fazer o que o processo subsequente necessita. Caso contrário, o processo não vai funcionar (Liker, 2003). Cada passo ou processo é tratado como um cliente através do passo anterior, fornecendo no momento exato apenas o que é necessário e apenas quando necessário.

A principal e mais óbvia vantagem é a redução de custos, conseguida através de:

- Redução de *stocks*: o espaço ocupado com o aprovisionamento de recursos e materiais não será tão necessário;
- Redução de tempo: o mesmo nível de produção é possível de ser atingido em menos tempo e com os mesmos recursos humanos;
- Aumento da qualidade: com a redução de defeitos atinge-se um produto com maior qualidade, reduzindo custos de não-qualidade.

No entanto, a sua dependência face ao mercado exterior e a fornecedores pode originar a paragem de toda a cadeia de produção no caso de ocorrer algum problema, resultando em custos enormes para a organização.

Este problema pode ser evitado, se as empresas recorrerem a *stocks* de segurança (Rodrigues, 2012).

4.1.4. JIDOKA

Este é o segundo pilar do Sistema TPS. Automação, ou automação com toque humano, consiste em conceder ao operador ou à máquina a autonomia de parar o processo sempre que for detetada qualquer anormalidade.

A origem do *jidoka* advém da automação da máquina de tear inventada por Sakichi Toyoda (1867-1930) que continuava a funcionar mesmo que um fio se rompesse. Isto resultava em grandes quantidades de tecido não conforme, dado que o defeito só era detetado no fim da produção. Assim sendo, Toyoda decidiu então dotar a máquina com a capacidade de parar quando fosse detetado algum defeito na linha, dando desta forma “liberdade” à máquina para parar quando atingisse o fim da linha ou a quantidade de produção programada (Rodrigues, 2012).

Na verdade, a palavra “*jidoka*” significa simplesmente automação. “*Ninben no tsuita jidoka*” ou “*Ninben no aru jidoka*” expressam o verdadeiro significado do conceito, ou seja, que a máquina é dotada de inteligência e toque humano, englobando assim também a autonomia dada aos operadores para pararem a linha caso encontrem alguma anomalia (Ghinato, 1995).

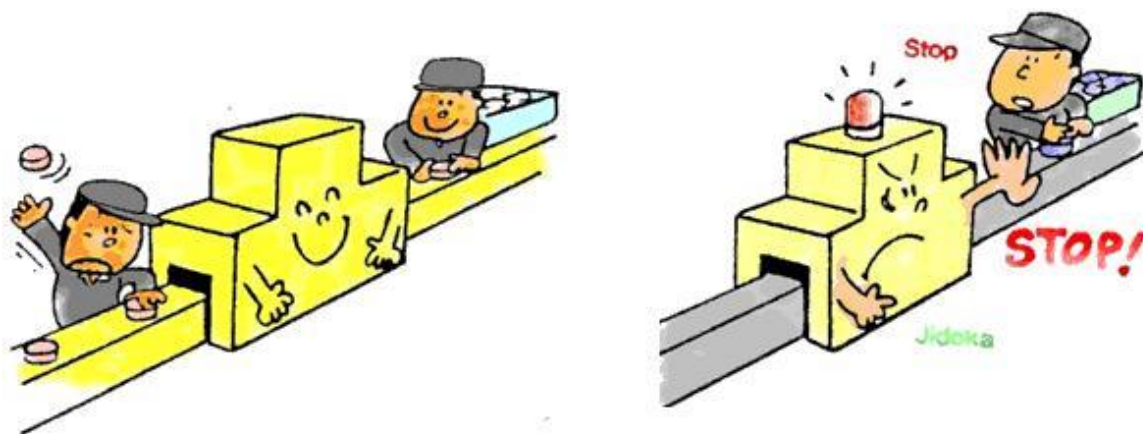


Figura 71 – Modo de funcionamento do conceito *Jidoka* (retirado de (Martisovic, 2013))

4.1.5. HEIJUNKA

Se o JIT e o *Jidoka* são os pilares da TPS, o *heijunka* é a base. *Heijunka*, segundo Dennis (Dennis, 2007) é definida como a “distribuição do *mix* e volume da produção uniformemente durante o tempo”.

Muitas empresas recorrem a um modelo build-to-order, ou seja, produzem de acordo com os pedidos dos clientes. Infelizmente, os clientes são imprevisíveis, e com isto, as ordens, na realidade, variam de semana a semana ou mês a mês. Isto pode originar a produção de enormes quantidades numa semana, levando ao pagamento de horas extras, quando na semana seguinte, se as ordens são mínimas, podem levar a tempos de paragem de máquinas e pessoas. Tudo isso torna difícil um sistema de produção *Lean* (Vyas, 2011). Com *Heijunka*, é possível encontrar e criar o sistema criativo mais *Lean* possível e, eventualmente, dar um melhor serviço e qualidade da produção devido ao nivelamento da sua programação de produção (Liker, 2003).

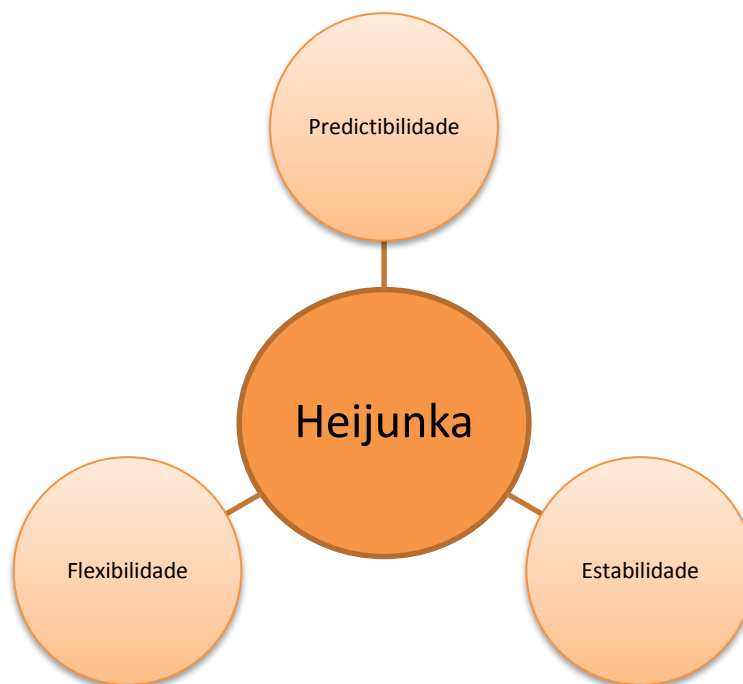


Figura 72 – Benefícios do *Heijunka*

4.1.6. TAKT TIME

Uma produção nivelada pode ser atingida através da implementação do Takt Time (do alemão Taktzeit; Takt significa compasso, ritmo e Zeit significa tempo, período). Isto significa basear o ritmo de produção numa estimativa de quantas unidades de produção se produzem por unidade de tempo em cada posto de trabalho, de maneira a que se consiga responder e ir ao encontro do que é pedido pelo mercado. Assim, o Takt time define o ritmo de produção, sendo essencial para o bom fluxo de trabalho através das células de produção. É também um fator chave no planeamento e programação do trabalho, conseguindo desta forma garantir uma programação previsível, evitando pontos de estrangulamento no processo produtivo (Lab, s.d.).

4.1.7. MODELO 3M

Os 3 M's deste modelo correspondem a Muda, Mura e Muri. Estes são termos tradicionais da língua japonesa, que geralmente são relacionados ao TPS como sendo os tipos de desperdícios encontrados numa organização.

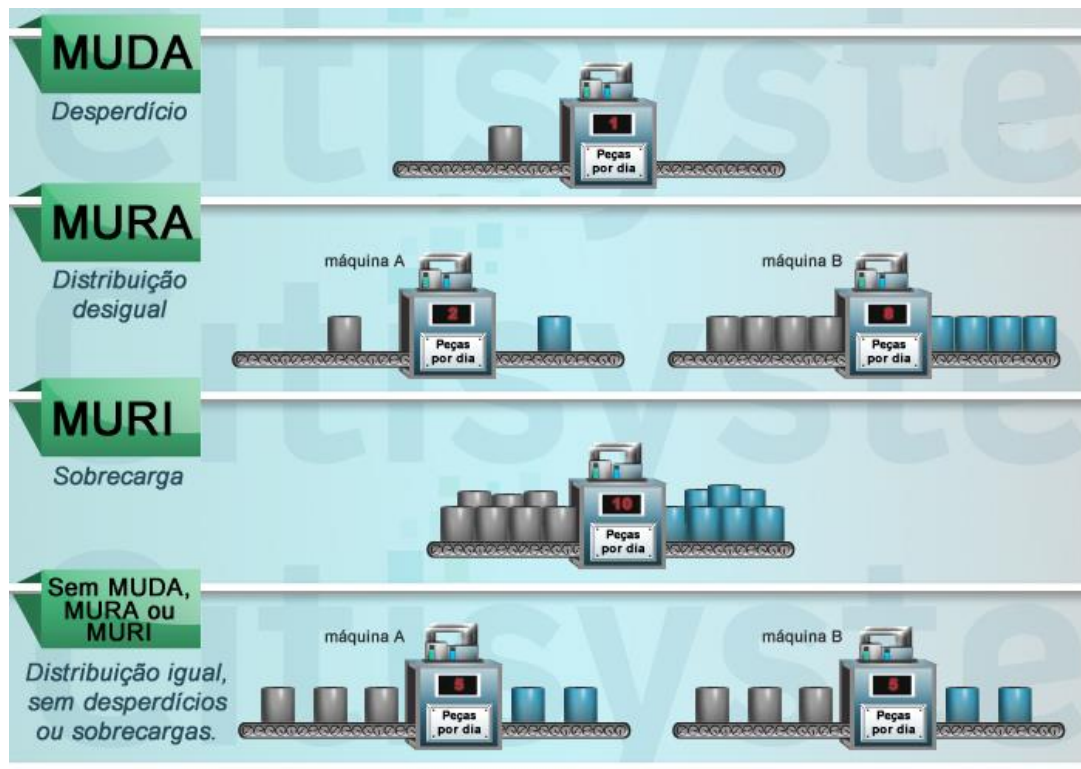


Figura 73 – Exemplo do Modelo 3M (retirado de (Citissystems, 2014))

Na Figura 72, podemos observar em concreto o que os 3M representam. Na primeira situação, de Muda, a máquina está muito aquém daquilo que consegue produzir, gerando

desperdício de recursos. Já no Mura, não existe uma produção balanceada, sobrecarregando máquinas quando existem outras que não estão a trabalhar na sua capacidade máxima. Na penúltima situação, de Muri, existe uma sobrecarga na máquina, podendo levá-la a uma ocorrência de fadiga ou rotura. A situação ideal é aquela que promove uma distribuição uniforme, sem desperdícios ou sobrecargas, como está representado em último.

Taiichi Ohno (Ohno, 1988) disse o seguinte: “A insuficiência de padronização e racionalização cria desperdício (Muda), inconsistência (Mura) e irracionalidade (Muri) em procedimentos de trabalho e horas de trabalho que, eventualmente, levam à produção de produtos defeituosos.”

Esta situação é portanto, um ciclo vicioso: Produção irregular (Mura) conduz ao *stress* e sobrecarga (Muri), que geram defeitos e desperdícios (Muda).

1. Mura

O Mura significa irregularidade e inconsistência. Também pode ser definido como a variação na operação de um processo que não é causada pelo cliente final. Representa o desnivelamento ou o não balanceamento do trabalho ou máquinas.

Isto pode ser evitado se aplicando os conceito de JIT e *Heijunka*, para controlar diferentes fases do processo e de subprocessos funcionando como ferramentas importantes para a identificação e eliminação do mura. Desta forma, é possível manter o inventário baixo, estabelecendo um controlo rígido de forma a fornecer ao cliente peças no momento, hora e quantidade certa e ao mesmo tempo nivelando a produção.

2. Muri

Traduzindo para o português, significa “irracionalidade, excessos, falta de moderação”. O Muri é a sobrecarga causada na organização, equipamentos ou pessoas devido ao Muda e ao Mura, fazendo com que a máquina ou as pessoas excedam os seus limites naturais. Enquanto a sobrecarga nas pessoas resulta em problemas de segurança e qualidade, o Muri nas máquinas resulta em aumento de avarias de equipamento e defeitos.

Pode ser evitado através do trabalho padronizado, já que todos os processos podem ser subdivididos ou reduzidos para uma forma mais simples. Quando todos conhecem as rotinas

e os padrões de trabalho, é possível observar melhorias na qualidade, na redução de custos e na produtividade.

3. Muda

A filosofia Lean consiste basicamente no combate ao desperdício, ou Muda, palavra japonesa usualmente recorrida em ambiente industrial. Segundo Womack (Womack & Jones, 2010), “*Desperdício é qualquer atividade humana que absorve recursos mas não cria valor como: erros que exigem retificação, produção de itens que ninguém deseja, acumulação de mercadorias de stocks, etapas de processamento que na verdade não são necessárias*”.

Crosby (Crosby, 1979) afirmava que, “O que custa dinheiro é a falta de qualidade, isto é, não fazer bem à primeira”. O desperdício apenas gera custos e perda de tempo, podendo ser evitado apenas com uma melhor organização e sem necessidade de realizar investimentos significativos.

A palavra Muda refere - se aos diferentes tipos de desperdício que podem ocorrer no *gemba*. Para se obter uma otimização do fluxo tanto de materiais como de informação, urge eliminar os desperdícios existentes. Segundo Shigeo Shingo (Shingo & Dillon, 1989) e Ohno (Ohno, 1988) existem 7 tipos de desperdício:

1. **Excesso de produção:** Imai (Imai, 1996) considerava “pior a produção em excesso do que a produção por defeito”. Atendendo à filosofia Lean, deve-se produzir de acordo com a procura, na quantidade exata e no tempo devido. Produzir mais do que o necessário, isto é, mais do que o cliente procura, ou por vezes, demasiado cedo origina custos desnecessários. Originado diversas vezes devido a mau planeamento e preocupação das organizações em produzir grandes lotes para evitar custos de, por exemplo, *setup* e paragem dos equipamentos. O excesso de produção é altamente oneroso para uma organização, pois inibe o bom fluxo de materiais e degrada tanto a qualidade do produto, como a produtividade da empresa.
2. **Transporte:** A deslocação de pessoas, materiais ou informação é uma incursão de custos que não acrescenta valor ao produto final. Todas as deslocações que sejam desnecessárias é um tipo de desperdício que atinge toda a empresa em

termos de custos, tempo e energia. Planeamento deficiente, local de trabalho inadequado ou *layout* da planta fabril desajustado são as principais causas deste tipo de desperdício.

Este tipo de Muda pode ser dos mais difíceis de reduzir devido aos custos inerentes à mudança de localização de equipamentos e processos, de forma a aproximá-los. Além disso, muitas vezes é difícil determinar quais os processos que devem estar próximos. No entanto, o mapeamento dos fluxos de produtos pode torná-lo mais fácil de visualizar

3. **Tempo de espera:** Qualquer tipo de espera em qualquer que seja a organização é desperdício. A origem deste pode ser devido à inatividade de pessoas, recursos, equipamentos ou informação, e tem como consequência principal o aumento do lead-time. Goldratt (Goldratt, 1990) afirmou várias vezes que uma hora perdida num ponto de estrangulamento é uma hora perdida para a saída de toda a fábrica, que nunca pode ser recuperado. As causas para isto são variadas mas o resultado é sempre análogo: recursos inativos, aumento de custos, quebra de ritmo e falha de compromisso com o cliente.

4. **Processos inadequados:** “Usar uma marreta para abrir uma noz” é uma expressão que pode ser aplicada para perceber este conceito. O desperdício associado aos processos inclui a aplicação de recursos, ferramentas, equipamentos ou atividades, de forma incorreta ou incorreta. Muitas organizações usam equipamentos dispendiosos e de alta precisão quando ferramentas mais simples seriam suficientes. Isto parece não ter importância mas, além do investimento desnecessário, muitas vezes resulta numa má organização do *layout* da planta, devido a locais de operações anteriores ou subsequentes estarem localizados distantemente. Além disso, incentiva-se a alta utilização de ativos (excesso de produção com o mínimo de trocas), a fim de recuperar o alto custo destes equipamentos. A solução passa pela combinação de investimento em equipamentos mais flexíveis, sempre que possível, com a criação de células de manufatura. Estas medidas irão reduzir significativamente o desperdício de processos inadequados.

5. **Inventário:** Desperdícios associados ao inventário referem-se a qualquer produto, matéria-prima ou equipamento que se encontre em quantidade superior do que o necessário. Este excesso aumenta os prazos de entrega, consome espaço produtivo, atrasa a identificação de problemas, e inibe a comunicação.
Além disto, as organizações vêm-se obrigadas a aumentar os *stocks* para combater problemas, como por exemplo, de qualidade, mau *design* e avarias nos equipamentos. Porém, desta forma, só ocultam os problemas, adiando a sua resolução, resultando em custos enormes. Ao atingir um fluxo contínuo entre centros de trabalho, muitas organizações têm sido capazes de melhorar o atendimento, reduzindo *stocks* e os seus custos associados
6. **Defeitos de fabrico:** Este tipo de desperdício ocorre sempre que um produto ou serviço não atinge as exigências ou expectativas do cliente, ou seja, é um produto não conforme com as especificações do cliente. Isto acarreta custos relacionados com a triagem, reparação ou retrabalho de produtos defeituosos, assim como custos enormes com os produtos, que devido a defeitos graves, são considerados sucata. Em muitas organizações o custo total de defeitos é muitas vezes uma percentagem significativa do custo total de fabricação. Algumas das causas poderão ser devido a ferramentas, equipamentos ou processos inadequados, ou a formação deficiente dos colaboradores. Através do envolvimento de funcionários e de Processos de Melhoria Contínua (CPI), há uma grande oportunidade para reduzir defeitos em muitas instalações.
7. **Movimentações de pessoas:** Todo o tipo de movimentação de pessoas que não acrescente valor ao produto ou serviço é considerado desperdício. Isto ocorre, normalmente, devido a uma má disposição do posto de trabalho ou da fábrica, assim como a uma má organização do posto de trabalho, das ferramentas e materiais. Uma ferramenta regularmente usada para combater este tipo de desperdício é os 5S.

