



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Departamento de Engenharia Mecânica



Aplicação de ferramentas para melhorar o processo produtivo numa empresa do sector automóvel

Gonçalo Nuno Salgueiro
(Licenciado em Engenharia Mecânica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Mecânica

Orientadores:

Doutor António João Pina da Costa Feliciano Abreu
Engenheiro João Mega

Júri:

Presidente: Doutor João Manuel Ferreira Calado
Vogal: Doutor José Fernando Gomes Requeijo
Vogal: Doutor António João Pina da Costa Feliciano Abreu

Setembro de 2015

Agradecimentos

Agradeço aos orientadores da minha tese de mestrado, ao Professor Doutor António João Pina da Costa Feliciano Abreu e ao Engenheiro João Mega todo o apoio prestado e a disponibilidade para todas as minhas dúvidas. Foi muito importante numa fase em que não sabia por que caminho seguir, o apoio do Prof António Abreu que me mostrou todas as saídas, e o apoio do Eng. João Mega, especialmente no caso de estudo, que perdeu horas de trabalho na empresa, para me apoiar quando mais precisei.

Aos meus queridos pais Amílcar e Rosália, por serem as pessoas mais importantes da minha vida, e por todo o apoio que me deram, e sem o qual, não seria possível finalizar esta tese.

A minha querida avó (Marília), por todo o apoio que me deu ao longo da minha vida, e que sem esse apoio, não seria a pessoa que sou.

Ao meu irmão e cunhada, que estão para mim sempre que podem.

Aos meus falecidos avós, que tive o prazer de conhecer, (Maria Luísa e António Gago), por tudo o que foram para mim na minha infância, e por terem contribuído para a minha educação e me terem incentivado a seguir com os meus sonhos.

Aos meus tios (Helena e Leonel), que foram das pessoas que mais acreditaram em mim ao longo destes anos, e por isso, não podiam deixar de ter um lugar de destaque neste espaço.

Aos meus primos, Marília, Acácio, Mariana, Débora, Rui, Paulo e Olga por fazerem parte da minha vida.

Ao meu falecido primo Reinaldo que me ajudava em tudo.

À Faurecia Interior Systems, SA e a RLS e a todos os seus colaboradores que, direta ou indiretamente me ajudaram, em especial, ao Miguel Pires que me ajudou com os dados da RLS para o caso de estudo.

A todos os restantes familiares, e amigos que são muito importantes na minha vida.

E, para terminar, aos membros da casa - aos pequenos Daniel e Sofia e à minha companheira de todas as horas, Pamela Giraldo que muitas horas lhe tirei para elaborar a tese de mestrado.

Agradeço a Deus, por onde me encontro no presente, e por ter todas estas pessoas a meu lado que são o suporte da minha vida, e espero continuar a progredir como até aqui.

Resumo da tese

Hoje em dia, com o aumento da competitividade nos mercados, as empresas têm de ser mais exigentes em todos os seus processos, para conseguirem sobreviver. Cumprir apenas com os requisitos dos clientes, não é suficiente, havendo por detrás de todo o processo, um trabalho árduo e de melhoria contínua para, dia após dia, as empresas serem ainda mais competitivas, apresentando melhores soluções.

Para isso, existe uma série de estratégias e filosofias, que as empresas adoptam para conseguirem atingir os objetivos a que se propõem. Essas filosofias fornecem ferramentas às empresas bastante úteis para estas poderem prosseguir com esse paradigma da melhoria contínua.

Este trabalho tem como objetivo apresentar ferramentas que poderão ser muito úteis às empresas no presente, bem como, aplicar algumas dessas ferramentas a uma empresa do setor automóvel.

Numa primeira fase será feita uma revisão do estado da arte que engloba o papel da produção no desempenho das organizações, as formas de organizar a produção e as filosofias de gestão de produção, onde entra a filosofia Lean, com o objetivo de dar a conhecer ao leitor uma parte mais geral, do tema.

Numa segunda fase, serão apresentadas as ferramentas, que poderão ajudar as organizações a melhorar os processos e que são fundamentais para o bom desempenho de um processo produtivo na atualidade.

E numa terceira fase, será elaborado um caso de estudo numa empresa do setor automóvel, onde se terão objetivos bem definidos, e para chegar a esses objetivos, será necessário aplicar algumas ferramentas.

