

IMPLEMENTAÇÃO DO TFM NA SAKTHI PORTUGAL COM RECURSO À METODOLOGIA KAIZEN

Francisco Manuel Ramos Trancoso



Mestrado em Engenharia Mecânica – Ramo Gestão Industrial

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2012

Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Disciplina de Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Engenharia em Engenharia Mecânica – Ramo Gestão Industrial

Candidato: Francisco Manuel Ramos Trancoso, N° 1050873, 1050873@isep.ipp.pt

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

Co-orientação científica: Paulo António da Silva Ávila, psa@isep.ipp.pt

Empresa: Sakthi Portugal

Supervisão: Joel Fernando Monteiro Queirós, jqueiros@kaizen.com



Mestrado em Engenharia Mecânica – Ramo Gestão Industrial

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

11 de Novembro de 2012

À minha família

Agradecimentos

A toda a equipa do Kaizen Institute, pela confiança profissional e pessoal, que tanto facilitou a minha integração e desenvolvimento.

A todos os elementos da Sakthi Portugal,SA que deram o seu contributo para a realização do trabalho desenvolvido.

Ao orientador, Eng.º João Bastos, pela disponibilidade e apoio dedicado durante a execução deste trabalho.

Ao Eng.º Paulo Ávila, co-orientador, pela orientação prestada na realização do projeto.

Por fim, um obrigado a toda a minha família e amigos que ao longo destes anos contribuíram para a minha formação pessoal e profissional.

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 Instituto Kaizen, empresa de consultoria operacional. O projeto foi desenvolvido numa empresa de produção de componentes em ferro nodular destinados à indústria automóvel do mercado europeu, a Sakthi Portugal,SA.

A realização deste projeto teve como objetivo a implementação do sistema de planeamento em *Pull* (produção puxada) na logística interna da Sakthi Portugal,SA recorrendo à metodologia Kaizen. Esta metodologia consiste na aplicação de ferramentas de TFM - *Total Flow Management*, integradas no *Kaizen Management System*. Neste projeto recorreu-se especialmente a um dos pilares que o constituem, o pilar do “Fluxo da Logística Interna”. Neste pilar encontram-se as várias metodologias utilizadas na otimização do fluxo de material e informação na logística interna. Estas metodologias foram aplicadas, com o objetivo do sistema produtivo operar de acordo com a necessidade do cliente, obtendo deste modo a minimização dos custos e o aumento da produtividade e qualidade.

Em resultado da aplicação da metodologia seguida, foi possível atingir-se os objetivos definidos inicialmente e em alguns casos foi possível superar esses objetivos. Em função da abordagem integrada que foi seguida, conseguiu-se uma diminuição do “lead time” do processo de fabrico, redução dos produtos em curso de fabrico, libertação de espaço e redução de inventários. Estas melhorias resultaram numa movimentação interna na fábrica mais facilitada e num aumento global da produtividade. Como consequência positiva dos efeitos deste trabalho, pode-se apontar o facto de que a Sakthi Portugal SA aumentou a sua competitividade por tornar-se numa empresa mais dinâmica, mais adaptada ao mercado e com níveis de satisfação do cliente muito superiores.

Palavras-Chave

Kaizen, Total Flow Management, Kaizen Management System, Fluxo na Logística Interna, Planeamento em Pull.

Abstract

In the scope of the discipline of Thesis / Project / Internship of 2nd year of Master in Mechanical Engineering – Industrial Management Branch of the Oporto Superior Institute of Engineering, this dissertation was framed in an industrial improvement project with Kaizen Institute, operational consulting company. The Project was developed in a production company in nodular iron components manufacturing for the automobile industry in the European market, the Sakthi Portugal,SA.

The realization of this project aimed to the implementation of the planning system in Pull the internal logistics of Sakthi Portugal,SA, using the Kaizen methodology. This methodology involves the application of TFM (Total Flow Management) tools, integrated in the Kaizen Management System. This project was primarily supported by one of the main pillars that constitute the TFM, the pillar of Internal Logistics Flow. This pillar includes several methodologies used to optimize the flow of material and information in internal logistics. These methodologies have been applied, with the purpose of aligning the production system operation according to customer needs, obtaining thereby cost minimizing and increasing productivity and overall quality.

As a result of the methodology use, it was possible to achieve the objectives set initially and in some cases it was possible to overcome these objectives. The results achieved include a decrease of lead time in the production process, reduction of work in process, release of operating space and reduction of inventories. 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 costumers satisfaction levels.

Keywords

Kaizen, Total Flow Management, Kaizen Management System, Internal Logistics Flow, Pull Planning.

Índice

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABELAS	XIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XIV
ACRÓNIMOS	1
1. INTRODUÇÃO	2
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	3
1.2. OBJETIVOS.....	3
1.3. METODOLOGIA	4
1.4. CALENDARIZAÇÃO.....	5
1.5. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO.....	6
2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	7
2.1. LOCALIZAÇÃO DA EMPRESA	8
2.2. ÁREA DE IMPLANTAÇÃO	8
2.3. LINHAS DE PRODUTOS.....	9
2.4. PRODUÇÃO / EVOLUÇÃO - PESSOAL/EVOLUÇÃO.....	10
2.5. PRINCIPAIS MERCADOS E CLIENTES.....	12
3. REVISÃO DO ESTADO DE ARTE	13
3.1. KAIZEN MANAGEMENT SYSTEM.....	13
3.2. FUNDAMENTOS KAIZEN	15
3.2.1. <i>Princípios</i>	15
3.2.2. <i>Muda</i>	15
3.2.3. <i>Os 5s</i>	17
3.2.4. <i>Normalização</i>	17
3.2.5. <i>Gestão visual</i>	18
3.3. TOTAL FLOW MANAGEMENT (TFM).....	19
3.3.1. <i>Estabilidade básica</i>	20
3.3.2. <i>Fluxo na produção</i>	20

3.3.2.1.	Layout e desenho de linhas.....	21
3.3.2.2.	Bordo de linha.....	25
3.3.2.3.	Standard Work (Normalização).....	26
3.3.2.4.	SMED.....	26
3.3.2.5.	Automação de baixo custo.....	28
3.3.3.	Fluxo na logística interna.....	29
3.3.3.1.	Supermercados.....	30
3.3.3.2.	Mizusumashi.....	32
3.3.3.3.	Sincronização (Kanban/Junjo).....	34
3.3.3.4.	Nivelamento.....	36
3.3.3.5.	Planeamento em Pull.....	39
3.3.4.	Fluxo na logística externa.....	44
3.3.5.	Value Stream Design.....	44
4.	ANÁLISE DO PROCESSO ATUAL.....	47
4.1.	PROCESSO PRODUTIVO.....	47
4.1.1.	Pesagem/carga.....	47
4.1.2.	Fusão.....	49
4.1.3.	Preparação da areia verde.....	51
4.1.4.	Macharia.....	52
4.1.5.	Moldação.....	54
4.1.6.	Acabamentos.....	56
4.1.7.	Embalamento e expedição.....	58
4.2.	VSM – VALUE STREAM MAPPING.....	59
4.2.1.	Realização.....	59
4.2.2.	Análise.....	63
5.	VISÃO KAIZEN.....	67
6.	IMPLEMENTAÇÃO.....	71
6.1.	ESTRATÉGIA DE PLANEAMENTO.....	71
6.2.	PLANEAMENTO DE CAPACIDADE.....	74
6.3.	PLANEAMENTO DE EXECUÇÃO.....	78
6.3.1.	Implementação Caixa Logística.....	78
6.3.2.	Implementação da caixa de nivelamento.....	82
6.3.3.	Criação do supermercado intermédio para referências B's e corredores FIFO nos acabamentos.....	84
6.3.4.	Implementação do Sequenciador e Quadro de Kanbans.....	86
7.	RESULTADOS.....	92
8.	CONCLUSÃO.....	98
	REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS.....	100
	ANEXO A. NORMAS DE PLANEAMENTO.....	102
	ANEXO B. ANÁLISE DE PARETO.....	111

ANEXO C. VSM-SITUAÇÃO INICIAL.....	112
ANEXO D. VISÃO KAIZEN	113

Índice de Figuras

Fig. 1- Metodologia aplicada.....	5
Fig. 2- Organização do documento	6
Fig. 3- Sakthi Portugal.....	7
Fig. 4 - Atividade do Grupo	8
Fig. 5- Layout Atual.....	9
Fig. 6- Freios.....	10
Fig. 7- Braços de Suspensão.....	10
Fig. 8- Cáster.....	10
Fig. 9- Tampa do Mancal.....	10
Fig. 10- Caixa Diferencial.....	10
Fig. 11- Outros componentes.....	10
Fig. 12 – Kaizen Management System (KMS).....	14
Fig. 13 – Sete tipos de MUDA	16
Fig. 14- Metodologia 5S	17
Fig. 15- Modelo TFM.....	19
Fig. 16- Layout Funcional.....	21
Fig. 17- Layout de Processo.....	23
Fig. 18- Linhas de Fluxo Unitário	24
Fig. 19- Tipos de abastecimento	25
Fig. 20- Abastecimento Frontal	25
Fig. 21- Metodologia SMED.....	27
Fig. 22- Exemplos de dispositivos que economizam tempo	28
Fig. 23- Fluxo na Logística Interna.....	29
Fig. 24- Armazenamento Tradicional vs Armazenamento em Fluxo.....	30
Fig. 25- Nivelamento produtivo através de supermercado.....	31
Fig. 26- Supermercado: funcionamento.....	31
Fig. 27- Comparação entre empilhador e <i>mizusumashi</i>	32
Fig. 28- <i>Kanban</i> / Fluxo Produção	35
Fig. 29- Corredor FIFO entre processos	35
Fig. 30- Exemplo de sincronização na cadeia de valor.....	36
Fig. 31- Produção não nivelada	37
Fig. 32- Produção nivelada.....	37
Fig. 33- Caixa Logística.....	38

Fig. 34- Caixa de Nivelamento.....	38
Fig. 35- Sequenciador	39
Fig. 36- Modelo tradicional <i>Push</i>	40
Fig 37- Modelo Pull Flow.....	41
Fig. 38- Planeamento Kaizen Pull	42
Fig. 39- Parque da Matéria-Prima	48
Fig. 40- Tremonha vibratória	48
Fig. 41- Forno a ser abastecido de matéria-prima	49
Fig. 42- Fornos de indução INDUCTOTHERM.....	49
Fig. 43- Fornos de indução “ABB” e “ABP”	49
Fig. 44- Piscina exterior a fábrica.....	50
Fig. 45- Forno de manutenção “ASEA I”.....	50
Fig. 46- Forno de manutenção “ASEAII”	50
Fig. 47- Forno de indução a fornecer ferro fundido ao forno de manutenção	51
Fig. 48- Transporte de ferro fundido para as linhas de moldação	51
Fig. 49- Torre de areias GF.....	52
Fig. 50- Space	52
Fig. 51- Macharia	53
Fig. 52- Machos.....	53
Fig. 53- DISA MK4.....	54
Fig. 54- DISA 230	54
Fig. 55- DISA MK5.....	54
Fig. 56- GF.....	54
Fig. 57- Colocação do ferro fundido na bacia de vazamento.....	55
Fig. 58- Tambores rotativos	55
Fig. 59- Zona quebra gitos	56
Fig. 60- Saída das peças das granalhadoras onde ocorre a separação.....	56
Fig. 61- Layout Acabamentos GF	57
Fig. 62- Layout Acabamentos DISA.....	57
Fig. 63- Linhas de acabamentos	57
Fig. 64- Célula de acabamentos.....	58
Fig. 65- Embalamento	59
Fig. 66- Armazém de produto acabado	59
Fig. 67- VSM – Situação inicial	62
Fig. 68- WIP muito elevado	65
Fig. 69- Difícil movimentação dos operadores	65
Fig. 70- Visão Kaizen	68
Fig. 71- Visão mensal da Capacidade/Procura da Macharia	75
Fig. 72- Visão mensal da Capacidade/Procura da moldação	76

Fig. 73- Visão mensal da Capacidade/Procura dos acabamentos	77
Fig. 74- Caixa logística para a Moldação.....	79
Fig. 75- Caixa Logística para Macharia.....	80
Fig. 76- Caixa Logística para os acabamentos	81
Fig. 77- Otimização do planeamento.....	82
Fig. 78- Caixa de Nivelamento Fusão/Moldação.....	83
Fig. 79- Kanbans.....	83
Fig. 80- Caixa de nivelamento macharia	84
Fig. 81- WIP entre a moldação e acabamentos.....	84
Fig. 82- Corredores FIFO.....	85
Fig. 83- Supermercados intermédios	86
Fig. 84- Sequenciador	86
Fig. 85- Kanban para ref. de classe B.....	87
Fig. 86- Kanban para ref. de classe A e C.....	87
Fig. 87- Operário a escrever a referência no Kanban.....	87
Fig. 88- Colocação do <i>kanban</i> na última posição	87
Fig. 89- Setup	88
Fig. 90- Quadro de kanbans para as células	88
Fig. 91- Quadro de kanbans para as linhas.....	88
Fig. 92- Resumo da metodologia implementada (definição da estratégia e planeamento de capacidades).....	89
Fig. 93- Resumo da metodologia implementada (planeamento do Gemba)	90
Fig. 94- Acabamentos (secção das células) – “antes Kaizen” e “depois Kaizen”	95
Fig. 95- Acabamentos (secção das linhas) - “antes Kaizen” e “depois Kaizen”	95
Fig. 96- Acabamentos (secção do Raio-X) - “antes Kaizen” e “depois Kaizen”	95
Fig. 97- Acabamentos (secção ensaios) - “antes Kaizen” e “depois Kaizen”	96
Fig. 98- Norma da reunião estratégica mensal	102
Fig. 99- Norma de planeamento da moldação	103
Fig. 100- Norma de planeamento da serralharia dos moldes	103
Fig. 101- Norma de planeamento na macharia.....	104
Fig. 102- Norma de planeamento da sub-contratação na macharia.....	104
Fig. 103- Norma de planeamento da ferramentaria.....	105
Fig. 104- Norma de planeamento dos acabamentos	105
Fig. 105- Norma de utilização do sequenciador	106
Fig. 106- Norma de utilização do sequenciador (cont.).....	106
Fig. 107- Norma de utilização do sequenciador – afinadores	107
Fig. 108- Norma de utilização do sequenciador - empilhadores.....	107
Fig. 109- Norma da atualização da caixa de nivelamento da moldação.....	108
Fig. 110- Norma da atualização da caixa de nivelamento da moldação (cont.)	109

Fig. 111- Norma de atualização da caixa de nivelamento da macharia	110
Fig. 112- Norma da atualização do sequenciador.....	110

Índice de Tabelas

Tabela 1- Principais Produtos (%)	9
Tabela 2- Principais Mercados e Clientes	12
Tabela 3- Armazenamento Tradicional vs Armazenamento em Fluxo	30
Tabela 4- Resumo dos valores relativos ao estado atual dos acabamentos.....	66
Tabela 5- Resumo da análise ABC.....	72
Tabela 6- Resumo dos valores do estado “antes Kaizen” e “depois Kaizen” dos acabamentos.....	94

Índice de Gráficos

Gráfico 1- Produção/Evolução	11
Gráfico 2- Pessoal/Evolução.....	11
Gráfico 3 – Stock vs Tempo	34
Gráfico 4 – Relação Melhoria/Tempo originada pelo VSM.....	45
Gráfico 5- Classificação ABC.....	72
Gráfico 6- WIP dos acabamentos ao longo do projeto.....	93
Gráfico 7- Lead time dos acabamentos ao longo do projecto.....	94
Gráfico 8- Evolução da produção ao longo do projeto	96

Acrónimos

- FIFO – First In First Out
- KMS – Kaizen Management System
- MRP – Material Requirement Planning
- MTO – Make to Order
- MTS – Make to Stock
- OEE – Overall Equipment Efficiency
- SMED – Single Minute Exchange Of Die
- TCM – Total Change Management
- TFM – Total Flow Management
- TPM – Total Productive Maintenance
- TPS – Toyota Production System
- TQM – Total Quality Control
- TSM – Total Service Management
- WIP – Work In Process

1. INTRODUÇÃO

Esta dissertação está inserida no Mestrado em Engenharia Mecânica – Ramo Gestão Industrial do Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia do Porto, Instituto Politécnico do Porto e enquadra-se no âmbito da Unidade Curricular Dissertação / Projeto / Estágio. O tema proposto de “Implementação do TFM na Sakthi Portugal com recurso à metodologia Kaizen” insere-se num projeto desenvolvido na empresa Kaizen Institute. Sendo o Kaizen Institute uma empresa de consultoria operacional, o projeto foi realizado na empresa, a Sakthi Portugal SA, e decorreu num período de 4 meses.

Por definição, consultoria é a transferência de conhecimento, diagnóstico e formulação de soluções. A palavra *Kaizen* provém do japonês e significa melhoria contínua (Kai=mudança e Zen=bom; Mudança para melhor). É esta a sua vantagem competitiva e por consequência a sua área de atuação. Por isso, o Instituto Kaizen recorre a um conhecimento estruturado, que com ajuda de ferramentas próprias, incute no cliente, não só a mudança, mas também uma nova cultura, sempre em busca da melhoria.

Dentro da filosofia de melhoria contínua, o projeto incidiu diretamente sobre um dos pilares que rege a mudança e que inclui as metodologias e ferramentas específicas para a

criação de fluxo, gestão de material e de informação, numa cadeia de valor: o TFM – *Total Flow Management*.

O *Total Flow Management* é a gestão total de fluxo, ou seja, é a área que abrange toda a logística e produção numa organização industrial em que o principal objetivo passa a ser permitir e potenciar a fluidez do produto de forma célere até ao cliente.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Este trabalho inseriu-se num projeto de consultoria do Kaizen Institute, em que o autor participou como membro ativo na conceção das soluções propostas, sendo responsável pela sua implementação. Este projeto Kaizen iniciou-se quando a empresa do setor da fundição, Sakthi de Portugal, SA, procurou resposta para os problemas recorrentes no seu processo de planeamento produtivo.

A Sakthi Portugal,SA, produz cerca de 200 referências e tem um volume de vendas de 29 milhões de peças previstos para 2012. É uma empresa de fundição de peças para a industrial automóvel que enfrenta dificuldades em competir num mercado globalizado. A Sakthi Portugal SA, tem uma estrutura de produção rígida, elevada imprevisibilidade na procura, um processo de fabrico complexo, e um elevado volume de *stock* em curso. Como consequência destes fatores enfrenta problemas no seu processo de planeamento. Enquadrado nesta problemática, surgiu a necessidade de resolver os problemas associados ao processo de planeamento produtivo. Problemas como fraca sincronização da cadeia, incorreto nivelamento das ordens produtiva, elevado trabalho em curso de fabrico, inventários elevados e planos de produção com baixa eficácia.

1.2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é implementar um modelo de planeamento em *Total Flow Management* na logística interna da empresa, com o intuito de:

- Criar fluxo contínuo;
- Aumentar a flexibilidade produtiva;
- Criar fluxo de informação simplificado;
- Fornecer uma resposta rápida ao cliente;

- Sincronizar os diferentes elos da cadeia de valor;
- Aumentar a capacidade produtiva para o mesmo número de trabalhadores;
- Minimizar problemas de planeamento e melhorar condições de trabalho.
- Reduzir os custos com *stocks*;

1.3. METODOLOGIA

Para permitir que os objetivos definidos fossem alcançados o presente trabalho seguiu uma metodologia de investigação ativa que se dividiu em 6 fases:

A primeira fase passou pela adaptação ao ambiente laboral, pelo conhecimento do produto, assim como do processo produtivo. Nesta fase teve-se a preocupação de perceber quais os problemas que o processo produtivo apresentava.

Na segunda fase procedeu-se à análise de diversos indicadores de produtividade da empresa. Realizou-se a recolha de dados no chão da fábrica, tal como 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 Kaizen”.

A terceira fase consistiu no desenho da visão futura, uma visão que enquadra as metodologias Kaizen. Partindo dos problemas identificados, criou-se o modelo futuro, que motivará todas as pessoas envolvidas e alimentará o projeto com o objetivo comum da melhoria.

Na quarta fase realizou-se a implementação da visão Kaizen. O plano delineado anteriormente consistiu na implementação da metodologia TFM para a logística interna da Sakthi Portugal, sendo realizado em 3 etapas:

- Estratégia de planeamento;
- Planeamento de capacidade;
- Plano de execução;

Na quinta fase é feita a avaliação dos resultados consistindo numa análise comparativa da solução implementada com a situação atual.

Por fim, a sexta fase passou pela normalização e formação. A partir do momento que os resultados forem satisfatórios, passou-se à fase de normalização com vista a garantir o bom funcionamento das metodologias aplicadas.



Fig. 1- Metodologia aplicada

1.4. CALENDARIZAÇÃO

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

Fevereiro 2012- Adaptação ao ambiente laboral e mapeamento do fluxo de material e informação da situação “antes Kaizen”;

Março 2012- Desenho da visão futura;

Março a Junho 2012- Implementação do modelo delineado anteriormente;

Junho 2012- Análise comparativa da solução implementada com a situação inicial;

Junho a Outubro 2012- Elaboração do relatório;

1.5. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

O presente documento é constituído por 8 capítulos, organizado pela seguinte forma:



Fig. 2- Organização do documento

2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A PortCast nasce em Junho de 1998 fruto de uma *joint venture* entre o grupo Internet e o grupo Jorge Mello.

Em Abril de 2007 a PortCast é adquirida pela Sakthi Automotive Group, mudando a sua designação social para Sakthi Portugal, SA.

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”. (Sakthi Group, 2012).



Fig. 3- Sakthi Portugal

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

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

- Portugal - 75.000 Ton./Ano
- India - 56.000 Ton./Ano

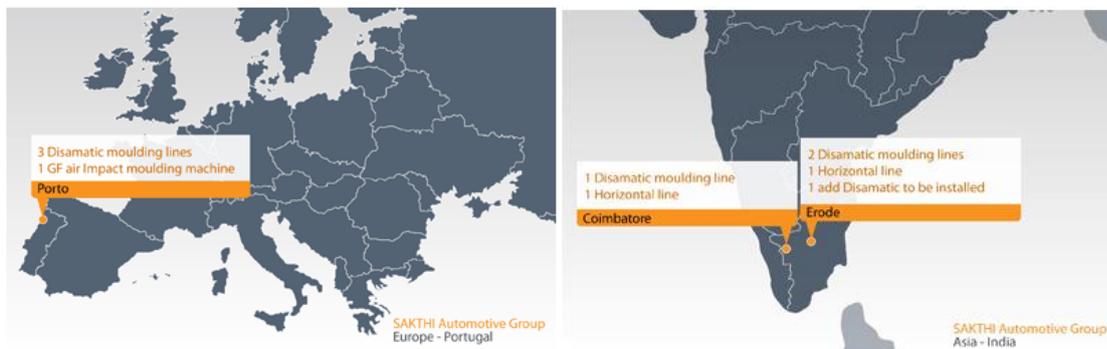


Fig. 4 - Atividade do Grupo

2.1. LOCALIZAÇÃO DA EMPRESA

A Sakthi Portugal SA, 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 do A 41 (Matosinhos/Ermesinde) que liga à Auto-estrada A3 (Porto/Braga), bem como ao A28 (Porto/Caminha).

2.2. ÁREA DE IMPLANTAÇÃO

Sakthi Portugal está implantada num terreno de 65356 m² ocupando atualmente os edifícios fabris e administrativa uma área de 22188 m². A Figura 5 apresenta o esquema do *layout* fabril da Sakthi Portugal.

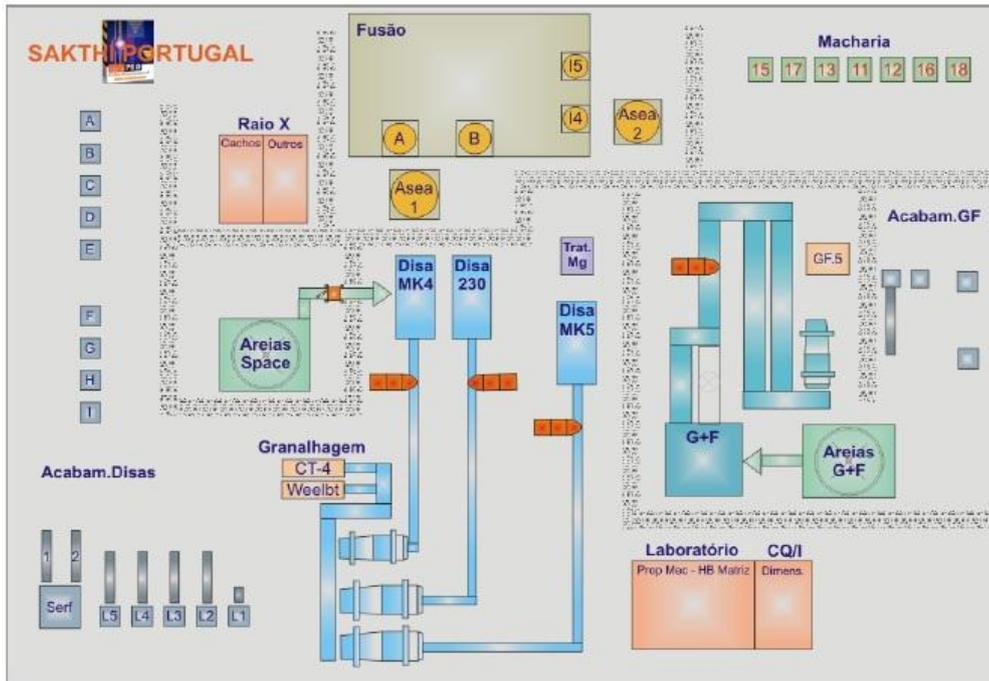


Fig. 5- Layout Atual

2.3. LINHAS DE PRODUTOS

A Sakthi Portugal é uma fundição especializada na produção de componentes em ferro nodular destinados principalmente à indústria automóvel do mercado europeu. Os principais produtos de segurança crítica destinam-se a sistemas de travagem (Fig.6), suspensão (Fig.7), motor (Fig.8,10), direção (Fig.9) e outros componentes (Fig.11).