Para além destes, outros desperdícios foram propostos por diversos autores, como por exemplo, a má interpretação dos objetivos e indicadores da organização, a insegurança e falta de ergonomia dos locais de trabalho, e o desaproveitamento do potencial humano. Na mais recente edição do clássico *Manufacturing Lean Thinking Lean*, a subutilização dos

funcionários foi adicionado como um oitavo desperdício de sete resíduos originais de Ohno. As organizações empregam os seus funcionários pelos seus dedos ágeis e músculos fortes, mas esquecem que vir trabalhar todos os dias com um cérebro livre. É somente através da capitalização de criatividade dos funcionários que as organizações podem eliminar os outros sete desperdícios e melhorar continuamente o seu desempenho, já que estas são o capital mais precioso em qualquer organização.

Dado que a superioridade competitiva das organizações se mede pelo valor que criam e por aquilo que pedem em troca, é importante que estas sigam uma filosofia Lean eliminando todos os desperdícios existentes para que este rácio seja o melhor possível, tornando-se desta forma mais competitivas (Rodrigues, 2012).

Muitas mudanças nos últimos anos têm impulsionado organizações de classe mundial a adotar o conceito Lean. O primeiro passo para alcançar esse objetivo é identificar e atacar os 3M. Como a Toyota, outras organizações têm vindo a perceber que os clientes vão pagar por trabalho de valor acrescentado, mas nunca por resíduos.

4.1.8. 5S

Os 5S são uma ferramenta para a gestão do ambiente de trabalho. Esta tem o intuito de o manter limpo, organizado e funcional, bem como, facilitar o controlo visual e futuras implementações *Lean* (Wilson, 2009). A aplicação desta ferramenta consiste num conjunto de técnicas focalizadas na limpeza e padronização organizacional para melhorar a rentabilidade, eficiência e segurança dos processos, contribuindo desta forma para a redução do desperdício de todos os tipos. A implementação dos 5S nas organizações confere, a estas, as cinco chaves para um ambiente de qualidade total (Moulding, 2010).

De entre todas as metodologias que incorporam o Lean, Thinking, os 5S são considerados o passo mais básico em direção à melhoria da qualidade e da produtividade. O nome é originário de cinco palavras japonesas cuja primeira letra é um S: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*, que constituem as cinco fases do processo. Este não deverá ser subestimado, pois apesar de ser considerado um processo de aplicação simples, o seu maior obstáculo prende-se em manter o que foi alcançado inicialmente. Sendo assim, este programa não deverá passar por uma aplicação de conceitos, mas sim pela mudança cultural de todas as pessoas envolvidas e a aceitação de cada um deles (Rodrigues, 2012).

“O compromisso da empresa com os 5S, o seu apoio e envolvimento tornam-se essenciais. A empresa precisa determinar, por exemplo, com que frequência o *seiri*, *seiton* e *seiso* devem ocorrer e quem se deve envolver.” (Imai, 1996)

Sendo este um processo rotineiro, não passando só por uma aplicação isolada, é importante para quem lidera a implementação perceber a necessidade de formação constante, bem como, de persistência e dedicação. É também essencial e necessário a realização de registros. Só assim se gera bons exemplos visíveis a todos os colaboradores para que esta metodologia possa ser aplicada de forma eficaz e transversalmente a toda a empresa. De seguida irão ser apresentadas as cinco fases deste processo.

1. *Seiri* (Separação ou triagem)

A primeira etapa do *housekeeping*, engloba a classificação dos itens em duas categorias — necessários e desnecessários — de forma a remover todas as ferramentas e materiais desnecessários à execução das tarefas realizadas no *gemba*. Além disto, os itens deverão ser identificados quanto à sua frequência de utilização, para se perceber a sua importância e prioridade

2. *Seiton* (Arrumação)

A segunda fase é a arrumação dos itens, para que estes se tornem mais acessíveis para o operador, aumentando a eficácia e eficiência das atividades. Este é um passo essencial para o sucesso de todo o processo, que tem como ideia central: “Um lugar para cada coisa e cada coisa no seu lugar”. Não só a localização, mas o número máximo de itens permitidos no *gemba* deve ser especificado. Por exemplo, os itens semiacabados não podem ser produzidos em quantidades ilimitadas. Ao contrário, o espaço no chão-de-fábrica para as caixas que contêm os itens deve ser claramente delineado (por exemplo, pintando-se um retângulo para indicar a área, etc.) e um número máximo de caixas deve ser designado. Quando o nível máximo de *stock* permitido for alcançado, a produção no processo anterior deve parar; não há necessidade de produzir mais do que o processo seguinte é capaz de consumir.

Dessa forma, o *seiton* garante o fluxo de um número mínimo de itens no *gemba* de uma estação para outra numa base *first-in, first-out* (FIFO).

Nesta fase, deve-se procurar constantemente responder a estas duas questões:

- Quais os itens necessários para desempenhar uma determinada tarefa?
- Qual o sítio onde devem ficar, de forma a ser mínimo o esforço para os alcançar e recolocar?

3. *Seiso* (Limpeza)

Este passo pode ser considerado um processo de autocontrolo dos operadores, que são responsáveis pela constante organização e limpeza do seu posto de trabalho. O objetivo é proporcionar aos colaboradores um ambiente de trabalho confortável, limpo e ergonómico. Desta forma, as anomalias e desperdícios serão detetados mais facilmente, através de uma melhor gestão visual. Existe o lema: “Limpar é inspecionar.” Isto porque, quando se limpa uma máquina, um operador pode encontrar defeitos funcionais. Quando a máquina está coberta de óleo, e sujidade, é difícil identificar problemas mas durante a limpeza da máquina, é possível identificar fugas de óleo, rutura, peças a serem substituídas, etc.

Mais uma vez, esta fase deverá ser realizada diariamente, com a contribuição de todos os colaboradores, numa atitude de responsabilidade e envolvimento, tendo em vista evitar a sujidade em primazia ao ato de limpar.

4. *Seiketsu* (Normalização)

Todas as fases anteriores deverão ser sistematizadas e normalizadas. As melhores práticas deverão ser normalizadas, registadas e disponíveis a todos os colaboradores, através de procedimentos, instruções, planos, entre outros. Como já se analisou, uma das bases para o sistema da Toyota é a estabilidade, conseguida através da uniformização, revelando a importância desta fase. Uma ferramenta, que também já foi analisada e que pode ser utilizada é o ciclo SDCA.

5. *Shitsuke* (Sustentabilidade e Disciplina)

Esta é considerada a fase mais complicada deste método. Para que os resultados sejam eficazes e visíveis a longo prazo, numa base de melhoria contínua, há necessidade de acompanhamento e disciplina no *gemba*. Velhos hábitos e práticas têm que ser quebrados, podendo originar alguma resistência à mudança.

O papel das chefias e dos gestores será importante na ajuda à adaptação dos colaboradores e na regularidade dos mesmos. É boa prática a realização de sessões de formação e de

auditorias internas, para tentar perceber as causas dos problemas, nunca julgando ou culpabilizando os colaboradores.

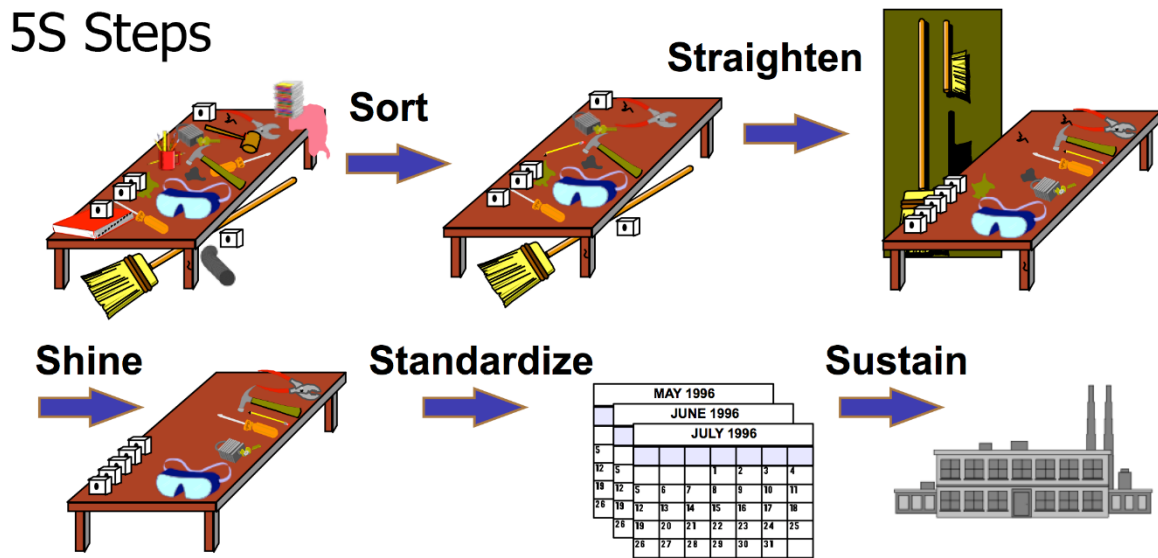


Figura 74 – Metodologia 5S (retirado de (solutions, s.d.))

Hoje, a prática dos 5S tornou-se quase uma necessidade em qualquer empresa no Japão na área industrial. Um especialista na área de gestão do *Gemba* pode determinar as necessidades de uma empresa em cinco minutos visitando a fábrica e analisando o que ocorre, em particular, na eliminação de Muda e 5S. A ausência dos 5S no *Gemba* é quase sinónimo de ineficiência, muda, falta de autodisciplina, baixa qualidade, altos custos e incapacidade de cumprir prazos de entrega. Os fornecedores que não praticarem os 5S caem em descrédito por possíveis clientes. Estes cinco pontos do *housekeeping* tornam-se um ponto de partida para qualquer empresa que queira ser reconhecida como uma organização responsável e credível (Imai, 1996).

4.1.9. VSM – VALUE STREAM MAPPING

Value Stream Mapping (mapeamento da cadeia de valor) é uma compilação de todas as ações que são necessárias (aquelas que acrescentam e as que não acrescentam valor), para a realização do produto (ou um grupo de produtos que utilizam os mesmos recursos) desde a receção de matéria-prima, até ao cliente ((Rother & Shook, 1999) citado em (Abdulmalek & Rajgopal, 2007)). Por outras palavras, permite a visualização esquematizada do fluxo de informação e material ao longo da cadeia de valor.

Este método é uma adaptação de uma técnica originária na Toyota, “diagrama de fluxo de materiais e informação”, pelas mãos de Taiichi Ohno e da sua equipa. Na altura, o objetivo era alinhar a visão dos fornecedores com os interesses da Toyota, tentando assim obter melhorias (Rodrigues, 2012).

“Sempre que há um produto ou um serviço para um cliente, há um fluxo de valor. O desafio está em conseguir vê-lo” (Rother & Shook, 1999).

Sendo um dos métodos mais utilizados em organizações Lean, o objetivo do VSM passa por identificar e demonstrar o desperdício, auxiliando na eliminação do mesmo. Ao tornar visível o valor agregado e o lead-time, torna-se possível perceber o quanto a empresa perde com desperdícios.

Segundo Juran e Gryna (Juran & Gryna, 1988), “Gerir é controlar e agir corretamente. Sem controlo não há gestão. Sem medição não há controlo”, e o VSM permite esta identificação e quantificação. Ao descrever o principal processo produtivo e todas as suas etapas, permite que quem conheça o método tenha uma clara noção de quais as tarefas mais demoradas, quais as tarefas com maiores tempos de *setup* entre outras coisas, tomando isto como ponto de partida para uma melhoria futura. Este processo divide-se em duas fases, uma primeira que inclui o mapeamento físico do “estado atual” (AS-IS), e uma segunda fase em que se focam atenções no estado futuro pretendido (TO-BE).

Para implementar esta análise e recolher frutos da sua interpretação há quatro pontos-chave pelos quais se deve passar (Rother & Shook, 1999).

1. Seleção da família de produtos
2. Realização do VSM atual
3. Realização do VSM futuro
4. Plano de melhorias

O primeiro passo é escolher um determinado produto ou família de produtos, ou seja o alvo para a melhoria. O próximo passo é desenhar o mapa do estado atual, que é essencialmente uma “fotografia” de como as coisas estão a ser feitas. Isto é realizado durante o acompanhamento ao longo do processo, fornecendo a base para a análise do sistema e identificação dos pontos fracos. O terceiro passo na VSM é criar o mapa do estado futuro, que é um retrato de como o sistema deve ser depois de resolvidas as ineficiências detetadas.

Isto é feito respondendo a um conjunto de perguntas sobre questões relacionadas com a eficiência, e sobre implementações técnicas relacionadas com o uso de ferramentas Lean. Este mapa, em seguida, torna-se a base, ou seja, o plano de melhorias, para a realização das mudanças necessárias para o sistema (Abdulmalek & Rajgopal, 2007).

Frequentemente, este método concentra-se nas questões relativas à redução do tempo de entrega do produto ao cliente (lead time), porém, poderá também agrupar questões associadas a custos. Para que seja eficaz, o mapeamento deverá abranger os seguintes aspetos:

- Fluxo de materiais e informação;
- Fornecedores e clientes;
- Transporte de materiais;
- Sistemas de informação;
- *Stocks* de matéria-prima, materiais em processamento e produto acabado.

O VSM, segundo J. Pinto (Pinto, 2008), é um bom ponto de partida para iniciar a jornada Lean uma vez que:

- Permite uma visão global da cadeia de valor, e não apenas de um processo;
- Além de permitir identificar desperdício, ajuda a identificar as suas causas;
- Fornece uma linguagem simples e intuitiva;
- Favorece a abordagem e implementação de conceitos Lean;
- Faculta bases para um plano de ação;
- Evidencia a ligação entre fluxos (materiais, capital e informação).

Em suma, o objetivo final da VSM é identificar todos os tipos de resíduos na cadeia de valor e de tomar medidas para os tentar eliminar.

4.1.10. CICLO PDCA (*PLAN, DO, ACT, CHECK*)

Num processo central, os resultados reais de uma ação são comparados com uma meta ou um ponto de partida. A diferença entre os dois é então mesurada e são adotadas medidas

corretivas, se a disparidade se tornar grande. A natureza repetida ou continuada de melhoria contínua segue da definição comum de controlo e é representada pelo ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) ((Basu, 2004) citado em (Sokovic, Pavletic, & Pipan, 2010)).

Isso também é conhecido como o círculo Deming, em homenagem a WE Deming. Desde a sua origem até aos dias de hoje, este foi sofrendo algumas alterações. Primeiro, em 1993, alterou a sigla para PDSA, substituindo o “Check” por “Study” (estudar). A razão, segundo Deming (Moen & Norman, 2006), deveu-se ao facto de a palavra “verificar” enfatizar inspeção sobre análise. Na realidade, o objetivo da terceira fase deverá passar pela obtenção de conhecimento e não só por uma simples verificação. Só através do conhecimento é possível prever se uma determinada alteração resultará, ou não, em melhoria. Mais recentemente, os aspetos do ciclo PDCA foram aplicados a processos de garantia de qualidade interna. O ciclo foi inserido num “Modelo de Melhoria” centrado em três questões, tentando equilibrar a ambição e as recompensas da ação com o estudo cuidadoso antes de agir.

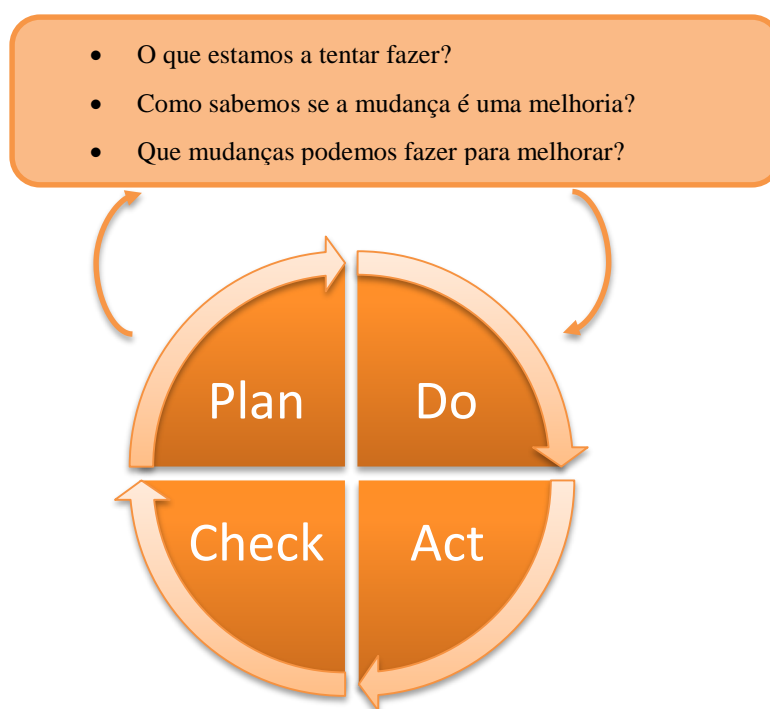


Figura 75 – Modelo de melhoria no ciclo PDCA (adaptado de (Moen & Norman, 2006))

A aplicação do ciclo PDCA revelou-se mais eficaz do que a adoção da abordagem “fazer certo à primeira”, já que o seu uso significa a procura contínua dos melhores métodos de melhoria. Permite ainda dois tipos de ação corretiva - temporários e permanentes. A ação temporária visa os resultados por praticamente enfrentar e resolver o problema. A ação

corretiva permanente, por outro lado, consiste na investigação e eliminação das causas, tendo portanto como alvo a sustentabilidade do processo de melhoria. Na fase de execução ou fase de implementação é possível envolver um miniciclo PDCA até que as questões de implementação estejam resolvidas (Moen & Norman, 2006).

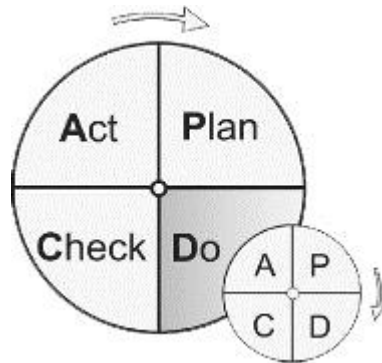


Figura 76 – Ciclo PDCA avançado (retirado de (Moen & Norman, 2006))

O ciclo PDCA é mais do que apenas uma ferramenta; é um conceito de processos de melhoria contínua incorporados na cultura da organização. O aspeto mais importante do PDCA reside na fase “Act” após a conclusão de um projeto, quando o ciclo começa novamente para a melhoria futura.