Palavras-chave: Melhoria contínua, Controlo da produção, Filosofias que suportam a Gestão da Produção, Pensamento Lean, Ferramentas Lean

Abstract

Nowadays, with the increasing competition on the markets, companies must be more demanding on all their processes, in order to survive. Comply with customer requirements is not enough, and there is the need of hard and continued improvement to, day after day, make companies become even more competitive, presenting better solutions.

For this, there are a number of strategies and philosophies, companies adopt to reach the objectives. These philosophies provide very useful and important tools, so the companies can proceed with this paradigm of continuous improvement.

The purpose of this work is to present tools which can be very useful for companies today, as well as, apply some of them in one automotive factory.

At first, we have a state of art review. It will be described the production role, in the organizations performance, ways to organize production and production management philosophies, where we can find the Lean philosophy, in order to inform the reader a more general part, from this subject-matter.

In a second step, tools will be presented, which helps organizations to improve the process and are very important to the production performance.

And, in a third step it will be prepared a case study in an automotive factory, with a well-defined objectives, and to get that goal, it will be necessary to apply some tools.

Keywords: Continuous improvement, production control, Production philosophies, Lean Thinking, Lean Tools

Siglas e abreviaturas

ATO – Assembly to order (Montagem sob Encomenda)

ConWIP – Continuous Work-in-Process

CT – Centro de Trabalho

DFSS – Design for Six Sigma

DMADV – Define, Measure, Analyse, Design e Verify.

DMAIC - Define, Measure, Analyze, Improve e Control

ETO – Engineer to order (Engenharia sob encomenda)

Heijunka – Nivelamento da produção

Jidoka – Automação das máquinas com toque humano

JIC – Just-in-case

JIT – Just-in-time (produzir apenas o que é necessário)

Kaizen – Melhoria Contínua

Kanban – Cartão (Ferramenta de controlo de fluxo de materiais)

KP – Kanban de Produção

KT – Kanban de Transporte

MRP – Método de planeamento de materiais

MTO – Make to order (Produção sob encomenda)

MTS – Make to stock (Produção para Stock)

Odette - Organization for Data Exchange by Tele-Transmission in Europe

PCP – Planeamento e Controlo da Produção

PDCA – Plan, Do, Check, Act

SDCA – Standardize, Do, Check, Act

PPC - Production Planning and Control (Produzir, Planear e Controlar)

Poka-Yoke – Mecanismo anti-erro.

QEE – Quantidade económica de encomenda

SW – Standard Work

SWC – Standardized Work Chart (Gráfico Standard Work)

SMED – Single-Minute Exchange of Dies (Troca Rápida de Ferramentas)

TC – Tempo de Ciclo

TK – Takt Time

TMC – Toyota Motors Corporation

TOC – Theory of Constraints (Teoria das restrições)

TPM – Total Productive Maintenance (Manutenção Produtiva Total)

TPS – Toyota Production System (Sistema de Produção da Toyota)

TQM – Total Quality Management (Gestão pela Qualidade Total)

VSM – Value Stream Mapping (Mapa do Fluxo de Valor)

W.C.T. – Work Content Table (Tabela de Combinação de Tarefas)

W.I. – Work Instruction (Instrução de Trabalho)

WIP – Work-in-Process

Índice

Capítulo 1 – Introdução	1
1.1. Relevância do tema – Resumo em termos de atualidade do tema	1
1.2. Objetivo da dissertação	1
1.3. Estrutura do documento	2
Capítulo 2 – Sistemas Produtivos.....	3
2.1. A Produção e sua função no desempenho das organizações	3
2.2 Formas de Organizar a Produção	4
2.2.1. A Gestão da produção e a função produção	4
2.2.2. Os tipos de produção	4
2.2.3. O Fluxo de produção linear ou contínuo	6
2.2.4. O Fluxo intermitente ou descontínuo	7
2.2.5. O Fluxo por projeto	8
2.2.6. O Planejamento e Controlo da Produção	8
2.3. Filosofias que suportam a Gestão da Produção	10
2.3.1 Filosofia Lean.....	10
2.3.2. TPM:.....	22
2.3.3. Teoria das Restrições (Theory of Constraints - TOC)	26
2.3.4. Seis Sigma.....	29
2.3.5. Total Quality Management (TQM)	33
Capítulo 3 – Ferramentas de suporte à melhoria dos processos produtivos.....	39
3.1. Kaizen	42
3.1.1. A metodologia Kaizen.....	42
3.1.2. O Ciclo PDCA.....	43
3.2. Just-In-Time (JIT), Fluxo Contínuo e Pull System.....	43
3.2.1. O Just-in-time (JIT).....	43
3.2.2. O Fluxo Contínuo (Continuous Flow)	45
3.2.3. O Sistema Pull (Pull System)	47
3.3. Processos Uniformizados (SW).....	50
3.4. Sistema Anti-Erro “Poka-Yoke” e Automação “Jidoka”	52
3.4.1. “Poka-Yoke”	52
3.4.2. Automação“Jidoka”	53
3.5. 5s.....	54