Produtos	Produção (%)
Sistema de travagem	51%
Motor	38%
Direção	3%
Suspensão	1%
Outros componentes	7%

Tabela 1- Principais Produtos (%)

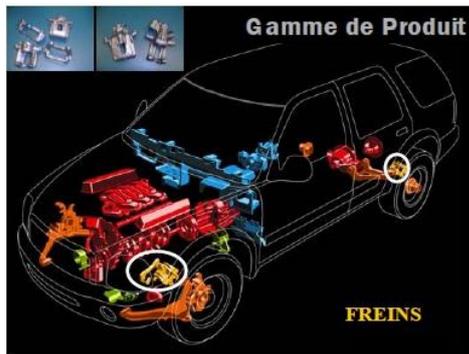


Fig. 6- Freios

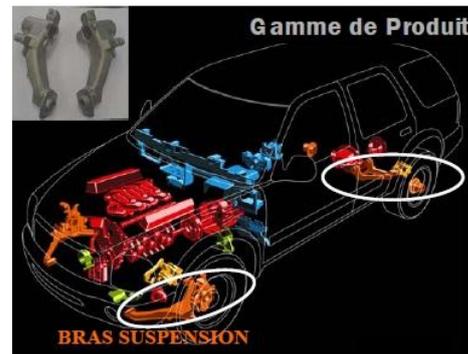


Fig. 7- Braços de Suspensão

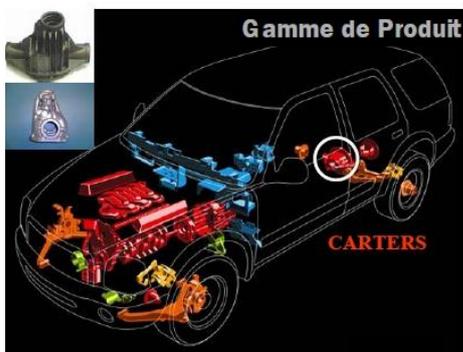


Fig. 8- Cárter



Fig. 9- Tampa do Mancal

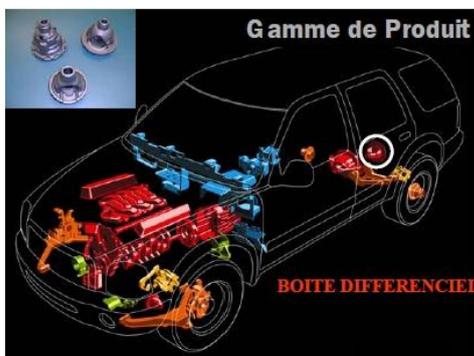


Fig. 10- Caixa Diferencial

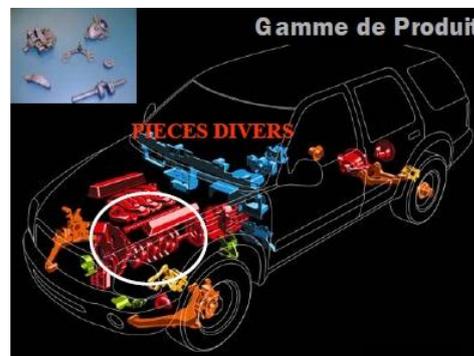


Fig. 11- Outros componentes

2.4. PRODUÇÃO/EVOLUÇÃO - PESSOAL/EVOLUÇÃO

A Sakthi de Portugal é uma empresa que no ano de 2011 faturou quase 100 milhões de euros e que atualmente emprega 430 pessoas (ver Gráfico 2). Ao longo dos últimos anos tem tido um crescimento significativo nas vendas e conseqüentemente um aumento na produção, prevendo que para este ano se atinja uma produção próxima das 70000 toneladas de peças (Gráfico 1).

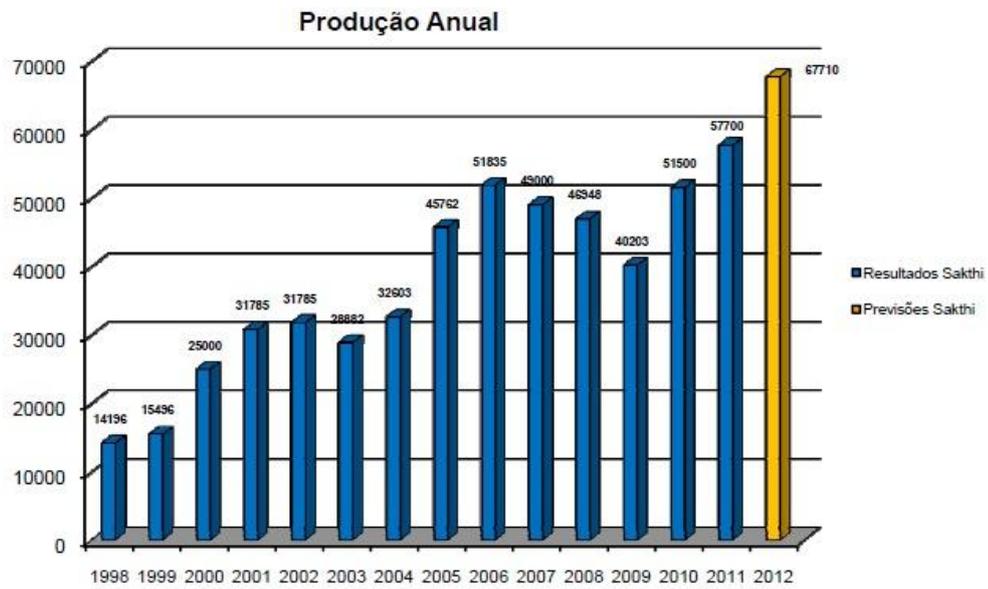


Gráfico 1- Produção/Evolução

Evolução do Quadro de Pessoal

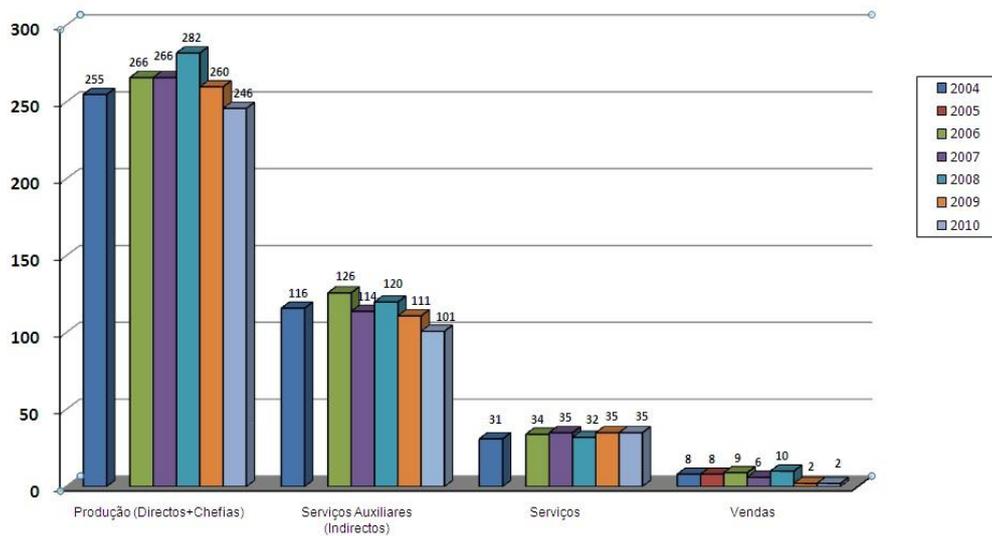


Gráfico 2- Pessoal/Evolução

2.5. PRINCIPAIS MERCADOS E CLIENTES

A atividade comercial da Sakthi Portugal está orientada fundamentalmente para o mercado externo. A maior parte do volume de negócios da empresa destina-se à exportação, nomeadamente para países como a França, Alemanha, entre outros.

Constam como principais clientes da Empresa a PSA, TRW, Conti-Teves e Dana Spicer.

MERCADO	CLIENTE	LINHA PRODUTO
França	TRW PSA Bosch	Indústria Automóvel Indústria Automóvel Indústria Automóvel
Inglaterra	TRW Dana Spicer	Indústria Automóvel Indústria Automóvel
Alemanha	TRW Daimler Continental Teves AG .Neapco	Indústria Automóvel Indústria Automóvel Indústria Automóvel Indústria Automóvel
Portugal	Continental Teves Portugal	Indústria Automóvel
Slováquia	Continental Automotive Systemes Slovakia	Indústria Automóvel
Áustria	Magna Power Train	Indústria Automóvel
Itália	GKN	Indústria Automóvel
República Checa	CIE Automotive TRW	Indústria Automóvel Indústria Automóvel
Espanha	Bosch Kyb CIE Automotive SAMS	Indústria Automóvel Indústria Automóvel Indústria Automóvel

Tabela 2- Principais Mercados e Clientes

3. REVISÃO DO ESTADO DE ARTE

Neste capítulo é abordado o sistema de gestão do Instituto Kaizen (KMS), assim como é feita uma reflexão sobre os fundamentos Kaizen e especificamente o pilar *Total Flow Management* (TFM). Os restantes pilares são apresentados de uma forma sucinta por não terem sido aplicados extensivamente neste projeto.

3.1. KAIZEN MANAGEMENT SYSTEM

O *Kaizen Management System* (Fig.12) é um sistema de gestão estruturante da filosofia Kaizen, tendo como objetivo final tentar alcançar os níveis de excelência no *Quality, Cost e Delivery* (QCD) das relações com os clientes e com os fornecedores. 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



Fig. 12 – Kaizen Management System (KMS)

(fonte: Manual KMS, Kaizen Institute,2010)

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): sistema de criação de fluxo na totalidade de cadeia de valor, através da eliminação de desperdício e focalização nas operações de valor acrescentados. A presente tese irá incidir em especial sobre este pilar e as ferramentas que a ele estão associadas;
- Total Productive Maintenance (TPM): metodologia de gestão de equipamentos com o objectivo de maximizar a eficiência global (OEE¹) ao longo da sua vida útil;
- Total Quality Control (TQC): métodos e ferramentas de identificação e resolução de problemas e oportunidades de melhoria de qualidade;

¹ OEE: Overall Equipment Efficiency – é um indicador da eficiência de equipamentos.

- 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, pois este centra-se sobre a gestão da mudança e implementação de ferramentas e métodos de apoio à mudança.

Estes pilares encontram-se apoiados numa base comum, que pode ser identificada como o conjunto de fundamentos. Estes fundamentos estabelecem a filosofia Kaizen (Imai, 2000).

3.2. FUNDAMENTOS KAIZEN

3.2.1. PRINCÍPIOS

A filosofia Kaizen assenta em três princípios chave:

- Os processos conduzem a resultados: os resultados são muito importantes pois traduzem todo o desempenho de uma organização, sendo eles que representam o cumprimento ou não dos objetivos. Neste sentido, a obtenção de resultados consistentes são o culminar da realização de processos consistentes;
- Não culpar e não julgar: detetado um problema no sistema, este deve ser entendido como uma oportunidade de melhoria. Culpar ou julgar condicionará negativamente a comunicação de problemas futuros;
- 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, que tentam otimizar o seu desempenho de acordo com os seus próprios objetivos. Como resultados criam-se “ilhas”, isoladas, com pouca comunicação e muitas vezes em conflito. Assim na filosofia Kaizen o importante é a criação de fluxo agindo a organização como um todo, como um sistema global.

3.2.2. MUDA

“Tudo o que fazemos é olhar para a linha do tempo, do momento que o cliente nos dá o pedido até quando recebemos o pagamento. E estamos reduzindo este tempo removendo os desperdícios.” Taiichi Ohno.

Muda é uma palavra japonesa que pode ser traduzida como perda ou desperdício. Tudo o que não acrescenta valor é desperdício e, como tal, deve ser reduzido ou eliminado. Visto de uma outra perspetiva, desperdício refere-se a todas as componentes do produto que o cliente não estará disposto a pagar.

O conceito de desperdício em que a filosofia Kaizen assenta pode ser estruturado segundo sete diferentes tipos:



Fig. 13 – Sete tipos de MUDA

(fonte: Manual TFM, Kaizen Institute,2010)

1. **Produção em excesso:** produzir em excesso é tão mau como produzir a menos. Só deve ser produzido o que o cliente deseja;
2. **Espera de material (ou inventário):** materiais, peças ou produtos em stock em que o cliente não necessita no momento;
3. **Espera de pessoas (ou espera):** tempo desperdiçado por materiais, pessoas, equipamentos ou informações que não estão prontas;
4. **Movimentação de material:** deslocações do produto que não acrescenta valor;
5. **Movimentação de pessoas (ou operadores):** movimento de pessoas que não acrescentam valor;

6. **Processamento em excesso:** são operações e processo que não são necessários na execução do produto;
7. **Defeitos:** trabalhos que contêm erros, retrabalho, enganos ou falta de alguma coisa necessária.

3.2.3. Os 5s

Os 5S são um conjunto de técnicas que procuram a redução do desperdício e a melhoria do desempenho das pessoas e processos através de uma abordagem muito simples que assenta na manutenção das condições ótimas dos locais de trabalho. É constituída por 5 etapas, com origem em 5 termos japoneses começados pela letra “s”, ou seja:

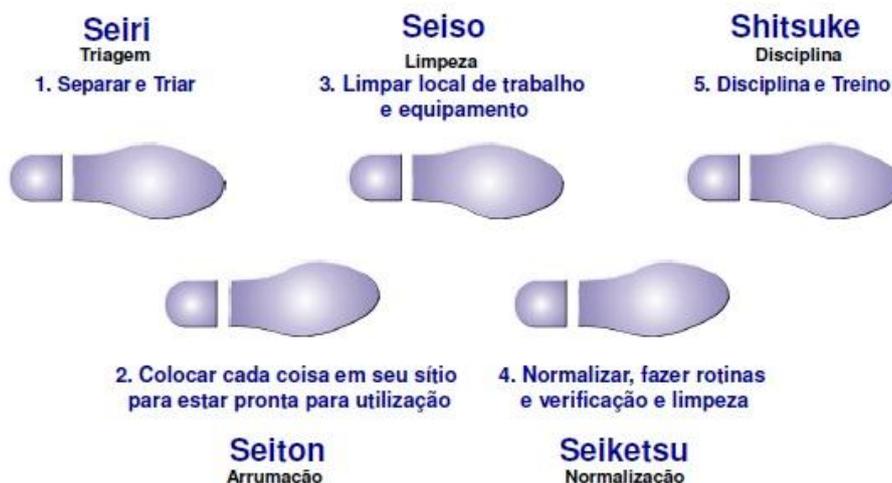


Fig. 14- Metodologia 5S

(fonte: Manual TFM, Kaizen Institute,2010)

3.2.4. NORMALIZAÇÃO

O processo de normalização consiste na construção de normas, como o próprio nome indica. As normas são uma forma *standard* de executar uma tarefa, de um modo mais eficiente.

A normalização é muito importante numa organização porque garante que as tarefas são executadas da melhor forma conhecida, reduz a variabilidade dos processos e permitindo que o conhecimento fique na organização (conhecimento não é individualizado, mas acessível a toda a organização). As normas criam um patamar onde a qualidade se pode

alicerçar, é através destas e só depois da constituição das mesmas que se pode melhorar, se pode evoluir.

3.2.5. GESTÃO VISUAL

A gestão visual é a aplicação de informação de uma forma visual, tendo como objetivo facilitar a interpretação e comunicação de informação. Isto é importante já que a visão é o sentido através do qual o ser humano consegue captar mais informação (cerca de 83% da informação que o ser humano recolhe é através da visão).

A informação deve estar disponível para todos sob forma mais simples possível. Assim, normas de trabalho, regras de segurança ou utensílios de trabalho, todos devem estar munidos de auxílios visuais que facilitem a transmissão de informação.

3.3. TOTAL FLOW MANAGEMENT (TFM)

O pilar *Total Flow Management* incide sobre a gestão total de fluxo – fluxo de material e informação na cadeia de valor. Assim, as atividades tradicionais de Produção e Logística, bem como todas as atividades de fluxo de informação (ordens de produção, ligação com o sistema de informação) estão aqui englobadas.

Esta ferramenta foi desenvolvida com o objetivo de responder aos novos desafios do mercado. Estes desafios prendem-se com consumidores mais exigentes, tanto no que respeita a qualidade como a nível de disponibilidade, bem como com a maior dificuldade na previsão e comportamento do mercado.

O que tradicionalmente acontece é o elevar dos níveis de *stock* para fazer face a estes novos desafios. De uma forma pouco criteriosa e sistemática aumentam-se os inventários para apertados prazos de entrega sejam satisfeitos e a probabilidade de rotura face a uma encomenda não prevista seja reduzida. Como resultado para a empresa, perda de flexibilidade e capital estagnado em inventário.

É neste contexto que a metodologia TFM surge como sendo uma metodologia capaz de oferecer o nível de serviço desejado minimizando os *stocks* em toda a cadeia de valor. O modelo é constituído por 5 pilares (ver Fig.15) cada um com vários conceitos:

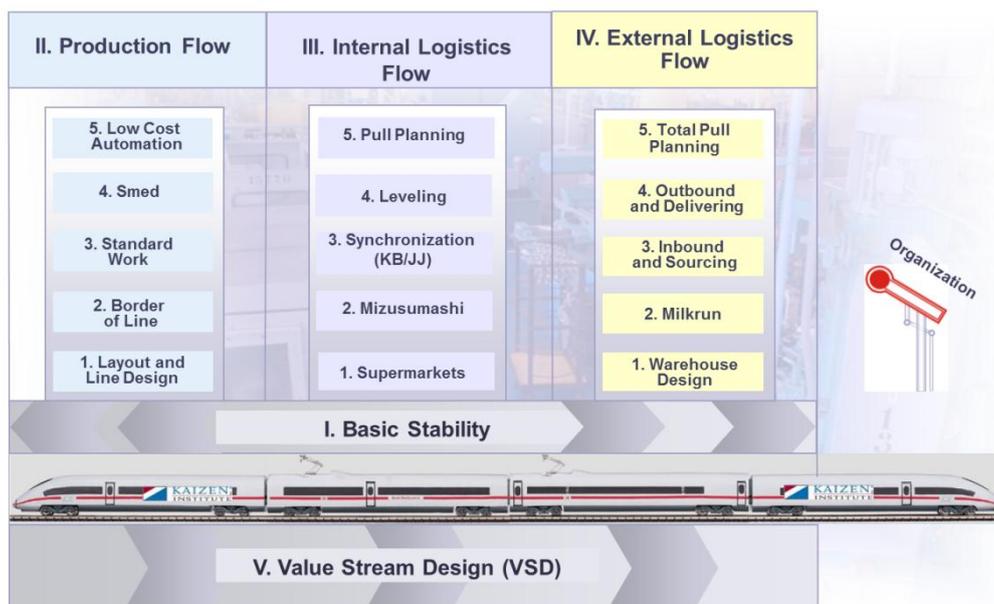


Fig. 15- Modelo TFM

(fonte: Manual TFM, Kaizen Institute,2010)

3.3.1. ESTABILIDADE BÁSICA

A estabilidade básica é o elemento fundamental à garantia de que existem condições mínimas necessárias ao desenvolvimento de fluxo de informação e produtos. Para tal é preciso trabalhar ao nível dos 4M:

- **Mão-de-obra:** competências, formação, absentismo;
- **Material:** disponibilidade, proximidade com o local de uso;
- **Máquina:** poucas avarias ou paragens não planeadas;
- **Método:** processos normalizados, manutenção e gestão.

3.3.2. FLUXO NA PRODUÇÃO

O segundo pilar do modelo TFM é o fluxo de produção. Os alvos deste pilar são:

- **Layout e Desenho de Linhas** - através da alteração do layout permitindo a criação de fluxo unitário (uma peças de cada vez, a partir da matéria-prima até ao produto acabado);
- **Bordo de Linha** - criar condições para localizar os materiais de forma fácil e rápida, melhorando a eficiência da produção ao garantir a existência dos materiais necessários;
- **Standard Work** - normalização das melhores práticas conhecidas de forma a diminuir o desperdício;
- **SMED (Singles Minute Exchange of Dies)** – redução dos tempos de preparação das máquinas, aumentando assim a flexibilidade e permitindo lotes unitários;
- **Automação de Baixo Custo** – criação de pequenos dispositivos que melhoram a eficiência da produção e diminuem a dificuldade das operações.

3.3.2.1. LAYOUT E DESENHO DE LINHAS

Este ponto consiste em desenhar o processo, estruturando a forma como as operações necessárias para o produto seja feito vão estar encadeadas.

Na mesma linha de orientação de um dos fundamentos Kaizen já apresentado (Sistemas Globais) é importante perceber a diferença entre dois conceitos de organização produtiva: *Layout* Funcional e *Layout* de Processo.

Na figura 16, pode-se observar um exemplo de *layout* funcional, onde as várias operações necessárias à finalização do produto estão separadas fisicamente em pré-montagem, montagem e controlo.

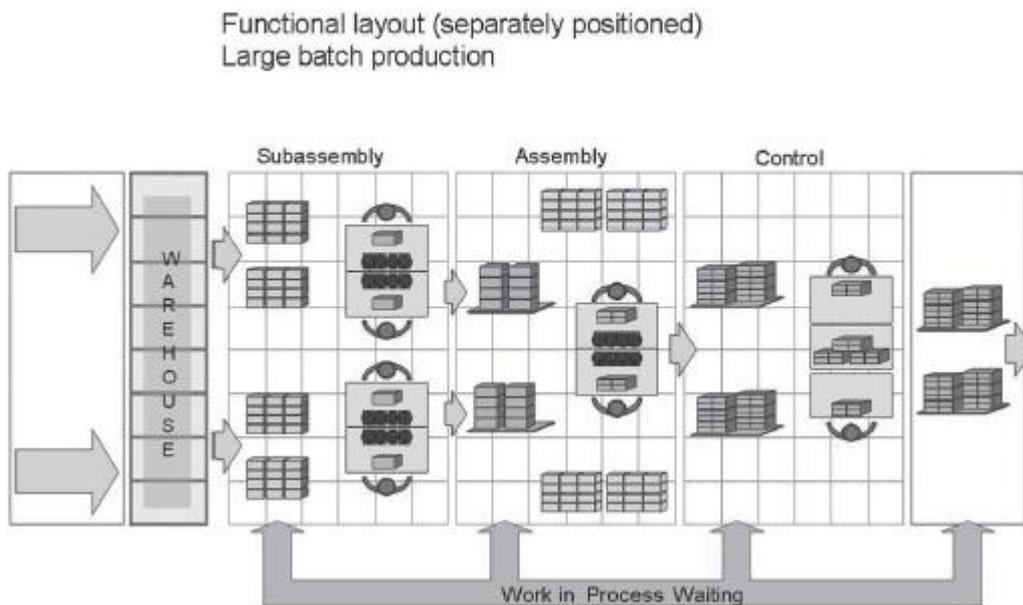


Fig. 16- Layout Funcional

(fonte: Coimbra, 2009)

Este tipo de *layout* é caracterizado por trabalhar com grandes lotes para minimizar o transporte entre operações, mas desta divisão resultam várias consequências:

Stocks elevados – para que as peças avancem para a próxima etapa, um lote de determinada quantidade tem que ser completado. Como há várias áreas, há também vários lotes ao longo do processo. A isto podemos juntar o facto de que a diversificação de produtos tem aumentado muito nas empresas e, portanto a variedade de produtos vai fazer

com a quantidade de lotes em cada secção aumente muito. Estes stocks elevados têm consequências negativas de MUDA de inventário;

Lead time elevado – o tempo que o produto demora a fluir desde matéria-prima até produto acabado é elevado. O tempo de acabar um lote em cada área (mais os tempos de transporte, espera em armazéns, etc) é elevado quando comparado com o tempo de processamento de uma unidade em cada área. Isto faz com que a flexibilidade da empresa a responder às necessidades dos clientes seja muito baixa, tornando-a pouco competitiva;

Lead time de deteção de problemas de qualidade – frequentemente a deteção de um defeito causado numa fase de produção só é conseguida numa área mais a jusante (no caso da figura anterior os defeitos causados na Pré-Montagem são detetados no Controlo). Assim, o tempo passado desde que o defeito é realizado até que é detetado é muito elevado, fazendo com que o problema continue, implicando custos elevadíssimos;

Utilização de espaço elevada – todo o material em espera e em grandes lotes ocupa espaços desnecessários. Isto leva a um distanciamento natural entre as várias fases de produção e leva à criação de elementos de armazenagem (estantes, paletes, etc);

Necessidade de movimentação de material – devido ao distanciamento das áreas de produção é necessário transportar o material de acordo com as suas necessidades o que obriga a ter pessoas e meios sempre disponíveis para o fazer (empilhadores, porta paletes, carros de transporte);

Complexidade de gestão – gerir a sincronização desta cadeia de valor torna-se muito complexo. Existem diversas operações, nas quais passam diversos produtos, sendo ainda necessário gerir armazéns intermédios bem como transportes necessários para a sua movimentação;

Visibilidade da cadeia – existindo muitas fases separadas é necessário ter a informação correta sobre que operações já foram feitas em cada produto. A relação entre a realidade física e o sistema de informação é normalmente complicada, sendo os dados do sistema muitas vezes pouco fiáveis. De realçar também o desperdício dos operadores que têm de fazer os registos no sistema;

Na figura 17 observa-se o *layout* de processo, onde o conceito de Linhas de Fluxo Unitário (*One Piece Flow Lines*) é muito importante. Este conceito traduz um modo de funcionamento que integra todas as operações e, portanto permite que cada peça flua de operação em operação até ficar pronta, sem que seja necessário a criação de lotes.