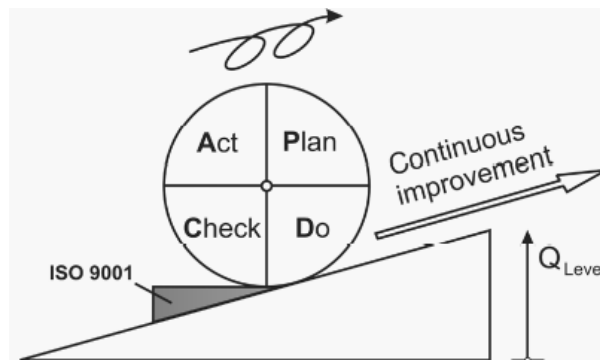


Figura 77 – Ciclo PDCA num processo de melhoria contínua

Resumidamente, o processo de Kaizen é um processo contínuo e crescente, que alcança toda a organização, requerendo para o efeito o envolvimento das pessoas. Apesar de a maioria dos resultados só se avistarem a longo prazo, a crença dos colaboradores é uma etapa da maior importância para o êxito na melhoria contínua, reconhecendo que é necessário

trabalhar diariamente na procura da melhoria em algo que os rodeia. Se estes não forem proactivos ou interessados, toda a ideologia cai por terra, exatamente como afirmou Ishikawa (Ishikawa, 1985), “se os procedimentos e regulamentos não sofrerem alterações ao longo de seis meses, é a prova que ninguém os usa”.

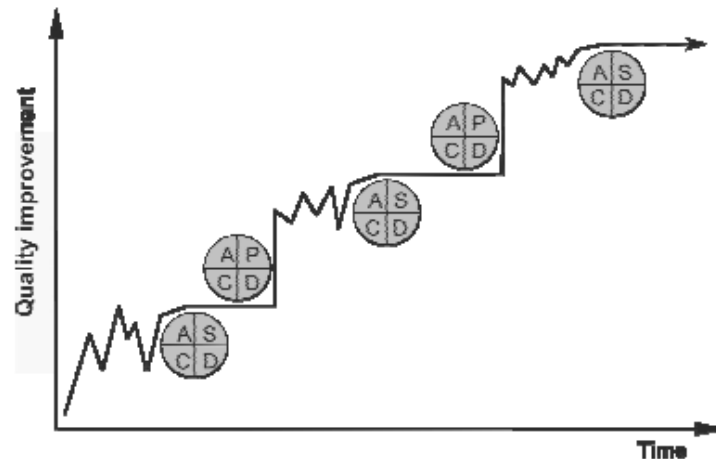


Figura 78 – Ciclo PDCA para a melhoria da qualidade num conceito Kaizen

4.1.11. GESTÃO VISUAL

A Gestão Visual (também conhecida como controlo visual) fornece a transmissão de informação através de elementos visuais, tendo como objetivo transmiti-la de uma forma intuitiva, simples e direta, estando acessível a toda a organização. Dado que cerca de 83% da informação que o ser humano recolhe é através da visão, o processo de aprendizagem é assim facilitado e acelerado, uma vez que o cérebro retém por mais tempo a informação visual (Trancoso, 2012).

Num ambiente industrial em que é essencial a rapidez de resposta, a gestão visual serve de ferramenta para a prontidão e rapidez em gerar ações corretivas, ajudando a prevenir a ocorrência de problemas, tornando-os visíveis a toda a organização. A monitorização de processos e operações também pode ser facilitada, usando mecanismos visuais, assim como fornecer instruções de trabalho imediatas.(Rodrigues, 2012).

Na realidade, há um maior alinhamento e consciência dos colaboradores com a missão e plano estratégico da organização se os dados relativos à produção e performance das equipas, bem como valores objetivo, estão expostos visivelmente. Desta forma, é possível suscitar-

lhes sentido de responsabilidade e autonomia, com o objetivo de aumentar a eficiência, a produtividade e a motivação dos mesmos.

4.1.11.1. BSC – BALANCED SCORECARD

O BSC foi originalmente criado em 1992 por Kaplan e Norton para resolver problemas de organizações do setor privado de gestão e avaliação de desempenho (Mendes, Santos, Perna, & Teixeira, 2012). Esta ferramenta não foi concebida como um substituto para os modelos de gestão financeira, mas sim como um instrumento para equilibrar as atividades de curto prazo com objetivos a médio e longo prazo (Kaplan & David, 1996). Dada a necessidade de uma organização para gerenciar todos os seus recursos, como também à crescente concorrência na sociedade da informação e da tecnologia, o BSC desenvolveu-se rapidamente, em reconhecimento do seu potencial e emergiu como um novo sistema de gestão estratégica (Butler, 1997).

O BSC, por exemplo, pode ser visível num quadro onde são expostos diversos indicadores. Segundo esta ferramenta, esses indicadores são baseados em quatro perspetivas:

- Financeira;
- Cliente;
- Processos internos;
- Melhoria e crescimento.

Os KPIs¹¹ mais utilizados no *gemba* são os seguintes: contagem de peças boas e más, taxa de rejeição, taxa de produção, objetivos, takt time, OEE e tempo total de paragem.

Assim, através desta ferramenta a organização é capaz de fornecer informação credível aos líderes e às suas equipas, garantindo que os seus planos estão a ser implementados eficiente e eficazmente. Permite também que toda a organização de alinhe numa determinada visão e com objetivos estratégicos iguais. Desta forma, diferentes equipas trabalham para objetivos comuns, enquanto o BSC lhes fornece o feedback sobre o progresso dos mesmos,

¹¹ Key Performance Indicator – Indicador que mede o nível de desempenho de um processo chave

conseguindo assim que estas procurem sempre as metas estabelecidas de forma eficaz e eficiente.

No entanto e apesar das vantagens, o BSC ainda origina muitos debates. Isto porque demasiadas vezes os colaboradores confundem os meios com os fins, e associam o cumprimento de objetivos à obtenção de regalias monetárias, além de certa forma, classificar as equipas. Esta perspetiva pode ser perigosa, criando muitas das vezes um clima de competição indesejado, já que leva à classificação de alguns dos colaboradores como pouco produtivos, assim como congratula monetariamente os que obtiveram bom desempenho. Além disto, o BSC mostra uma realidade que muitas das vezes a empresa não quer expor para clientes e fornecedores, criando assim um paradigma para a gestão. Tudo vai depender de como é aplicada a ferramenta na organização e da sua orientação à visão interna (Rodrigues, 2012).

Cabe a cada organização determinar de que forma consegue tirar partido do BSC, para dessa forma conseguir tirar o melhor resultado da aplicação da ferramenta. A disponibilização de informação alusiva a medidas e ações tomadas contribui para a melhoria e reconhecimento dos colaboradores. Estes ficam motivados e orgulhosos se os dados forem positivos, mas pode originar constrangimento e falta de confiança se os dados forem negativos.

4.1.11.2. KAMISHIBAI

O termo *Kamishibai*, que significa “Teatro de papel”, remonta ao antigo Japão do século XII e era uma forma de se contar histórias e educar crianças de forma simples, executado por artistas que andavam pelas ruas utilizando cartazes com desenhos. No verso de cada um desses cartazes havia um texto escrito, com uma determinada sequência que servia como guião para o artista. Baseado nisto, o *kamishibai* foi transposto para a indústria, nomeadamente para a Toyota. Aqui, onde a aplicação do *lean management* criou um impacto positivo de tal forma acentuado, começou-se por designar de *Kamishibai* uma ferramenta de auditoria interna, na qual incentivava de uma forma lúdica e criativa, os administrativos e chefias a ir ao *Gemba* para auditarem e verificar as melhorias da organização, investigando se tudo se encontrava em perfeito estado. O objetivo durante esta auditoria não era achar culpados ou julgar alguém, mas sim os próprios administradores darem opiniões e auxiliarem no cumprimento dos objetivos de melhoria contínua (Pereira, 2013).

O *Kamishibai* costuma ser composto por vários cartões, no qual estão representados sectores das empresas. Nesses cartões, existem itens ou objetivos referentes ao local, que devem ser cumpridos. Caso o *Kamishibai* seja satisfeito na totalidade é colocado no quadro um cartão com a cor verde assinalada, caso contrário é colocada a cor vermelha (Moreira, 2013).

Com esta ferramenta, é possível qualquer pessoa fazer uma auditoria de forma intuitiva e perceber a situação da empresa. Não tem como objetivo identificar as pessoas que estão a cometer os erros, mas o principal objetivo é o de treinar as pessoas a perceber os problemas e desenvolver mecanismos para os resolver (Barros, 2011).



Figura 79 – Contador de histórias no Japão com o *Kamishibai* (retirado de (Santos, 2013))

Responsible Lead _____

CARDS		Line 1 Kamishibai Board					
1 st Shift	2 nd Shift	PROBLEM/COUNTERMEASURE INFORMATION					
		#	OK	NG	Problem Statement	Root Cause	Countermeasure
Green	Green	1	✓				
Green	Green	2	✓				
Green	Green	3	✓				
Red	Green	4		✓	No set-up tooling	Not sent to regrind	Add visual stand
	Green	5					
	Green	6					
	Green	7					
	Green	8					
	Green	9					
	Green	10					

Figura 80 – *Kamishibai* eletrónico (retirado de (Institute, 2013))



Figura 81 – Quadro *Kamishibai* aplicado numa organização (retirado de (opex, 2012))

4.1.12. OEE

O OEE ou *Overall Equipment Effectiveness*, tem em consideração as fontes mais comuns de perda de produtividade e transforma-os em métricas consistentes que podem ser usadas para monitorar e melhorar o processo produtivo, com aplicações em máquinas, células de manufatura e linhas de montagem, sendo frequentemente utilizado como um indicador chave de desempenho (KPI) em Manutenção Produtiva Total (TPM) (Robbins, 2008).

Esta ferramenta foi desenvolvida por Nakajima (Nakajima, 1988) com a finalidade de se tornar o indicador chave do TPM.

Segundo Robert Williamson (Williamson, 2008) a origem do OEE foi calculada através de:

$$OEE = Disponibilidade * Qualidade * Performance$$

Equação 1

onde,

$$Disponibilidade = \frac{\text{Tempo de operação}}{\text{Tempo de produção planeado}}$$

Equação 2

$$Qualidade = \frac{Total\ de\ peças\ boas}{Total\ de\ peças\ produzidas}$$

Equação 3

$$Performance = \frac{\frac{Tempo\ ideal\ de\ ciclo}{Tempo\ de\ operação}}{Tempo\ total\ de\ produção}$$

Equação 4

“OEE é a medição total (ou seja, toda, completa e inclusiva) da performance do equipamento - grau em que o ativo está a fazer o que é suposto fazer.” (Williamson, 2008).

Esta ferramenta é apresentada em dois formatos: dados numéricos e percentuais. Os dados numéricos são razões de perdas quantificadas categorizadas por tipos específicos de perda relacionados com o equipamento. Estes dados ou informações são usados para identificar os prejuízos relacionados com ativos únicos (máquina ou equipamento) e/ou prejuízos relacionados com o processo único de fluxo, com a finalidade de melhorar o desempenho do ativo e a sua confiabilidade. Os dados percentuais são cálculos relativos de comparação usados para um equipamento ou um processo específico durante um período de tempo. São usados para inquirir a tendência de melhoria ou declínio da eficiência em equipamentos ao longo de um período de tempo (Robbins, 2008).

O cálculo do OEE é realizado tendo em consideração 3 grandes grupos:

- Perdas causadas por paragens não planeadas (disponibilidade)
- Perdas resultantes do equipamento não funcionar á velocidade nominal (eficiência\velocidade)
- Perdas da qualidade dos produtos (qualidade)

Estes 3 grupos são a representação das “6 grandes perdas dos equipamentos”(Moore, 2007).

- Paragens (avarias de equipamentos)

- *Setup* e afinações (mudança de referências, ajustes\afinações e outras paragens)
- Micro-paragens (pequenas paragens devido às características da produção)
- Velocidade operacional reduzida
- Rejeições no arranque
- Rejeições em produção

Os 3 grandes grupos em fatores numéricos multiplicados representam o OEE (Almeida, 2012).

O percentual médio do OEE em fábricas é de 60% (Robbins, 2008), sendo que para Nakajima a meta ideal de um OEE é de 85%. Este valor é considerado “World Class OEE” (Almeida, 2012).

Embora, historicamente, os cálculos do OEE terem sido considerados ferramentas para diretores financeiros e outros executivos, os dados de hoje estão a ser usados para capacitar as pessoas que mais podem melhorar a produtividade: aquelas que estão no *Gemba*. Prestar atenção às métricas OEE no piso da fábrica, pode produzir alguns resultados impressionantes. Segundo um relatório da ARC Advisory Group em 2003, em parceria com a Kraft para aumentar a rentabilidade através de OEE, conclui-se que linhas com operadores com completa funcionalidade OEE instalada, estariam a contribuir com 2-3% maior poupança em comparação com linhas sem funcionalidade OEE (Robbins, 2008).

Para se alcançar uma gestão industrial eficiente, é necessário deter um conjunto de indicadores que retratem o desempenho industrial da fábrica. Isto tem como objetivo maximizar a operacionalidade e o desempenho dos equipamentos em termos de eficiência e qualidade. O OEE deve ser um destes indicadores relevantes (Vallespir & Alix, 2010).

No entanto, e apesar da relevância dos seus resultados, o OEE não pode ser generalizado ou visto de forma singular, dado que é apenas um valor genérico. Deve ser complementado com outros indicadores de desempenho, isto porque, o OEE calcula a eficiência tendo apenas por base os tempos de produção que efetivamente o equipamento está a produzir. As avaliações de indicadores que tenham em consideração as taxas de utilização dos equipamentos devem ser consideradas, sendo exemplo disso a taxa de utilização dos equipamentos ou o TEEP. Uma outra perspetiva errada na avaliação do OEE é analisar o resultado singularmente, ou seja, sem consideração às 3 variáveis que o compõem (Almeida, 2012).

Resumindo, o principal objetivo do OEE não é fornecer um indicador de desempenho ótimo mas sim, fornecer um indicador simples e capaz de passar a informação necessária para objetivar onde devem ser gastos os recursos de melhoria no sistema.

O Lean Thinking e as suas metodologias são suscetíveis de serem aplicadas em qualquer organização ou setor produtivo. No entanto, a forma como se abordam os problemas e as suas resoluções diferem de caso para caso. As resoluções adotadas devem ser monitorizadas constantemente, e todos os colaboradores devem dar o seu contributo para que os objetivos da empresa sejam cumpridos, dando especial importância à redução de desperdício.

Importa ainda referir que o autor optou por não colocar outras metodologias que acompanham o pensamento Lean, como por exemplo, o *Kanban*, o SMED (Single Minute Exchange of Die), o Push/Pull, Análise ABC ou FMEA (Failure mode and effects analysis), uma vez que não serão relevantes no caso de estudo deste projeto.

5. CASO DE ESTUDO

Após um crescimento acentuado ao longo dos anos em funcionamento, e com as previsões para os próximos anos a apontarem para a manutenção da tendência de crescimento, foi necessário fazer uma introspeção e perceber quais eram os maiores problemas da empresa para conseguir acompanhar a procura do mercado, investindo racionalmente e rentabilizando ao máximo os recursos disponíveis. O Diretor Geral da Sakthi Portugal o Sr. Jorge Fesch, em colaboração com o Instituto Kaizen desenvolveu um “Programa Mãe”, com inúmeros subprojectos para, de certa forma, permitir a Sakthi manter-se na vanguarda da filosofia Lean e conseguir ser um dos fornecedores de topo na Indústria Automóvel.

Depois de analisada a situação inicial, foi necessário desenhar uma visão futura. Partindo dos problemas identificados, criou-se um modelo futuro melhorado. Este modelo depois de discutido motivou todas as pessoas envolvidas e alimentou o projeto com o objetivo comum de aumento de produtividade. Esta visão enquadra as metodologias Kaizen em três vetores principais: integração de operações, organização das áreas produtivas e reestruturação da logística interna.

Neste capítulo, é feita uma análise dos problemas identificados na organização e posteriormente é descrita a aplicação das metodologias Kaizen anteriormente apresentadas

na revisão bibliográfica, isto de forma à definição de soluções para os problemas identificados.

5.1. ANÁLISE

Numa visão macro da empresa anterior à implementação das melhorias encontradas, foi possível encontrar os pontos-chave responsáveis pelos principais problemas na produção.

Um dos maiores problemas, e talvez o mais importante, era a perceptível falta de comunicação entre secções. Apesar de haver uma pessoa responsável por turno pela produção, a passagem de informação entre secções era incrivelmente lenta, ou muitas vezes, inexistente, muito devido à imensidade de assuntos a tratar.

As consequências faziam-se sentir nas linhas de moldação, que, por exemplo, no caso de avaria de um dos fornos, continuavam a trabalhar sem saber qual a quantidade de ferro disponível. Obviamente, esta situação gerava uma enorme confusão quando se começava a sentir a falta de matéria-prima para trabalhar nas linhas.

Na realidade a falta de visibilidade dos processos era comum. Por exemplo, se uma máquina avariasse, os forneiros muito raramente tinham acesso a essa informação, não tendo assim meios para conseguir fazer o balanceamento do ferro a vazar para os canais de manutenção. Estas ocorrências no fundo apontavam para problemas relacionados com o desnivelamento dos fluxos produtivos.

Muitas das vezes, o *mix* de produtos em dado momento na produção, em termos de consumos, ultrapassava aquilo que era possível produzir pela operação a montante que era a fusão. Esta situação poderia ainda ser agravada se *buffers* intermédios se encontrassem com um baixo nível de ferro disponível, levando à inevitável falta de ferro (matéria-prima) nas máquinas de moldar. O oposto igualmente acontecia, quando as referencias a produzir não conseguiam acompanhar o que era gerado na fusão, isso resultava na paragem desnecessária dos fornos. Era portanto, bem perceptível a difícil gestão dos fluxos de materiais e os problemas que daí resultavam.