3.6.	SMED (Single Minute Exchange of Die) – Redução dos tempos de Setup	55
3.7.	Tempo de Ciclo (TC) e Takt Time (TK)	58
3.8.	Kanban	59
3.8.1.	Introdução ao Kanban	59
3.8.2.	Funcionamento do sistema Kanban.....	62
3.8.3.	Condições necessárias para a implementação do sistema Kanban	64
3.8.4.	Vantagens e desvantagens do sistema Kanban	65
3.8.5.	Diferentes formas de Kanban	66
3.9.	Heijunka.....	67
3.9.1.	O Nivelamento da produção (Heijunka)	67
3.9.2.	A caixa Heijunka (Heijunka Box).....	70
3.9.3.	Nº de estações, nº de operadores a utilizar e eficiência.....	71
3.10.	Gestão Visual	72
3.11.	VSM (Value Stream Mapping).....	73
3.11.1.	Mapeamento da cadeia de valor	73
3.11.2.	O procedimento VSM	74
3.11.3.	Preparar o estado futuro até chegar ao estado ideal	75
3.12.	Manutenção Produtiva Total (TPM).....	77
3.12.1.	A “ferramenta” TPM.....	77
3.12.2.	As vantagens da utilização do TPM.....	77
3.12.3.	Actualidade do TPM	78
3.13.	Voz do Cliente (VOC)	79
3.14.	Ferramentas da Qualidade	80
3.15.	Layout	81
	Capítulo 4 – Caso de estudo.....	85
4.1.	Apresentação da Empresa	85
4.2.	Descrição do objeto de estudo	87
4.3.	Objetivos, Metodologia e Ferramentas aplicáveis ao Caso de Estudo	90
4.4.	Etapas do processo de fabrico.....	90
4.5.	Tempo máximo para elaborar uma peça.....	91
4.6.	Metodo de elaboração da peça na linha 4	92
4.6.1.	Gráfico do Standard Work (S.W.C).....	93
4.6.2.	Tabela de Combinação de Tarefas (W.C.T.).....	94

4.6.3. Instruções de trabalho (WI).....	94
4.7. N° de operadores e Nivelamento da produção.....	96
4.7.1 Melhoria aplicável ao Posto 1.....	99
4.7.2 Melhoria aplicável ao Posto 3.....	99
4.7.3 Análise de resultados.....	100
4.8. Eliminação da 2ª inspeção e melhoria na qualidade de fabrico.....	102
4.8.1. Objetivos e procedimentos para eliminação da 2ª inspeção.....	102
4.8.2. Análise de resultados.....	105
4.9. Fabrico de peças e peças em stock (Pull ou Push?).....	111
4.9.1. Os Kanbans de produção da Faurecia.....	112
4.9.2. Formula de cálculo do Kanban.....	115
4.9.3. Cálculos do Kanban e custos.....	116
4.9.4. Análise de resultados relativamente à “ordem” para fabricar peças e à diminuição do nº de peças em stock.....	118
Capítulo 5 – Conclusões e trabalhos futuros.....	121
Referências Bibliográficas	123