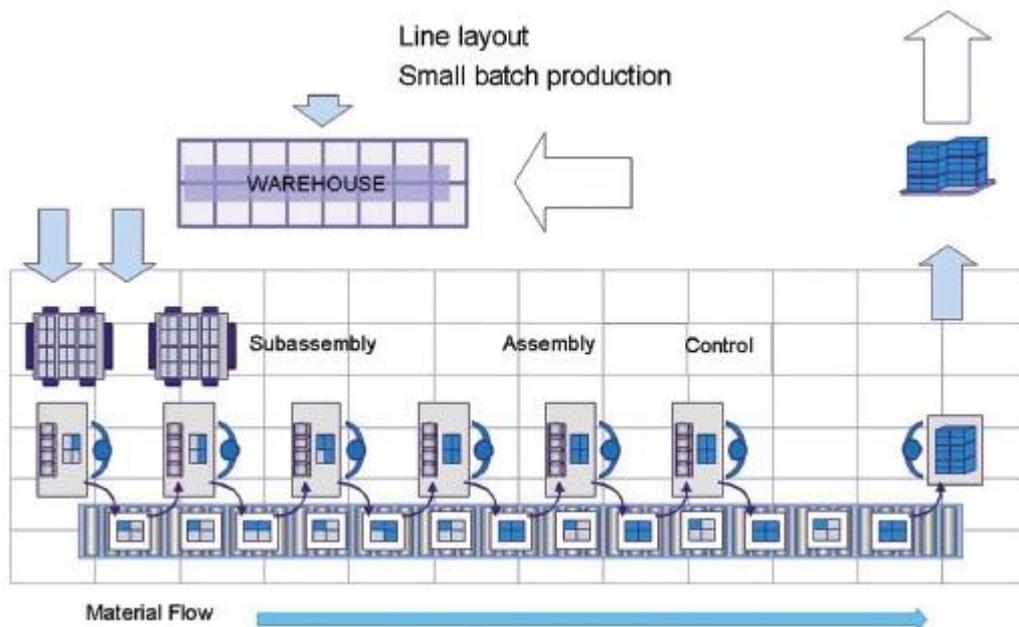


Fig. 17- Layout de Processo

(fonte: Coimbra, 2009)

As vantagens desta integração são inúmeras:

- **Stocks muito reduzidos** – como os processos estão integrados não se trabalha em lote e portanto não há grandes lotes em processamento em espera;
- **Lead time reduzido** – os produtos fluem rapidamente desde matéria-prima até ao produto final, sendo mais fácil a empresa reagir à procura do cliente e à sua variabilidade;
- **Lead time de deteção de problemas de qualidade reduzido** – sempre que surge um problema de qualidade este é detetado rapidamente, sem que entretanto se tenham produzido mais produtos. Isto faz com que a origem do problema seja mais fácil de detetar (porque passou muito pouco tempo desde que ocorreu) e consequentemente de resolver;

- **Utilização de espaço reduzido** – além de existir menos stock este tipo de organização possibilita uma utilização de espaço mais eficiente;
- **Necessidade de transporte entre processos inexistente** – os processos estão integrados sendo por isso eliminadas as grandes movimentações e necessidade de transporte;
- **Complexidade de gestão menor** – torna-se assim processo mais simples e mais fácil de gerir;
- **Cadeia produtiva com maior visibilidade** – existe menos complexidade de interação com o sistema de informação.

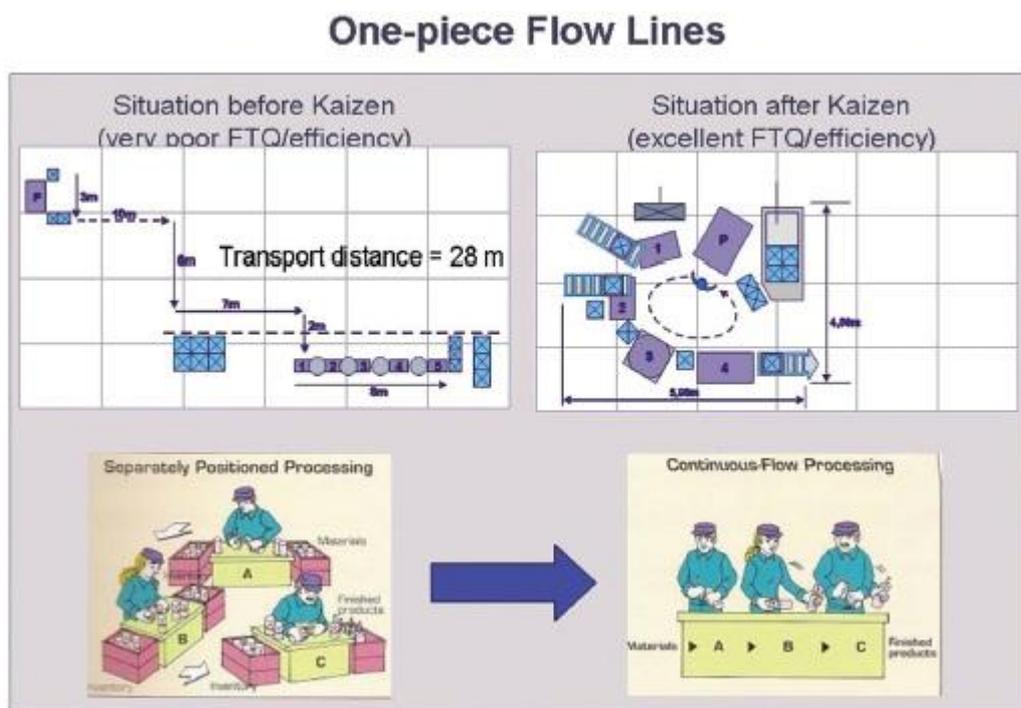


Fig. 18- Linhas de Fluxo Unitário

(fonte: Coimbra, 2009)

Embora as vantagens desta linha sejam evidentes, torna-se difícil quebrar o paradigma da separação de tarefas e da especialização, ideologias que já se encontram difundidas na cultura das empresas há vários anos. Será pois importante demonstrar que a flexibilidade é o caminho para o sucesso e para a competitividade.

3.3.2.2. BORDO DE LINHA

O bordo de linha é o local de onde o operador de um posto de trabalho se serve de componentes para a realização de uma tarefa. Deve ser entendido como o interface entre a Produção e a Logística, sendo que cada uma destas funções deve poder trabalhar independente.



Fig. 19- Tipos de abastecimento

(fonte: Coimbra, 2009)

Podemos ver na figura 19 dois exemplos de abastecimento. No primeiro o operador tem que tirar a peça de um local que está atrás do seu posto de trabalho e que não tem uma posição ergonómica. No segundo temos um exemplo de abastecimento frontal e próximo do operador, sendo um bordo de linha ideal.

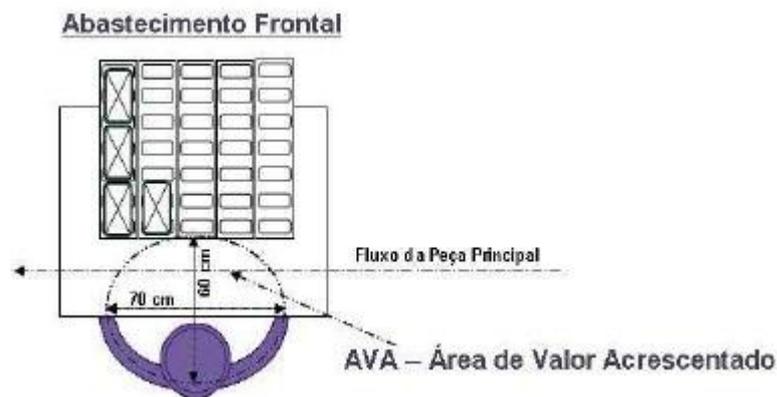


Fig. 20- Abastecimento Frontal

(fonte: Manual TFM, Kaizen Institute, 2010)

Com o intuito de maximizar tarefas de valor acrescentado, o bordo de linha deve estar livre de qualquer desperdício devendo ser o mais ergonómico possível. Na situação ideal, os componentes devem estar dispostos frontalmente, a uma distância que salvguarde uma

área de trabalho e que minimize o Muda de movimento. Devem ser utilizadas caixas pequenas que permitam a existência de todos os materiais necessários e em pequena quantidade (minimizando o stock no bordo de linha e aumentando o número de ciclos de reposição).

3.3.2.3. STANDARD WORK (NORMALIZAÇÃO)

O *Standard Work* é uma ferramenta com objetivo de reduzir a variabilidade dos processos e minimizar o desperdício através de ferramentas de normalização e gestão visual. Serve também de base para o treino de novos operadores em determinadas tarefas. Como clarificado anteriormente, a norma de trabalho é o conjunto de procedimentos mais eficientes de realizar determinada tarefa conhecida até ao momento.

Assim, há metodologias estruturadas que permitem obter uma boa norma de trabalho, que incorporam as seguintes fases:

- Definir objetivos de melhoria
- Estudar o trabalho
- Melhorar o trabalho
- Normalizar o trabalho
- Treinar operadores

Estes passos devem ser vistos e tratados como um ciclo tendo em conta que a melhoria é um processo contínuo.

3.3.2.4. SMED

SMED significa *Single Minute Exchange of Die* – troca de produtos, ferramentas ou ajustes no decorrer do processo (é normalmente designada por *setup*) em menos de 10 minutos. Durante o *setup*, o processo não produz valor, apenas aumenta o custo e o tempo. Deste modo, o *setup* é entendido como desperdício e como tal deve ser eliminado.

O método SMED recorre às seguintes tarefas elementares para a redução do tempo de *setup*:

- Identificar e separar as atividades de *setup* internas¹ e externas envolvidas no processo de mudança e ajuste de ferramenta;
- Converter as atividades *setup* internas em externas sempre que possível, de modo a minimizar o tempo de mudança;
- Eliminar a necessidade de ajustes através da uniformização do processo, ferramentas e procedimentos;
- Melhorar as operações manuais através da formação e treino. Procurando envolver as pessoas, tirando partido das suas ideias e sugestões é possível alcançar ganhos significativos se avultados investimentos;
- Melhorar (através de alterações ou reconfigurações) o equipamento;
- Criar um gráfico de melhorias para acompanhar os resultados e felicitar a equipa de trabalho. (Lopes et al, 2010)

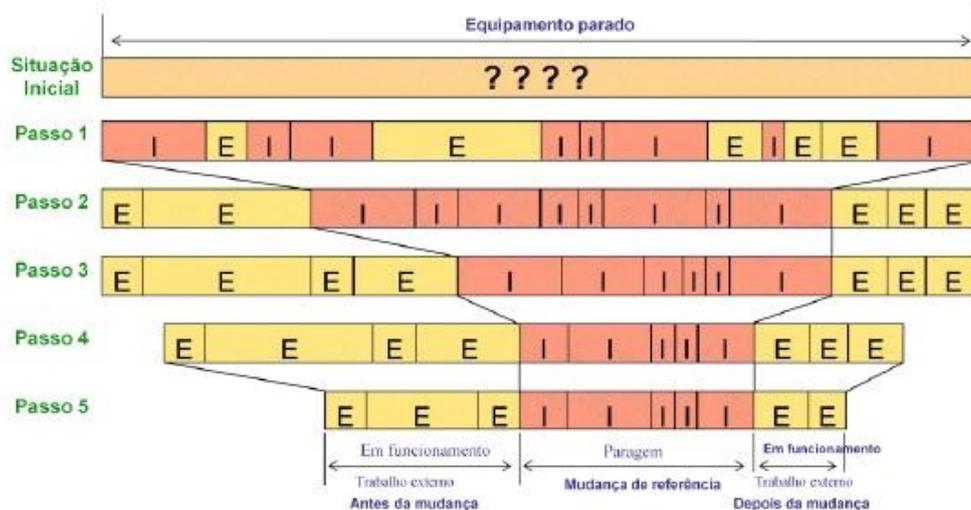


Fig. 21- Metodologia SMED

(fonte: Manual TFM, Kaizen Institute,2010)

¹ As actividades externas referem-se às actividades que podem ser realizadas enquanto a máquina está em funcionamento. As actividades internas referem-se às actividades que só podem ser realizadas quando a máquina está parada.

3.3.2.5. AUTOMAÇÃO DE BAIXO CUSTO

Esta ferramenta permite automatizar sem grandes investimentos, utilizando mecanismos simples e práticos.

Na figura que se segue alguns exemplos de dispositivos de baixo custo que podem ser usados para reduzir os tempos em certas tarefas:

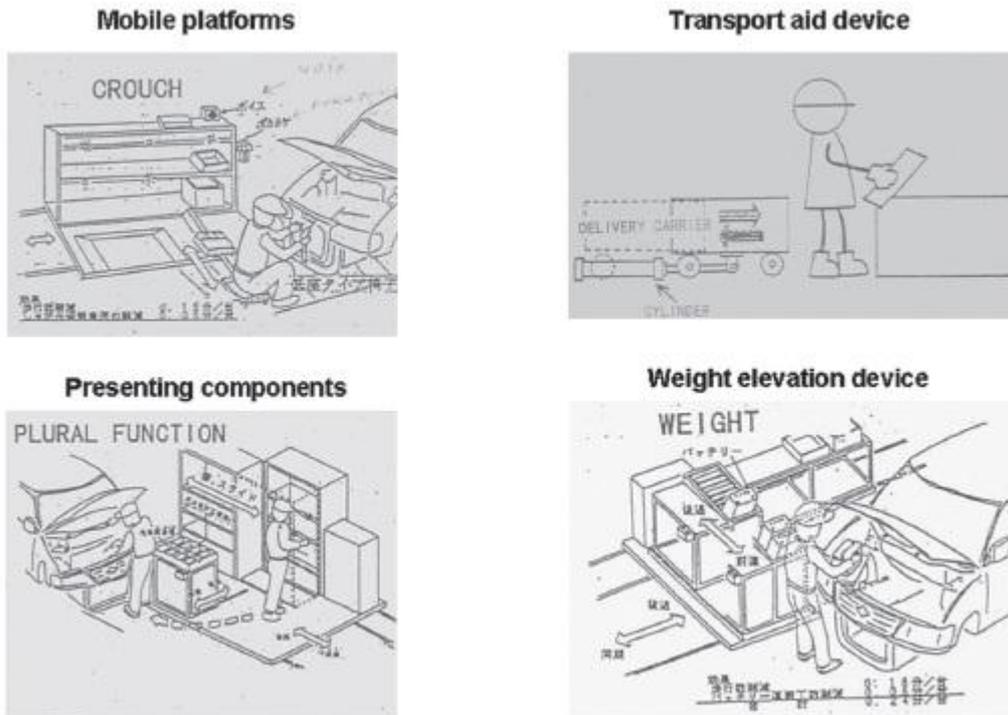


Fig. 22- Exemplos de dispositivos que economizam tempo

(fonte: Coimbra, 2009)

3.3.3. FLUXO NA LOGÍSTICA INTERNA

Neste pilar encontra-se as várias metodologias utilizadas na otimização do fluxo de material e informação na logística interna com o objetivo de trabalhar de acordo com a necessidade do cliente, obtendo deste modo a minimização dos custos e o aumento da qualidade. As várias metodologias utilizadas neste pilar são:

- **Supermercados-** *stock* de segurança que garante que não existam faltas de material;
- **Mizusumashi-** é responsável pelo transporte de materiais e informação de forma eficiente para todas as partes da empresa;
- **Sincronização-** criação de meios que permitam a coordenação entre a logística e produção;
- **Nivelamento-** define os horários de produção das máquinas e células evitando atrasos por falta de capacidade;
- **Planeamento em Pull-** define o que tem de ser produzido, e qual capacidade necessária para atender à procura do cliente.

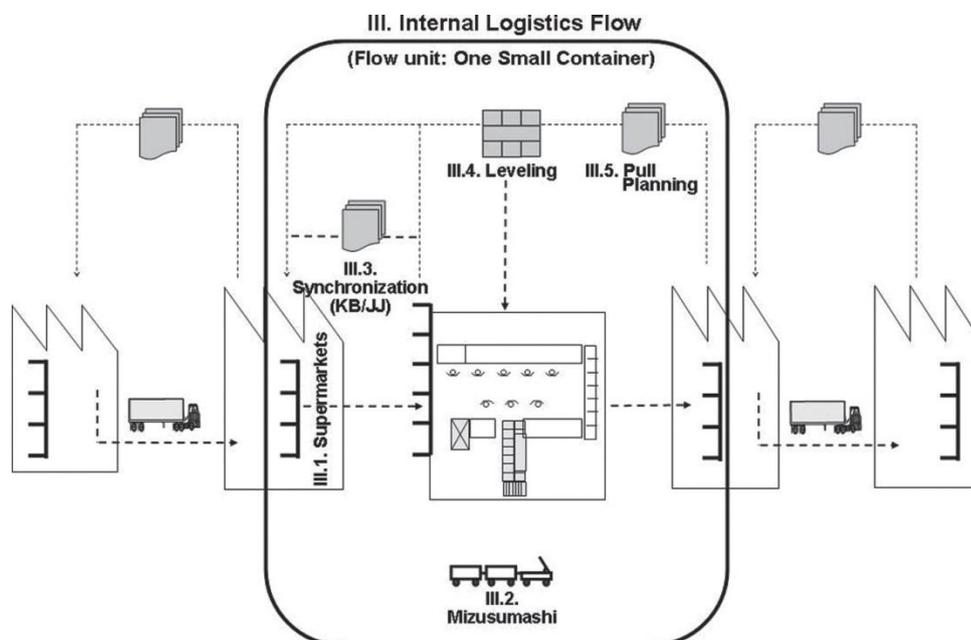


Fig. 23- Fluxo na Logística Interna

(fonte: Coimbra, 2009)

3.3.3.1. SUPERMERCADOS

Um supermercado é uma área de armazenamento que funciona de acordo com as seguintes regras:

- Localização fixa para cada referência;
- Zona de fácil acesso para *picking* (armazenagens ao nível do chão);
- Gestão visual;
- Assegura o princípio do FIFO (*First In First Out*) físico;
- Desenhado para permitir fluxo e manuseamento de pequenos contentores, contentores sobre rodas e *trolleys*.



Fig. 24- Armazenamento Tradicional vs Armazenamento em Fluxo

(fonte: Coimbra, 2009)

Armazenamento Tradicional	Armazenamento em Fluxo
<ul style="list-style-type: none"> • Má proteção de peças; • FIFO difícil; • Acesso difícil às peças; • Armazenamento da mesma peça em diferentes locais (<i>picking</i> difícil); • Risco de quedas de componentes; • Paradigma da produção em lote; 	<ul style="list-style-type: none"> • Boa proteção dos componentes; • Bom FIFO; • Fácil acesso às peças, • Localização única para a mesma peça (fácil para criar hábitos de <i>picking</i>); • Não há risco de queda de partes; • Paradigma da produção em fluxo;

Tabela 3- Armazenamento Tradicional vs Armazenamento em Fluxo

O objetivo central é o de atenuar as variações da procura para que os processos a montante possam ter uma carga de trabalho mais nivelada (Fig.26). Por outro lado, a existência de *stock* em determinados pontos da cadeia pode ser benéfico pois melhora o tempo de resposta ao cliente.

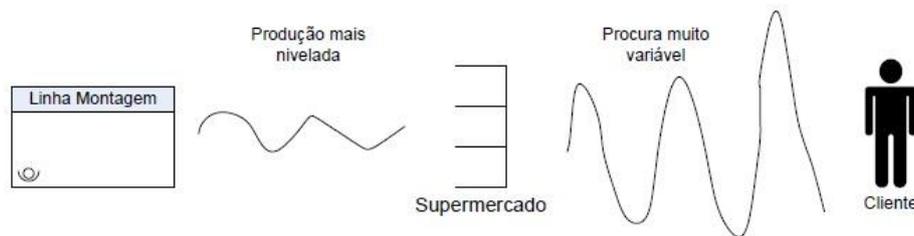


Fig. 25- Nivelamento produtivo através de supermercado

(fonte: Manual TFM, Kaizen Institute,2010)

Estes locais de armazenamento existem ao longo da cadeia de valor tanto o entre clientes internos como clientes externos – supermercado de produto acabado – estando intimamente ligados ao conceito de *Pull Flow*.

As ordens de produção são despoletadas quando o nível de *stock* do supermercado de onde um cliente se está a abastecer atinge um determinado nível. O fornecedor, a montante na cadeia de valor, deve repor o que foi consumido pelo cliente. A Fig.27 procura descrever o funcionamento de um supermercado.

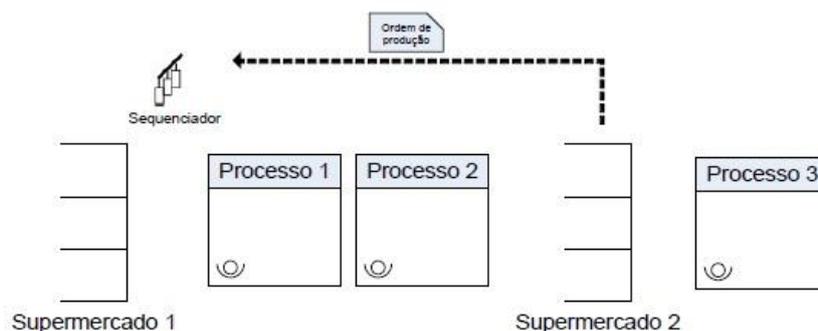


Fig. 26- Supermercado: funcionamento

(fonte: Manual TFM, Kaizen Institute,2010)

O processo 3 é o cliente do supermercado 2 que está a ser abastecido pelos processos 1 e 2, integrados. A ordem de produção é lançada no processo 1 sempre que determinada referência no supermercado 2 atingir um nível estipulado. O mesmo acontece para o supermercado 1 com eventuais processos a montante.

A utilização de supermercados é de grande importância particularmente entre processos que não podem ser integrados pois estabelece limites para produtos em vias de fabrico, regulando o Muda de inventário.

A implementação de supermercados permite ainda o processo de planeamento seja facilitado. O consumo de determinada referência num supermercado é seguido de uma ordem de reposição automática ao processo a montante, e assim sucessivamente. Sendo assim, toda a cadeia de valor pode ser planeada a partir de um só ponto, dado que todos os outros elos da cadeia funcionam por reposição. (Smalley, 2002)

As referências a manter no supermercado devem ser criteriosamente escolhidas dado que a filosofia Kaizen defende que inventário é Muda. Nesta perspetiva, devem manter-se em supermercados apenas as referências que apresentam uma rotação elevada, para que a probabilidade do material esteja parado durante um longo período de tempo seja reduzida.

3.3.3.2. MIZUSUMASHI

O segundo elemento de melhoria da logística interna é o *Mizusumashi*. Este é o operador logístico que é responsável pelo fluxo de materiais e informação em toda a fábrica.

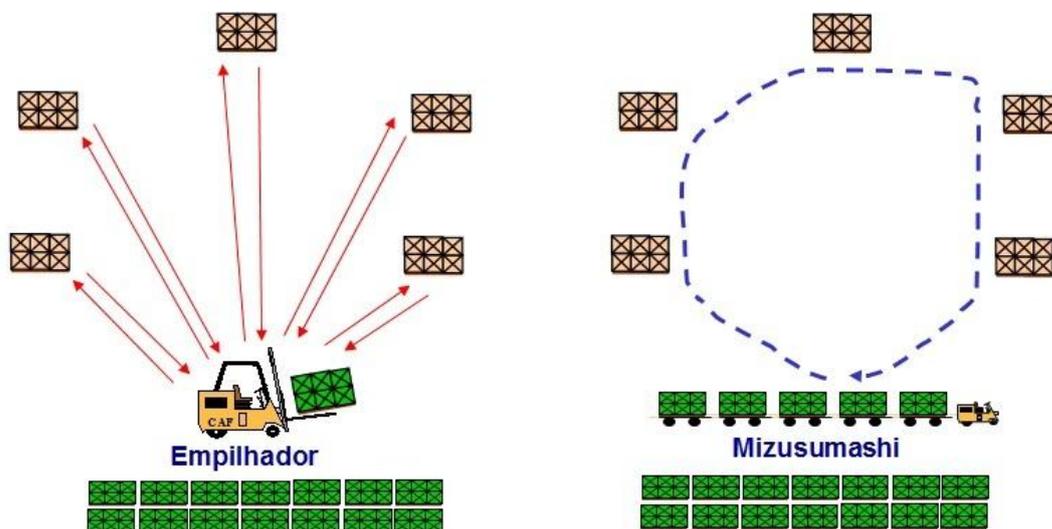


Fig. 27- Comparação entre empilhador e *mizusumashi*

(fonte: Manual TFM, Kaizen Institute, 2010)

Numa empresa tradicional, a logística interna é executada por operadores que utilizam empilhadores ou carros de transporte. Eles deslocam-se sempre que exista necessidade e

depois de serem chamados. Assim, eles assemelham-se a um táxi, no sentido em que recebem a informação, deslocam-se até ao material, transportam-no e voltam depois à origem, em vazio.

A figura anterior ajuda a perceber como funciona o *Mizusumashi*. Este desloca-se num trem logístico, percorrendo sem parar um ciclo que o leva a todos os pontos onde pode haver necessidade de transporte de material. Assim, ele assemelha-se a um metro.

Do ponto de vista de uma peça a ser transportada, o táxi pode ser pontualmente mais rápido do ponto de vista geral, o metro é muito mais eficiente tendo em conta que é muito mais rápido a percorrer a totalidade dos pontos.

Assim, o *mizusumashi* percorre em ciclo com uma rota e um horário bem definido. Essa rota deve ser traçada de acordo com as necessidades e a coerência do percurso. Como passa constantemente em todos os locais onde o material é necessário e com elevada frequência, a rotação de material é maior permitindo ter menos material parado no Bordo de Linha.

Em suma, as vantagens da implementação do *mizusumashi* são várias, das quais se destacam (Coimbra 2009):

- Evitar desperdício de movimentação de materiais fora do bordo de linha permitindo ao operador concentrar-se em atividades de valor acrescentado;
- Circuito normalizado com tempo de chegada a cada ponto de carga e descarga determinado diminui Muda de espera por empilhador ou outro meio de movimentação;
- Capacidade de carga variável;
- Facilita o fluxo de informação entre os diferentes pontos da cadeia de produção interna;
- Controlo da produtividade a cada ciclo facilitando a perceção de problemas;
- Normalização do ciclo e das atividades desempenhadas pelo *mizusumashi* permite diminuir desperdício de movimentação de materiais.

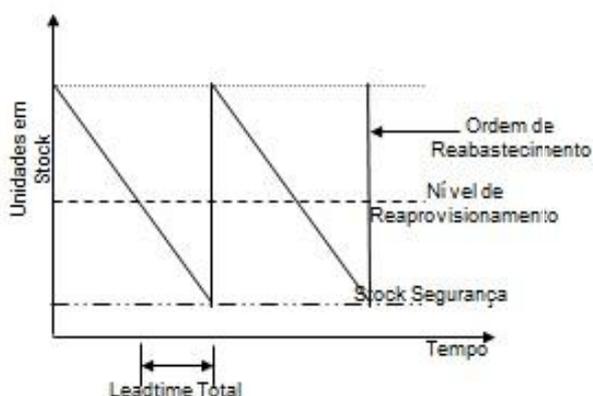
3.3.3.3. SINCRONIZAÇÃO (KANBAN/JUNJO)

A metodologia da sincronização permite a interação apropriada entre os diferentes elos da cadeia de valor.

Processos subsequentes não integrados podem ser ligados por três vias:

- Implementação de um supermercado de onde o cliente se abastece e para onde o fornecedor aprovisiona;
- Implementação de corredores FIFO entre os processos. O processo fornecedor abastece um corredor de onde o processo cliente se abastece de acordo com a sequência do corredor;
- Sequenciamento de material no bordo de linha do processo cliente de acordo com as suas necessidades;

Na sincronização via supermercado utiliza-se o *kanban* – aviso ou informação materializada num cartão – para despoletar ordens de produção em processos fornecedores. De acordo com o gráfico 3, quando o nível de *stock* do supermercado atinge determinado nível – nível de reaprovisionamento (NR) – um *kanban* é enviado para abastecimento de matéria. Este nível de reaprovisionamento deve estar dimensionado para que o supermercado não entre em rotura durante o tempo total de reaprovisionamento. Além disso, um *stock* de segurança deve ser adicionado para fazer face à variabilidade da procura e do próprio tempo de reaprovisionamento.