A falta de informação prejudicava ainda a secção da moldação no que toca à disponibilização de machos. Era muito frequente, em cada turno, realizarem-se demasiadas mudas de placas devido à falta de machos para produzir as quantidades pedidas pela logística. Obviamente,

uma gestão cuidada dos machos disponíveis evitaria muitas das trocas efetuadas, rentabilizando a produção.

A limitação das referências alocadas a cada máquina gerava também algum incómodo, na vertente de se produzirem determinadas famílias em determinadas máquinas, i.e., cada linha de moldação ter uma família de produtos associada. Como visto anteriormente no capítulo 3.1.2, apesar de existirem 3 DISAS de moldação vertical, o nível de tecnologia de cada uma delas difere bastante. De certa forma, ao utilizar referências com tempo de vazamento menores, ou seja mais rápidas, em máquinas mais lentas e vice-versa, não era possível aproveitar e retirar o maior rendimento possível das mesmas. Observava-se desta forma, uma enorme falta de flexibilidade por parte das linhas moldação em fundir produtos que não fossem da sua família de referências. Este fenómeno ainda se agravava mais quando se consideravam cenários de pedidos urgentes devido a atrasos de entrega aos clientes, em que era necessário fundir em máquinas capazes de o fazer mas impossibilitadas por questões administrativas.

A constituição das equipas criava também impedimentos se fosse necessário trabalhar com referências que necessitam de macho. Era usual não ser possível produzir as ordens de fabrico necessárias devido à constituição das equipas não o permitir. Isto aliado ao problema do não balanceamento dos fluxos, dificultava imenso a gestão da produção.

As anomalias identificadas atrás ainda eram agravadas nas horas de mudança de turno e quando pelo menos 2 elementos em cada equipa paravam para as refeições. Outra das dificuldades encontradas era a falta de recursos, neste caso, empilhadores de transporte de ferro.

Analisando o nível de produção que a organização tinha atingido, era notório que apenas duas máquinas de transporte de ferro eram insuficientes para a cadência identificada nas linhas de moldação. Isto gerava “conflitos” entre os responsáveis das máquinas, querendo obviamente, que as suas linhas de moldação não corressem o risco de se encontrarem em rotura de material. Esta situação acarretava enormes problemas em termos de acerto de composição química, principalmente nos níveis de Magnésio, elemento químico responsável

pelo defeito de rechupe¹² se não fosse cuidadosamente controlado. Aliado a este facto, havia ainda o problema da temperatura das banheiras e dos colherões de transporte, que têm de ser mantidas num intervalo de temperaturas para não haver perigo de choque térmico. Esta última situação só podia ser controlada se houvesse constante movimento de ferro a ser transportado e entregue às linhas de moldação.

Por fim, mas não menos importante, era a falta de coordenação na fusão. O vazamento em simultâneo de um dos fornos ABB e um dos fornos INDUCTOTHERM impossibilita a retirada de ferro em simultâneo dos canais ASEA 1 e 2. No entanto, esta ocorrência acontecia demasiadas vezes, levando conseqüentemente ao atraso na entrega do ferro às máquinas de moldação.

Todas estas situações geravam perdas significativas na produção, que somadas diariamente, colocavam seriamente em causa os objetivos definidos pela organização. Na tabela seguinte, enumera-se de forma sucinta todos estes problemas.

Tabela 3- Resumo dos problemas encontrados

Situação	Problema Originado Produção
Falta de Comunicação	Falta de informação corrente Lentidão na passagem da informação Falta de coordenação entre todas as secções
Consumo	Desnivelamento do rácio consumo de metal / metal vazado Gestão ineficiente do ferro

¹² No processo de fusão, o metal sofre um aumento de volume. Quando este solidifica, ocorre uma contração, a qual pode resultar em defeitos na peça. O rechupe é caracterizado por um vazio na superfície de uma peça após o seu arrefecimento completo. Na solidificação do metal, ocorre uma maior troca de calor na porção de metal que está diretamente em contato com as paredes do molde, ou seja, na parte mais externa. À medida que o metal solidifica na parte mais externa, esta passa a envolver a região interna que ainda permanece líquida. Durante esta transformação de fase, o metal contrai, diminuindo o volume de metal, originando uma falta de material para preenchimento do molde, criando desta forma o rechupe (Montero, Gemeli, & Rossari, 2013).

Flexibilidade de Recursos	<p>Limitações de referências a certas máquinas</p> <p>Formatação das equipas</p> <p>Poucos empilhadores de ferro disponíveis para linhas de moldação</p>
Falta de coordenação dentro das secções	<p>Vazamento de vários fornos em simultâneo</p> <p>Empilhadores de ferro sem rota definida</p>

5.2. VISÃO PROGRAMA F1

Depois de identificados os problemas no processo produtivo referidos na Tabela 3, foi então formulado uma estratégia de melhoria designada por “Programa F1”. Este programa, tal como o nome indica se baseia nas corridas efetuadas no desporto automóvel.

Todas as equipas que participam com os seus carros nos GP (Grandes Prémios) de Fórmula 1 necessitam de certos critérios e condições para poder realmente disputar as corridas. Se estes critérios não forem cumpridos ou se não conseguirem reunir todas as condições necessárias, simplesmente o carro não participa na corrida. Sendo que, a equipa a equipa em última instância era a responsável de tornar elegível o veículo para participar no próximo GP.

Na Sakthi Portugal, com o Programa Formula 1, foi introduzido, de certa forma, o mesmo princípio na gestão da produção.

Dividindo as principais áreas de produção da empresa em equipas, um dos objetivos principais destas é participar no maior número possível de corridas. Para atingir este objetivo algumas equipas dependem de outras situadas mais a montante no processo produtivo. Por exemplo, as equipas de moldação dependem da equipa de fusão. Se a equipa de fusão falhar uma corrida, pode colocar em causa a corrida das equipas de moldação.

Com este desafio presente no processo de melhoria, aliado a uma melhor gestão do ferro disponível por parte dos membros responsáveis, procura-se atingir um fluxo produtivo equilibrado, eficaz e eficiente.

A visão global preconizada no Programa Formula 1 é retratada no Diagrama 2 com a identificação dos três eixos principais de atuação: o planeamento, a melhor gestão dos recursos humanos e por último a implementação de uma política de melhoria contínua.

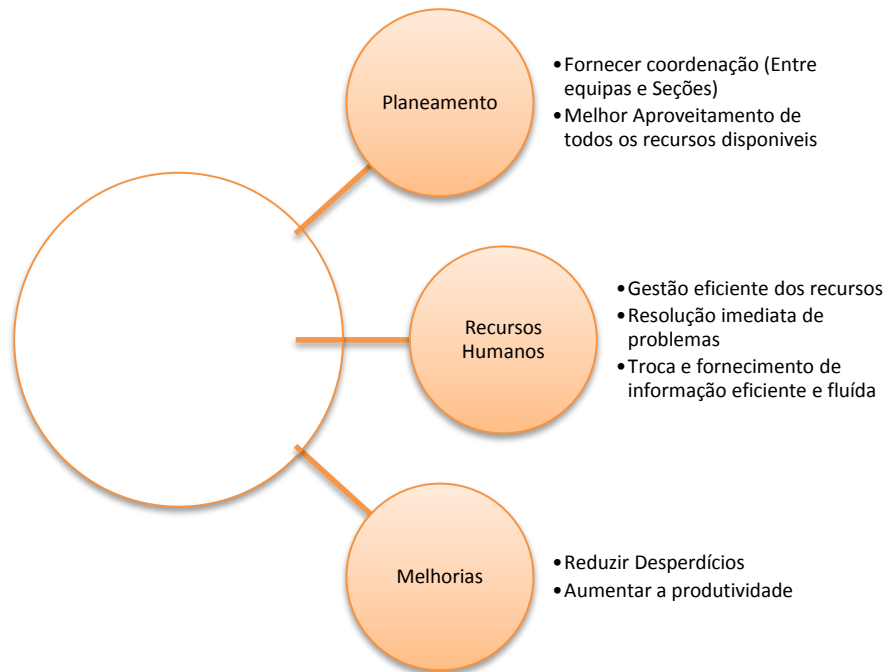


Diagrama 2 – Visão do “Programa F1”

5.3. IMPLEMENTAÇÃO

Apresentando com maior detalhe este conceito de equipas interdependentes e motivadas, é possível perceber melhor a base do programa e a sua implementação.

O primeiro passo foi aproveitar o facto de todas as áreas de produção já se encontrarem divididas em equipas, devido a implementações anteriores de programas Kaizen na organização.

Assim sendo, como se pode verificar na Tabela 4, a área produtiva dividiu-se nas seguintes equipas:

Tabela 4 – Equipas existentes na área produtiva da Sakthi Portugal

Equipa	Unidade de Negócio Correspondente
--------	-----------------------------------

Lion	Fusão
Leopard	MK4
Tiger	D230
Panther	MK5
Jaguar	GF
Puma	Periféricos (Inclui Macharia, Areias e Periféricos)
Lince	Tratamento de Superfícies

Similarmente à Fórmula 1, todas as equipas concorrem entre si para serem as melhores, apesar de se saber que existem equipas com melhores carros ou motores, neste caso, melhores equipamentos de moldação. No entanto, é também perceptível que a equipa de Fusão não consegue e não pode concorrer contra uma equipa de Moldação dado que funcionam sob diretivas distintas, ou seja, não realizam o mesmo tipo de operação. No entanto, mesmo não seguindo os mesmos indicadores de produção, todas perseguem o mesmo objetivo: participar na corrida, neste caso, cumprir o seu ciclo, ou seja cumprir o plano de produção.

O termo ciclo é o mais importante deste conceito. Isto porque, como visto anteriormente, um dos objetivos principais de todas as equipas é a participação na corrida. Este objetivo no caso em questão, dependendo das equipas, difere de, por exemplo, o vazamento de um forno dentro da hora estabelecida, ou, o cumprimento das horas de vazamento de ferro por parte dos empilhadores para a banheira de uma das linhas de moldação.

5.3.1. EM QUE CONSISTE O CICLO?

O ciclo, no seu conceito mais simples, é a corrida, ou seja, para uma equipa ser eficaz, é necessário cumpri-lo. Obviamente para diferentes secções (equipas), diferentes ciclos.

Assim de seguida são apresentados os ciclos pretendidos por equipa.

5.3.1.1. FUSÃO

5.3.1.1.1. FORNOS

Como visto anteriormente, na secção da fusão existem 4 fornos de fusão. Apesar de serem diferentes uns dos outros (2 fornos ABB e 2 fornos INDUCTOTHERM), cada um necessita de aproximadamente 45/50 min para realizar uma fornada completa antes do ferro estar preparado para ser transferido aos fornos de manutenção. Assim, foi estipulado que para cada forno, existiria um ciclo de 1h, com tolerância de 5 min. Dividindo os 60 minutos em 4 partes correspondentes a 4 fornos, é possível obter-se de 1 vazamento por parte dos diferentes fornos a cada 15 minutos (ver Tabela 5).

Tabela 5 – Hora de vazamento dos fornos

Forno	Hora de vazamento
Forno A	xxh00
Forno I4	xxh15
Forno B	xxh30
Forno I5	xxh45

Desta forma, é possível ter um fornecimento constante de ferro líquido ao próximo cliente, neste caso, a moldação. Com este fluxo nivelado evitam-se perdas desnecessárias de ferro, como também elimina-se o problema de ter vários fornos a vazar ao mesmo tempo, que como visto anteriormente na seção 5.1, se um dos fornos ABB e um dos fornos INDUCTOTHERM vazar ao mesmo tempo, impossibilita a retirada de ferro em simultâneo dos canais ASEA 1 e 2.

Se por alguma razão, o vazamento de qualquer um dos fornos ficar comprometido por consequência de uma avaria ou outro tipo de anomalia, o equipamento em questão perde o seu ciclo e espera pelo próximo correspondente, não pondo em causa, desta forma, o

vazamento dos outros fornos. Todos os ciclos usufruem de 5 min de tolerância de atraso ou avanço.

5.3.1.1.2. EMPILHADORAS DE FERRO LÍQUIDO

Depois de resolvida a questão do fornecimento constante de ferro ao “supermercado”, é necessário que esse fornecimento seja também constante ao “cliente”. Assim sendo, foram criadas normas de abastecimento para cada linha de moldação, distribuindo-se da seguinte forma os 3 empilhadores de ferro líquido disponíveis pelas 4 linhas de moldação:

Empilhador nº 1 – Abastece MK4 e GF

Empilhador nº 2 – Abastece somente MK5

Empilhador nº 3 – Abastece D230 e GF

Dado que o tempo de *fading*¹³ das DISAS é de 12 min e na GF é de 15 min, foram criados ciclos de 10 e 15 min, respectivamente para todas as linhas de moldação, para que seja transportado o ferro necessário às banheiras das máquinas dentro do tempo de *fading*.

Assim, cada empilhador tem 3 ciclos de 10 min em cada meia hora a ser cumpridos, e 2 ciclos de 15 min (5 no total) no caso dos empilhadores nº 2 e nº 3.

Na Tabela 6 é apresentado de forma resumida os ciclos dos 3 empilhadores.

Tabela 6 – Resumo dos ciclos dos transportadores de ferro líquido

Horas		Empilhador 1		Empilhador 2	Empilhador 3
1ª meia hora	xxh00 – xxh09	MK4	GF	MK5	D230

¹³ Tempo de *fading* – Tempo necessário para que o inoculante perca eficiência. O efeito do inoculante (aditivo que permite a formação de grafite durante a solidificação, elevando o número de células eutécticas) não é permanente e decresce a partir da adição do mesmo. O controle do tempo de vazamento após a adição do inoculante é fundamental para a eficiência do processo de inoculação (Verran, s.d.).

	xxh10 – xxh19	MK4		MK5	D230	GF
	xxh20 – xxh29	MK4		MK5	D230	
2ª meia hora	xxh30 – xxh39	MK4	GF	MK5	D230	
	xxh40 – xxh49	MK4		MK5	D230	GF
	xxh50 – xxh59	MK4		MK5	D230	

Tal como no Sector Fusão, se por alguma razão, algum ciclo apresentar um risco de não cumprimento (seja por causa da máquina de moldação, empilhador ou outra razão qualquer) este não deve ser efetuado para não suscitar atrasos nos ciclos seguintes. Todos os ciclos usufruem de 1 min de tolerância de atraso ou avanço.

Para melhor perceção dos ciclos dos empilhadores de ferro e a sua movimentação no espaço fabril, são mostrados em seguida nas Figuras 79, 80 e 81, os percursos efetuados por estes, com os tempos correspondentes.

Empilhador nº 1

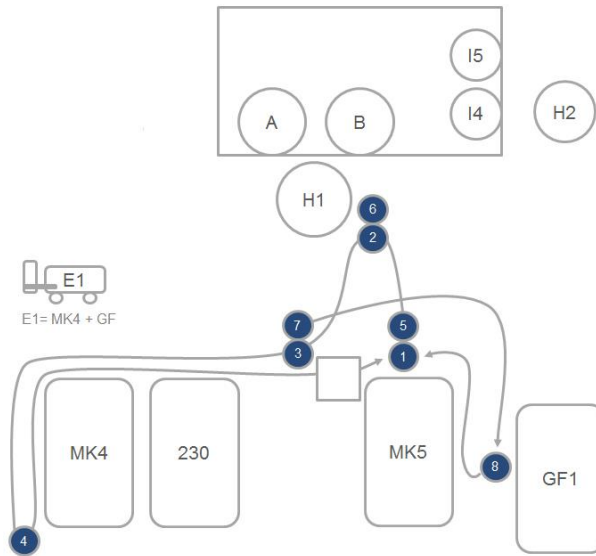


Figura 82 – Movimentação do Empilhador nº 1

Tabela 7 – Norma de abastecimento do empilhador nº 1

Hora	Nº da operação	Operação
xxh00	1	Pesagem dos aditivos no colherão
xxh01	2	Retirar ferro do ASEA 1 ou 2
xxh02	3	Retirar escória e adicionar nodularizante (se necessário)
xxh03	4	Abastecer banheira da MK4
xxh04	5	Pesagem dos aditivos no colherão
xxh05	6	Retirar ferro do ASEA 1 ou 2
xxh06	7	Retirar escória e adicionar nodularizante (se necessário)
xxh07	8	Abastecer banheira da GF
Aguardar posição ate às xxh10		
xxh10	1	Pesagem dos aditivos no colherão

xxh11	2	Retirar ferro do ASEA 1 ou 2
xxh12	3	Retirar escória e adicionar nodularizante (se necessário)
xxh13	4	Abastecer banheira da MK4
Aguardar posição ate às xxh20		
xxh20	1	Pesagem dos aditivos no colherão
xxh21	2	Retirar ferro do ASEA 1 ou 2
xxh22	3	Retirar escória e adicionar nodularizante (se necessário)
xxh23	4	Abastecer banheira da MK4
Aguardar posição ate às xxh30 e recomeçar novo ciclo de 30 min (3x 10 min)		

Após a pesagem de aditivos e adição de sucata ao colherão no controlo de processo (Op. 1), a empilhadora dirige-se a um dos dois canais de manutenção disponíveis para retirar ferro (Op 2).

Posteriormente, dirige-se novamente ao controlo de processo para retirar escória remanescente dos canais e adicionar nodularizante e/ou boro, conforme seja necessário (Op 3).

Após realizada esta operação, a empilhadora dirige-se à linha de moldação MK4 para abastecer a banheira (Op. 4).

Todas estas operações não necessitam de seguir à regra os minutos especificados na tabela 5, desde que não atrasem a Op.5, que necessita de ter o maior rigor ao cumprir o minuto estabelecido ($xxh04 \pm 1$ min), dado que, nesta altura começa o percurso de abastecimento da linha GF.

Este percurso é em tudo semelhante ao percurso efetuado à linha de moldação MK4, com a única mudança a ser a linha de moldação a que se destina o ferro. Tal como anteriormente, estas operações não necessitam de seguir à regra os minutos especificados na tabela 5, desde

que não atrasem a Op.1 do ciclo seguinte, onde se recomeça o percurso de abastecimento da MK4.