Índice de Figuras

Capítulo 1 – Introdução	1
Capítulo 2 – Sistemas Produtivos.....	3
Figura 2.1 - Tipos de produção (adaptado de Dilworth, 1992)	6
Figura 2.2 - O Fluxo de Produção linear (adaptado de Benichou e Malhiet, 1991).....	7
Figura 2.3 - Casa do TPS (adaptado de Liker, 2004)	12
Figura 2.4 - 5 princípios do Lean Manufacturing (adaptado do Lean Interprise Institute)	16
Figura 2.5 - Benefícios da aplicação do Lean (adaptado de Melton 2005).....	20
Figura 2.6 - Os oito pilares do TPM.....	25
Figura 2.7 – Taxa de produção do Sistema TOC	28
Figura 2.8 - Cinco passos do ciclo de melhoria (adaptado de Goldratt, 1997)	29
Figura 2.9 - A evolução do conceito de Qualidade (segundo Ng, 2012)	34
Capítulo 3 – Ferramentas de suporte à melhoria dos processos produtivos.....	39
Figura 3.1 - O "guarda-chuva" Kaizen (adaptado de Imai,1986).....	42
Figura 3.2- Ciclo PDCA	43
Figura 3.3 - Push vs Pull.....	44
Figura 3.4 - Representação do fluxo intermitente	46
Figura 3.5- Representação do fluxo contínuo (adaptado de Pinto 2014)	47
Figura 3.6- Representação simplificada do Pull System (adaptado de Pinto 2014).....	48
Figura 3.7 - Enquadramento das diferentes estratégias de acordo com a incerteza do mercado e o custo dos produtos (Adaptado de Levi et al., 2003).....	50
Figura 3.8- Aplicação dos ciclos PDCA e SDCA no sentido da melhoria contínua (adaptado de Pinto, 2006).....	52
Figura 3.9 - Os 6s (5+1) e a eliminação de desperdício (adaptado de Pinto 2014).....	55
Figura 3.10 - Metodologia SMED (Adaptado de Shingo, 1985).....	57
Figura 3.11 - Tempo de ciclo vs Takt Time (adaptado do manual Hoshin Faurecia Interior Systems)	59
Figura 3.12 - Diagrama conceptual do sistema Kanban.....	62
Figura 3.13 - Demonstração do Nivelamento da produção (com gargalo e sem gargalo)	67
Figura 3.14 - Heijunka box.....	71
Figura 3.15 - Exemplo dum quadro Andon numa linha de montagem	73

Figura 3.16 – Exemplo de um VSM simplificado.....	74
Figura 3.17 - Simbolos principais do VSM.....	75
Capítulo 4 – Caso de estudo.....	85
Figura 4.1 - Países onde se situam as Fábricas da Faurecia	85
Figura 4.2- Planta da Faurecia Interior Systems, SA	86
Figura 4.3 - Tabliers VW Sharan (à esquerda) e VW Scirocco (à direita).....	86
Figura 4.4 - - Painel Frontal (à esquerda) e Traseiro (à direita) - VW Sharan	86
Figura 4.5 – Ashray (à esquerda) e Armrest (à direita) – Range Rover	87
Figura 4.6 - Fix Applique (à esquerda) e Deployable Pocket (à direita) – Range Rover.....	87
Figura 4.7 - Tampa T5 (Land Rover Discovery).....	87
Figura 4.8 - T5 Pele Almond (à esquerda) e T5 em Pele Ebony (à direita)	87
Figura 4.9 - Idêntificação de zonas na superfície da peça	88
Figura 4.10 - Idêntificação de zonas no interior da peça.....	88
Figura 4.11 - Passos do SW (adaptado do manual de melhoria contínua da Faurecia) .	93
Figura 4.12 - Exemplo de um S.W.C. da Faurecia.....	94
Figura 4.13- Exemplo de uma S.W.C. da Faurecia	95
Figura 4.14 - Exemplo de uma página com o procedimento de uma W.I. da Faurecia .	96
Figura 4.15 - Nivelamento da produção inicial	98
Figura 4.16 - Peças colocadas na máquina e prontas a serem adesivadas.....	99
Figura 4.17 - Robot a adesivas as peças	99
Figura 4.18 - Nivelamento da produção final.....	101
Figura 4.19 – Divisão de operações pelas estações	102
Figura 4.20 - Exemplo de uma página da W.I. deste projeto, com o autocontrolo (com fotografias dos defeitos e da peça elaborada corretamente)	104
Figura 4.21 - Melhoria na deteção de defeitos	105
Figura 4.22 - Percentagem de peças que chegaram à 2ª inspeção ou ao cliente (apos eliminação da 2ª inspeção) durante o 1º ano de fabrico do T5	106
Figura 4.23 - Melhoria na fabricação	107
Figura 4.24 - Top defeitos devido a mau procedimento ao longo do tempo.....	108
Figura 4.25 - Top Defeitos causados pela cola ao longo do tempo.....	109
Figura 4.26- Percentagem de defeitos retrabalhados e sucata.....	110
Figura 4.27 - Carta Kanban utilizada na Faurecia	113