- **Nível de reaprovisionamento** = Leadtime da Procura Durante Reabastecimento + Stock de Segurança
- **Stock de Segurança** = Variação da Procura + Variação do Leadtime

Gráfico 3 – Stock vs Tempo

O *kanban* entra num sequenciador de ordens do processo produtivo ficando em espera até entrar no processo. A figura 28 representa o fluxo do *kanban* entre um supermercado e um processo produtivo.

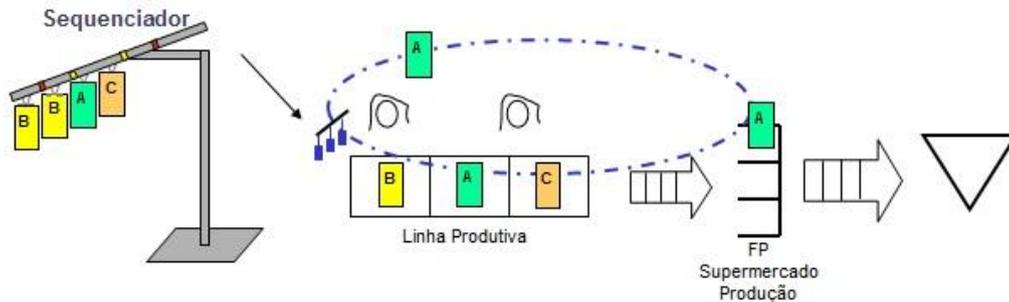


Fig. 28- *Kanban* / Fluxo Produção

(fonte: Manual TFM, Kaizen Institute,2010)

Os corredores FIFO permitem, de uma forma simples e sem necessidade de fluxo de informação, organizar a produção de processos consecutivos. A imposição de limites máximos para os corredores facilita a gestão de produtos em curso. Acima de um determinado número de produtos no corredor, o processo fornecedor deve parar para que o Muda de inventário e excesso de produção seja minimizado.

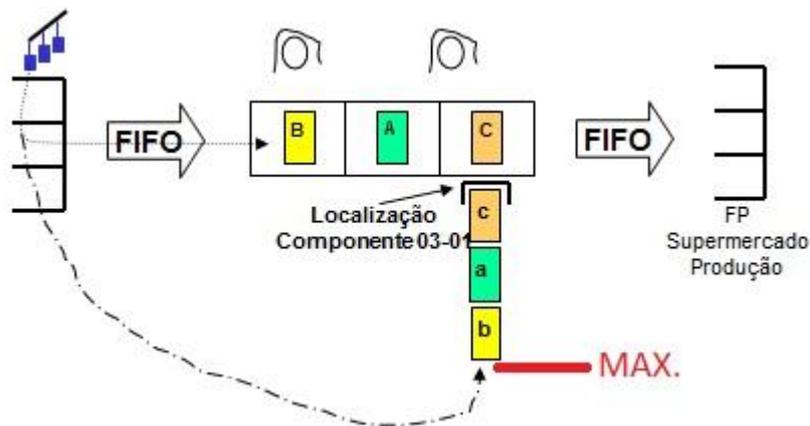


Fig. 29- Corredor FIFO entre processos

(fonte: Manual TFM, Kaizen Institute,2010)

A necessidade de fornecer produtos de forma sequencial a um processo cliente necessita de uma outra forma de sincronização – o *Junjo*. As razões para tal prendem-se, sobretudo, com considerações de espaço ou desperdício do operador. Manter todas as referências no bordo de linha implica espaço, menor ergonomia para o operador e desperdício de

movimento. Para evitar esta situação, aloca-se um espaço no bordo de linha do processo cliente para o fornecimento de peças sequenciais, *Junjos*. Este espaço não é mais do que um corredor FIFO que o sequenciamento é dado de acordo com as necessidades do processo cliente.

As referências candidatas a este tipo de sequenciamento são as C's, dada a menor rotação que apresentam, ou peças de grande volume devido ao espaço que ocupam.

Não é rara a existência dos três mecanismos de sincronização numa cadeia de valor como descreve a figura 30.

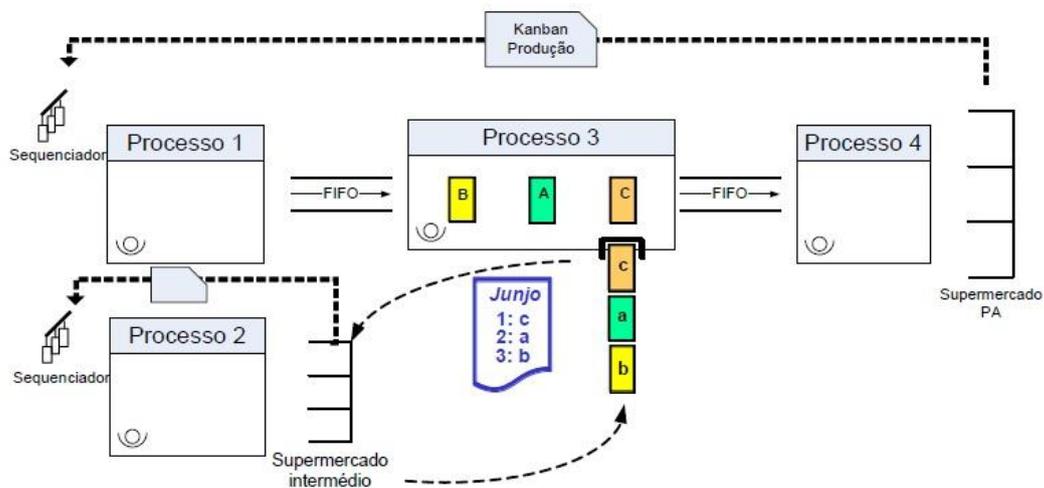


Fig. 30- Exemplo de sincronização na cadeia de valor

(fonte: Manual TFM, Kaizen Institute)

O supermercado de produto acabado está a ser abastecido pelo processo 4. A ordem de reabastecimento está a ser enviada para o processo 1. A passagem do processo 1 para o processo 3 é efetuada em FIFO. Durante o processo 3 há integração de componentes do processo 2, sequencialmente. O operador logístico interno abastece o processo 3 de acordo com a sua sequência produtiva a partir de um supermercado intermédio de componentes.

3.3.3.4. NIVELAMENTO

Nivelar a produção significa aligeirar:

- **Consumo de materiais** – reduzindo o efeito da Amplificação da procura permitindo aos fornecedores trabalhar com *kanbans*;

- **Carga de trabalho** – permitindo às linhas trabalhar com grupos fixos (permitindo um melhor balanceamento da linha e trabalho normalizado).

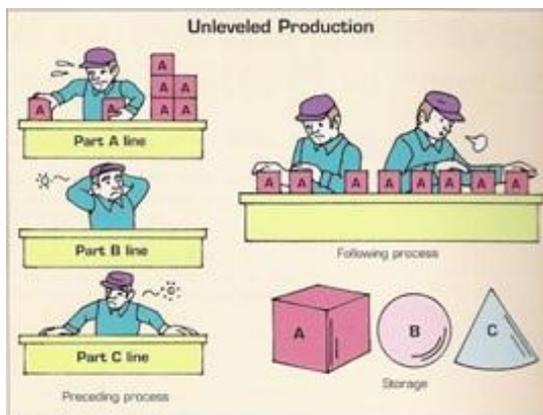


Fig. 31- Produção não nivelada

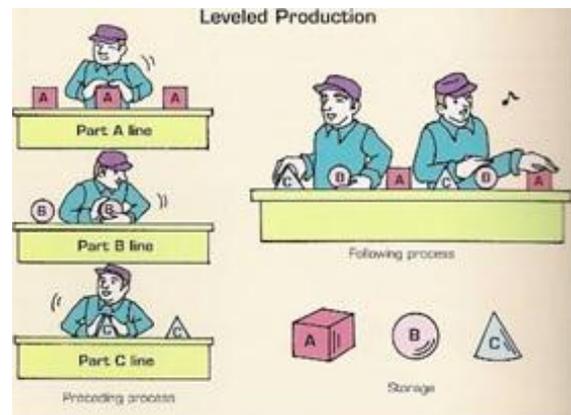


Fig. 32- Produção nivelada

(fonte: Manual TFM, Kaizen Institute)

O processo de nivelamento Kaizen inicia-se com um contrato de capacidade entre a logística e a produção. Neste contrato, as previsões de encomenda para um determinado período são tidas em consideração para a tomada de decisão de capacidade disponível através do tempo de *takt*. O horizonte de previsão é, tipicamente, de três meses a um ano.

Aquando a chegada efetiva de encomendas estas são transformadas em *kanbans* equivalentes. Estes *kanbans* são então distribuídos numa caixa logística. À medida que as ordens chegam em *slots* da caixa vão sendo preenchidas com *kanbans* até um determinado nível, estabelecido no contacto entre a produção e a logística. A distribuição dos *kanbans* deverá ter em conta o prazo de entrega acordado.

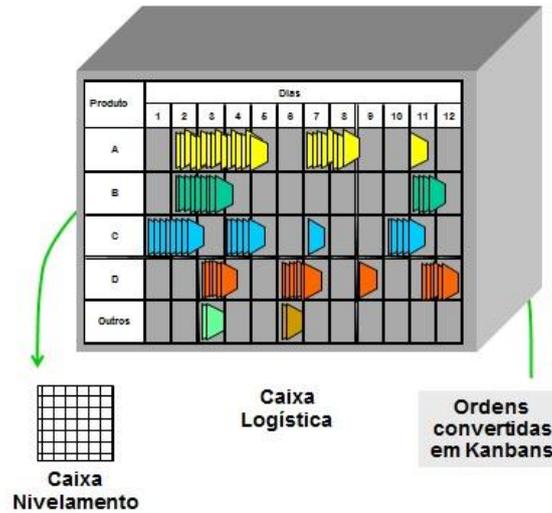


Fig. 33- Caixa Logística

A partir da caixa logística constitui-se a caixa de nivelamento ou *Heijunka Box*, onde o nivelamento do *mix* é realizado. As ordens para um dia de todas as referências são distribuídas por ciclo do *Mizusumashi*.



Fig. 34- Caixa de Nivelamento

Os *kanbans* produtivos são então colocados pelo *Mizusumashi* no sequenciador à entrada do processo produtivo.

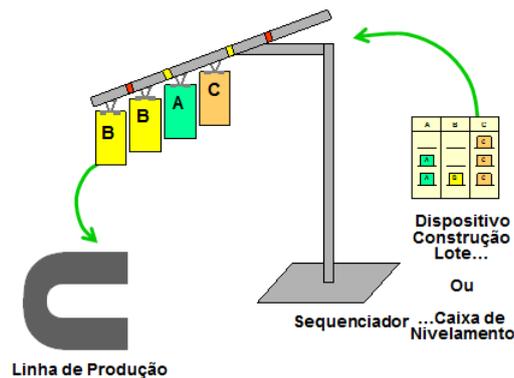


Fig. 35- Sequenciador

O principal indicador a ter em conta para o tipo de nivelamento a implementar é o EPEI – *every product/part every interval*. (Kay Furmans 2005)

O EPEI indica quanto em quanto tempo uma mesma referência pode ser produzida, sendo um dos principais indicadores de flexibilidade de uma empresa. Calcula-se de acordo com a seguinte equação:

$$\text{EPEI} = \text{n}^\circ \text{ de referências produzidas} / \text{n}^\circ \text{ de mudanças por dia}$$

Tradicionalmente, o paradigma da maximização da utilização em produção leva à criação de grandes lotes de produção. Paragens para mudanças de referências são encaradas como perda de produtividade, especialmente quando procedimentos não normalizados estão na base de tempos de mudança elevados.

No entanto, pelo dimensionamento de supermercados ao longo da cadeia produtiva conclui-se que os níveis de *stock* estão intimamente ligados ao tempo de reabastecimento. Por sua vez, o tempo de reabastecimento depende do tamanho do lote produzido: quanto menor o EPEI, menor serão os lotes de produção. Daqui resultam tempos de reaprovisionamento menores e, conseqüentemente, níveis de *stock* mais reduzidos.

3.3.3.5. PLANEAMENTO EM PULL

A metodologia *Pull* apresenta claras vantagens face ao tradicional modelo em *Push*. No modelo em *Push* recorre-se a previsões da procura que servem como *input* para o cálculo

das necessidades de produto final (modelo MRP¹). Estas necessidades são então explodidas a montante resultando na determinação de todos os componentes e matérias-primas necessários.

Planos de produção são então enviados para cada um dos processos da cadeia de valor interna, como mostra a figura seguinte.

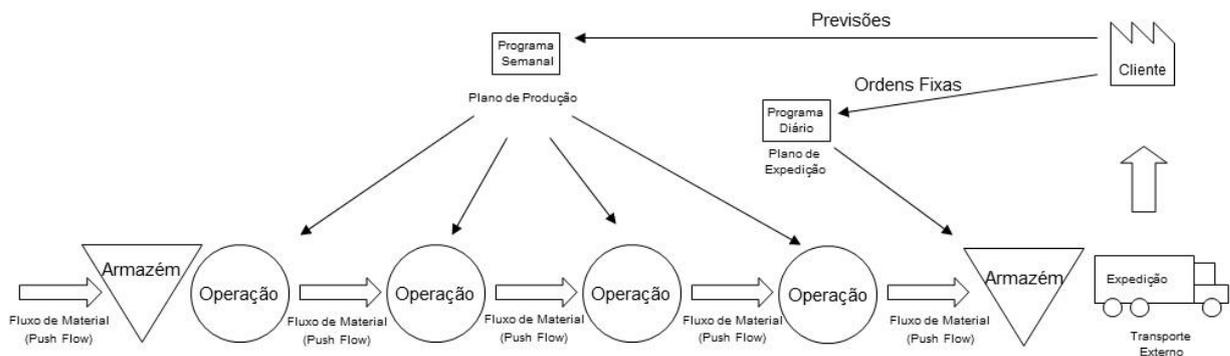


Fig. 36- Modelo tradicional *Push*

(fonte: Manual TFM, Kaizen Institute, 2010)

Esta metodologia apresenta alguns problemas:

- Previsões erradas levando a excesso ou rotura de *stocks*;
- Dificuldade em sincronizar a produção em todas as fases operatórias;
- Fluxo de informação complexa: planeamento de todos os processos da cadeia;
- Produção em grandes lotes;
- Lead time elevado;
- Fluxo de material reduzido.

Em contraste, o modelo *Pull* utiliza a procura real para despoletar ordens de produção sendo que nada é produzido enquanto não é necessário.

¹ MRP: Material Requirement Planning – Planeamento das necessidades de material

Na visão global da cadeia de abastecimento, quando um produto é vendido, o mercado puxa uma ordem de reabastecimento para o ultimo elo da cadeia, por sua vez, despoleta ordens em processos a montante até ao fornecedor de matéria-prima. (Chase, Jacobs & Aquilino, 2006)

Internamente, cada um dos elos também adota a metodologia *Pull* para atingir altos níveis de performance. Referências de supermercados de produto acabado são consumidas até um determinado nível a partir do qual se ordena a reposição de material a processos a montante.

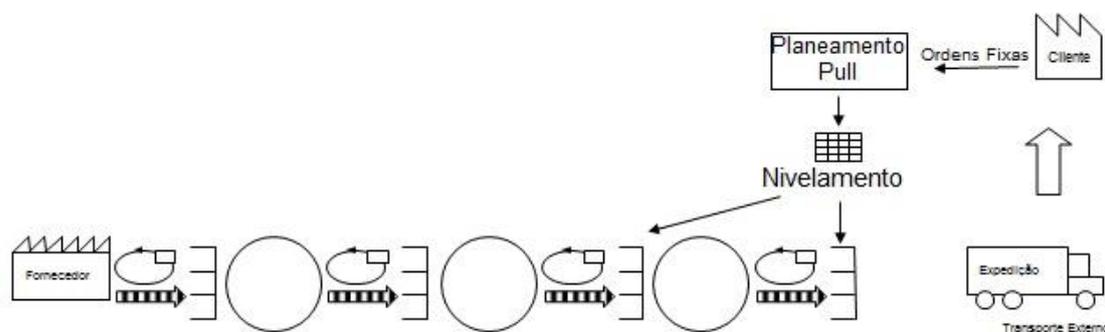


Fig 37- Modelo Pull Flow

(fonte: Manual TFM, Kaizen Institute, 2010)

Da utilização deste modelo surgem diversas vantagens:

- Modelo mais independente de previsões, já que responde à reposição de um consumo;
- Sincronização automática das várias operações ao longo da cadeia de valor (com ajuda do *kanban*);
- Fluxo de informação simplificado;
- Produção em pequenos lotes;
- Lead time reduzido;
- Criação de fluxo;

O Instituto Kaizen (Institute, 2008) apresenta o modelo para a implementação de um *standard* de planeamento que é suportado por três pilares: Estratégia de Planeamento, Planeamento de Capacidade e Plano de Execução.

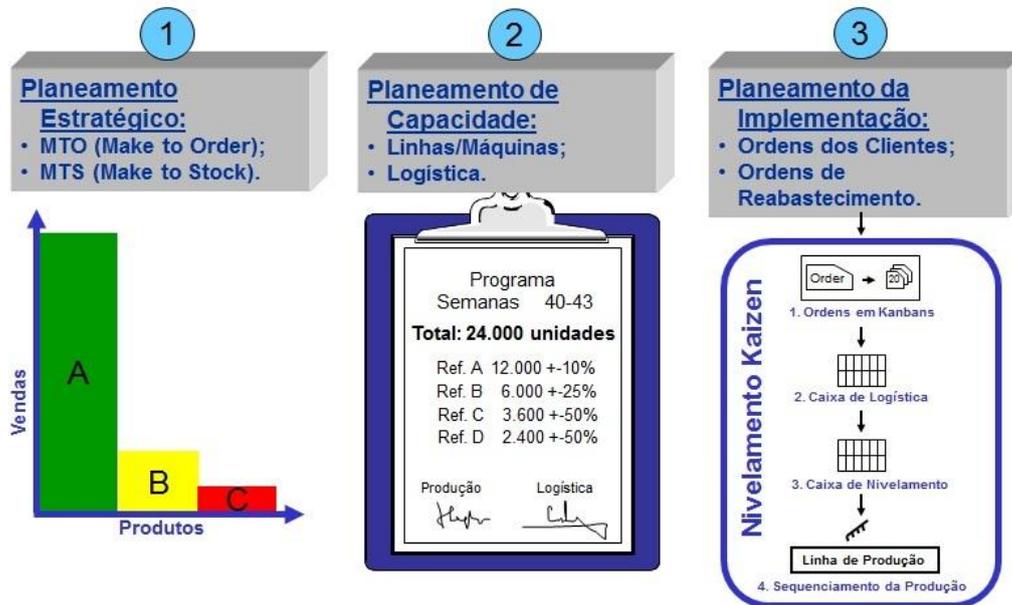


Fig. 38- Planeamento Kaizen Pull

(fonte: Manual TFM, Kaizen Institute,2010)

Estratégia de Planeamento: Consiste em definir que produtos irão ter inventário em armazém, em função do seu consumo, frequência de consumo e valor. O objetivo desta análise é otimizar a quantidade global em inventario, evitando criar *stock* para referências que tem consumos esporádicos. A principal ferramenta utilizada para o efeito é a análise de Pareto ou classificação ABC. As categorias de produtos a considerar são:

- **A** – 80% do volume ponderado pelo consumo, frequência e valor (10 a 20% do total de referências);
- **B** – 15% do volume ponderado pelo consumo, frequência e valor (20 a 30% do total de referências);
- **C** – 5% do volume ponderado pelo consumo, frequência e valor (50 a 70% do total de referências).

A análise termina quando fica definido se uma determinada referência é:

- **MTS: Make-to-Stock** – produção de um determinado produto ou componente com o objectivo de repor ou criar inventário, ou
- **MTS: Make-to-Order** – produção de um determinado produto ou componente de acordo com as especificações da ordem do cliente.

A comparação entre o lead time de entrega e o nível de serviço acordado com o cliente é o agente decisivo na definição de uma política MTS ou MTO. Uma referência A ou B é normalmente MTS e uma referência C é normalmente MTO. No entanto é usual que referências A ou B em consumo se tornem MTO devido a baixa frequência de consumo.

Planeamento de Capacidade: O planeamento de capacidade consiste em determinar, de forma *standard*, os recursos a alocar a um determinado intervalo de tempo (semestre/mês/semana) para a produção de um determinado produto. As principais variáveis que intervêm na análise são a procura total do cliente e as variações de inventário pretendidas. Com base nestas variáveis é possível determinar a procura total do processo, sendo este o ponto de partida para o dimensionamento de recursos necessários. Devido a relação de compromisso entre o modelo de turnos a implementar e o tamanho de lote pretendido, uma análise custo-benefício e por vezes a melhor solução para obter o modelo mais adequado. O custo de um turno extra terá de contrabalançar com o benefício da redução de inventário ao longo de toda a cadeia de valor. A diminuição do tempo de mudança de referência contribui diretamente para um aumento da flexibilidade produtiva, resultando numa diminuição do tempo de abertura necessário à produção, podendo inclusive permitir a redução do número de turnos.

Plano de Execução: O plano de execução determina como é que a cadeia vai ser planeada e sequenciada de forma a responder aos prazos de entrega do cliente. Desta forma, o pilar encontra-se subdividido em dois segmentos: “Planeamento em *Pull*” e Nivelamento. O objetivo do “Planeamento em *Pull*” é garantir a transparência de informação no planeamento (diário, semanal, mensal) da produção, garantindo desta forma que a procura do cliente é transposta para ordens de produção. Por Nivelamento entende-se o sequenciamento e divisão de um determinado volume de produção planeado para a produção. Este processo tem como objetivo aumentar a estabilidade de consumo de componentes e matéria-prima, acelerar e tornar mais frequente o processo de reposição ao supermercado e facilitar o *Standard Work* para os operadores.

Por exemplo, nas linhas de montagem automóvel, o nivelamento torna-se crítico devido ao facto de existir uma velocidade fixa na linha, mas carros com diferentes cargas de trabalho.

3.3.4. FLUXO NA LOGÍSTICA EXTERNA

O fluxo na logística externa é responsável por todas as operações de entrega e receção de materiais. Este pilar recorre às metodologias Kaizen que permitem acelerar o fluxo de material externo à fábrica. Como excede o âmbito do projeto, este não será descrito em detalhe.

As várias metodologias utilizadas neste pilar são:

Desenho de armazéns – Criação de infraestruturas eficientes;

Milk Run – Permite um fluxo eficiente nas operações de transporte externo;

Inbound e Sourcing – Melhora a eficiência na receção de materiais;

Outbounding e Entrega – Melhora a eficiência na expedição dos produtos;

Planeamento em Pull Total – define as ordens de *picking* de acordo com as necessidades do consumidor.

3.3.5. VALUE STREAM DESIGN

Value Stream Design (VSD) ou mais vulgarmente conhecido como *Value Stream Mapping* (VSM) é uma ferramenta de mapeamento de processos que permite a visualização esquematizada do fluxo de informação e material ao longo da cadeia de valor.

Para implementar esta análise e recolher frutos da sua interpretação há quatro pontos-chave pelos quais se deve passar (Rother e Shook, 1998):

- Seleção da família de produtos – antes de se proceder à realização do VSM é essencial escolher a família de produtos que se vai analisar, pois se houver muitos produtos e forem todos escolhidos o VSM deixa de ser fácil de interpretar, logo perde grande parte da sua potencialidade;
- Realização do VSM atual – depois da identificação das famílias de produtos deve realizar-se o VSM de como a fábrica está neste momento;

- Realização do VSM futuro – depois do VSM atual segue-se o futuro, isto é, como queremos que a fábrica passe a operar. Tenta-se neste passo eliminar todos os desperdícios identificados no ponto anterior;
- Plano de melhorias – este plano tenta fazer a transição do estado atual para o estado futuro, ou seja, é um conjunto de medidas que visa atingir todos os pontos negativos identificados.

O gráfico seguinte dá-nos a relação do processo de melhoria ao longo do tempo quando seguimos as etapas chave do VSM.



Gráfico 4 – Relação Melhoria/Tempo originada pelo VSM

(fonte: Manual TFM, Kaizen Institute, 2010)

4. ANÁLISE DO PROCESSO ATUAL

Neste capítulo é apresentado o funcionamento da Sakthi Portugal antes de ser iniciado o projeto Kaizen.

Em primeiro lugar, é descrito o processo produtivo de uma forma breve, e de seguida, recorrendo à ferramenta *Value Stream Mapping* (VSM), são mapeados os fluxos de materiais e informação em toda a cadeia de valor.

4.1. PROCESSO PRODUTIVO

4.1.1. PESAGEM /CARGA

O processo de fabrico de uma peça fundida inicia-se no parque de sucatas, onde se encontra armazenada a matéria-prima (ver Figura 39). Neste parque (coberto), a movimentação da sucata e dos retornos (partes não aproveitadas que voltam ao início do processo) é feita através de uma ponte rolante associada a um eletroímã, a matéria-prima é pesada e transportada para a plataforma de fusão por ação de baldes elevadores (*skip*), até às tremonhas de carregamento que vão alimentar os fornos (ver Figura 40).



Fig. 39- Parque da Matéria-Prima

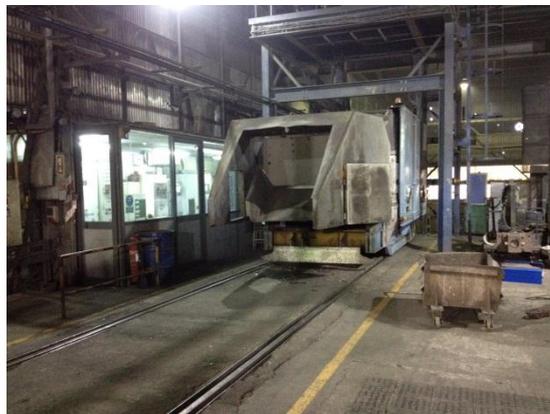


Fig. 40- Tremonha vibratória

Fluxo de material

Nesta secção é composta por 3 instalações de pesagem, sendo abastecidas através de um prato magnético. Duas destas instalações são instalações de pesagem da General *Kinematics*, em que cada uma das instalações é constituída por uma tremonha vibratória, um *Skip* (elevação de carga), um carro com caleiras vibratórias, tendo a capacidade de 4 cargas/hora de 3000 kg.