Este ciclo já não vai incluir o abastecimento da linha GF. Só depois de se terem realizado 3 ciclos de 10 min no total, se recomeça um novo ciclo de 30 min.

Empilhador nº 2

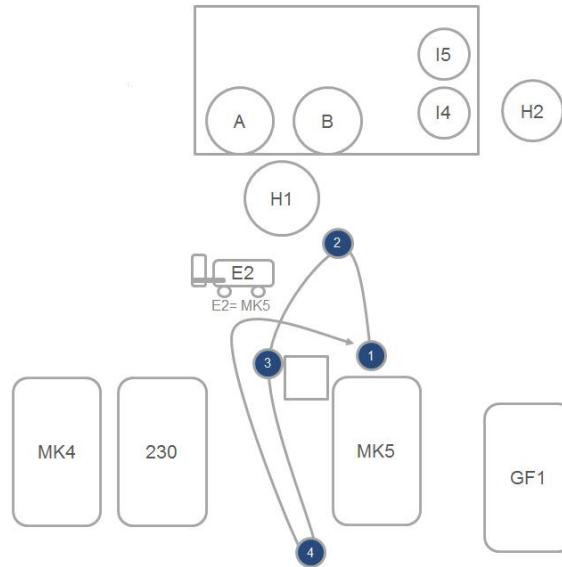


Figura 83 – Movimentação do Empilhador nº 2

Tabela 8 – Norma de abastecimento do empilhador nº 2

Hora	Nº da operação	Operação
xxh06	1	Pesagem dos aditivos no colherão
xxh07	2	Retirar ferro do ASEA 1 ou 2
xxh08	3	Retirar escória e adicionar nodularizante (se necessário)
xxh09	4	Abastecer banheira da MK5
Aguardar posição ate às xxh16		
xxh16	1	Pesagem dos aditivos no colherão

xxh17	2	Retirar ferro do ASEA 1 ou 2
xxh18	3	Retirar escória e adicionar nodularizante (se necessário)
xxh19	4	Abastecer banheira da MK5
Aguardar posição ate às xxh26		
xxh26	1	Pesagem dos aditivos no colherão
xxh27	2	Retirar ferro do ASEA 1 ou 2
xxh28	3	Retirar escória e adicionar nodularizante (se necessário)
xxh29	4	Abastecer banheira da MK5
Aguardar posição ate às xxh36 e recomeçar ciclo de 30 min (3 x 10 min)		

O ciclo da empilhadora de ferro que abastece a linha de moldação MK5 é também idêntico ao ciclo da linha MK4, contendo todas as operações efetuadas vistas anteriormente.

Porém, esta empilhadora não abastece a linha GF, sendo esta a única que apenas fornece ferro a uma única linha. Novamente, depois de se terem realizado 3 ciclos de 10 min no total, recomeça um novo ciclo de 30 min.

Empilhador nº 3

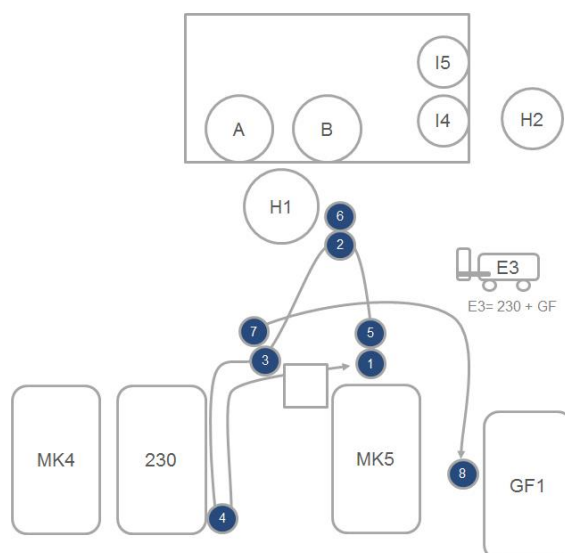


Figura 84 – Movimentação do Empilhador nº 3

Tabela 9 – Norma de abastecimento do empilhador nº 3

Hora	Nº da operação	Operação
xxh03	1	Pesagem dos aditivos no colherão
xxh04	2	Retirar ferro do ASEA 1 ou 2
xxh05	3	Retirar escória e adicionar nodularizante (se necessário)
xxh06	4	Abastecer banheira da D230
Aguardar posição ate às xxh13		
xxh13	1	Pesagem dos aditivos no colherão
xxh14	2	Retirar ferro do ASEA 1 ou 2
xxh15	3	Retirar escória e adicionar nodularizante (se necessário)
xxh16	4	Abastecer banheira da D230
Aguardar posição ate às xxh19		

xxh19	5	Pesagem dos aditivos no colherão
xxh20	6	Retirar ferro do ASEA 1 ou 2
xxh21	7	Retirar escória e adicionar nodularizante (se necessário)
xxh22	8	Abastecer banheira da GF
xxh23	1	Pesagem dos aditivos no colherão
xxh24	2	Retirar ferro do ASEA 1 ou 2
xxh26	3	Retirar escória e adicionar nodularizante (se necessário)
xxh27	4	Abastecer banheira da D230
Aguardar posição ate às xxh33 e recomeçar novo ciclo de 30 min (3x 10 min)		

O percurso de abastecimento efetuado pelo empilhador nº 3 é praticamente idêntico ao percurso do empilhador nº 1, dado que ambos abastecem a GF. Apenas difere na hora a que a abastece. Se adicionarmos 15 min ao primeiro ciclo da GF, obtemos a hora a que é necessário o segundo abastecimento, nesta altura efetuado pelo empilhador nº 3. Mais uma vez, tal como anteriormente, estas operações não necessitam de seguir à regra os minutos especificados na tabela 8, desde que não atrasem a Op.1 ou a Op. 8, onde se recomeça o percurso de abastecimento da D230 e GF.

Se todas as operações críticas forem realizadas dentro do tempo especificado, garante-se um constante fluxo de ferro desde a fusão até à moldação, sem que seja necessário parar máquinas à espera de ferro.

5.3.1.2. MOLDAÇÃO

Nas linhas de moldação, cada máquina efetua 2 ciclos por hora, 1 por cada meia hora. No entanto, os ciclos das linhas de moldação dependem quase exclusivamente dos ciclos dos empilhadores de ferro líquido. Isto porque, se algum ciclo não for cumprido por parte do empilhador responsável por fornecer ferro à máquina, esta não cumpre o seu ciclo. Em seguida é apresentada na Tabela 10 os ciclos de moldação.

Tabela 10 – Ciclos das linhas de moldação

Ciclo das Linhas de Moldação	1º Ciclo (1ª meia hora)			2º Ciclo (2ª meia hora)		
	xxh00 – xxh09	xxh10 – xxh19	xxh20 – xxh29	xxh30 – xxh39	xxh40 – xxh49	xxh50 – xxh59
MK4	1 Ciclo (Emp. nº 1)	1 Ciclo (Emp. nº 1)	1 Ciclo (Emp. nº 1)	1 Ciclo (Emp. nº 1)	1 Ciclo (Emp. nº 1)	1 Ciclo (Emp. nº 1)
D230	1 Ciclo (Emp. nº 3)	1 Ciclo (Emp. nº 3)	1 Ciclo (Emp. nº 3)	1 Ciclo (Emp. nº 3)	1 Ciclo (Emp. nº 3)	1 Ciclo (Emp. nº 3)
MK5	1 Ciclo (Emp. nº 2)	1 Ciclo (Emp. nº 2)	1 Ciclo (Emp. nº 2)	1 Ciclo (Emp. nº 2)	1 Ciclo (Emp. nº 2)	1 Ciclo (Emp. nº 2)
GF	1 Ciclo (Emp. nº 1)	1 Ciclo (Emp. nº 3)		1 Ciclo (Emp. nº 1)	1 Ciclo (Emp. nº 3)	

5.3.1.3. OUTROS

A equipa Lince (Tratamento de superfície) até ao momento não está integrada no âmbito do “Programa F1”, portanto não existem ciclos a cumprir por parte desta equipa.

A equipa Puma apenas é representada pela Macharia e Areias no Programa, no entanto, só a secção Areias tem um ciclo definido. Cada hora possui 2 ciclos, um em cada meia hora tal como nas equipas de moldação, e este é cumprido se durante esse tempo não se registar nenhuma falha de areia no sistema que comprometa a cadência das máquinas de moldar.

5.3.2. FUNDIDO APROVEITADO (FA)

Apesar de haver vários indicadores de produtividade na Sakthi Portugal, o Fundido Aproveitado (FA) é o indicador chave de desempenho (KPI) usado no programa de Fórmula 1. Este consiste no total de ferro que é realmente aproveitado por cacho para a realização de peças. Na Figura 85 correspondente a um cacho de uma das referências produzidas na empresa, todo o material que está representado a cinzento corresponde a metal vazado mas

que não é aproveitado. Apenas o que está representado a laranja é considerado fundido aproveitado, ou seja faz parte da peça final.

Neste caso particular, cada peça pesa 0,84 kg e o peso total de cacho é de 14 kg, sendo que o rendimento da placa molde é de 48%. Ou seja, por cada cacho vazado desta referência, o total de metal vazado é de 14 kg e o FA é de 6,72 kg.

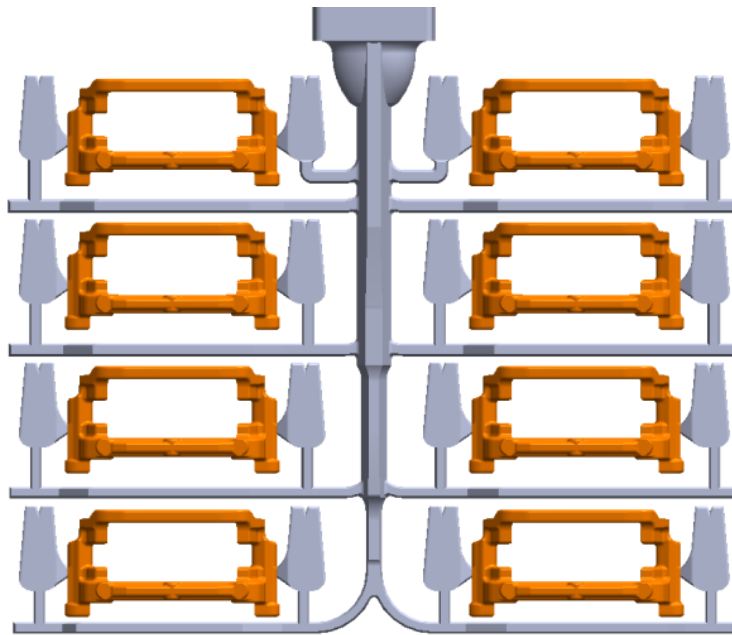


Figura 85 – Representação de um cacho vazado (retirado de (Oliveira, 2013))

Assim sendo, apesar de não ser totalmente linear, é evidente que placas molde com maior rendimento necessitam de menos metal para realizar o mesmo FA/hora que uma placa com menor rendimento.

5.3.2.1. PERDA DE FA

Além do cumprimento dos ciclos, outro dos objetivos fundamentais de ser alcançado é produzir o valor mais alto possível do indicador de desempenho FA. Sendo o valor FA estabelecido como objetivo de 300 ton/dia, essa passou a ser a meta a alcançar em conjunto por todas as equipas.

No entanto, e apesar de se trabalhar para o “Zero Desperdício”, acontecem sempre perdas inesperadas, resultantes das mais variadas razões, sendo uma delas neste caso, o não cumprimento do ciclo.

Como podemos verificar pela tabela 9, o cumprimento de um ciclo de uma linha de moldação está dependente de três ciclos cumpridos pelo empilhador, no caso das DISAS, ou de dois no caso da GF, o que pode levantar um certo sentimento de “injustiça”, dado que, se o empilhador avariar ou falhar o ciclo por outra razão qualquer, a linha de moldação perde um ciclo sem ter responsabilidade dessa ocorrência. Para contrariar esse desequilíbrio e ser o processo de avaliação das corridas o mais justo possível com todas as equipas, foi introduzido o conceito de “Perda de FA alocada à UN”.

Estando cada equipa da moldação a competir para realizar o valor de FA mais alto possível no seu turno, todo o atraso ou falha provocada pela máquina deve ser imediatamente corrigida para minimizar a perda de FA. Porém, se este constrangimento não é provocado pela máquina em questão, mas por exemplo, pelo empilhador de ferro responsável pelo fornecimento de metal, esta perda não deve ser alocada á equipa da Moldação mas sim à equipa de Fusão, neste caso concreto. Isto porque a unidade responsável pelos empilhadores de ferro é a equipa da Fusão.

O mesmo acontece quando uma avaria prolongada num forno de vazamento origina falta de ferro de metal nos ASEAS, originando por sua vez falta de ferro nas máquinas. Estas equipas não estando a produzir, estão a acumular perda de FA, mas não por responsabilidade própria. Assim, todas as perdas de FA são alocadas à unidade que as originou, estabelecendo-se assim um sistema de mérito justo no *gamba*.

5.3.3. OBJETIVOS

Além do ciclo, existem ainda objetivos secundários, não menos importantes, que regulam a atividade das equipas.

Tendo em conta que existem diversos e diferentes tipos de equipamentos na empresa, foram também definidos diferentes objetivos para cada equipamento tendo em conta as suas características. Assim sendo, na Tabela 11, são apresentados os respetivos valores.

Tabela 11 – Objetivos por equipa

Área	Equipamento	Objetivo
Fusão	Forno A	10,8 ton/h

	Forno B	10,8 ton/h
	Forno I4	4,5 ton/h
	Forno I5	4,5 ton/h
Moldação	MK4	260 mold/h
	D230	380 mold/h
	MK5	295 mold/h
	GF	85 mold/h

Sendo o objetivo global das equipas da moldação realizar o valor do indicador FA mais alto possível no seu turno, todos devem lutar pelo objetivo de alcançar ou mesmo ultrapassar o número de moldações/hora previstas em cada máquina. Desta forma é possível atingir o “número mágico” do programa, as 300 toneladas de FA por dia.

Tabela 12 – Objetivos de FA por turno e dia

Turno	Objetivo
Turno C - (23h30 – 06h30)	87 Ton
Turno A - (06h30 – 15h00)	106,5 Ton
Turno B - (15h00 - 23h30)	106,5 Ton
Total Dia	300 Ton

5.3.4. EQUIPA F1

Para ser possível chegar consistentemente às 300 ton/dia de FA, é necessária a melhor e mais eficiente gestão dos meios e recursos disponíveis na produção. Para isso, foi criada uma

equipa, designada “Equipa F1”, que basicamente, controla o processo produtivo e que se certifica que todo o ferro disponível é aproveitado, assegurando ao mesmo tempo que todas as referências pedidas pela Logística são fundidas. Basicamente, esta equipa faz a ponte entre a Logística e a Produção.

Todas as semanas, é entregue um plano pela Logística que contém todas as referências pedidas pelos clientes e as suas quantidades. Através deste plano, a “Equipa F1” discute entre si quais as referências a serem produzidas nas 4 máquinas de maneira a consumir o ferro que está a ser disponibilizado a cada dado momento.

Em condições desejáveis, a moldação tem à disposição 30 ton/h de metal líquido para fundir, provenientes dos 4 fornos de fusão a funcionar em pleno. No entanto, se por qualquer motivo, este valor não chega às 30 ton/h, por avaria de um forno por exemplo, é necessário ajustar o consumo das máquinas. Isto é feito através da gestão das referências a produzir. Como visto anteriormente, diferentes referências têm diferentes consumos, dependendo do peso de peça que influencia o peso de cacho, número de moldes por placa de moldação, etc., e com estas informações, é possível à equipa estabelecer um “mix” que rentabilize ao máximo o volume produzido. O equilíbrio entre o ferro líquido produzido e o consumido pelas linhas de moldação tem de ser perseguido, não originando perdas de ciclo aos fornos por “Canal Cheio”¹⁴, nem parando máquinas por “Falta de Ferro”¹⁵.

Desta forma, é possível aproveitar ao máximo o que está a ser disponibilizado pela Fusão.

No entanto, as avarias são imprevisíveis e não é possível antecipar qual e quando os equipamentos vão avariar.

A única salvaguarda é o metal que está armazenado nos canais de manutenção. Tudo isto tem de ser colocado em consideração na altura de tomar uma decisão pela equipa, quer seja para baixar o consumo quando avaria um forno, ou para aumentar nas restantes máquinas

¹⁴ Canal Cheio: Na altura de vazamento, se a quantidade de metal a vazar pelo forno de fusão for superior à capacidade disponível do forno de manutenção correspondente, o forno de fusão não vaza.

¹⁵ Falta de ferro: Quando não existe metal suficiente para trabalhar e uma das linhas de moldação tem de parar, esta fica parada com “Falta de Ferro”.

quando uma das linhas de moldação está parada. Isto claro, sem nunca esquecer o que está planeado para fundir no plano semanal.

A equipa é formada por nove elementos designados por “Speakers”, três por cada turno laboral e estão distribuídos da seguinte forma:

- **Speaker Backoffice:** Membro responsável por efetuar previsões de produção, receber toda a informação disponível da produção para trata-la posteriormente e apoiar os dois speakers que se encontram no terreno, auxiliando a operação na tomada de decisões.

Este elemento dirige toda a informação que se apresenta em ecrãs distribuídos pelo seu local de trabalho, como também pelos diversos ecrãs distribuídos pela fábrica, apresentando em tempo real o que se está a passar no *gemba*. Assim, é possível a todos os colaboradores, onde quer que estejam situados na organização, saber o que está a passar.

- **Speaker da Fusão:** Responsável pelo acompanhamento da produção de metal líquido e pela sua gestão. Este membro deve ainda monitorizar o funcionamento dos fornos para que estes estejam sempre em pleno funcionamento. É seu dever o acompanhamento das avarias nos equipamentos e avaliar o tempo de paragem.
- **Speaker da Moldação:** Membro responsável pela interligação entre a macharia, placaria, linhas de moldação, periféricos e BackOffice. Após o conhecimento de todas as informações e parâmetros, este organiza o plano de produção, em conjunto com o resto da equipa de forma a potencializar a produção.

Além das responsabilidades atrás enunciadas, a equipa deve ser capaz de apresentar soluções para qualquer anomalia emergente ao longo do período de laboração das diferentes unidades produtivas.