Figura 4.28 - Comparação entre os números das cartões Kanban, e a área a que pertence o Kanban.....	113
Figura 4.29 - Idêntificação presente nas cartões sobre a área a que pertence cada carta	113
Figura 4.30 - Bolsa plástica para colocação da carta Kanban	114
Figura 4.31 - Quadro unico para colocação de todas as cartões da UAP1	114
Figura 4.32 - Embalagem pretendida pelo cliente	117
Figura 4.33 - Estante do produto acabado	118
Capítulo 5 – Conclusões e trabalhos futuros.....	121
Referências Bibliográficas	123

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Principais tipos de Desperdícios (adaptado de Melton 2005)	19
Tabela 2 - As várias definições de Qualidade (segundo Ng, 2012)	35
Tabela 3 - Lista de Ferramentas/Metodologias e Autores que as abordaram nas suas obras	40
Tabela 4 - Classificação das ferramentas	41
Tabela 5 - Classificação da eficiência	72
Tabela 6 - Consequências positivas e negativas dos layouts no desempenho das organizações (Pinto, 2010)	82
Tabela 7 - Tipos de Layouts, características e vantagens/desvantagens (Adaptado de Pinto, 2010)	83
Tabela 8 - N° de peças de Almond e Ebony, diárias, que a empresa precisa de produzir em média.	88
Tabela 9 - Tabela demonstrativa das dificuldades que a Fábrica de Valencia tinha para conseguir cumprir com os requisitos quantitativos do cliente.....	89
Tabela 10 - Tabela demonstrativa do processo e ferramentas aplicadas para cumprir os objetivos propostos no caso de estudo.....	90
Tabela 11 - Índice de versões do diagrama de processo da peça T5	91
Tabela 12 - Tempo necessário para executar cada operação da linha	97
Tabela 13 - Divisão das operações pelos postos de trabalho e tempo total gasto em cada estação	97
Tabela 14 - Resultados do cálculo do conteúdo de trabalho	100
Tabela 15 - Divisão das operações pelos postos de trabalho e tempo total gasto em cada estação depois das melhorias aplicadas	100
Tabela 16 - Quantidade de defeitos no mês em que iniciou o estudo	102
Tabela 17 - Tipos de defeitos que aparecem na peça T5.....	103
Tabela 18 - Top de defeitos de fabricação.....	108
Tabela 19 - percentagem de ocorrência dos defeitos e se a peça tem, ou não, recuperação.....	110
Tabela 20- Quantidade de peças sucata nos meses de estudo	111
Tabela 21 - Contagem de peças em Stock.....	112
Tabela 22 - Tabela com valores retirados de stock de produto acabado	117
Tabela 23 - Conclusões sobre quantidade de stock e espaço ocupado pelo stock.....	119

Capítulo 1 – Introdução

1.1. Relevância do tema – Resumo em termos de atualidade do tema

A Indústria, hoje em dia, tem de ser inovadora e muito exigente em todos os seus processos, para conseguir sobreviver e fazer sobreviver as empresas onde está inserida, face à enorme concorrência e competitividade nacional e internacional.

As empresas têm de colocar os seus produtos no mercado, com uma excelente relação de qualidade/preço, e para isso, há que inovar máquinas e torná-las cada vez mais sofisticadas, de modo a que, no processo da cadeia do produto, as máquinas funcionem com a máxima rapidez, transformando todo o desperdício em valor acrescentado, sem facilitar a excelente qualidade.

Sendo assim há que desenvolver e aplicar as tecnologias mais avançadas, passando pela redução de desperdícios, envolvendo todos os colaboradores no avanço da melhoria das empresas, através da formação contínua, à medida que forem evoluindo as inovações mecânicas. Só através da aplicação destas metodologias e suas ferramentas, as empresas estarão aptas a competir, numa sociedade onde, apenas vencerão os melhores.

Existem muitas filosofias/metodologias entre as quais a “Lean”, das quais a indústria consegue tirar partidos favoráveis no aspeto de otimização de processos, e o aumento da satisfação dos colaboradores e clientes. Estas são poderosas filosofias cujos objetivos principais são: a redução de custos com forte impacto na diminuição de defeitos, e aumento da qualidade dos produtos ou serviços.