A outra instalação de pesagem (Balanças P&F Eletrónica) é constituída por uma tremonha vibratória, um *Skip* (elevação de carga), um carro com caleiras vibratórias, tendo a capacidade de 4 cargas/hora de 2500 kg.

4.1.2. FUSÃO

Nesta fase a matéria-prima é colocada nos fornos pelas tremonhas como podemos ver na Figura 41.



Fig. 41- Forno a ser abastecido de matéria-prima

Na plataforma de fusão existem 4 fornos de fusão, um “ABB” e um “ABP”, de 8300kW de potência cada um, e dois fornos “INDUCTOTHERM”, cada um com 3500kW de potência.



Fig. 42- Fornos de indução INDUCTOTHERM



Fig. 43- Fornos de indução “ABB” e “ABP”

O arrefecimento dos fornos é feito com água em circuito fechado, tendo como uma das etapas a passagem por uma piscina no exterior da fábrica (ver Figura 44).



Fig. 44- Piscina exterior a fábrica

Nestes fornos, para além de transformar a matéria do estado sólido para o estado líquido, são também adicionados alguns materiais com o objetivo de efetuar a correção da composição química.

Quando o metal atinge a temperatura e a composição química desejada é transferido por intermédio de colherão ou caleira, para os fornos de manutenção, designados por “ASEA I” e “ASEA II” com capacidade de armazenar respetivamente 42 e 25 ton (ver Figuras 45 e 46). Estes têm como função evitar variações de temperatura e composição química, além de servirem de *stock* para o sector seguinte, as linhas de moldação.



Fig. 45- Forno de manutenção “ASEA I”



Fig. 46- Forno de manutenção “ASEAII”

Os fornos são totalmente elétricos, incluindo os fornos de manutenção.



Fig. 47- Forno de indução a fornecer ferro fundido ao forno de manutenção



Fig. 48- Transporte de ferro fundido para as linhas de moldação

Fluxo de material

A capacidade teórica da fusão é de 30 ton/hora, mas devido a perdas de material, a capacidade real é entre as 26 a 28 ton/hora. Estas perdas são derivadas da retirada de escória dos fornos e nos canais.

4.1.3. PREPARAÇÃO DA AREIA VERDE

A areia de moldação é preparada numa torre que é composta por vários equipamentos tais como: silos de areia nova, silos de areia usada, silos de bentonite e pó de carvão; tapetes transportadores; arrefecedores e misturadoras de areia.

Nesta torre procede-se à mistura de areia nova, areia usada (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.

Fluxo de material

A Sakthi Portugal tem duas torres para a preparação de areia, uma dominada *Space* (ver Figura 50) que prepara a areia para as linhas de moldar Disas e que têm uma capacidade de 140 ton/h de areia e a torre de areias GF (ver Figura 49) que prepara areia para a linha de moldar GF tem uma capacidade de 60 ton/h.



Fig. 49- Torre de areias GF



Fig. 50-Space

4.1.4. MACHARIA

É na macharia que se produzem os “machos” indispensáveis para a operação de moldação de peças com cavidades complexas, visto serem os responsáveis pelos espaços ocios na peça final. Nem todas as peças produzidas na Sakthi Portugal precisam de machos no seu processo de fabrico.

Estes são (“machos”) constituídos por um aglutinado de areia, resina, endurecedor e catalisador. Neste processo a areia é inicialmente transportada para uma plataforma, onde

vai ser misturada com resina e o endurecedor, sendo depois conduzida para as máquinas de sopragem de areia (ver Figura 51).

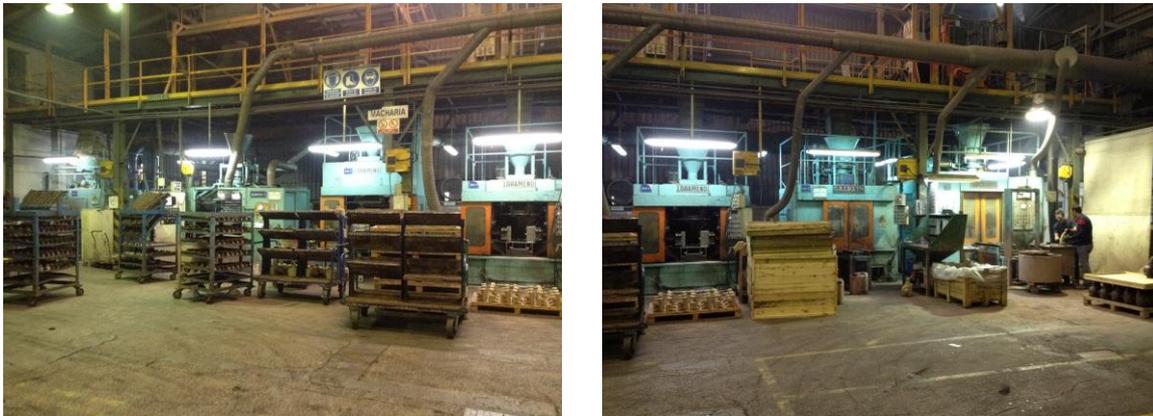


Fig. 51- Macharia

Para a produção de machos existem seis máquinas de sopragem de areia, que injetam a mistura (areia, resina e endurecedor) na caixa de molde, onde posteriormente é soprado o gás de amina qua vai atuar como um catalisador de reação de solidificação do macho.

O interior das máquinas está provido de aspiração, onde são recolhidos os gases resultantes da reação, as bancadas de trabalho da macharia também têm aspiração.



Fig. 52- Machos

Em alguns casos os machos são ainda pintados à saída da máquina para melhorar o seu acabamento. Esta pintura é feita por imersão, no entanto a grande maioria dos machos não precisam desta pintura.

Fluxo de materiais

A macharia é constituída por seis máquinas de sopragem com cadências entre 25 a 40 aberturas/hora, sendo este número de aberturas correspondente a 50 até 400 “machos” por hora dependendo do molde.

4.1.5. MOLDAÇÃO

Na Sakthi Portugal existem quatro linhas de moldação: a moldação “GF – George Fischer”, a moldação “DISA MK4”, a moldação “DISA 230” e a moldação “DISA MK5” (ver Figuras 53 a 56).



Fig. 53- DISA MK4



Fig. 54- DISA 230



Fig. 55- DISA MK5



Fig. 56- GF

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



Fig. 57- Colocação do ferro fundido na bacia de vazamento

O ferro fundido é transportado dos *holdings* até a banheira de ferro das máquinas em colherões, movimentados por empilhadoras (ver Figura 57). Cada colherão tem capacidade para 4,5 toneladas de ferro e demora em média 4 min a fazer o percurso até à máquina a que se destina. As banheiras GF têm capacidade para 2,5 toneladas de ferro e as DISAS levam 2,6 toneladas.

Após o vazamento, os bolos são submetidos a um arrefecimento, sendo posteriormente conduzidos para tambores rotativos responsáveis pela operação de abate do molde (ver Figura 58). Uma vez desfeito o molde, são separadas as peças das areias. Estas areias são recolhidas para o circuito de areias para posterior reutilização.



Fig. 58- Tambores rotativos

Parte dos gitos (canais que permitiu encher as peças) são quebradas nos tambores de abate, e os restantes são quebrados recorrendo a cunhas hidráulicas e martelos.



Fig. 59- Zona quebra gitos

Por fim, as peças moldadas entram nas granalhadoras em contínuo que projetam esferas de aço (granalha) contra as peças, limpando-as e depois de separadas (ver Figura 60) estão prontas para entrarem nas linhas e células de acabamentos.



Fig. 60- Saída das peças das granalhadoras onde ocorre a separação

Fluxo de materiais

As linhas de DISA 230, MK4 e MK5 são unidades com linha de apartação vertical (molde na vertical), com cadências de 520 moldações/hora, 300 moldações/hora e 400 Moldações/hora, respetivamente. A linha “GF” é uma unidade com linha de apartação horizontal (moldes na horizontal) e com uma cadência de 70 moldações/hora. Em média, os tempos de *setup* e *downtimes* da máquinas DISA estão perto da 2 horas por dia.

4.1.6. ACABAMENTOS

Os acabamentos são constituídos por duas áreas: área dos acabamentos GF e área dos acabamentos DISA.

Na secção da GF foi inicialmente pensada para trabalhar em linha, desde a moldação, passando pela granalhagem e indo até aos acabamentos. Houve, no entanto, um trabalho desenvolvido para aumentar a performance da máquina de moldar, o que fez com que a linha de acabamentos deixasse de estar dimensionada para este trabalho linear (ver Figura 61), surgindo assim células de acabamentos montadas perpendicularmente à linha.

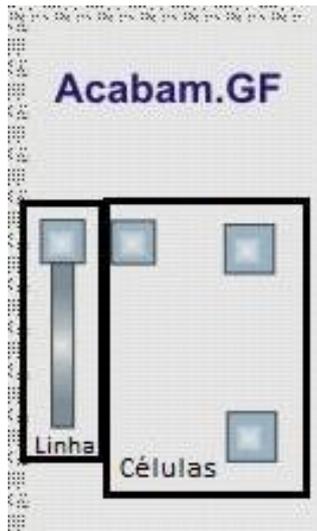


Fig. 61- Layout Acabamentos GF

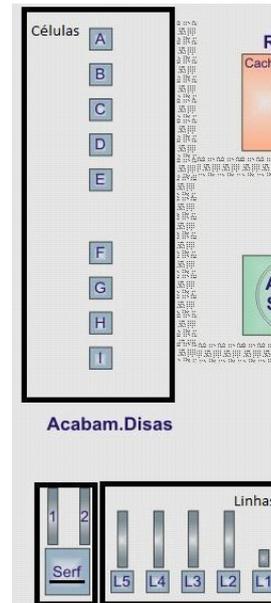


Fig. 62- Layout Acabamentos DISA

Na secção de acabamentos DISA é composta por cinco linhas e dez células (ver Figura 62 e 64) onde são utilizados equipamentos como rebarbadoras, mós esmeriladoras e prensas, para que as peças sejam trabalhadas de forma a obter o acabamento pretendido.



Fig. 63- Linhas de acabamentos



Fig. 64- Célula de acabamentos

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

Fluxo de materiais

A secção do acabamentos DISA tem cadências entre 60 a 1200 peças/hora em cada linha ou célula (dependendo da referência), chegando a uma produção diária, a trabalhar a 3 turnos, próxima de 220 toneladas de peças. Na secção dos acabamentos GF tem cadências médias de 200 peças/hora, próximas das 40 toneladas de peças.

4.1.7. EMBALAMENTO E EXPEDIÇÃO

Finalmente, no embalamento as peças são colocadas nas caixas respetivas do cliente (ver Figura 65), onde posteriormente são transportadas para o armazém de produto acabado (ver Figura 66), estando prontas para serem expedidas.



Fig. 65- Embalamento



Fig. 66- Armazém de produto acabado

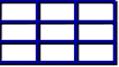
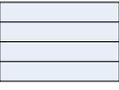
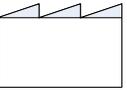
4.2. VSM – VALUE STREAM MAPPING

4.2.1. REALIZAÇÃO

O VSM - *Value Stream Mapping* é uma análise que pretende mapear os fluxos de material e informação da fábrica, desde do parque de sucata (armazém da matéria-prima) até ao armazém de produto acabado.

O significado dos símbolos utilizados é seguinte:

	→	Operação
	→	Controlo
	→	Zona de stock
	→	Movimentação do material em Pull
	→	Movimentação do material em Push
	→	Fila FIFO
	→	Supermercado (Stocks controlados)

	→	Sequenciador
	→	Caixa de nivelamento
	→	Caixa logística
	→	Kanban de produção (identifica quanto produzir)
	→	Fluxo electrónico de informação
	→	Fornecimento por camião
	→	Caixa de dados
	→	Cliente ou Fornecedor

Nestes símbolos estão presentes os elementos de fluxo de materiais e informação. No fluxo de material surgem operações e transporte, sendo as operações os únicos momentos em que é acrescentado valor ao produto. Isso significa que todas as outras atividades devem ser minimizadas ou eliminadas. O fluxo de informação, embora não acrescentando valor ao produto, é importante já que representa atividades de suporte, gerindo a sincronização da cadeia produtiva e logística, bem como toda a relação entre os processos físicos e o sistema de informação.

Para executar o mapeamento, percorreu-se toda a fábrica, desde o armazém de produto acabado até o armazém da matéria-prima. Além dos elementos atrás descritos, registam-se também outros elementos quantitativos, para permitir uma descrição mais pormenorizada de cada processo, nomeadamente:

- *Stock* (para utilizar no cálculo do lead time)
- Tempo de ciclo

- Número de referências produzidas e número de *setups* feitos
- Turnos
- OEE (Overall Equipment Effectiveness)
- Tempo de mudança
- MOD (mão de obra directa)

O objetivo deste mapeamento é obter uma fotografia do ponto de partida, da situação da empresa “antes Kaizen”. Assim, consegue-se uma visão global do mapa de processos que levam à obtenção das peças acabadas e prontas envio ao cliente. Este primeiro passo é essencial para se identificar os problemas atuais e construir uma visão futura.

A figura 67 apresenta o diagrama de *Value Stream Mapping* para a situação inicial.

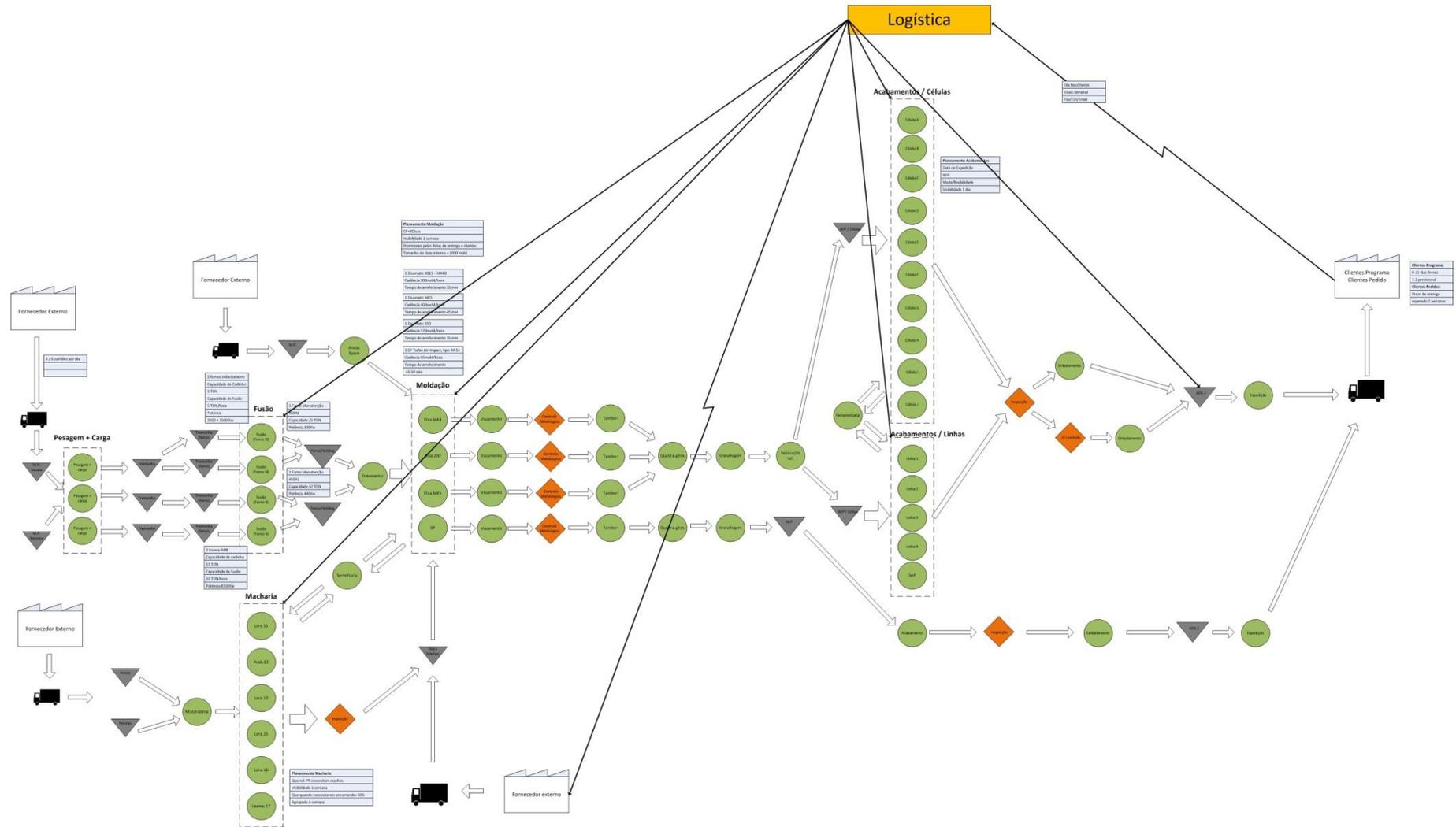


Fig. 67- VSM – Situação inicial

4.2.2. ANÁLISE

A primeira análise do diagrama VSM mostra-nos um caso clássico de uma organização com o fluxo totalmente no modelo em *Push* (empurrar), funcionando com uma divisão funcional, ou seja, desde a organização departamental (produção, logística, vendas, etc) até ao chão da fábrica onde as tarefas produtivas são separadas por funções. A divisão funcional divide, isola, cria desperdício (elevados *stocks*, utilização de espaço elevado, lead time elevado), conflito, complexidade de gestão, ineficiência e pouca visibilidade da cadeia. É necessário transformar esta organização num sistema global, começar a pensar em processos, em fluxos pois estes integram e tornam possível a apreciação e valoração de todos os fatores críticos.

O fluxo de informação é complexo, visto que há necessidade de planear em quatro áreas diferentes da fábrica, tornando a sincronização desta cadeia de valor muito difícil e com pouca visibilidade. Uma grande parte dos problemas surgem por haver uma partilha de dados pouco eficiente.

O sistema de informação existente, o *Multi*, mostra-se capaz de ligar toda a organização em termos de fluxo de dados, no entanto, é pouco eficiente quando se procura o tratamento dos dados para o planeamento do processo produtivo. Os módulos disponíveis apenas têm em conta se a peça tem encomenda e se é produzida numa Disa ou GF, o que não é suficiente para se tomarem decisões sobre a produção dessa mesma peça. A relação entre a realidade física e o sistema de informação é muito complexa e pouco fiável, porque só no final de cada turno é que os dados relativos à produção são inseridos no sistema pelo funcionário, o que faz que com perca o controlo em tempo real do processo. A complexidade do sistema de informação levou à utilização de ficheiros paralelos de atualização diária, deixando o carregamento de dados no sistema integrado para segundo plano. De realçar o desperdício dos operadores que têm como simples função registar os dados da produção diariamente.

Relativamente ao fluxo de material, observou-se que este é moroso em certas partes da fábrica, já que se encontra muito material parado entre processos, devido ao facto de funcionar num modelo funcional, ou seja, não integrado.

Passa-se de seguida a considerar de uma forma mais detalhada as secções mais críticas ao processo:

- Logística

O departamento da logística é constituído por seis pessoas, das quais quatro estão encarregues do planeamento produtivo das seguintes secções: macharia, moldação, acabamentos, armazém de produtos acabados (expedição). Relacionado também com o planeamento produtivo existe uma pessoa que controla a produção. Esta função consiste em cruzar a informação do sistema informático com as folhas de acompanhamento do material, confirmando se os dados foram bem inseridos no sistema pelos funcionários. Na realidade esta atividade corresponde à gestão da entrada e saída de material no armazém de produto acabado.

A análise mostrou que existe a necessidade de uma redefinição da estrutura logística com a eliminação de tarefas que não acrescentem valor. Em suma, o planeamento é baseado na experiência dos colaboradores, muito manual, suportado numa folha de cálculo, com muito potencial de erro e muita informação duplicada. Existe claramente a falta de uma ferramenta informática de auxílio ao planeamento que englobe toda a informação existente, tornando deste modo o planeamento um processo simples e fácil de gerir.

Outro problema identificado no planeamento é que na moldação o planeamento era feito à referência e não tendo em conta a referência mais a quantidade necessária produzir. Isso deixava ao critério dos chefes de negócio (responsáveis pelas linhas de moldação) a definição das quantidades a produzir. Verificou-se que quem controla realmente a produção são os chefes de negócio, fazendo muitas alterações ao planeamento inicial, baixando a eficácia no cumprimento dos planos de produção.

- Fusão/Moldação

O principal problema identificado entre a fusão e a moldação é que quando as linhas de moldação estão a produzir peças mais pesadas, a fusão não tem capacidade de fornecer o ferro fundido necessário, provocando paragens na produção.

- Macharia/Moldação

Entre a macharia e a moldação existe um desequilíbrio entre as velocidades de produção (exemplo: 120 machos/h vs 360 Moldações/h), o que provoca falhas no fornecimento dos machos à moldação, sendo necessária a sua subcontratação.

- Acabamentos

A secção entre a moldação e os acabamentos DISA é o ponto mais crítico da fábrica porque o “em curso” (WIP¹) é muito elevado, tornando a movimentação da fábrica difícil e ocupando espaços desnecessários (Fig.68 e 69). Estes *stocks* elevados têm consequências negativas de MUDA de inventário.



Fig. 68- WIP muito elevado



Fig. 69- Dificil movimentação dos operadores

Um indicador crítico em termos de capacidade de resposta de uma fábrica e que conduz igualmente a ganhos de produtividade quando reduzido é o *lead time*. No caso da Sakthi o *lead time* é elevado. Para calculá-lo utilizaram-se os seguintes *inputs*:

- Stocks de WIP – 925258 peças \approx 1.900.563 euros;
- Procura média global diária – 103636 peças;

Esta procura média global diária só diz respeito às linhas de moldação DISA MK4, MK5 e 230, porque esta zona é partilhada pelas três. A linha de moldação GF fica situada noutra parte da fábrica tendo o seu fluxo contínuo e integrado, não havendo neste caso um volume de “em curso” tão elevado.

Dividindo o volume de *stocks* pela procura, consegue-se estimar o valor do *lead time*, isto quando se admite que o material flui em *First-In-First-Out*.

$$\text{Lead time} = 925258 / 103636 \approx \mathbf{9 \text{ dias}}$$

¹ WIP(Work In Process) - material que se encontra entre processos ou a ser processado.

Stock de WIP	925.258 Peças
Lead time	9 Dias
Valor de WIP	1.900.563 €

Tabela 4- Resumo dos valores relativos ao estado atual dos acabamentos

5. VISÃO KAIZEN

Depois de analisada a situação atual foi necessário desenhar uma visão futura. Partindo dos problemas identificados, criou-se um modelo futuro melhorado, que motivará todas as pessoas envolvidas e alimentará o projeto com o objetivo comum de aumento de produtividade.

Esta visão, enquadra as metodologias Kaizen nos processos da empresa, que consistem na integração de operações, estabelecimento de supermercados na cadeia produtiva, organização das áreas produtivas e reestruturação da logística interna. Paralelamente, também o fluxo de informação foi redesenhado para a sua simplificação e ajustou-se ao funcionamento em “Pull”. A figura 70 resume a visão Kaizen para a Sakthi Portugal através do respetivo diagrama de *Value Stream Mapping*.

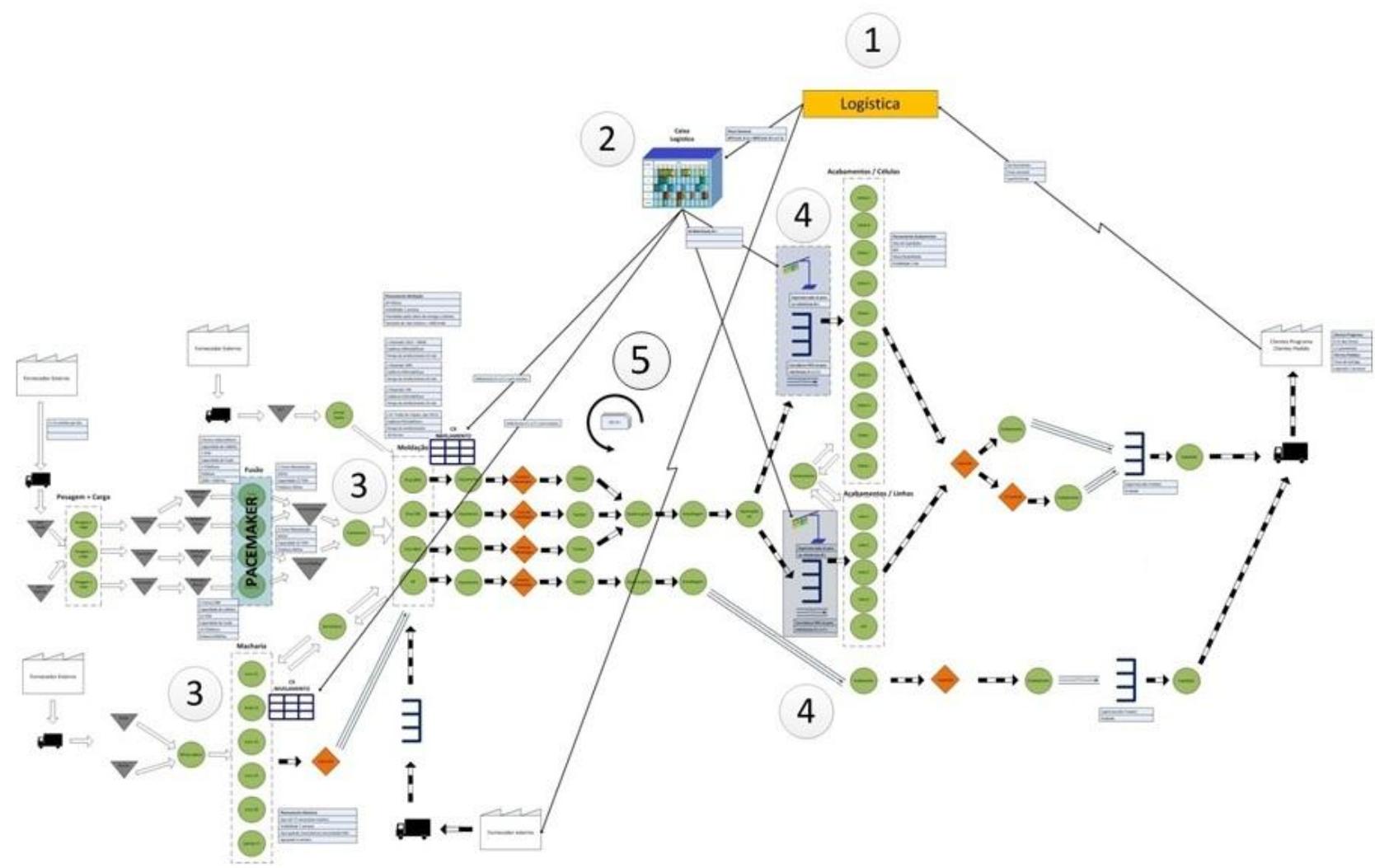


Fig. 70- Visão Kaizen

Por forma a nivelar e a criar fluxo ligado na produção, a presente proposta foi avaliada pela Administração da Sakthi e aceite. Na figura 70 são apresentados os valores correspondentes respetivamente a:

- 1- Implementação de um planeamento a longo prazo: ferramenta informática que permite decidir o que planear para cada mês em função da procura do cliente, permitindo analisar que capacidade é necessária, para além da decisão que *stock* constituir.
- 2- Implementação da caixa logística: ferramenta que alimenta a caixa de nivelamento. Uma caixa logística que faça o controlo visual da carteira de encomendas, o nivelamento de quantidade de acordo com o contrato face à disponibilidade da máquina sendo um armazém intermédio de ordens antes da caixa de nivelamento.
- 3- Implementação da caixa de nivelamento: localizada na área da macharia e moldação. Macharia para as referências com macho e na moldação para as referências sem macho. Esta caixa de nivelamento estabelece o *takt time*¹ da linha dando a indicação:
 - Referências a produzir em cada uma das linhas;
 - Hora de entrada de cada referência em produção;
 - Nivelamento de ferro ao longo das várias horas;
 - Indicação da prioridade de paragem das máquinas.
- 4- Implementação do sequenciador para linhas e células: o sequenciador indica, para além das referências que estão a ser produzidas e prontas a acabar, a ordem pela qual devem entrar nos acabamentos. As referências A's e C's são produzidas diretamente em FIFO (respeitando a ordem dada pelo sequenciador). As referências B's são introduzidas no sequenciador pela logística e são produzidas sempre que o cliente necessitar. A quantidade a produzir é aquela que o cliente pedir. As

¹ Takt Time – palavra de origem alemã que significa batuta (instrumento utilizado pelo maestro na condução de uma orquestra). É um tempo de ciclo definido de acordo com a procura. Se a procura aumenta, o takt time terá de diminuir e vice-versa. Em japonês, significa *takuto taimu*.

referências B's permitem também balancear a produção ao longo do mês e nunca ter as pessoas paradas, ou seja, sempre que as pessoas estejam sem obra para acabar entra uma referência B definida pela logística.