5.3.4.1. MEIOS E RECURSOS

A Equipa F1 tem ao seu dispor alguns equipamentos que auxiliam na comunicação e na tomada de decisões.

No Backoffice, também conhecido como Torre de Controlo, existem dez monitores, cada um correspondente a um equipamento (um monitor para cada um dos quatro fornos; um monitor para cada uma das quatro linhas de moldação, um monitor para os dois ASEA's, e um monitor para o *Kamishibai* e o ranking de turno).

Nestes monitores, são apresentadas informações sempre atualizadas do que se passa com o equipamento em questão. Desta forma, é possível tomar decisões rápidas e seguras de uma maneira mais fácil e sustentada, qualquer que seja o problema em questão que necessite de ser resolvido.

Além dos monitores existentes no Backoffice, existe ainda um por cada linha de moldação e outro no sector da fusão que mostra continuamente o *Kamishibai* e o ranking de turno. Desta forma, é possível a todos os colaboradores a visualização do que se passa no *gemba*.

O membro do Backoffice tem ainda à disposição um computador equipado com várias ferramentas que lhe permitem, por exemplo, saber em tempo real as composições químicas e os resultados dos testes mecânicos realizados nas peças que estão a produzir no momento, temperaturas das banheiras e dos fornos, estado das areias, machos a produzir no momento na macharia, tal como ter conhecimento de quantos machos existem para saber quantas moldações são possíveis de produzir de uma dada referência, estado das placas molde, valores de refugo, etc.. Toda estas informações são vitais para se tomar as melhores, mais rápidas e mais eficientes decisões.

Para comunicarem entre si, todos os membros da equipa possuem um Walkie-Talkie podendo assim trocar informações a qualquer momento.

5.3.4.2. KAMISHIBAI

Esta ferramenta, disponível em todo o *gemba*, permite apresentar as informações mais relevantes de uma forma sucinta e compacta. A Figura 86 apresenta um exemplo de uma *Kamishibai*.



Semana 2 09-01-2014	ASEA 1 26	ASEA 2 23	 		6:40	88,7 Ton	304,1 Ton								
Quinta						Até última hora	PROJEÇÃO DO DIA								
	23:30 - 00:29	00:30 - 01:29	01:30 - 02:29	02:30 - 03:29	03:30 - 04:29	04:30 - 05:29	05:30 - 06:29								
Forno A (:00)															
Forno B (:30)															
Forno I4 (:15)					C3		C3								
Forno I5 (:45)	C3			C3											
Emp 1. MK4 - GF		GF	MK4	MK4		MK4									
Emp 1. D230 - GF		GF													
Emp 2. MK5	MK5														
MK4			M. Banheira	M. Banheira	Aranque		Temp.								
260	6.240	240	-20	250	-30	0	-290	100	-450	190	-520	180	-630	90	-800
D230															
380	9.120	310	-70	330	-120	260	-240	440	-180	430	-130	320	-190	430	-140
MK5		AMC													
295	7.080	185	-119	310	-95	310	-80	315	-69	330	-25	300	-20	310	-5
GF				Limp. Carril											
85	2.040	90	5	58	-22	95	-12	85	-12	90	-7	95	3	95	13
Areias													Areias		
TURNO C															

Figura 86 – Kamishibai apresentado nos monitores

Para incorporar este meio na visão F1, este instrumento foi formatado para contabilizar ciclos e objetivos de todos os equipamentos em questão.

Como podemos verificar na Figura 86, o Kamishibai da F1 está dividido em 4 secções.

5.3.4.2.1. FUSÃO

Cada forno deve ter o seu ciclo apontado com a cor verde se o forno vazou dentro do seu ciclo, vermelho se não vazou (devendo ter escrito a razão sucinta por não o ter feito), ou com as iniciais “C3”, correspondendo estas a “Canal Cheio”.

5.3.4.2.2. EMPILHADORES DE FERRO

Cada empilhador de ferro deve ter o seu ciclo de 30 min apontado com a cor verde se cumpriu todos os seus ciclos de 10 min ou com a cor vermelha se falhou algum desses. Neste último caso, deve ser apontado se o ciclo foi perdido por avaria da máquina, assinalando a máquina em questão, ou assinalando o empilhador transgressor se a falha tiver ocorrido no mesmo.

5.3.4.2.3. LINHAS DE MOLDAÇÃO

Cada linha de moldação deve ter o seu ciclo de 30 min apontado com a cor verde se forem cumpridos todos os seus ciclos dos empilhadores que a abastecem, ou com a cor vermelha se falhou algum desses. Neste último caso, deve ser apontado se o ciclo foi perdido por algum tipo de avaria, assinalando de forma sucinta a avaria em questão, ou assinalando o empilhador transgressor se a falha tiver ocorrido no mesmo.

5.3.4.2.4. AREIAS

Cada ciclo de 30 min deve ser assinalado a verde se não se sentir falha de areia no sistema que comprometa a cadência das máquinas de moldar. Em caso contrário, deve ser assinalado a vermelho com a razão da falha.

O cumprimento dos ciclos por parte das equipas é ainda classificado num sistema de ranking, que acompanha sempre o *Kamishibai* nos monitores.

Desta forma, é possível inserir uma certa “competitividade amigável” nas equipas, conseguindo através disso motiva-las a dar o melhor de si.

Com a data de arranque do projeto a 16/09/2013, foi então possível reunir dados suficientes durante cerca de 4 meses para se conseguir tirar conclusões e apresentar resultados concretos, que são apresentados na seção seguinte.

5.4. RESULTADOS

Com os dados recolhidos, foi possível tratar a informação e analisá-la com o objetivo de se retirarem conclusões.

Ao longo dos 4 meses, foram recolhidos os seguintes dados:

- FA por máquina em cada mês
- N° de moldações por máquina em cada mês
- N° de peças fundidas por máquina em cada mês

Comparando os meses de Setembro, Outubro, Novembro e Dezembro dos anos 2012 e 2013, são apresentados nas seguintes tabelas os resultados do aumento de produtividade obtida em percentagem.

Para realizar estes cálculos, foram tomadas em conta algumas considerações, tais como:

- Não considerar fins de semana ou feriados como dia de produção;
- Não considerar como tempo produtivo as paragens nas máquinas que não tenham sido causadas pelas mesmas.

Tabela 13 – Setembro (Aumento de produtividade de 2012 para 2013 em %)

Máquina	FA	Moldações	Peças
MK4	91	82	72
D230	20	10	8
MK5	-6	2	9
GF	18	16	21
Total	20	17	21

Tabela 14 – Outubro (Aumento de produtividade de 2012 para 2013 em %)

Máquina	FA	Moldações	Peças
MK4	41	32	-9
D230	6	13	8
MK5	4	5	7
GF	13	16	7
Total	3	4	0

Tabela 15 – Novembro (Aumento de produtividade de 2012 para 2013 em %)

Máquina	FA	Moldações	Peças
MK4	208	177	114
D230	13	13	18
MK5	4	21	34
GF	1	5	-11
Total	26	31	32

Tabela 16 – Dezembro (Aumento de produtividade de 2012 para 2013 em %)

Máquina	FA	Moldações	Peças
MK4	67	77	78
D230	34	43	22
MK5	31	41	36
GF	29	17	25
Total	29	34	32

Tabela 17 – Total (Aumento de produtividade de 2012 para 2013 em %)

FA	Moldações	Peças
18	20	20

Como é possível verificar, à exceção da MK5 em Setembro, em todos os meses houve um aumento significativo de FA em todas as máquinas. Este valor excepcional de Setembro pode ser explicado devido ao facto de ter sido nesta mesma altura que as famílias de referências foram redistribuídas pelas máquinas. Até a altura, a MK5 apenas produzia obra com macho, que geralmente garantem mais FA do que obras sem macho. Com a redistribuição, e passando a MK5 a trabalhar com obra sem macho, foi notório alguma perda.

A máquina que mais beneficiou com a redistribuição e com o Programa F1 foi claramente a MK4, que até então, era a máquina com menos prioridade em termos de ferro. Com os dados obtidos, é também possível verificar como evoluiu o tempo total de paragem nas máquinas de moldar devido à ocorrência “Falta de Ferro” (ver Tabela 18).

Tabela 18 – Tempo de paragem por falta de ferro

Ano	Máquina	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2012	MK4	190,33	37,42	19,67	190,33
	D230	33,25	16,67	22,42	33,25
	MK5	36,10	12,42	22,70	36,10
	GF	90,67	9,72	11,38	90,67
2013	MK4	23,78	22,83	20,33	23,78
	D230	16,33	21,33	9,45	16,33
	MK5	13,92	4,67	7,68	13,92
	GF	9,03	3,30	5,24	9,03

É notório que todas as máquinas, sem exceção, beneficiaram imenso com a introdução do programa, não só em termos de FA, como também nas horas de paragem devido à ocorrência “Falta de Ferro”. Isto só demonstra que a passagem facilitada e fluída de informação entre secções e equipas, aliado à melhoria da gestão do ferro e referências a produzir, conduziu à melhoria dos resultados.

Após a implementação de todas as melhorias revistas e esclarecidas neste relatório, existem algumas conclusões que podem ser analisadas e averiguadas.

O estudo estatístico realizado ao longo de 4 meses, comparando valores obtidos durante este período com valores na mesma janela de tempo do ano civil anterior, demonstra com clareza o aumento de produtividade ocorrido. Podemos avaliar este desempenho em quatro indicadores chave.

1. FA

Como é possível verificar nas tabelas 13 a 17, todas as máquinas beneficiaram de um aumento significativo de FA, sendo que a MK4 foi, de longe, a mais favorecida.

2. Nº de moldações vazadas

Como o número de horas de paragem das máquinas é inferior, no maior tempo disponível para as máquinas trabalharem, é possível verificar que a média de moldações por hora é bastante superior depois da implementação do Programa F1.

3. Nº de peças vazadas

Tal como visto no ponto acima, o crescimento de horas de trabalho das máquina resulta num total de peças bastante superior, acompanhando o número de moldações vazadas.

4. Nº de horas de paragem por Falta de Ferro.

Com a aplicação de ciclos na Fusão, e a gestão de ferro disponível, é notório que as horas de paragem devido a Falta de Ferro, são bastante inferiores, mostrando desde logo o sucesso do projeto.

Como consideração final da análise do desempenho do programa implementado foi possível aumentar a produtividade do processo na área da produção em cerca de 20%.

6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

A indústria automóvel influencia e interage diretamente com diversos setores da indústria transformadora, como é o caso da fundição. Atendendo aos elevados volumes de produção envolvidos nesta área, o baixo custo relativo das peças obtidas por fundição torna-se um fator de preponderante importância (Oliveira, 2013).

Até ao início da década de 70 havia um preconceito generalizado nos meios industriais de que os produtos conformados por solidificação (fundição) apresentavam qualidades metalúrgicas inferiores às dos produtos conformados por deformação mecânica (laminagem, extrusão, forjamento). No entanto, nas últimas décadas, a tecnologia desenvolveu-se muito com a criação de novas técnicas, como também com o desenvolvimento de novos materiais e ligas especiais (de Campos Filho & Davies, 1978).

Este desenvolvimento trouxe uma necessidade acrescida de melhorias nas áreas da flexibilidade e avaliação de capacidades produtivas por partes das organizações.

Este trabalho iniciou-se quando a empresa do sector da fundição, Sakthi Portugal, SA, procurava uma resposta para os problemas recorrentes no seu processo produtivo. Depois de uma análise ao sistema produtivo e ao processo de planeamento da empresa, notou-se que a grande parte dos problemas surgiam por haver uma partilha de informação pouco eficiente. Foi com o intuito de encontrar uma solução para estes problemas que se conceptualizou um

sistema integrado de soluções, por forma a apoiar a tomada de decisão no âmbito das atividades na produção.

Depois de revistos os resultados obtidos com a implementação das melhorias propostas na Sakthi Portugal, é possível concluir que, com o mínimo investimento possível, apenas alguns *Walkie Talkies*, monitores e poucos recursos humanos, foi possível aumentar a produtividade da produção em cerca de 20%, podendo-se considerar este feito um enorme sucesso, aliado ao facto do seu efeito ter sido imediato.

No entanto, e num espírito de melhoria contínua, a empresa apresenta para o futuro, projetos ligados ao “Projeto Mãe” onde o “Programa F1” se insere, que podem por a organização na vanguarda da tecnologia em fundição.

Um desses projetos, e talvez o mais importante, é o *Kasanova*. Com este programa, a Sakthi Portugal vai tentar acabar com operações intermédias de acabamentos, chegando à situação ideal das peças saírem da granalhadoras, passarem apenas por uma inspeção visual e ultrassons e estarem prontas a embalar e seguir para cliente, acabando desta forma com o WIP (material em curso).

Este projeto em particular, envolve muito esforço do departamento da Engenharia do Produto, implicando que todas as referências estejam em auto rotura. Este é um conceito muito difícil de se atingir num processo de fabrico como a fundição. Resumidamente, para os moldes ficarem totalmente cheios e sem defeitos, os canais de alimentação têm de ter gitos e alimentadores com dimensões consideráveis, o que dificulta a sua rotura nos tambores, originando por sua vez trabalho obrigatório nos acabamentos, como rebarbagem, ida à prensa, etc.. O objetivo será então acabar com estas operações que não acrescentam valor ao produto, e conseguindo por sua vez baixar o custo de produção. Para isso, é necessário redimensionar toda a gitagem de todas as referências, sem por em causa a qualidade das peças.

Aliado ao *Kasanova*, existe ainda o projeto “Monte Carlo”, que basicamente consiste em formar uma fronteira entre a moldação e os acabamentos, evitando que peças não conformes cheguem à última etapa do processo. Para isso, são inseridos controlos e *check-lists* que necessitam de ser cumpridos mesmo antes das placas molde entrarem em produção. Ao mesmo tempo, existe um fluxo de informação rápido e aberto entre a moldação e os acabamentos que possibilita aos dois sectores estarem em sintonia no que toca a ordem de

produção, permitindo uma troca de ferramentas mais rápida e fácil em todos os postos de acabamento *Kasanova*.

Por ultimo, o programa *Gênesis* pretende melhorar a secção da Macharia, focando-se maioritariamente no armazenamento de machos e melhoria do controlo de qualidade dos machos, principalmente nos subcontratados.

Como se pode verificar, a Sakthi Portugal é uma organização que continuamente vai procurar melhorias em todos os seus aspetos da produção e planeamento, propondo-se desta forma a ser líder naquilo que faz. O “Programa F1” é apenas mais um dos muitos projetos com êxito demonstrado na empresa, e com certeza todos os futuros apresentarão o mesmo resultado: sucesso!

Referências Documentais

- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (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.
- Aguiar, A. L. S. (2012). *Conceptualização de um Sistema de Apoio ao Planeamento Produtivo*. Universidade de Aveiro.
- Almeida, F. (2012). *Implementação de Princípios e Ferramentas de Produção Lean na Secção de Acabamentos de uma Empresa de Peças Metálicas para Automóveis*. Universidade do Minho.
- Atlas Foundry Company, I. (2011). Atlas Improvements. Retrieved 31-07-2014, 2014, from <http://www.atlasfdry.com/improvements.htm>
- Banchhor, R., & Ganguly, S. K. (2014). Critical Assessment of Green Sand Moulding Processes. *International Journal Of Recent Development in Engineering and Technology*, 2(4), 90-98.
- Barros, J. (2011). Metodologia Kamishibai (Teatro de Papel). Retrieved 12/08/2014, 2014, from <http://kaizen-lean-logistics.blogspot.pt/2011/02/metodologia-kamishibai-teatro-de-papel.html>
- Basu, R. (2004). *Implementing Quality: A Practical Guide to Tools and Techniques : Enabling the Power of Operational Excellence*: Thomson Learning.
- Butler, A. (1997). *Linking the Balanced Scorecard to Strategy*.
- Citisystems. (2014). Muda, Mura e Muri: O modelo 3M do sistema Toyota de Produção. Retrieved 06-08-2014, 2014, from <http://www.citisystems.com.br/muda-mura-muri/>
- Coimbra, E. (2013). *Kaizen in Logistics and Supply Chains*: McGraw-Hill Education.
- Crosby, P. B. (1979). *Quality Is Free* (79 ed.): McGraw-Hill Publishing Company.
- de Campos Filho, M. P., & Davies, G. J. (1978). *Solidificação e Fundição de Metais*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.
- Dennis, P. (2007). *Lean Production Simplified, Second Edition: A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System*: Taylor & Francis.
- Dennis, P. (2008). *Produção Lean Simplificada*: Bookman.
- Fagteori, F. (s.d.). DISAMATIC® automatisk form og støbemaskine. Retrieved 31-07-2014, 2014, from <http://www.fagteori.dk/materialelaere/stoebejern/disamatic.aspx>
- Ghinato, P. (1995). Sistema Toyota de Produção: Mais do que simplesmente Just-in-Time. *Production*, 5, 169-189.