Todas estas filosofias possuem ferramentas que ajudam a cumprir com os objetivos pretendidos. Estas ferramentas quando aplicadas corretamente e com coerência, ajudam e muito à concretização desses objetivos. As multinacionais utilizam cada vez mais estas ferramentas, para satisfazer as exigências dos seus clientes, com excelentes resultados.

Também em Portugal, as empresas estão cada vez mais a implementar e desenvolver estas metodologias e suas ferramentas, nos seus processos, para não perderem a corrida do desenvolvimento.

1.2. Objetivo da dissertação

O objetivo desta dissertação é mostrar de que forma as ferramentas, podem ajudar a melhorar um processo produtivo.

Será então demonstrada, a importância das mesmas para as empresas nos dias de hoje, e de que forma, as mesmas podem contribuir para diminuir os desperdícios existentes nos processos produtivos.

Sendo este um objetivo muito ambicioso e vasto, serão então abordadas as ferramentas, duma das filosofias de produção, mais abordadas pelos autores mediáticos, e por fim, a aplicação das mesmas num caso de estudo para se conseguir melhorar um processo produtivo.

Nesse caso de estudo serão aplicadas estas ferramentas a uma linha de montagem de uma fábrica do setor automóvel com o objetivo de reduzir desperdícios, mais propriamente, tempos, custos, stocks e qualidade.

1.3. Estrutura do documento

Este documento, para além deste 1º capítulo introdutório, onde foi feita a relevância do tema, apresentada a questão de investigação e apresentada a estrutura do documento, tem mais 4 capítulos:

- Capítulo 2 – Sistemas Produtivos, onde se aborda o papel da produção no desempenho das organizações, as formas de organizar a produção e algumas das Filosofias que suportam a Gestão da Produção (Lean, 6 sigma, TPM, TOC e TQM)
- Capítulo 3 – Ferramentas de suporte à melhoria dos processos produtivos, onde se apresentam as ferramentas mais abordadas e que o autor considerou mais relevantes que podem ser utilizadas para melhorar um processo produtivo.
- Capítulo 4 – Caso de estudo, onde são aplicadas algumas dessas ferramentas para melhorar um processo produtivo numa empresa do setor automóvel.
- Capítulo 5 – Conclusões e trabalhos futuros.

Capítulo 2 – Sistemas Produtivos

2.1. A Produção e sua função no desempenho das organizações

A função da produção é muito importante para o desenvolvimento, expansão e objetivos de uma empresa. É por meio da função de produção, que uma empresa é mais ou menos competitiva e, nos tempos que correm as empresas só sobrevivem se conseguirem implementar estratégias inovadoras que as façam sobressair daquelas que apenas desenvolvem o trabalho normal da sua produção. Essas estratégias têm de evoluir continuamente, com processos mais inovadores, face à concorrência, a fim de se tornarem modelos de referência.

Hoje em dia, as empresas, vêm-se inseridas num meio cada vez mais dinâmico e competitivo e com consumidores cada vez mais exigentes. Daí a sua necessidade em evoluir continuamente, sendo muito cuidadosas na sua gestão, procurando produzir mais, com menos custos e sem perdas de eficiência. Para que isto aconteça há necessidade de colaboradores altamente qualificados, com conhecimentos profundos dos negócios da empresa e uma visão integral dos aspectos que a envolvem. Isto porque, a sobrevivência das empresas em mercados tão competitivos, está ligada à forma como as organizações planeiam e controlam os seus negócios.

Na gestão da produção é de sobressair um conjunto de políticas que torne a empresa mais dinâmica, do que as concorrentes, baseando-se num bom desempenho e programação, nas diferentes áreas de decisão de produção.

Num sistema de produção, onde os insumos são combinados para um determinado produto, é maior a produtividade, quanto maior for o aproveitamento dos recursos nesse processo de produção. Segundo Krajewski e Ritzman (2004), aumentar a produtividade é diretamente proporcional a um aproveitamento dos funcionários, máquinas, energia, combustíveis consumidos e matérias primas. Em relação ao controlo dos custos é importante estabelecer padrões, orçamentos e outras formas de previsão, para numa fase posterior, estabelecer comparações e tentar melhorar, se possível.

Assim sendo, poder-se-á aplicar alterações estratégicas, nos planos de curto, médio e longo prazo, que possam melhorar custos. Mas, as empresas têm de ser muito cuidadosas nestas decisões, porque, por vezes, estas alterações podem passar por um grande empate de capital, pela imobilização de recursos, pelas dificuldades posteriores de mudança e impacto sobre custos de operação. É por isso muito importante, o acompanhamento de indicadores de cada aspecto que compõe a estrutura funcional da empresa, para que, na decisão final nada, que possa vir a interferir nos resultados da empresa, falhe.