- 5- Implementação de um supermercado intermédio para referências B's nos acabamentos: as ordens de produção são despoletadas quando o nível de *stock* do supermercado atingir um determinado nível, sendo enviado um *kanban* para a moldação (fornecedor), devendo repor o que foi consumido.

Com base no plano definido na visão Kaizen, passou-se à fase de implementação.

6. IMPLEMENTAÇÃO

Neste capítulo pretende-se descrever detalhadamente todo o processo de implementação do modelo de planeamento Pull na Sakthi Portugal. A implementação deste modelo é apresentado, incluindo as seguintes etapas:

- Definição da estratégia de planeamento;
- Implementação do planeamento de capacidade;
- Realização do plano de execução;

6.1. ESTRATÉGIA DE PLANEAMENTO

A Sakthi Portugal fabrica 5 famílias diferentes de produtos finais, as quais posteriormente são decompostos em diferentes artigos individuais a serem fundidas (ver tabela 1).

Relativamente à carteira de encomendas, a empresa recebe dois tipos distintos de encomendas, as encomendas pontuais e as encomendas por programa. As encomendas pontuais chegam em períodos de tempo aleatórios e correspondem apenas a uma encomenda única. As encomendas por programas chegam em períodos de tempos fixos e acordados com o cliente.

Relativamente às encomendas por programas, estas existem em três tipos: as encomendas fixas, que correspondem no mínimo a duas semanas de entregas; as encomendas previsionais, que têm um horizonte temporal de pelo menos dois meses nas entregas; e as encomendas orçamentais que oferecem um horizonte temporal de um ano de entregas.

Com base nestes dados concretizou-se uma análise ABC (Gráf.5) também designada por análise de Pareto. Trata-se, pois, de uma classificação fundamental para a empresa, na medida em que condiciona o tipo de gestão que se vai aplicar a cada uma das referências. Para a efetuar esta classificação ABC, teve como base dois critérios, a quantidade a produzir por referência e o seu valor, dados relativos ao ano 2012.

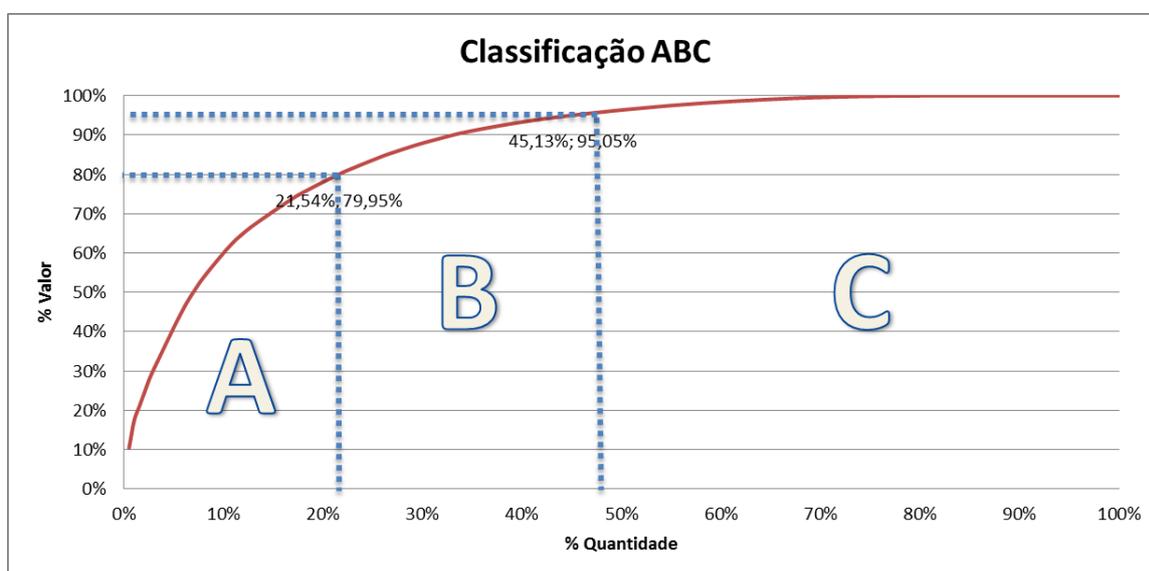


Gráfico 5- Classificação ABC

Classif. ABC	Quantidade referências	Quantidade referências (%)	Vendas (%)
Ref. A	42	22%	80%
Ref. B	46	24%	15%
Ref. C	106	55%	5%
Total Refs	194		

Tabela 5- Resumo da análise ABC

Esta análise retratada no Gráfico 5 e na Tabela 5 revelou que:

- 80% das vendas correspondem a 42 referências, equivalente a 22 % do total de referências, sendo classificadas como classe A, e conseqüentemente entram

diariamente no planeamento da produção, tendo um EPE (Every Product Every) de 1 ou 2 dias;

- 15% das vendas correspondem a 46 referências, equivalente a 24% do total de referências, sendo classificadas como classe B, e tem um EPE entre 3 e 6 dias;
- 5% das vendas correspondem a 106 referências, equivalente a 55% do total de referências, sendo classificadas como classe C, e tem EPE entre 7 e 365 dias;

Assim, para as referências de classe A, ficou definido trabalhar-se com uma abordagem MTS (*make-to-stock*), ou seja, garantir-se-á a existência de uma determinada quantidade que será reposta sempre que for consumida.

Relativamente às referências de classe B e C a proposta foi trabalhar-se com uma abordagem MTO (*make-to-order*). Como são referências produzidas em pouca quantidade a ordem de produção será emitida apenas por pedido do cliente. Evita inventário desnecessário, mas também gera um tempo de entrega mais elevado. Para diminuir esse tempo de entrega irá ser criado um supermercado intermédio só para as referências de classe B.

6.2. PLANEAMENTO DE CAPACIDADE

Definida a estratégia de planeamento foi necessário dimensionar os recursos. Nesta fase, evocando o conceito de balanceamento, dimensionou-se os recursos que participam no processo de acrescentar de valor ao produto, isto é, todos aqueles que estejam envolvidos diretamente com a produção. Sendo assim, foi necessário redimensionar o número de máquinas (e operadores associados).

Um cálculo fundamental em qualquer balanceamento de uma linha de produção é o cálculo do *Takt Time*. Este indicador dá-nos o tempo mínimo necessário de produção por forma a satisfazermos a procura do cliente. É cálculo através da fórmula:

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo Disponível de Produção (1)}}{\text{Procura do Cliente (2)}}$$

(1) Tempo de abertura sem as paragens programadas.

(2) Número de unidades necessárias num determinado período de tempo



O cálculo do *takt time* não foi efetuado segundo a expressão a cima descrita. Isso acontece porque independentemente da procura exterior, a empresa só tem capacidade para oferecer a quantidade debitada pela fusão, sendo este o *bottleneck*¹ do processo. Portanto, a fusão define a capacidade da fábrica, e como consequência estabelece o ritmo da produção.

De seguida procedeu-se à recolha de toda a informação para a criação de uma ferramenta informática de planeamento de longo prazo que contenha os dados técnicos do produto relacionados com os lotes produção, as cadências das máquinas, os pedidos dos clientes e as saídas do armazém de produto acabado, permitindo decidir o que planear para cada mês em função da procura do cliente, permitindo também, analisar que capacidade é necessária, para além da decisão sobre que *stock* constituir.

¹ Bottleneck- qualquer recurso que crie estrangulamento ou dificuldade ao normal funcionamento de um sistema. É o bottleneck que determina a capacidade de um sistema e governa a existência de WIP no mesmo.

O output desta ferramenta está representado nas figuras 71 a 73:

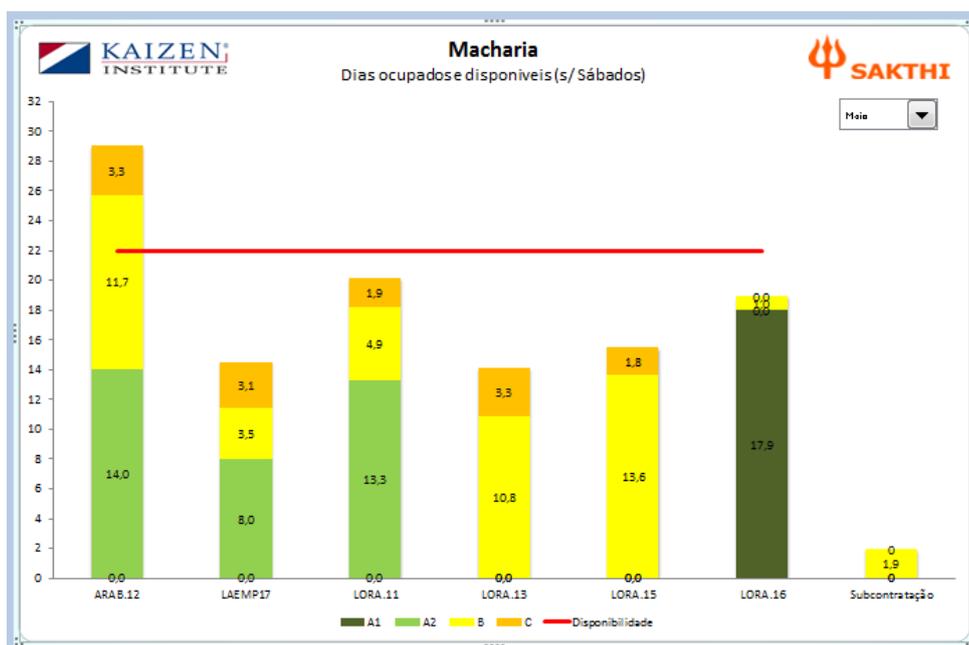


Fig. 71- Visão mensal da Capacidade/Procura da Macharia

Na figura 71 pode-se observar a visão geral da capacidade/procura da macharia relativa ao mês de Maio. No qual o eixo horizontal corresponde às 6 máquinas existentes na macharia, mais a subcontratação. Esta subcontratação diz respeito às referências que têm que ser produzidas fora da fábrica por questões económicas. O eixo vertical corresponde aos dias necessários de produção para responder às necessidades do cliente. As barras estão divididas em cores, na qual cada cor corresponde à classe da referência, ou seja, referência de classe A, B ou C. Por fim existe uma linha vermelha que identifica a capacidade máxima de cada máquina/homem durante o mês. Esta linha depende da estratégia definida para o mês, ou seja, neste caso a estratégia definida foi a de que o mês de Maio só iria trabalhar nos dias úteis (22 dias). Nesta simulação verificou-se que na macharia a laborar 22 dias, a primeira máquina não é capaz de satisfazer as necessidades (só para algumas referências de classe B e todas as referências de classe C desse mês) em 9 dias de trabalho. Relativamente às outras máquinas, estas não ultrapassam a linha vermelha, o que significa que a estratégia estabelecida satisfaz a procura.

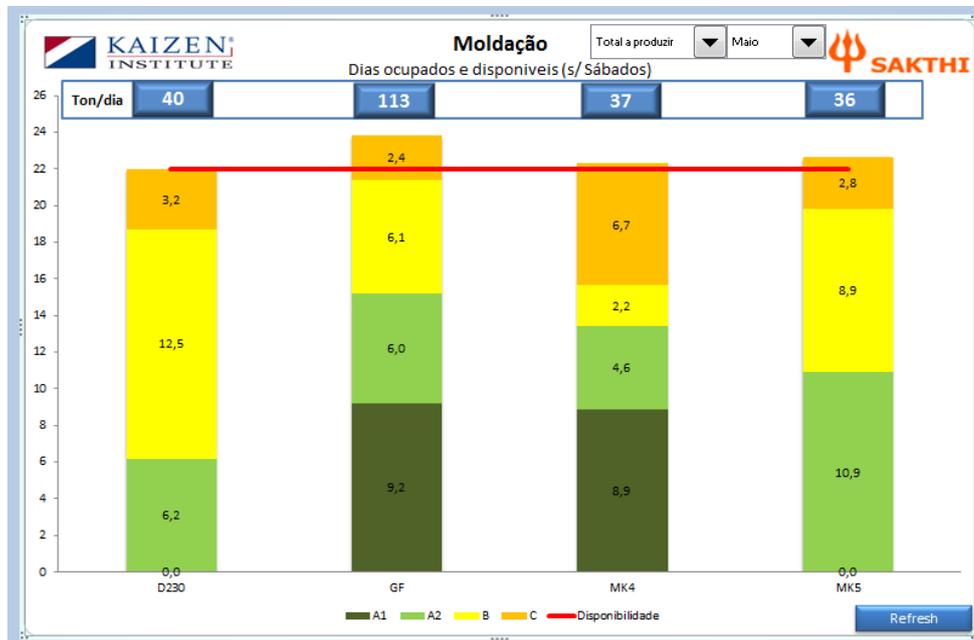


Fig. 72- Visão mensal da Capacidade/Procura da moldação

Na figura 72 pode-se observar a visão geral da capacidade/procura da moldação relativa ao mês de Maio. Nesta visão o eixo horizontal corresponde às 4 máquinas existentes na moldação. O eixo vertical corresponde aos dias necessários de produção para responder às necessidades do cliente. As barras estão divididas em cores, sendo cada cor corresponde à classe da referência, ou seja, referência de classe A, B ou C. Por fim existe uma linha vermelha que define a capacidade máxima de cada máquina/homem durante o mês. Esta linha depende da estratégia definida para o mês, ou seja, neste caso a estratégia definida foi que o mês de Maio só ia trabalhar nos dias úteis (22 dias). Nesta simulação verifica-se que na moldação a trabalhar 22 dias, a Disa 230 consegue satisfazer a procura desse mês. As máquinas GF, MK4 e MK5 ultrapassam ligeiramente a linha vermelha, o que significa que para a estratégia definida não satisfaz (algumas referências de classe C) as necessidades do cliente em dois dias de trabalho.

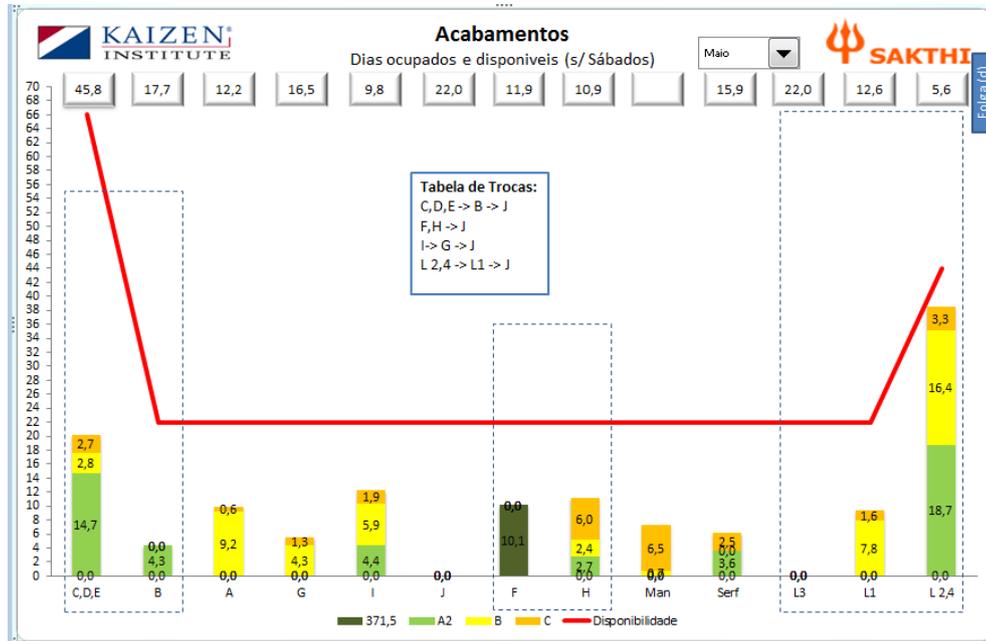


Fig. 73- Visão mensal da Capacidade/Procura dos acabamentos

Na figura 73 observa-se a visão geral da capacidade/procura dos acabamentos relativamente ao mês de Maio. Nesta visão, o eixo horizontal corresponde às 5 linhas e 10 células de acabamentos. O eixo vertical define os dias necessários de produção para responder às necessidades do cliente. As barras estão divididas em cores, na qual cada cor corresponde à classe da referência, ou seja, referência de classe A, B ou C. Por fim existe uma linha vermelha que estabelece a capacidade máxima de cada máquina/homem durante o mês. Esta linha depende da estratégia definida para o mês, ou seja, neste caso a estratégia definida foi que o mês de Maio só ia trabalhar nos dias úteis (22 dias). Na primeira barra a linha vermelha corresponde a 66 dias porque diz respeito a 3 pontos de acabamento, às células C, D e E, ou seja, 22 dias vezes três temos 66 dias de produção disponíveis. O mesmo acontece para a última barra, como são dois pontos de acabamento, a linha 2 e 4, temos 44 dias de produção disponíveis. Nesta simulação verifica-se que todas as linhas e células satisfazem a procura não sendo necessário algumas linhas e células trabalharem o mês inteiro.

6.3. PLANEAMENTO DE EXECUÇÃO

O planeamento estratégico e o planeamento de capacidade são necessários para a construção do plano de execução.

O plano de execução determina como é que a cadeia vai ser planeada e sequenciada de forma a responder aos prazos de entrega do cliente, utilizando apenas encomendas firmes de curto-prazo.

Esta etapa foi implementada pela seguinte ordem:

- 1- Implementação da caixa logística;
- 2- Implementação da caixa de nivelamento;
- 3- Criação do supermercado intermédio para referências B's e corredores FIFO nos acabamentos;
- 4- Implementação do sequenciador;
- 5- Implementação do Quadro de *Kanbans*.

6.3.1. IMPLEMENTAÇÃO CAIXA LOGÍSTICA

A caixa logística é uma ferramenta informática desenvolvida pelo Instituto Kaizen, sendo mantida e usada pela logística. Esta ferramenta faz o controlo da carteira de encomendas, o nivelamento de quantidade de acordo com o contrato face à disponibilidade da máquina. A ferramenta funciona também *buffer* de ordens antes da caixa de nivelamento, ou seja, permite a visualização dos programas de produção, distribuindo o trabalho por secções, turnos, operadores e equipamentos.

O *output* desta ferramenta está representado nas Figuras 74-76.

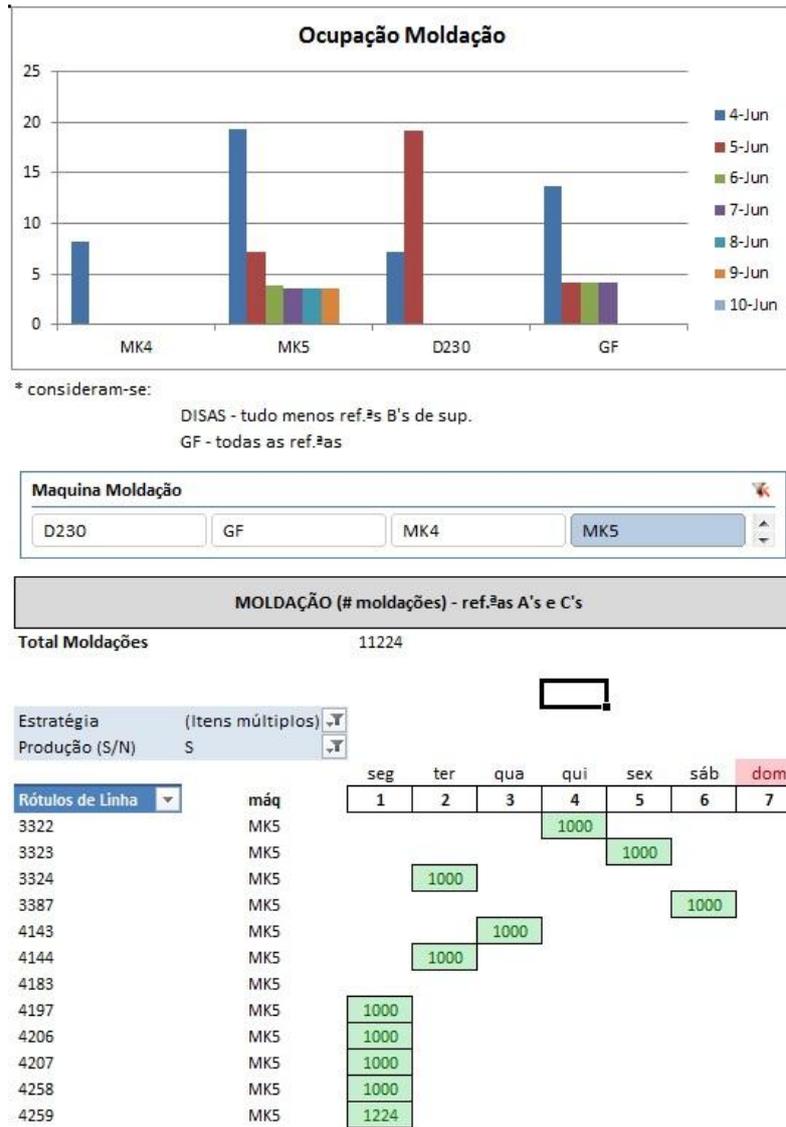
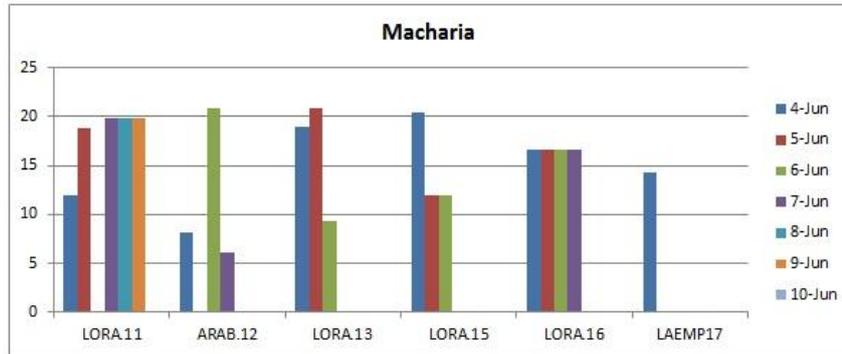


Fig. 74- Caixa logística para a Moldação

Como se pode observar na figura 74, esta ferramenta oferece uma visão geral do planeamento semanal para a moldação, ou seja, identifica a quantidade e quando produzir uma determinada referência no período de uma semana. No gráfico observa-se a ocupação das quatro máquinas de moldação por dia, em que o eixo horizontal corresponde às máquinas, o eixo vertical às horas diárias de produção. As barras com as diferentes cores correspondem aos dias da semana.

Na parte inferior do gráfico pode selecionar-se a máquina de moldação, e deste modo observar de segunda a domingo que referências entram em produção bem como a sua respetiva quantidade.

Este output é igual para as outras secções de produção como se pode observar nas figuras que se seguem.