- Goldratt, E. M. (1990). *Theory of Constraints*: North River Press.
- Group, S. (2010). Retrieved 02-05-2014, from <http://www.sakthigroup.com/home.html>.
- Group, S. A. (2014). *Sakthi and OEM Relationship*.
- Imai, M. (1996). *Gemba Kaizen: Estratégias e Técnicas do Kaizen no Piso da Fábrica* (1 ed.): IMAM.
- Institute, K. (2013). Kamishibai. Retrieved 12/08/2014, 2014, from <http://kaizeninstituteindia.wordpress.com/2013/05/03/kamishibai/>
- Ishikawa, K. (1985). *What is total quality control? The Japanese way*: Prentice-Hall.
- Juran, J. M., & Gryna, F. M. (1988). *Juran's Quality Control Handbook*: McGraw-Hill.
- K, L. A. (2008). Sand Casting. Retrieved 22-07-2014, from <http://www.ustudy.in/node/2850>
- Kaplan, R., & David, P. (1996). Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System. *Harvard Business Review*, 74, 75-85.
- Lab, L. (s.d.). What is Leveling - Heijunka. Retrieved 06-08-2014, 2014, from <http://www.leanlab.name/what-is-leveling---heijunka>
- Leitão, M. A. P. (1998). *Estudo do Trabalho e da Produtividade numa Empresa de Fundação*. Faculdade de Engenharia do Porto.
- Lexicon, F. (s.d.). Molding Machine. Retrieved 31-07-2014, 2014, from [http://www.giessereilexikon.com/en/foundry-lexicon/?tx_contagged\[source\]=default&tx_contagged\[uid\]=4322&tx_contagged\[backPid\]=3&cHash=a5114fb727470a424754b43b81092aa7](http://www.giessereilexikon.com/en/foundry-lexicon/?tx_contagged[source]=default&tx_contagged[uid]=4322&tx_contagged[backPid]=3&cHash=a5114fb727470a424754b43b81092aa7)
- Liker, J. (2003). *The Toyota Way : 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*: Mcgraw-hill.
- Martisovic, V. R. (2013). Jidoka. Retrieved 04-08-2014, 2014, from <http://www.produktivne.sk/en/metody-stihlej-vyroby2/jidoka/>
- Mendes, P., Santos, A. C., Perna, F., & Teixeira, M. R. (2012). The balanced scorecard as an integrated model applied to the Portuguese public service: a case study in the waste sector. *Journal of Cleaner Production*, 24, 20-29.
- Moen, R., & Norman, C. (2006). Evolution of the PDCA cycle.
- Montero, D., Gemeli, J., & Rossari, L. B. (2013). *Análise da Influência da Temperatura de Superaquecimento na Formação de Rechupe em Alumínio Puro*.
- Moore, R. (2007). *Selecting the Right Manufacturing Improvement Tools: What Tool? When?* : Elsevier Butterworth-Heinemann.

- Moreira, A. M. V. (2013). *Aplicação da Metodologia Kaizen em Gestão de Armazéns de Peças*. (Mestrado em Engenharia Mecânica), ISEP.
- Moulding, E. (2010). *5s: A Visual Control System for the Workplace*: AuthorHouse.
- Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM: total productive maintenance. *Productivity Press, Inc, P. O. Box 3007, Cambridge, Massachusetts 02140, USA, 1988. 129.*
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*: Taylor & Francis.
- Oliveira, B. M. C. (2013). *Criação de um Sistema de Alimentação e Gitagem em Ferro Fundido Nodular para Moldação com Linha de Apartação Vertical*. Faculdade de Engenharia do Porto.
- opex. (2012). Painel Kamishibai (Kamishibai Board) – Introdução. Retrieved 12/08/2014, 2014, from <http://opexbr.wordpress.com/2012/06/17/painel-kamishibai-kamishibai-board/>
- Pereira, C. S. M. (2013). *Aplicação da Abordagem Kaizen na Produção de Artigos de Papeleria*. (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores), ISEP.
- Periard, G. (2014). Exemplos de utilização da ferramenta 5w2h. Retrieved 04-08-2014, 2014, from <http://www.sobreadministracao.com/exemplos-de-utilizacao-planilha-da-ferramenta-5w2h/>
- Pinto, J. P. (2008). *Lean Thinking - Introdução ao Pensamento Magro*. Comunidade Lean Thinking.
- Portugal, S. (2010). Declaração Ambiental Jan-Dez 2010.
- Portugal, S. (2013). Apresentação da Empresa *Manual Gestão Ambiental*.
- Robbins, R. (2008). Overall Equipment Effectiveness. *Control Engineering*, 64.
- Rodrigues, M. J. F. (2012). *Implementação de práticas Lean numa linha de produção eletrónica*. Universidade do Porto.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. The Lean Enterprise Institute, Inc.: Brookline, MA.
- S.A., S. P. (2009). Apresentação. Retrieved 02-05-2014, 2014, from <http://www.sakthiportugal.pt/empresa/apresentacao.aspx>
- Santos, A. N. d. (2013). *A Relação Homem-Máquina na Cultura Japonesa: A hibridação entre o corpo tecnológico e humano através da animação Neon Genesis Evangelion*. (Mestrado em Comunicação e Semiótica), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- Shingo, S., & Dillon, A. P. (1989). *A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint*: Taylor & Francis.

- Smalley, A. (2007). Learning From Toyota: Some Key Points From History and Implementation. *Art of Lean*.
- Sokovic, M., Pavletic, D., & Pipan, K. K. (2010). Quality Improvement Methodologies – PDCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 43(1).
- solutions, t. i. (s.d.). Lean. Retrieved 07-08-2014, 2014, from <http://tandisolutions.com/lean/>
- Spear, S. J., & Bowen, H. K. (1999). *Decoding the DNA of the Toyota Production System*: Harvard Business Review.
- Trancoso, F. M. R. (2012). *Implementação do TFM na Sakthi Portugal com Recurso à Metodologia Kaizen*. (Mestrado em Engenharia Mecânica), ISEP.
- Vallespir, B., & Alix, T. (2010). *Advances in Production Management Systems: New Challenges, New Approaches: International IFIP WG 5.7 Conference, APMS 2009, Bordeaux, France, September 21-23, 2009, Revised Selected Papers*: IFIP International Federation for Information Processing.
- Verran, G. O. (s.d.). Aula 06: Solidificação de ferros fundidos. UDESC.
- Vyas, K. C. (2011). *Toyota Production System*. (Master of Science in Engineering), University of Texas.
- Williamson, R. B. (2008). Engineering passion, OEE ideas: REED BUSINESS INFORMATION US 2000 CLEARWATER DR, OAK BROOK, IL 60523-8809 USA.
- Wilson, L. (2009). *How To Implement Lean Manufacturing*: McGraw-Hill Education.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2010). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*: Free Press.

ANEXOS

Anexo A.

Recursos Utilizados

FUSÃO

- 2 Pontes Rolantes
 - Motor de elevação: DEMAG KBH 140 B4 11,4/9.3 kW-1420/1440 Rpm
 - Diferencial elevação: DEMAG N° 256943 DH 1025 H16-5000Kg-10m/min
 - Motor Direção: DEMAG KBF-80 A2 2750 Rpm-0,65Kw
 - Motor Translação: SEW KA77/T-DV100L4/BMG 3Kw/S1 1400/31 -1700-38 RECTIFIC. BG1,5
 - Variador de velocidade Translação: SEW MCLTPA01105A3400 MOVITRAC LT P 11Kw
 - Cabo aço: 20mm



Figura 87 – Ponte rolante

- 2 Instalações de pesagem da “*General Kinematics*”
 - 1 Balança vibratória

- 1 Skip (elevação carga)
- 1 carro com tremonha vibratória
- 4 cargas /hora de 3000 kg máx.



Figura 88 – Balanças Vibratórias



Figura 89 – Skip de Elevação



Figura 90 – Tremonha Vibratória

- 1 Instalação de pesagem de cargas (Balanças P&F Electrónica)
 - 1 Balança vibratória
 - 1 Skip (elevação de carga)
 - 2 carros com tremonhas vibratórias
 - 4 cargas/hora de 2500 kg máx.



Figura 91 – Balança Vibratória e Skip de Elevação



Figura 92 – Carro com tremonha vibratória (Forno I4)



Figura 93 - Carro com tremonha vibratória (Forno I5)

- 1 Instalação de pesagem de aditivos
 - Marca: Kuttner
 - Aditivos: Nodularizante (Magnésio), Cobre, Ferro-Silício
 - Tempo de pesagem: Aproximadamente 25 s



Figura 94 – Estação de Pesagem de Aditivos KUTTNER

- 3 Empilhadoras Linde H60-D
 - Garfos Giratórios com balança
 - Capacidade: 6 Ton
 - Velocidade de elevação: 530 mm/s
 - Velocidade máxima: 22 km/h
 - Motor: KHD BF6M1012E
 - Potência: 115 cv @ 2200 rpm
 - Altura máxima de elevação: 3550 mm

PERIFÉRICOS

AREIAS

- 1 Instalação de areias SPACE
 - 2 Galgas
 - Speedmuller
 - ▲ Capacidade – 1400-2200 kg/batch – 100 ton./h

- Turbina
 - ▲ Capacidade – 6000 kg/batch – 130 ton./h
- Arrefecimento em leito fluidizado
- Quantidade de areia em circuito: 60 ton.(Ar prep.) + 120 ton.(ar depois arref.)
- Monitorização por computador
- Dosagem aditivos por pesagem
- Dosagem de areia de retorno e areia nova por pesagem
- Laboratório automático



Figura 95 – Galga de Areias *Space*

- 1 Instalação de areia Georg Fischer
 - 1 Galga
 - Tipo – Turbina
 - ▲ Capacidade – 52-60 ton./hora

- Arrefecimento em leito fluidizado
- Quantidade areia em circuito: 40 ton./antes arref.) + 80 ton.(depois arref.) + 15 ton.(ar prep.máq.)
- Painel sinóptico
- Dosagem da areia de retorno por pesagem
- Controlo de humidade na galga c/Moldability Controlar



Figura 96 – Areias GF

INSTALAÇÕES DE ABATE

- 1 Tambor rotativo (UHDE) Linha +GF+ DKF 1200x1500 G8 e 5/R15 “UHDE”
- 2 Grelhas vibratórias (KUTTNER) Tipo DSF 900x5000 WA
- Quebra gitos caleira vibratória
- 3 cunhas (2 +GF+)
- 1 Conjunto Caleira Arrefecimento General Kinematics
- 2 Granalhadoras WEELABRATOR

- 2 Disa Cool
- Disa CT

ACABAMENTOS DISA

- 9 Balancés Delteco 63 Ton.
- 1 Prensa Lizuan
- 1 Prensa Serf 100 Ton.
- 3 Mós Rotativas
- 9 Máquinas de rebarbar com disco
- 3 Robots
- 2 Linha de Controlo CND
- 4 Granalhadoras de esteira
- 1 Prensa Adira
- 3 Prensa SERF

MACHARIA

- 1 Instalação de preparação de areias revestidas LORAMENDI - Misturadora
 - Por batch 50-100-125 kg (3 programas)
 - Capacidade 4000-4500 kg/hora
 - Alimentação automatizada mecanizada das máquinas de machos

- 1 Sopradora LORAMENDI SE 16 L (630x270x150)mm e SE 25 L

(630x485x150)mm

- Prato 600x485
- Alt. Max. 20 a 50 ABT/H.Máx. – 16 L
- Alt. Max. 15 a 40' ABT/H.Máx. - 25 L
- 30 aberturas/h máx.

- Instalação de gaseamento incorporada com controlo sobre temperatura dos gases
 - Possibilidade de trabalhos com 2 caixas manuais (ap. vertical) diferentes em simultâneo e c/caixas de apartação vertical ou horizontal usando ciclo semiautomático nas 2 situações
- 1 Sopradora GALDATU D 16L (630x270x150) mm – CF • Pratos 600x480x150
 - Alt. Máx. macho 2x480
 - 40 aberturas/h máx.
 - Instalação de gaseamento incorporada
 - Possibilidade de trabalhos com 2 caixas manuais (ap. vertical) diferentes em simultâneo e c/caixas de apartação vertical ou não e c/caixas de apartação vertical ou horizontal usando ciclo semiautomático nas 2 situações
- 1 Sopradora LORAMENDI SG-60 L/CF-SC
 - Pratos 800x760x320 mm
 - Alt. Máx. macho 250mm
 - 40 abert./h máx.
 - Com instalação de gaseamento incorporada com pressurização da Amina por dióxido de carbono
 - Trabalha apenas com caixas de machos de apartação horizontal
 - Extração automática dos machos para tabuleiro com ciclo automático ou manual

PINTURA

- Cataforese
 - Retificador de Corrente: 200 A
 - Cuba Cataforese: 23 m³
 - Bombas de Agitação: 40 m³/h 15kW
 - Anólito: 12 Células Electrodíálise 750 l

- Forno
 - 3 Queimadores automáticos de chama direta: 330 000 kcal/h
 - 6 ventiladores recirculação de ar: 3 kW – 10000 m³/h
 - Ventilador centrifugo exaustão: 3 kW – 10000 m³/h
 - Autoextinção por aberturas de CO₂
 - Cortinas de ar nas aberturas

- Desmineralizador
 - Caudal: 2 m³/h
 - 2 colunas de regeneração
 - Cuba Catiónica (Acido Clorídrico)
 - Cuba Aniónica (Hidróxido de Sódio)

- Transportador Aéreo
 - Transportador Principal
 - Funcionamento Continuo tipo birail – 240 m
 - Transportador Secundário
 - Funcionamento Passo a Passo tipo birail – 23 m

- Bastidores
 - 3 tipos de bastidores, 30 kg cada um
 - Capacidade útil: 120 kg/bastidor

Anexo B.

Tabelas

Setembro

Dia	MK4						D230						MK5						GF					
	2012			2013			2012			2013			2012			2013			2012			2013		
	FA	Moldação	Peças	FA	Moldação	Peças	FA	Moldação	Peças	FA	Moldação	Peças	FA	Moldação	Peças	FA	Moldação	Peças	FA	Moldação	Peças	FA	Moldação	Peças
1	65,64488	5.240	51.440	0	0	0	57,13758	5.670	37.540	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	47,70598	3.850	34.500	0	0	0	67,09644	8.360	60.120	0	0	0	79,71777	5.870	31.210	0	0	0	0	0	52,55832
3	49,72568	4.160	41.220	54,52106	4.420	49.340	31,9039	2.518	16.408	58,23724	6.130	37.180	77,2596	5.010	22.800	70,93602	5.090	25.980	39,96855	1.234	4.818	48,00351	0	
4	31,5891	2.690	24.380	50,68609	3.830	28.940	49,10025	5.620	43.410	63,40134	7.390	55.630	71,19144	5.110	25.860	70,19199	5.170	25.600	52,00902	1.374	8.336	51,63037	0	
5	46,76022	4.250	41.300	54,9072	3.940	26.740	63,41427	5.930	36.440	69,34689	7.280	46.430	83,15064	6.480	37.840	57,19032	5.170	30.520	37,431	1.364	3.870	48,31333	0	
6	51,4188	4.830	51.560	56,5101	4.730	43.380	45,95929	4.650	28.880	54,25164	5.810	42.200	65,50308	5.710	32.480	47,5308	4.070	22.880	48,23786	1.847	4.954	47,44508	0	
7	39,0852	3.850	46.200	0	0	0	62,40454	6.533	44.678	0	0	0	69,6294	5.490	30.460	0	0	0	37,67665	1.201	4.166	0	0	
8	40,97304	3.390	23.080	0	0	0	16,90416	1.900	13.680	0	0	0	74,6136	5.350	27.040	0	0	0	41,37534	1.595	3.190	0	0	
9	20,31415	2.001	24.012	65,91305	5.110	41.460	15,01902	1.470	8.820	73,15083	6.250	36.720	57,90829	3.632	16.198	80,41716	6.110	34.420	37,89819	1.121	5.094	52,4439	0	
10	39,05525	2.510	16.180	67,92455	5.870	57.420	67,41553	7.250	46.150	77,0967	8.030	52.760	74,19303	5.690	35.970	70,97112	6.220	35.520	63,51408	1.653	10.160	49,28919	0	
11	2,713824	240	2.880	44,9712	3.880	28.320	61,44584	7.510	65.130	71,10666	6.530	42.520	84,93984	5.660	24.860	77,26455	6.290	36.960	39,04938	1.025	5.784	53,38277	0	
12	3,45168	340	4.080	26,99212	2.070	20.880	62,07566	6.610	52.860	28,27386	2.840	17.820	84,63654	6.140	27.260	32,16852	2.700	18.800	10,6614	259	1.606	21,49704	0	
13	54,03879	4.340	39.080	65,10528	6.180	69.860	58,67748	7.170	49.700	78,41484	8.320	53.940	77,25132	5.650	27.120	70,92333	6.260	35.420	58,54169	1.628	7.614	51,40613	0	
14	59,80689	4.050	26.320	0	0	0	65,39373	6.790	43.880	0	0	0	61,93208	5.412	31.282	0	0	0	52,33588	1.891	5.066	0	0	
15	47,15658	3.320	29.220	19,87762	1.958	23.496	60,85098	6.040	36.480	14,52708	1.440	8.640	26,964	1.800	8.560	42,01034	2.565	12.155	47,74916	1.349	8.110	41,5773	0	
16	12,99456	1.280	15.360	76,57322	6.040	55.160	20,25945	2.150	12.900	86,09373	9.170	60.960	0	0	0	102,1551	6.785	37.340	0	0	0	46,76513	0	
17	29,0412	2.420	24.840	69,58271	6.500	70.420	65,07774	7.460	55.600	78,68072	8.080	53.640	79,00155	5.330	24.150	78,67422	6.635	37.420	57,72384	1.554	8.448	50,36107	0	
18	28,6461	2.190	9.020	70,65738	5.450	42.720	60,48981	6.160	51.420	73,58502	8.480	50.550	79,39764	6.570	34.980	76,6773	5.815	28.610	50,01138	1.618	6.846	56,43848	0	
19	55,98216	4.200	25.960	82,70856	6.050	47.200	64,45787	6.880	56.020	72,62359	540	42.080	66,85062	5.148	27.988	87,67476	5.925	25.200	48,96952	1.625	6.564	58,64524	0	
20	45,52726	3.290	15.960	2,74104	180	720	59,4126	6.350	40.880	1,929096	260	1.560	73,07959	5.030	29.000	3,9852	300	1.200	54,48767	1.712	7.242	45,69303	0	
21	43,146	3.980	43.440	0	0	0	56,09889	6.020	37.360	0	0	0	75,27222	5.350	26.920	0	0	0	55,88744	1.599	7.272	0	0	
22	60,0948	4.200	33.240	0	0	0	69,86988	7.770	47.480	0	0	0	27,0603	1.590	6.800	0	0	0	18,70632	535	4.280	0	0	
23	12,99456	1.280	15.360	73,40544	4.970	21.440	8,4807	900	5.400	95,35716	8.380	50.440	0	0	0	80,48187	6.535	34.090	0	0	0	41,8176	0	
24	0	0	0	74,9844	5.380	35.160	64,5453	6.910	44.020	79,85549	8.740	57.520	90,91206	6.020	24.080	82,40306	6.880	39.510	0	0	0	54,41057	0	
25	0	0	0	29,1024	1.880	7.520	51,6582	5.610	37.420	36,21426	2.842	19.142	95,4072	5.450	24.700	24,39396	2.270	13.620	0	0	0	7,598088	0	
26	6,0723	390	780	47,11306	3.290	17.340	65,41981	6.800	47.720	48,65946	4.150	34.070	92,44215	5.270	23.070	85,78719	5.860	30.360	0	0	0	50,71974	0	
27	32,3424	2.174	16.832	3,807	250	1.000	61,41573	6.160	40.580	6,28992	780	6.240	77,436	6.320	33.900	0	0	0	51,50196	1.465	7.256	51,56905	0	
28	26,27521	2.270	22.580	0	0	0	53,75372	5.190	34.670	0	0	0	76,80827	5.292	28.152	0	0	0	51,24834	1.562	7.204	0	0	
29	77,69894	6.130	58.880	0	0	0	18,80622	2.080	19.640	0	0	0	76,67914	5.792	28.648	0	0	0	23,59148	1.046	2.092	0	0	
30	16,36362	1.410	11.420	95,33871	5.850	32.420	0	0	0	85,68765	8.860	59.560	14,7906	1.150	6.000	86,57784	6.835	36.860	0	0	0	42,85001	0	