* consideram-se:

DISAS - tudo menos ref.ªs B's

GF - todas as ref.ªas

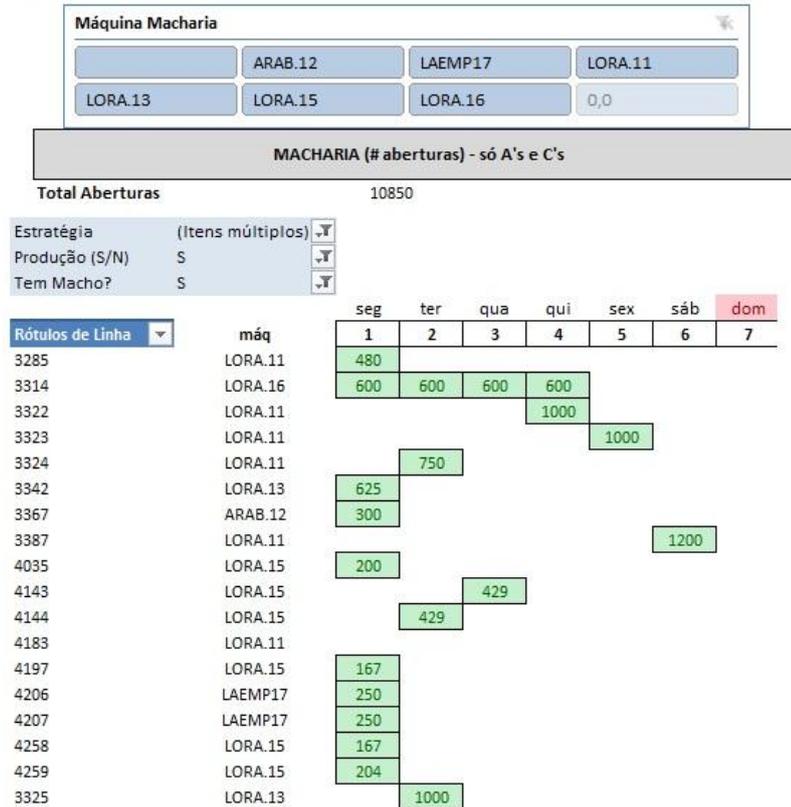


Fig. 75-Caixa Logística para Macharia



* consideram-se todas as ref.ças

Ponto Acabamento

A G H

ACABAMENTOS (# peças)

Total Peças

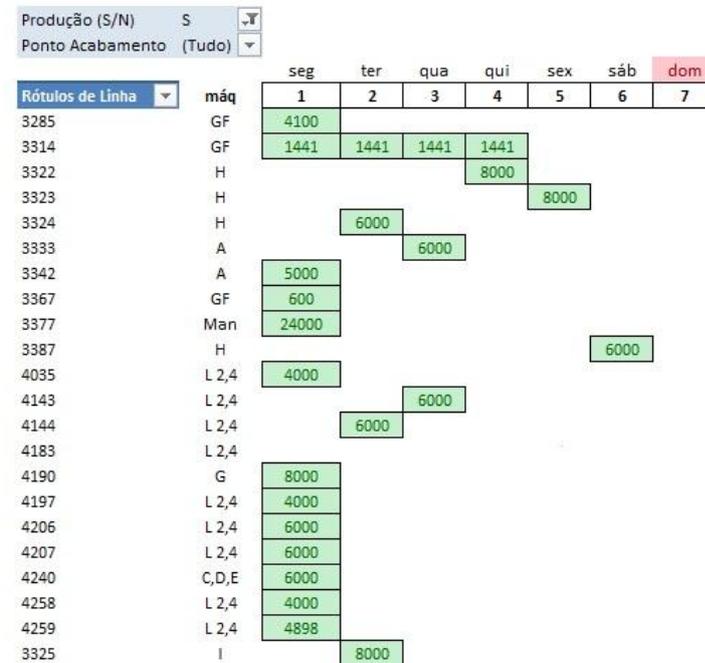


Fig. 76-Caixa Logística para os acabamentos

Após definida qual a referência e quantidade a produzir na moldação, esta ferramenta realiza uma otimização do planeamento, proporcionando a informação do que vai ser produzido de hora em hora na moldação, de forma a permitir o nivelamento do consumo do ferro fundido (ver Figura 77).

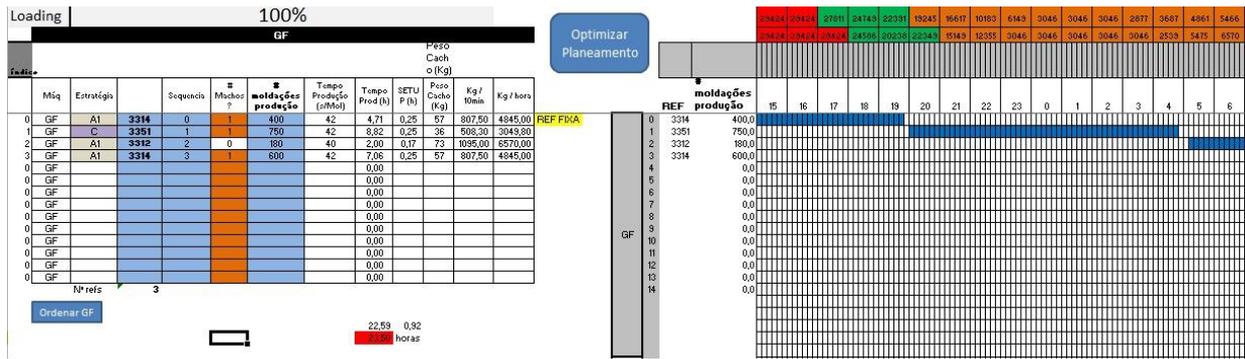


Fig. 77- Otimização do planeamento

Por fim, são emitidas ordens para a produção, transformadas em *kanbans* e colocadas na caixa de nivelamento localizadas na moldação e macharia.

6.3.2. IMPLEMENTAÇÃO DA CAIXA DE NIVELAMENTO

A caixa de nivelamento é um componente físico do sistema *Pull*. Este componente consiste numa caixa, com divisões horárias ao longo do dia de produção. Nesta caixa inserem-se os cartões de produção, ao longo do horizonte temporal de acordo com o planeamento de produção. Assim, o objetivo da caixa é funcionar como planeador de produção. Contudo esta caixa de nivelamento não deve estar localizada em todos os processos, ou fase dos processos, mas sim junto do *Pacemaker*¹, ou seja, máquina/linha que é usada para estabelecer o ritmo da fábrica. Sendo assim, como analisado anteriormente, o processo que estabelece o ritmo da fábrica e funciona como estrangulamento na capacidade da fábrica é a operação de fusão, logo a caixa de nivelamento (Fig.78) foi implementada entre a fusão e a moldação para referências sem machos. Houve necessidade de implementar outra caixa de nivelamento (Fig.80) para planear as referências com machos, sendo esta localizada na macharia.

¹ Pacemaker- dispositivo para manter o ciclo de trabalho de acordo com o takt time definido.



Fig. 78- Caixa de Nivelamento Fusão/Moldação

3282	3318	3319	← Nome da referência
Nº de Moldações: <input type="text"/>	Nº de Moldações: <input type="text"/>	Nº de Moldações: <input type="text"/>	← nº de moldações planeadas
Ton/h: 7,2	Ton/h: 9	Ton/h: 9	← Consumo de ferro por hora
Mold / h: 294	Mold / h: 292	Mold / h: 292	← Moldações por hora
Estratégia: A1 Prioridade: <input type="text"/>	Estratégia: A1 Prioridade: <input type="text"/>	Estratégia: A1 Prioridade: <input type="text"/>	← Se é ou não uma referência com prioridade
Sem Macho Qtd real: <input type="text"/>	Sem Macho Qtd real: <input type="text"/>	Sem Macho Qtd real: <input type="text"/>	← Quantidade real de moldações produzidas
MK4	MK4	MK4	

Fig. 79- Kanbans

O carregamento da caixa de nivelamento com os *kanbans* (Fig.78) é feito pela logística. Esta caixa de nivelamento dá-nos a indicação de:

- Referências a produzir em cada uma das linhas de moldação;
- Hora de entrada de cada referência em produção;
- Nivelamento do ferro ao longo das várias horas;
- Indicação da prioridade de paragem das máquinas.

A segunda caixa de nivelamento (Fig.80) implementada na macharia é carregada com os *kanbans* das referências que necessitam machos, sendo colocados pela logística seguindo a sequência definida no planeamento semanal.



Fig. 80- Caixa de nivelamento macharia

Sempre que na macharia uma referência esteja terminada é feito um visto no *kanban*. No dia seguinte à produção, o responsável da logística passa pela macharia e vê se os machos para a referência planeada foram feitos. Se foram concluídos, o responsável da logística pode colocar o *kanban* na caixa de nivelamento principal (entre a fusão e moldação) para se proceder a continuação da produção das referências com machos.

6.3.3. CRIAÇÃO DO SUPERMERCADO INTERMÉDIO PARA REFERÊNCIAS B'S E CORREDORES FIFO NOS ACABAMENTOS

Foi necessário criar corredores FIFO e supermercados intermédios entre a moldação e acabamentos porque quando as peças saíam da moldação eram colocadas onde houvesse espaço, sem qualquer norma e estratégia (ver Figura 81).



Fig. 81- WIP entre a moldação e acabamentos

Sendo assim, foram definidos corredores que possibilitem o FIFO (ver Figura 82) para referências que trabalham todos os dias nos acabamentos, as referências de classe A. Quanto ao trabalho das referências de classe C, uma vez que estas só são produzidas quando existe uma encomenda firme, são incluídas também nas filas FIFO, sendo todas as referências processadas respeitando a ordem dada pelo sequenciador.



Fig. 82- Corredores FIFO

Relativamente as referências de classe B foram criadas zonas de supermercado, definidas por lotes de produção. Estas serão consumidas sempre que a logística pede, ou quando existir a necessidade de manter os postos de trabalho em funcionamento, permitindo balancear a produção ao longo do mês. Terão localização fixa, o mais próximo das linhas ou células de acabamentos onde irão ser processadas.



Fig. 83- Supermercados intermédios

Na fig. 83 são representadas as imagens dos supermercados intermédios na fase da implementação. Estes supermercados são exclusivamente para referências de classe B, em que cada fila contém um placar com a sua identificação. Serão reabastecidos por via de *kanbans*, ou seja, sempre que chegue ao nível de reposição será enviado um *kanban* para a moldação com a quantidade respetiva a produzir.

6.3.4. IMPLEMENTAÇÃO DO SEQUENCIADOR E QUADRO DE KANBANS

O sequenciador (ver Figura 84) é um dispositivo existente à saída da granalhagem que nos indica, para além das referências que estão produzidas e prontas a acabar, a ordem pela qual devem entrar em acabamento.



Fig. 84- Sequenciador

Cada coluna do sequenciador corresponde a uma linha ou célula de acabamento, havendo dois tipos de *kanbans*. *Kanbans* amarelos para as referências de classe A e C, colocados

pelo operário da granalhadora. Os *kanbans* de cor-de-laranja para as referências de classe B, colocados no sequenciador pela logística.

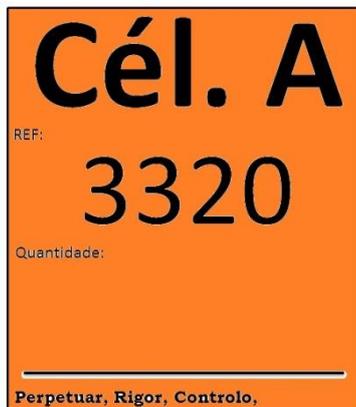


Fig. 85- Kanban para ref. de classe B

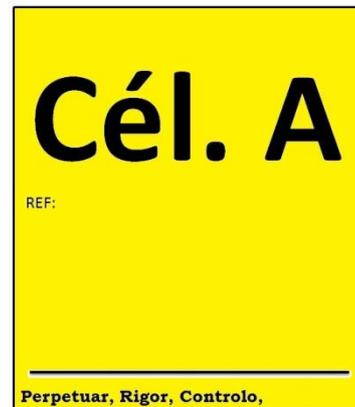


Fig. 86- Kanban para ref. de classe A e C

Sempre que sai uma referência nova da granalhadora o operário consulta uma tabela das referências com a sua classe, e se a referências for de classe A ou C, escreve no *kanban* amarelo a referência (Fig.87) e coloca no sequenciador, sempre na última posição (Fig.88), na linha ou célula correspondente.

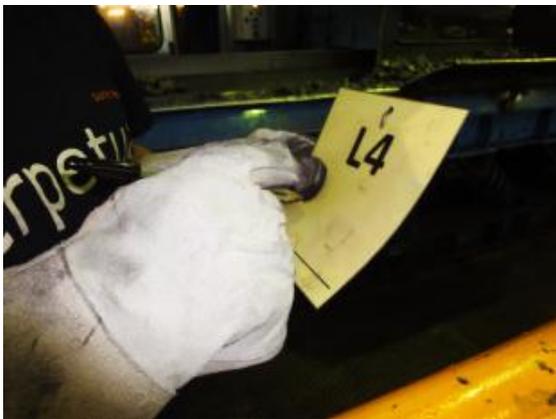


Fig. 87- Operário a escrever a referência no Kanban



Fig. 88- Colocação do *kanban* na última posição

Quando numa fila FIFO as peças estão quase a se esgotar, o empilhador (operário que abastece as linhas/células) vai ao sequenciador virar o cartão de Setup ao contrário (ver Figura 89), demonstrando que a referência que atualmente está a ser abastecida na linha ou célula está a chegar ao fim e informa os afinadores (operários que trocam as ferramentas nas linhas ou células quando há uma mudança de referência) que têm que preparar as ferramentas para a realização do Setup.

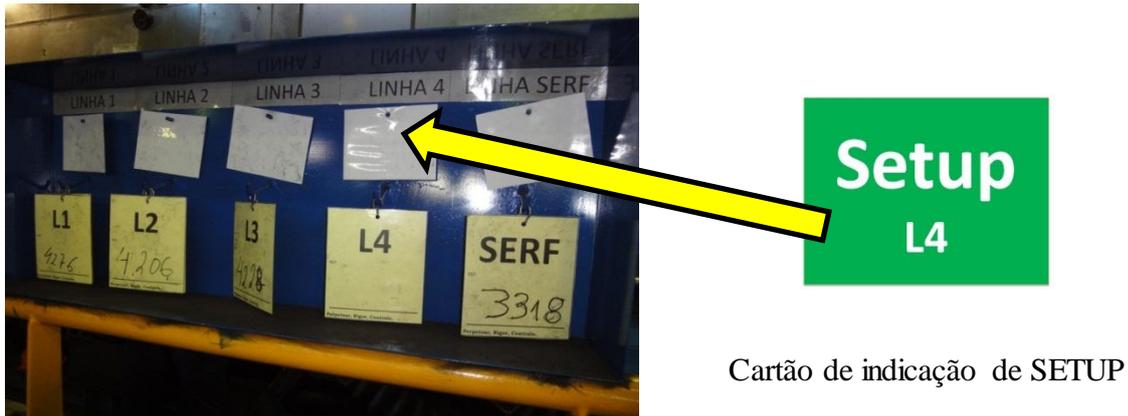


Fig. 89- Setup

Em seguida, o afinador recolhe o *kanban* e coloca-o no “Quadro de *Kanbans*” (Fig.90 e Fig.91). Este quadro é um dispositivo implementado atrás da células e linhas que identifica qual a referência que está correntemente a ser produzida e qual a próxima referência a entrar em produção.



Fig. 90- Quadro de kanbans para as células



Fig. 91- Quadro de kanbans para as linhas

A primeira linha deste quadro corresponde à referência actual que está a ser produzida e a segunda linha à próxima referência a entrar.

O afinador após de colocar o *kanban* na segunda linha do quadro, prepara as ferramentas para a realização do *setup*. Quando o *setup* da linha/célula estiver concluído, o afinador muda o *kanban* para a linha da referência actual (1º linha do quadro de *Kanbans*) e em seguida, dirige-se ao sequenciador para virar o cartão de *setup* ao contrário, informando deste modo que o *setup* foi concluído, e por fim guarda o *kanban* na caixa junto do sequenciador.

Com a implementação deste modelo global foi possível fazer a transição de uma organização com o fluxo totalmente em *Push* funcionando em divisão funcional para uma organização com um planeamento em *Pull*. Com esta nova organização, o sistema de produção passou a apresentar uma visão global, orientado ao produto, focalizada nos processos, contribuindo para a eliminação do conflito, para a redução da complexidade na gestão, minimizando ineficiência e a pouca visibilidade da cadeia.

Assim, numa visão geral e resumida da metodologia implementada, esta segue os seguintes passos que se observa na figura 92 e 93.

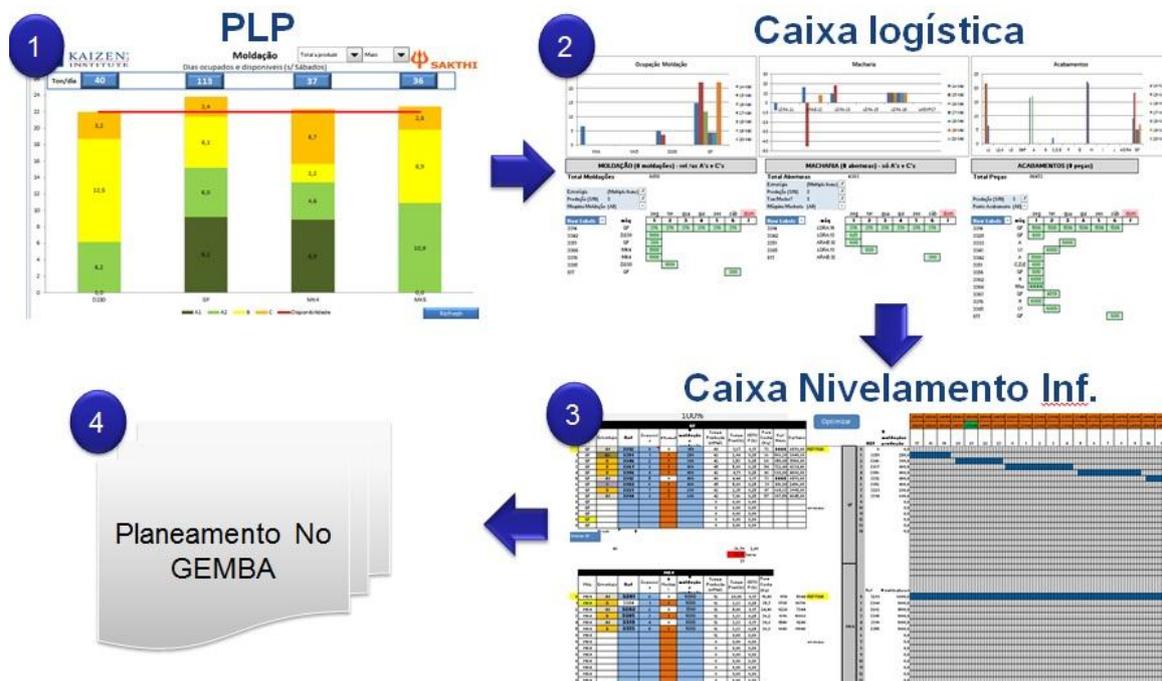


Fig. 92- Resumo da metodologia implementada (definição da estratégia e planeamento de capacidades)

1- **Planeamento a longo prazo:** ferramenta informática que permite decidir o que planear para cada mês em função da procura do cliente, permitindo analisar que capacidade é necessária, para além da decisão que *stock* constituir.

2- **Caixa logística:** ferramenta que alimenta a caixa de nivelamento. Permite o controlo visual da carteira de encomendas, o nivelamento de quantidade de acordo com o contrato face à disponibilidade da máquina sendo um armazém intermédio de ordens antes da caixa de nivelamento.

3- **Caixa de nivelamento informatizada:** Após definida qual a referência e quantidade a produzir na moldação, esta ferramenta realiza uma optimização do planeamento, proporcionando a informação do que vai ser produzido de hora em hora na moldação, de forma a permitir o nivelamento do consumo do ferro fundido.

4- **Planeamento do Gemba:**



Fig. 93- Resumo da metodologia implementada (planeamento do Gemba)

Caixa de nivelamento: localizada na área da macharia e moldação. Macharia para as referências com macho e na moldação para as referências sem macho. Esta caixa de nivelamento estabelece o *takt time* da linha dando a indicação:

- Referências a produzir em cada uma das linhas;
- Hora de entrada de cada referência em produção;
- Nivelamento de ferro ao longo das várias horas;
- Indicação da prioridade de paragem das máquinas.

Sequenciador para linhas e células: o sequenciador indica, para além das referências que estão a ser produzidas e prontas a acabar, a ordem pela qual devem entrar nos acabamentos. As referências A's e C's são produzidas diretamente em FIFO (respeitando a ordem dada pelo sequenciador). As referências B's são introduzidas no sequenciador pela logística e são produzidas sempre que o cliente necessitar. A quantidade a produzir é aquela que o cliente pedir. As referências B's permitem também balancear a produção ao longo do mês e nunca ter as pessoas paradas, ou seja, sempre que as pessoas estejam sem obra para acabar entra uma referência B definida pela logística.

Quadro Kanban: dispositivo implementado atrás das células e linhas que identifica qual a referência que está correntemente a ser produzida e qual a próxima referência a entrar em produção.

7. RESULTADOS

Num projeto com esta abrangência os resultados vão surgindo de forma gradual, durante a implementação do projeto.

Um fator crítico para o sucesso de qualquer projeto é, sem dúvida, o envolvimento da administração. Se as chefias não se identificam com a solução e não acreditam nas metodologias, o projeto avançará com muita dificuldade. Mesmo que nestas condições o projeto seja implementado com sucesso, no momento em que a equipa de consultores finalizar a sua implementação, as melhorias desaparecerão. No fundo, a cultura de Melhoria Continua deve ser compreendida e adotada transversalmente na organização. Deve-se assumir que este processo de melhoria não tem fim e trará ganhos às empresas que o adotarem.

Para conseguir este envolvimento foi utilizada formação das metodologias Kaizen, numa fase inicial, e os resultados a nível de envolvimento foram excelentes: todas as chefias estavam completamente envolvidas e acreditavam na Visão Kaizen e nas suas metodologias.

Após a criação das ferramentas informáticas de planeamento pelo Instituto Kaizen (planeamento de longo prazo e caixa logística), eliminaram-se: tarefas repetitivas que não acrescentavam valor; desbalanceamento entre processos; paragens das linhas de moldação

devido à falta de ferro. Englobando toda a informação existente nestas ferramentas, tornou-se o planeamento um processo simples e fácil de gerir, deixando de ser baseado no conhecimento das pessoas, manual e com muito potencial de erro. Deste modo, o planeamento e controlo da produção “antes Kaizen” que era realizado por 5 funcionários do departamento de logística, com a implementação desta ferramenta passou a ser feito por 2.

Relativamente ao espaço físico que ficou disponível na fábrica com a redução do *stock* em curso, este é claramente superior, conseguindo-se uma redução do espaço ocupado pelo armazenamento de 1800m². Devido ao elevado volume de peças WIP nos acabamentos e à desorganização geral dos processos, a ocupação de espaço era elevada. Assim, a libertação de espaço foi acontecendo gradualmente, obtendo bons resultados, possibilitando uma melhor organização do chão da fábrica melhorando igualmente as condições de trabalho.

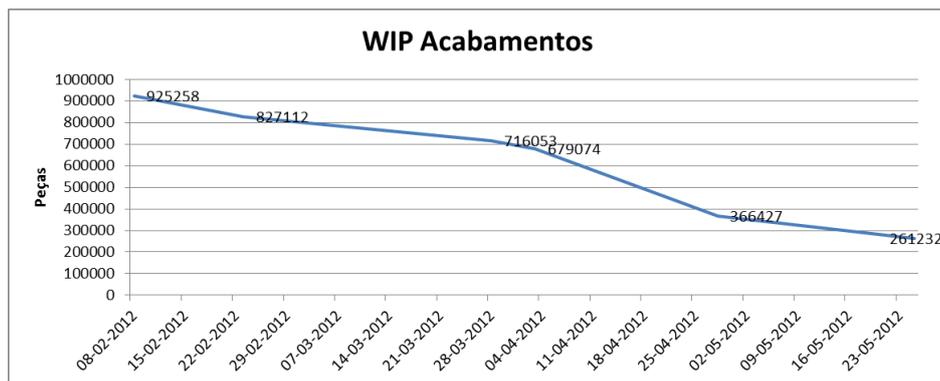


Gráfico 6- WIP dos acabamentos ao longo do projeto

Como se pode observar pelo gráfico 6 houve uma redução de um total 925258 peças armazenadas nos acabamentos para 261232 peças ao longo do projeto, o que corresponde a uma diminuição de 72% de WIP e consequentemente, uma redução do *lead time* de 9 dias para 2,5 dias (Gráf.7).

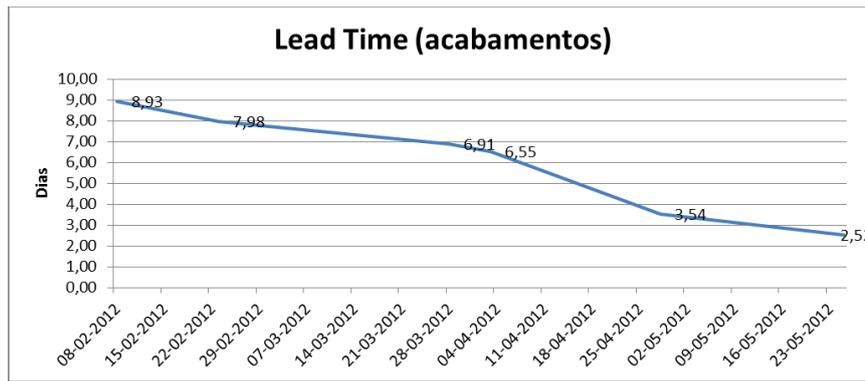


Gráfico 7- Lead time dos acabamentos ao longo do projecto

Na seguinte tabela (Tab.5) é feito um resumo dos valores do estado “antes Kaizen” e “depois Kaizen”.

	<i>“Antes Kaizen”</i>	<i>“Depois Kaizen”</i>
Stock de WIP	925.258 Peças	261.232 Peças
Lead time	9 Dias	2,5 Dias
Valor de WIP	1.900.563 Euros	536.593 Euros

Tabela 6- Resumo dos valores do estado “antes Kaizen” e “depois Kaizen” dos acabamentos

As fotos que se seguem mostram o antes e depois da implementação nas diferentes áreas dos acabamentos.

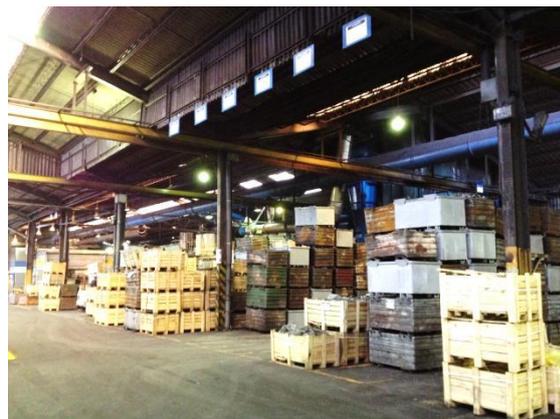




Fig. 94- Acabamentos (secção das células) – “antes Kaizen” e “depois Kaizen”



Fig. 95- Acabamentos (secção das linhas) - “antes Kaizen” e “depois Kaizen”

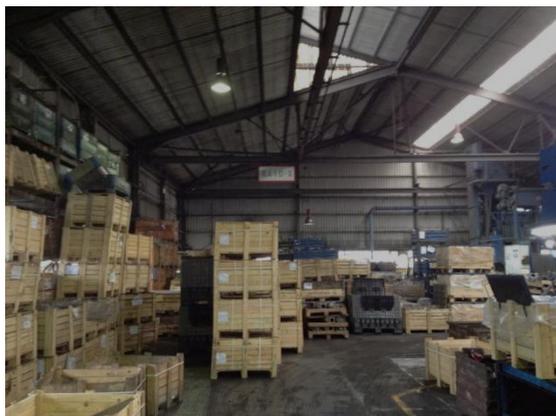


Fig. 96- Acabamentos (secção do Raio-X) - “antes Kaizen” e “depois Kaizen”



Fig. 97- Acabamentos (secção ensaios) - “antes Kaizen” e “depois Kaizen”

O gráfico 8 apresenta os valores das capacidades máximas de produção diária das linhas/células dos acabamentos antes e depois da implementação do *Pull Flow*.

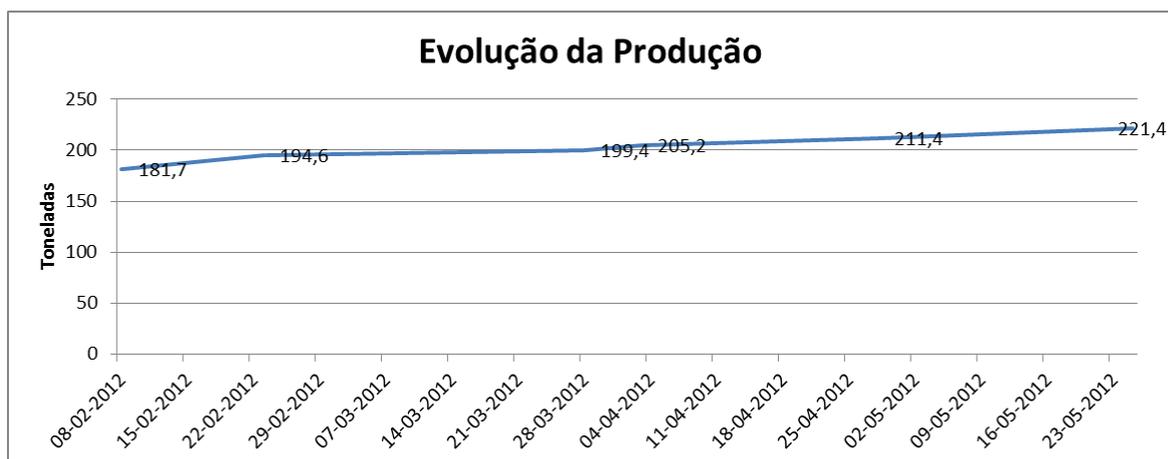


Gráfico 8- Evolução da produção ao longo do projeto

Com base no gráfico conclui-se que antes do projeto de melhoria, os acabamentos só tinham capacidade máxima de produção diária de 181,7 toneladas de peças, comparando com o período pós-projeto verificou-se que com a mesma força laboral passou a existir uma capacidade de produção diária de 221,4 toneladas de peças, ou seja, houve um aumento da capacidade de produção em 22%.

Mais importante da qualquer mudança de processo, é uma mudança de cultura, que é igualmente difícil de se obter. Na Sakthi Portugal,SA, obtivera-se excelentes resultados: as chefias estão presentes no *Gemba*; os funcionários são envolvidos nos processos de melhoria, sendo importantes as suas sugestões e opiniões; uma nova forma de ver os

processos (integração e fluxo) e trabalhar no processo para obter resultados (reduzir o lead time).

Uma cultura Kaizen será certamente um fator crítico de sucesso para qualquer empresa e na Sakthi Portugal,SA não é exceção.

8. CONCLUSÃO

Numa era em as empresas têm de continuamente procurar manter competitivas, este trabalho veio sustentar a ideia de que independentemente do tipo de indústria em que a empresa se integre, desde que a atividade envolva gestão de fluxos, o modelo desenvolvido pelo Kaizen Institute, o *Total Flow Management*, juntamente com a filosofia de base Kaizen potencia a melhoria dos processos produtivos e permite uma maior fluidez do produto desde o início da cadeia de valor até ao cliente. Este modelo não é apenas um conjunto de ferramentas que de forma mecânica cria resultados. Através de um uso ponderado e sensato, pode-se mudar as mentalidades e paradigmas, e envolver os recursos humanos da empresa. O seu objetivo é apoiar as empresas numa transformação de mentalidades que permita a melhoria contínua e o aumento de competitividade.

Com a implementação do planeamento no sistema Pull na logística interna isso permitiu a implementação de inúmeras melhorias ao nível do desempenho operacional, nomeadamente uma redução do lead time, do WIP, melhorias das condições de trabalho, nomeadamente a movimentação na fábrica. Contudo, e embora o planeamento em sistema Pull seja um dos sistemas mais simples de controlo da produção, esta implementação não foi tarefa fácil tendo sido um dos principais obstáculos o fator humano, pois a maior parte dos funcionários não estavam recetivos à mudança. Para ultrapassar estas objeções, foi

necessário a explicação do novo modelo através da formação, explicar a causa da mudança, conversar com as pessoas e sobretudo ouvir as suas opiniões/ideias de melhoria.

Com a implementação dos algoritmos de planeamentos em Pull (planeamento de longo prazo e caixa logística) desenvolvido pela equipa Kaizen, eliminaram-se: tarefas repetitivas que não acrescentavam valor; a desregulação entre processos e as paragens das linhas de moldação devido à falta de ferro. Com a integração de toda a informação crítica nestas novas ferramentas de planeamento, isso tornou possível a execução planeamento fabril de modo simples e fácil de gerir, deixando de ser baseado na experiência e perceção individual dos responsáveis.

Com a implementação do controlo da produção através dos cartões *Kanban*, foi possível controlar e disciplinar o fluxo de material e informação ao longo do processo de fabrico e deste modo integrar a produção com a procura real. Simultaneamente, o sistema de controlo por *Kanban* foi auxiliado por ações de Gestão visual, nomeadamente, caixa de nivelamento (afixado na moldação e na macharia), sequenciador e quadro de *Kanbans* (afixado nos acabamentos).

Com a criação dos supermercados intermédios nos acabamentos, foi também possível balancear-se a produção ao longo do mês, mantendo os postos de trabalho em funcionamento com as atividades adequadas à procura.

Após a realização deste trabalho percebe-se que as ferramentas de criação de fluxo, sincronização e nivelamento funcionam em articulação e são complementares entre si. A introdução conjunta destas três ferramentas potencia acentuadamente as melhorias no processo produtivo.

A redução do WIP em 72 %, a libertação de espaço de armazenamento em 1800m², a redução do lead time em 6,5 dias e o aumento da produção em 22 % constituem a prova do sucesso deste trabalho e a vantagem da aplicação das metodologias Kaizen no caso em estudo. Com os resultados obtidos, Sakthi Portugal,SA está melhor preparada para lidar com as variações da procura, podendo entregar mais rapidamente os produtos pedidos e nas quantidades solicitadas a um custo menor. Em suma, com este projeto resultado de um esforço em equipa foi possível tornar a empresa mais competitiva e sustentável.

Referências Documentais

Chase, Jacobs e Aquilano. “Operations Management for Competitive Advantage”. McGraw-Hill, 2006.

Coimbra, E. “Total Flow Management: Achieving excellence with Kaizen and Lean Supply Chains”. New Zealand, Kaizen Institute, 2009.

Courtois, A., Pillet, M.. “Gestão da Produção”. Lidel, 1997.

Furmans, Kay. “Models of Heihunka-Levelled Kanban-Systems”. University of Karlsruhe, 2005.

Imai, M. “Kaizen - The Key to Japan's Competitive Success”. New York, McGraw-Hill, 1986.

Imai, M.. “Gemba Kaizen - Estratégias e Técnicas do Kaizen no Piso da Fábrica”. São Paulo, IMAM, 2000.

Imai, Masaaki. “Gemba Kaizen, A Commonsense, Low-Cost Approach to Management”. McGraw-Hill, 1997.

Kaizen Institute. Manual KMS, 2010.

Kaizen Institute. Manual TFM, 2010.

Karmarkar, U.S.. “Push, Pull and Hybrid Control Schemes”. Tijdschrift voor Economie en Management 3, 1991.

Krajewski, Ritzman & Malhotra. “Operations Management: Process and Value Chains”. Pearson Higher Education, 2007.

Lopes, R, Neto, C., & Pinto, J.P. “Quick Changeover - Aplicação prática do método SMED”, *Kerâmica*, pp.31-36, 2010.

Monden, Y. “Toyota Production System”. Industrial Engineering and Management Press, Norcross, Ga., 1983.

Ohno, Taiichi. “O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala”. Bookman, Porto Alegre, 1997.

Pinto, J.P.. “Pensamento Lean – A filosofia das organizações vencedoras”. Lidel, 2009.

Rother & Harris. “Criando Fluxo Contínuo”. Lean Enterprise Brasil, 2004.

Rother e Shook. “Learning to see”. Shingo prize, 1998.

Smalley, Art. “Creating Level Pull”. Lean Enterprise Brasil, 2002.

Anexo A. Normas de Planeamento

Norma Reunião Estratégica Mensal

Horário: Segunda quarta-feira de cada mês 11h00-12h00

Participantes:

<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Jorge Fesch <input type="checkbox"/> Eduarda Veiga <input type="checkbox"/> Domingos Sousa <input type="checkbox"/> Cristina Monteiro <input type="checkbox"/> Sofia Festas 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> António Machado <input type="checkbox"/> José Magalhães <input type="checkbox"/> Manuel Oliveira <input type="checkbox"/> Armindo Silva <input type="checkbox"/> Helena Coimbra <input type="checkbox"/> Bernardino Mendes
--	--

Objectivo: Comunicação do **plano estratégico** para o mês seguinte e discussão do **plano de capacidades**

Norma:

1. Eduarda Veiga:
 1. Apresentação do plano estratégico (vendas)
 2. Comunicação de alterações ao plano inicial
2. Domingo Sousa:
 1. Apresentação do plano de capacidades (pessoas e máquinas) segundo o novo plano de vendas
3. Todos:
 1. Discussão sobre plano de construção de stocks
 2. Discussão sobre planeamento operacional (Que máquinas? Quantas pessoas? Quando?)



KAIZEN and GENBAU(KAIZEN) are trademarks of the KAIZEN Institute.



Fig. 98- Norma da reunião estratégica mensal

Moldação

Planeamento

- Ref. B – Produzir quando chegar ao nível de reposição do supermercado de acabamentos. Quantidade definida no kanban.
- Ref A e C – Dia e quantidade definidos pela caixa logística.
- Ref com macho – Confirmação da existência do macho.



Quadro de Planeamento

- Indicação de:
 - Referências a produzir em cada uma das linhas;
 - Hora de entrada de cada referência em produção;
 - Nivelamento do ferro ao longo das várias horas;
 - Indicação da prioridade de paragem das máquinas;

Reunião (Diariamente 10h30 e 15h30)

- Participação representante da logística e dos vários negócios
- Conteúdo:
 - Carregamento das ref. a produzir;
 - Revisão de prioridades;
 - Discussão de problemas;



1

KAIZEN and GEIMBAKAIZEN are trademarks of the KAIZEN Institute



Fig. 99- Norma de planeamento da moldação

Serralharia dos Moldes

Planeamento

- Consultar diariamente o Multi às 17h e carregar o supermercado dos moldes;
- Sempre que houver uma alteração no programa da macharia e moldação no período das 17h até às 15h do dia seguinte, a logística envia email (augusto.rodriques@sakthiportugal.pt) para a serralharia a informar que houve actualização;



Reunião (Segunda-Feira às 11h30m):

- Participação de representante da logística (Ana Luísa) e serralharia (Augusto Rodrigues);
- Conteúdo:
 - Escolha das referências que necessitam de reposição da citagem;
 - Discussão de problemas;



1

KAIZEN and GEIMBAKAIZEN are trademarks of the KAIZEN Institute



Fig. 100- Norma de planeamento da serralharia dos moldes

Norma do planeamento na Macharia / Sub-contratação

Planeamento Macharia

- Ver na caixa logística que referências produzir na Macharia no dia D+1;

Reunião (Diariamente 14h00m):

- Diária com a participação do responsável da macharia (Reis) e representante logística (Ana Luisa);
- Carregar o quadro de planeamento na macharia para o dia D+1 e confirmar se os machos estão disponíveis para o dia D;

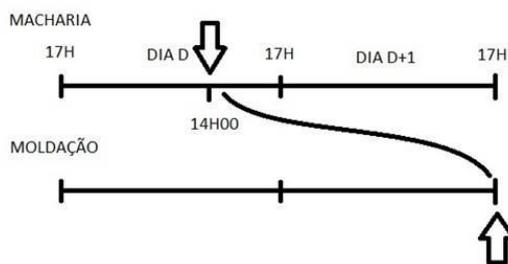


Fig. 101- Norma de planeamento na macharia

Norma do planeamento na Macharia / Sub-contratação

Planeamento sub-contratação

- Planeamento estratégico:** Com base na carteira do cliente fazer a encomenda mensal dos machos necessários;
- Planeamento Operacional:** Diariamente, a partir das 9h, encomendar as referências para o dia D+1 (tempo de entrega cerca de 24horas), garantindo que as referências chegam antes da 15h30 do dia D+1;

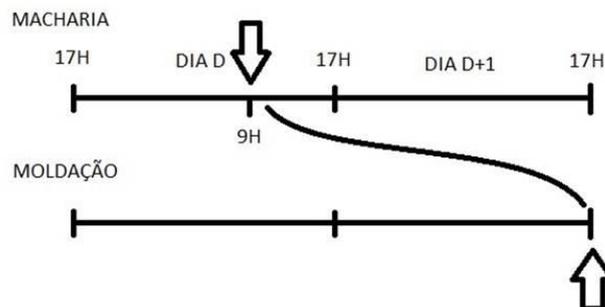


Fig. 102- Norma de planeamento da sub-contratação na macharia

Planeamento

- A indicação para a ferramentaria do momento e da referência a entrar na linha / célula de acabamentos é dada pelo sequenciador dos acabamentos.
- O cartão verde indica a necessidade de fazer um setup sendo que a referência a entrar é a primeira do sequenciador na respectiva linha / célula. Um representante da ferramentaria a cada 30 min passa pelo sequenciador para ver se existe uma nova necessidade de setup.



Cartão de indicação de SETUP

Fig. 103- Norma de planeamento da ferramentaria

Acabamentos

Planeamento

- Ref. B – Quantidade necessária para responder ao cliente. Consumo de supermercado.
- Ref A e C – Sem planeamento. FIFO de produção vinda da Moldação.

Sequenciador

- O sequenciador indica, para além das referências que estão produzidas e prontas a acabar, a ordem pela qual devem entrar em acabamento.
- As ref. A e C são produzidas directamente em FIFO (respeitando a ordem dada pelo sequenciador).
- As ref. B são introduzidas no sequenciador pela logística e são produzidas sempre que o cliente necessitar. A quantidade a produzir é aquela que o cliente pede. As ref B permitem também balancear a produção ao longo do mês e nunca ter as pessoas paradas – sempre que pessoas estejam sem obra para acabar entra uma ref B. A logística define qual vai entrar.



Reunião (Diariamente 10h15)

- Participação de responsável dos acabamentos (Joaquim Monteiro) e responsável da logística (Ana Luisa)
- Conteúdo:
 - Carregamento das ref. B
 - Eventual troca de referências de entre máquinas
 - Levantamento de ref. B a reabastecer

Fig. 104- Norma de planeamento dos acabamentos

SAKTHI PORTUGAL, S. A. Norma de Utilização do Sequenciador

RESPONSÁVEL: Operador da grenalhadora

- 1. Contentor sai com referência nova
- 2. Consultar tabela e verificar se a referência está Sombreada

4209	FIFO	FIFO
4226	FIFO	FIFO
4227	Supermercado	S.4
4228	Supermercado	S.5
4235	Supermercado	S.1
4236	Supermercado	S.2



- 3. Se a referência estiver zebraada enlotar directamente no local correspondente no supermercado
 - 4. Se a referência não estiver zebraada verificar em que linhas pode ser acabada essa referência
 - 5. Ir até ao Sequenciador e das linhas possíveis para essa referência, escolher a menos ocupada e retirar um cartão da caixa de cartões vazios
- (Nota: colocar esquerdos e direitos seguidos na mesma linha)



Fig. 105- Norma de utilização do sequenciador

SAKTHI PORTUGAL, S. A. Norma de Utilização do Sequenciador

RESPONSÁVEL: Operador da grenalhadora

- 6. Escrever a referência no cartão
- 7. Colocar o cartão na posição de trás do Sequenciador
- 8. Escrever no cartão de identificação a referência e a data de fundição
- 9. Colocar o cartão de identificação no primeiro contentor da linha.
- 10. Enlotar no FIFO abrindo uma fila nova, deixando sempre o cartão de identificação visível.



Perpetuar, Rigor, Controlo...

Data de Fundição: _____

REF: _____

Fig. 106- Norma de utilização do sequenciador (cont.)

Afinadores

1. A indicação para a ferramentaria do momento e da referência a entrar na linha / célula de acabamentos é dada pelo sequenciador dos acabamentos.
2. O cartão verde indica a necessidade de fazer um setup sendo que a referência a entrar é a primeira do sequenciador na respectiva linha / célula. Um representante da ferramentaria a cada 30 min passa pelo sequenciador para ver se existe uma nova necessidade de setup.
3. Colocar o cartão da referência na zona da linha correspondente, no **separador “Próximo”**
4. Quando o setup estiver concluído, mover o cartão da referência no separador “Próximo” para o separador “Atual”
5. Levar o cartão de referência no separador “Atual” para a Caixa de Cartões ao lado do Sequenciador



Fig. 107- Norma de utilização do sequenciador – afinadores

Empilhadores

1. Quando a linha verde marcada no chão das filas for visível, deslocar-se ao sequenciador
2. Estando no sequenciador, virar o cartão de setup ao contrário, demonstrando assim desta forma que a referência que actualmente está a ser abastecida nas linhas/células está a chegar ao fim



Cartão de indicação de SETUP

Fig. 108- Norma de utilização do sequenciador - empilhadores

SAKTHI PORTUGAL, S. A.

Norma de Actualização Quadro de Planeamento



Participantes:

Controlo Processo	Logística	MK4 (Leopard)	MK5 (Panther)	D230 (Tiger)	GF (Jaguar)	Fusão
---	Domingos Ana Luísa	Oliveira	Magalhães Reis	Machado	Armindo	Mendes

Frequência:

- **10h30** – verificação do planeamento do dia anterior;
- **15h30** – definição do planeamento do dia seguinte (a partir 17h).

Instrução de Actualização:

Planeamento fictício

		17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	0h	1h	2h
Σ ton/h		33	27	29	28	26	26	28	31	28	27
D230 (Tiger)	Machado										3281
						3281			3281		
MK4 (Leopard)	Oliveira										
MK5 (Panther)	Magalhães	4197									
					3330			4197			3330
GF (Jaguar)	Armindo										

1. Carregamento do quadro com cartões pela Logística; Os cartões devem ser colocados na primeira hora de trabalho de cada ref.;
2. Discussão do planeamento entre os vários intervenientes;
3. Após a conclusão de cada ref. (cartão) o responsável de cada máquina deve preencher a "Qtd real" com o nº de moldações efectuadas e fazer um visto sobre todo o cartão;
4. Alterações à sequência do planeamento é da responsabilidade do controlador de processo (em conjunto com chefes de negócio) → equilibrar ton/h em cada janela horária.

Fig. 109- Norma da actualização da caixa de nivelamento da moldação

SAKTHI PORTUGAL, S. A.

Norma de Actualização

Quadro de Planeamento



Participantes:

Controlo Processo	MK4 (Leopard)	MK5 (Panther)	D230 (Tiger)	GF (Jaguar)
---	Oliveira	Magalhães Reis	Machado	Armindo

Frequência:

- Sempre que há necessidade de alterar a sequência de planeamento

Instrução de Actualização:

Só o controlador do processo pode mover os cartões!



Controlador do processo (na presença dos representantes das várias maq.):

- Alteração dos cartões
- Cálculo da quantidade de ferro consumido previsivelmente hora a hora

Motivos:

0. Dar prioridade a todas as Ordens de Fabrico com “P” – Prioritárias, comunicadas aos responsáveis de máquina durante a reunião de planeamento.

Falta de Ferro:
 Analisar replaneamento segundo esta ordem:

1. Baixar cadência das máquinas
2. Trazer referências leves do dia para a hora a planear (se possível)
3. Parar máquina:
 Respeitar sequência de paragem definida na reunião de planeamento

Paragem de Máquina de moldação:

1. Introdução de ref. pesadas a utilizar no dia (se possível)

Fig. 110- Norma da actualização da caixa de nivelamento da moldação (cont.)

SAKTHI PORTUGAL, S. A.

Norma de Actualização
Quadro de Planeamento



Participantes:

Logística	Macharia
Fernando	Reis

Frequência:

- 9h00** – verificação do planeamento do dia anterior;
- 16h30** – definição do planeamento do dia seguinte.

Instrução de Actualização:

Planeamento fictício

QUADRO PLANEAMENTO MACHARIA

MÁQ.	SEMANA:	DE: / / A / /						
11	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
13	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
15	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
17	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

4206

Nº Aberturas	2500
Estratégia	A
Abert / hora	1 Op. 2 Op.
	27 40
	✓ ok

Nota:
Cada cor do cartão corresponde a um máquina de moldação:

- Verde – GF
- Laranja – MK4
- Azul – D230
- Amarelo – MK5

1. Carregamento do quadro com cartões pela Logística; Os cartões devem ser colocados pela sequência definida no planeamento.;
2. Discussão do planeamento entre os vários intervenientes;
3. Em cada cartão deve ser preenchido com a ref. a ser produzida, o “Nº de Aberturas”, “Aberturas/Hora” de um operador ou dois operadores e, após a conclusão da ref. fazer um visto sobre todo o cartão;
4. Alterações à sequência do planeamento é da responsabilidade da logística.

Fig. 111- Norma de atualização da caixa de nivelamento da macharia

Norma de Actualização do Sequenciador

Reunião (Diariamente 10h15)

- Participação do responsável dos acabamentos e responsável da logística ;

Conteúdo:

- Carregamento das ref. B;
- Eventual troca de referências de entre máquinas;
- Levantamento de ref. B a reabastecer;

Registo de Presenças					
	2ª-feira	3ªfeira	4ªfeira	5ªfeira	6ªfeira
Resp. Log.					
Resp. Acab.					

Norma de Trocas de referências entre Células

Sempre que a **capacidade** de uma célula **não for suficiente** para trabalhar todas referências que estão no sequenciador **ou** pessoas ficarem **sem referência para trabalhar** utilizar a “Tabela de Trocas” para passar referências entre máquinas

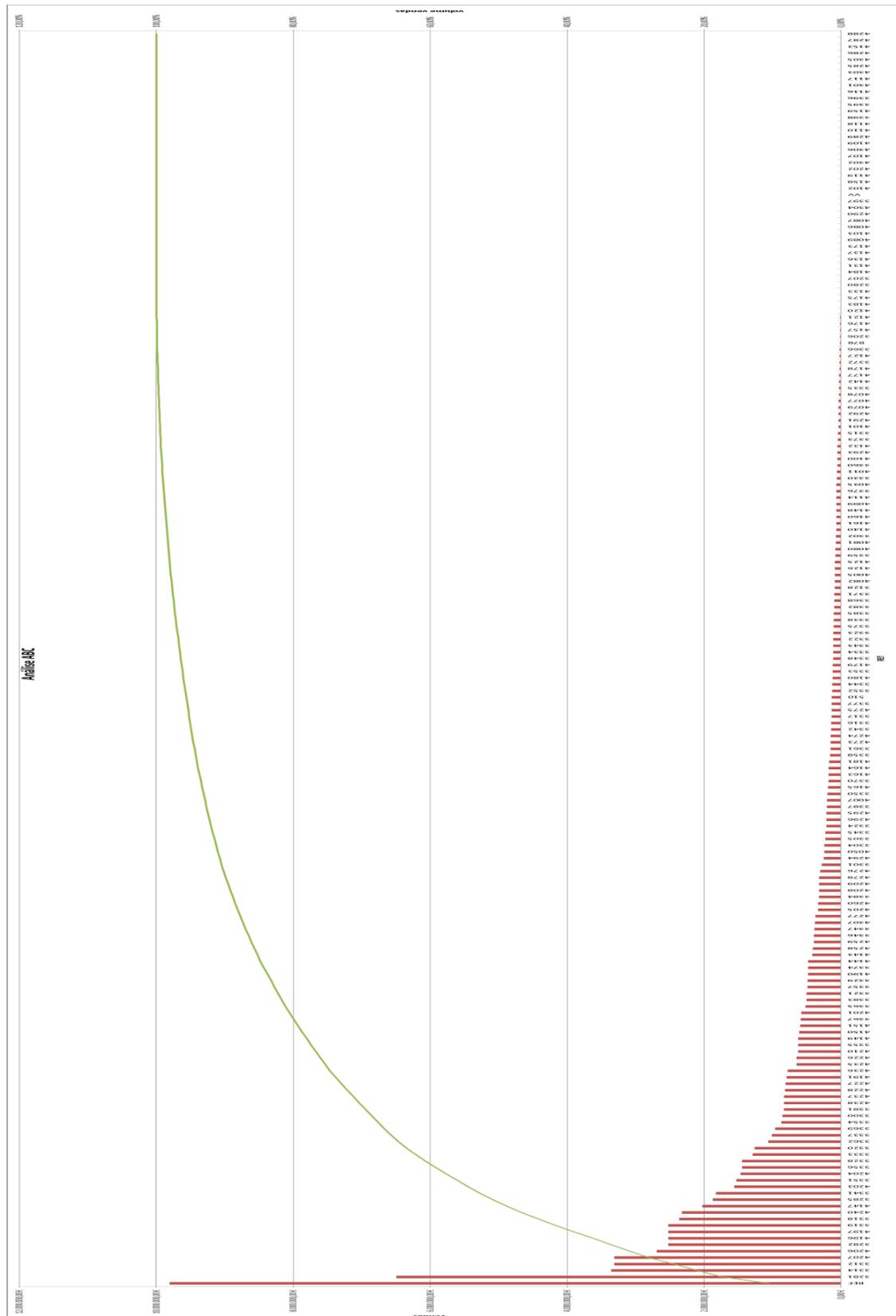
Tabela de Trocas:

C,D,E -> B -> J
F,H -> J
I-> G -> J
L 2,4 -> L1 -> J

Fig. 112- Norma da atualização do sequenciador

110

Anexo B. Análise de Pareto



Anexo D. Visão Kaizen