Outubro

Dias	MK4						D230						MK5						GF					
	2012			2013			2012			2013			2012			2013			2012			2013		
	FA	Moldaçõe	Peças	FA	Moldaçõe	Peças	FA	Moldaçõe	Peças	FA	Moldaçõe	Peças	FA	Moldaçõe	Peças	FA	Moldaçõe	Peças	FA	Moldaçõe	Peças	FA	Moldaçõe	Peças
1	0	0	0	75,11211	5.755	40.610	71,92049	7.962	53.772	73,63224	8.110	54.260	81,13311	6.290	32.200	66,81168	5.900	34.520	66,56851	1.779	10.190	40,77288		
2	0	0	0	56,49178	4.550	39.200	65,40272	6.340	43.570	78,83361	8.730	56.820	87,62796	6.350	29.440	61,74432	800	22.780	57,24429	1.714	8.290	50,02942		
3	0	0	0	63,87498	5.610	59.040	60,76742	5.840	40.230	65,46348	7.390	55.300	61,11666	5.260	32.340	92,78055	6.510	31.780	36,54229	1.151	4.712	65,92707		
4	0	0	0	45,26228	3.465	17.560	55,59179	6.310	52.330	16,26628	1.985	14.080	83,61144	5.130	24.140	19,74393	1.380	7.380	52,81504	1.684	6.904	39,59716		
5	0	0	0	32,53932	3.080	36.960	56,49017	6.320	44.160	45,14292	4.440	26.640	90,26181	6.410	47.130	76,46625	4.820	21.250	38,66839	1.158	6.044	27,8541		
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	60,38453	4.700	33.840	0	0	0	75,54654	7.590	54.340	0	0	0	71,17794	6.555	49.150	0	0	0	60,05442		
8	0	0	0	69,7779	5.150	22.600	26,38886	3.030	21.540	77,34285	8.140	54.520	31,28184	2.630	24.680	78,64533	7.250	59.130	17,43818	566	2.000	55,33232		
9	0	0	0	23,99071	2.520	14.380	76,82461	7.740	51.530	63,49955	5.590	34.610	74,349	5.835	49.700	67,24863	5.278	29.280	69,08653	1.646	8.742	51,7525		
10	0	0	0	60,7501	4.885	38.120	69,76814	7.652	71.184	75,98646	8.070	78.900	74,34378	5.720	29.780	91,32098	6.410	29.095	44,91459	1.346	5.584	42,99612		
11	0	0	0	3,54996	320	3.180	77,06232	7.870	70.580	21,52742	1.090	17.320	69,28452	5.470	29.020	4,862115	315	1.605	62,38998	1.637	9.752	51,11974		
12	46,02319	3.550	36.320	0	0	0	69,90071	7.280	61.710	0	0	0	83,23434	6.090	34.260	0	0	0	9,98064	239	1.912	0		
13	0	0	0	0	0	0	63,52884	5.870	56.280	0	0	0	76,20129	6.950	61.300	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	20,10096	1.980	23.760	58,41504	4.620	20.000	14,51196	1.440	8.640	82,87209	9.250	77.740	62,76105	3.920	17.650	81,48477	6.100	35.435	22,65741	675	2.922	61,3807		
15	0	0	0	65,98994	5.020	33.250	78,12383	7.220	52.350	81,52614	9.130	66.260	78,15087	7.340	62.380	76,7718	6.590	39.540	63,05771	1.813	9.132	61,31274		
16	0	0	0	54,27766	4.860	45.350	72,51163	7.060	75.780	82,84505	8.450	90.990	85,0212	5.390	27.270	93,87482	7.090	41.895	59,3003	1.662	7.658	52,30224		
17	0	0	0	74,75567	5.480	41.990	83,82211	8.270	68.020	82,63233	9.710	74.860	89,60609	5.680	28.800	85,06314	6.895	39.290	57,28228	1.887	8.986	30,28117		
18	0	0	0	38,31067	2.675	17.070	59,42995	5.290	48.040	7,821234	570	5.900	76,8285	6.510	53.840	10,68336	925	5.370	56,61608	1.570	8.980	29,30212		
19	40,40532	3.620	36.340	0	0	0	67,57947	7.625	50.610	0	0	0	64,97132	5.005	29.145	0	0	0	13,572	325	2.600	0		
20	72,76284	5.120	34.080	0	0	0	81,68859	7.350	53.160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	67,06802	3.940	18.140	0	0	0	69,46204	7.710	72.960	0	0	0	103,4158	6.880	35.115	0	0	0	61,44356		
22	0	0	0	62,08049	4.960	19.400	77,50701	7.810	68.120	74,03765	7.280	54.690	81,87714	6.215	32.750	83,46888	6.845	45.500	52,01856	1.336	8.592	50,28327		
23	2,2842	150	600	46,54764	4.100	37.250	87,354	8.930	70.360	76,01607	8.710	68.920	58,32324	4.130	17.620	72,43452	6.160	37.340	56,78081	1.629	5.728	47,85041		
24	0	0	0	28,373	2.765	20.250	60,40071	5.400	43.420	65,34131	7.090	46.640	69,92568	5.600	29.800	76,50828	5.980	35.880	52,16904	1.522	6.920	64,77862		
25	0	0	0	33,79158	2.610	23.520	86,25188	7.800	74.160	10,04357	240	6.860	56,70432	4.290	20.480	23,86908	2.160	12.920	51,039	1.553	8.652	8,28576		
26	47,331	3.890	39.540	0	0	0	50,5269	4.800	39.820	0	0	0	84,51135	5.480	26.510	0	0	0	16,43495	533	2.794	0		
27	69,13678	5.240	45.580	0	0	0	75,42315	7.180	47.280	0	0	0	16,1028	710	4.260	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	45,17125	2.278	10.676	0	0	0	48,38895	3.900	23.900	0	0	0	73,10408	5.395	30.475	0	0	0	48,99436		
29	0	0	0	69,30803	5.097	38.114	92,66513	8.860	72.840	63,78057	6.390	42.380	92,22138	6.670	46.520	83,48603	6.830	35.850	61,25044	1.780	8.764	42,60296		
30	0	0	0	35,98241	2.435	16.520	69,50009	6.890	53.300	76,39398	7.890	76.400	73,85346	6.295	37.280	52,59209	4.200	22.440	56,54066	1.437	8.800	49,62268		
31	0	0	0	0	0	0	73,37981	6.760	67.000	11,98314	1.240	11.640	79,78896	6.490	36.500	0	0	0	54,27014	1.356	8.100	51,62563		

Novembro

Dias	MK4						D230						MK5						GF					
	2012			2013			2012			2013			2012			2013			2012			2013		
	FA	Moldaçõe	Peças	FA	Moldaçõe	Peças	FA	Moldaçõe	Peças	FA	Moldaçõe	Peças	FA	Moldaçõe	Peças	FA	Moldaçõe	Peças	FA	Moldaçõe	Peças	FA	Moldaçõe	Peças
1	0	0	0	0	0	0	83,85736	7.930	63.240	0	0	0	90,00945	6.010	32.160	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	60,79968	4.530	34.000	0	0	0	59,58156	6.590	47.630	0	0	0	79,52778	6.000	46.800	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	28,0881	2.670	32.040	0	0	0	33,72678	3.310	19.860	0	0	0	74,15775	4.650	20.750	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	67,09572	4.560	20.320	0	0	0	66,23658	5.310	45.320	0	0	0	23,35622	1.700	8.670	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	57,2715	5.340	40.520	82,08972	8.020	60.480	89,96148	7.538	58.136	85,51422	5.835	27.920	69,7775	5.690	34.360	59,64465	1.507	7.832	47,4112	0	0
6	0	0	0	46,01671	3.220	19.880	67,3789	6.430	52.240	61,884	6.950	64.060	100,4983	6.940	34.860	90,93938	5.390	26.945	51,59038	1.477	9.272	41,61594	0	
7	9,1368	900	10.800	84,11182	5.640	27.000	59,92776	6.390	47.040	73,30914	7.610	66.020	81,7461	5.340	27.570	83,09097	6.100	33.530	48,65139	1.326	7.484	49,44083	0	
8	0	0	0	85,86234	5.460	36.720	70,76322	7.220	58.620	75,42126	8.010	75.360	86,88825	5.245	24.170	78,67706	6.600	39.600	49,57137	1.491	8.626	47,39969	0	
9	18,07056	1.780	21.360	0,554832	41	164	47,82218	4.150	45.960	9,1098	40	7.840	100,8068	5.760	25.330	4,256109	340	1.715	58,52506	1.567	9.669	0	0	
10	73,12338	5.100	40.000	0	0	0	67,3637	6.930	46.930	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	0	0	0	69,88167	4.920	23.140	0	0	0	83,47858	8.548	72.656	0	0	0	82,4283	6.150	34.200	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	73,90859	5.345	42.750	74,79713	7.030	55.420	76,75803	8.620	74.880	73,34298	4.550	21.220	74,61126	6.120	36.720	39,31155	1.132	5.430	52,45927	0	
13	12,89304	1.270	15.240	86,8662	4.901	21.462	48,7701	4.430	33.580	77,37939	8.010	70.580	68,96709	4.350	18.470	77,40198	6.670	40.020	55,82819	1.722	9.224	49,90469	0	
14	62,59115	4.890	44.420	95,47344	5.820	50.360	76,36997	7.535	63.545	60,1499	7.290	49.960	0	0	0	81,9284	6.870	41.220	16,79859	519	2.046	57,04765	0	
15	12,43836	1.100	13.200	68,4	5.190	40.880	63,15453	6.230	53.200	80,24686	7.880	63.600	70,95204	5.350	23.800	91,12347	7.180	37.540	56,40664	1.938	6.284	53,53387	0	
16	0	0	0	2,998107	230	1.990	56,97027	6.850	45.620	12,52449	100	8.620	76,12601	5.635	25.295	2,0322	120	680	57,57012	1.675	10.768	0	0	
17	0	0	0	0	0	0	82,25951	8.560	66.460	0	0	0	74,50736	6.535	64.350	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	0	0	0	70,28705	4.840	20.740	0	0	0	78,75045	7.740	54.520	0	0	0	58,05432	5.300	31.800	0	0	0	0	0	
19	23,99328	2.000	20.640	72,13417	4.660	25.220	70,8381	8.080	51.960	84,96004	8.440	67.080	71,28	5.900	30.480	70,4241	6.245	37.470	56,46335	1.682	8.422	59,6934	0	
20	40,16527	3.020	25.700	62,21048	4.970	39.300	70,35381	8.060	55.740	77,90519	7.420	63.680	85,39569	5.490	24.690	79,61364	6.730	35.510	51,2494	1.668	5.938	55,13042	0	
21	12,49344	1.010	10.080	65,95333	4.670	25.380	69,73294	7.490	51.760	67,75362	7.100	51.820	103,0472	6.480	28.030	79,89534	6.100	30.400	60,40062	1.701	8.484	36,45193	0	
22	11,09203	1.080	6.360	58,8267	5.460	52.800	79,22417	7.520	60.880	74,71026	8.165	74.300	92,34648	6.980	37.240	74,45125	6.316	34.752	56,57251	1.551	12.084	34,73712	0	
23	44,05752	2.950	12.100	3,36942	390	4.760	71,63073	7.500	70.120	8,550117	40	5.340	84,30111	5.790	25.690	4,024746	300	1.460	58,64099	1.831	7.342	0	0	
24	26,25091	2.390	28.680	0	0	0	13,60692	1.380	8.280	0	0	0	60,59457	3.790	17.010	0	0	0	25,55361	755	3.362	0	0	
25	0	0	0	71,72464	5.370	50.440	0	0	0	64,48912	7.420	62.260	0	0	0	90,06768	7.210	31.470	0	0	0	0	0	
26	47,32488	3.770	26.160	67,20237	5.060	29.220	67,85766	7.500	62.520	79,54713	7.810	52.740	1,6785	100	500	79,2936	7.060	42.360	57,48773	1.679	8.266	29,80116	0	
27	25,01928	2.110	13.560	65,50164	4.590	20.800	68,57321	6.335	38.810	68,42574	7.320	55.950	70,72641	4.900	34.190	67,3263	4.710	25.960	59,58657	1.823	8.590	59,36479	0	
28	17,66448	1.740	20.880	50,9652	3.360	13.440	72,45972	6.650	42.600	77,60961	7.810	65.160	76,20255	6.220	42.330	62,73446	5.265	31.280	64,31654	1.822	9.002	52,11756	0	
29	32,40648	2.660	27.000	65,55924	5.920	55.500	63,93109	7.680	52.020	84,4357	8.050	49.600	55,96506	4.170	18.820	81,61731	6.856	40.697	61,19003	1.634	10.150	55,58459	0	
30	26,23356	1.570	9.380	6,158777	540	4.135	73,54584	7.370	72.720	10,08254	1.490	11.340	81,49356	5.885	24.295	7,763796	665	3.860	47,08332	1.275	9.980	0	0	

Dezembro

Dias	MK4						D230						MK5						GF			
	2012			2013			2012			2013			2012			2013			2012		FA	M
	FA	Moldaçõe	Peças	FA	Moldaçõe	Peças	FA	Moldaçõe	Peças	FA	Moldaçõe	Peças	FA	Moldaçõe	Peças	FA	Moldaçõe	Peças	FA			
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	71,14392	5.910	68.520	0	0	0	79,28072	8.995	59.630	0	0	0	91,27985	6.575	36.920	0	0	61,05167	
3	39,0852	3.850	46.200	56,9754	5.190	57.420	50,13567	4.895	32.690	74,0979	8.170	58.340	50,1696	3.840	19.840	105,6229	6.691	35.142	58,99126	1.763	7.725	52,99898
4	56,23812	4.460	39.260	54,1552	4.640	47.360	76,78145	7.520	47.640	92,35723	9.305	60.150	66,258	5.475	27.240	81,53748	6.175	33.580	49,69741	1.687	5.868	60,47462
5	50,91552	4.350	31.880	50,0688	3.340	17.380	81,28658	7.350	44.100	79,38603	8.820	57.940	86,42988	6.130	30.260	89,17344	6.700	40.200	61,96896	1.811	8.768	73,03057
6	65,489	5.210	46.280	73,035	5.510	39.180	64,14588	6.420	42.280	84,74954	9.010	56.160	75,9024	5.780	27.300	81,23202	6.155	28.760	54,62508	1.629	6.044	49,66095
7	61,25879	4.440	32.700	4,60071	390	4.150	74,01456	7.880	52.900	17,0136	1.660	9.760	83,79432	6.110	30.980	5,610069	404	1.804	57,8869	1.725	10.134	0
8	14,37793	1.340	16.080	0	0	0	4,77144	480	2.880	0	0	0	30,11805	1.850	8.650	0	0	0	16,59744	434	2.624	0
9	0	0	0	60,81307	5.850	64.500	0	0	0	94,963	9.760	60.120	0	0	0	99,87696	7.060	36.580	0	0	0	52,73546
10	0	0	0	58,58263	5.400	52.490	73,60168	7.110	61.740	83,52751	8.450	51.320	61,03656	4.505	24.800	91,98113	7.220	39.615	61,11245	1.552	9.406	60,35555
11	20,304	2.000	24.000	66,78374	6.010	57.260	71,68261	7.610	63.760	75,6846	7.190	46.100	55,92591	3.580	19.410	89,44326	6.540	36.460	54,63047	1.741	8.246	73,83024
12	38,22984	2.500	12.880	74,55244	5.828	56.324	87,32077	7.810	57.700	77,34101	8.120	49.180	82,1412	5.365	27.880	94,03938	6.990	41.340	60,39774	1.930	10.396	70,81718
13	41,52233	3.210	25.200	32,14157	3.120	32.130	68,42952	7.370	67.380	82,544	8.280	58.870	62,57349	3.530	20.030	65,56658	4.955	27.280	62,03286	1.690	9.428	40,12238
14	0	0	0	5,22729	455	3.740	58,62591	5.060	36.760	8,784108	640	4.280	80,51346	5.170	23.780	5,140377	360	1.940	46,54008	1.211	7.674	0
15	30,96958	2.530	33.040	0	0	0	43,23173	4.280	34.770	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	56,50229	4.780	45.920	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47,55732
17	0	0	0	57,84426	4.730	27.160	64,94382	6.371	48.892	0	0	0	67,83939	310	25.540	0	0	0	19,67895	635	2.350	56,58922
18	0	0	0	57,80016	5.070	21.840	32,24799	3.180	31.340	0	0	0	73,0197	5.720	27.820	0	0	0	31,45968	989	3.538	54,8693
19	0	0	0	61,90353	5.480	27.170	56,10262	4.720	36.260	0	0	0	69,01191	6.005	40.960	0	0	0	46,28335	1.350	8.956	47,88623
20	0	0	0	62,76879	5.820	53.060	65,10555	6.540	48.040	0	0	0	64,29352	5.340	39.320	0	0	0	21,38587	516	3.852	50,9461
21	0	0	0	32,72868	3.120	35.880	51,24398	5.470	52.040	0	0	0	77,42988	4.890	21.280	0	0	0	9,261072	234	888	0
22	0	0	0	0	0	0	33,67004	3.040	21.980	0	0	0	63,58284	4.330	18.440	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	16,71786	1.550	18.600	0	0	0	51,6213	4.970	29.820	0	0	0	31,40924	1.958	8.855	0	0	0	28,2942
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0