2.2 Formas de Organizar a Produção

2.2.1. A Gestão da produção e a função produção

A gestão da produção ou gestão de operações é a função administrativa responsável pela produção de bens e serviços. É uma atividade que atinge todos os sectores duma organização. O seu modo de operar ocorre através da utilização das funções básicas da gestão (Planear, Organizar, Comandar, Controlar e Coordenar), com o objectivo da elaboração de todas as atividades inerentes à empresa, com êxito.

Slack, et al., (2002), defende que a produção é a função central das organizações e é através dela que se alcança o objetivo principal da empresa, ou seja, a razão da sua existência.

A função da produção engloba:

- Estratégia de produção: formas de organizar a produção, para atender à procura e ser competitivo.
- Projeto de produtos e serviços: criação e melhoria dos produtos e serviços.
- Sistemas de produção: Escolha do espaço físico, (por exemplo, localização, acessos) e fluxos produtivos que ajudam as empresas a reduzir custos, mantendo elevados níveis de qualidade da produção.
- Tipos de produção: produção artesanal (pouco rentável nos tempos que correm), produção em massa (rentável, mas origina grandes quantidades de desperdício) e produção magra (Lean – tipo de produção mais utilizada uma vez que a produção é elaborada consoante a procura).
- Ergonomia: A ergonomia é a interacção entre seres humanos e máquinas.
- Estudo de tempos e movimentos: ferramenta para melhoria da produtividade.
- Planeamento da produção: assegurar que os produtos cheguem aos clientes sem atrasos nem interrupções e avaliar a capacidade de produção e planeá-la e ainda dar-lhe uma sequência, consoante a procura.
- Planeamento e controlo de projetos: planear e dar sequência a projetos consoante as necessidades da organização.

2.2.2. Os tipos de produção

Há diversos tipos de produção, consoante as características que as definem e o seu critério de classificação. Em relação ao processo de produção, Krajewski e Ritzman (1996), destacaram três grandes estratégias ou tipologias fundamentais de produção: Produção sob encomenda (MTO), Produção para Stock (MTS) e Montagem sob Encomenda (ATO). Em 2004, Pires refere-se a estratégias de produção como uma classificação que divide os sistemas produtivos segundo a forma como os produtos interagem com os clientes na cadeia de abastecimento, isto é, consoante a maior ou menor interação que o comprador pode ou não ter no requisito/fabrico final do produto.

O mesmo autor destaca ainda uma quarta estratégia, menos frequente, mas importante em termos de tendências de mercado e de modelo de negócio: a engenharia sob encomenda (ETO).

Na MTO, alguns dos componentes, mais vulgares, de maior procura e de menor especificidade, são produzidos ou encomendados a fornecedores, funcionando como um stock intermédio, permanecendo no estado em que se encontram até que exista uma encomenda fechada (pedido formal). Após o fecho da encomenda (que passou por um orçamento ou cotação, onde são incluídas as matérias primas necessárias, a equipa de profissionais designada para o projeto, o processo de produção ou cronograma de todas as atividades que serão desenvolvidas), realiza-se a segunda etapa do processo produtivo em que esses componentes ou matérias-primas são utilizados e transformados na fabricação de produtos com especificações próprias. Neste tipo de produção, (MTO), geralmente a produção só é executada após a venda do artigo, ou seja, o produto é produzido mediante um pedido. Significa isto, que o processo de negócio “vender” antecede o processo de produção. O que é produzido, sob encomenda, poderá variar desde o produto intermédio, produzido este de uma forma customizada, ou um produto escolhido entre um conjunto de opções (Pires, 2004).

A produção por encomenda é utilizada normalmente para produtos muito complexos e caros: navios, aviões, equipamentos de radar para centros de control de tráfego aéreo, grandes máquinas, ou então, peças ou produtos que se pretende em grandes quantidades como automóveis.

Na MTS, as empresas, fazem as suas previsões de venda e produzem os itens padronizados, mantendo-os em stock. Pires (2004) defende que, nesse caso, a interferência dos clientes no ciclo produtivo é inexistente, salvo em momentos de pesquisas de mercado.

A ATO tem como sua extensão, em conceito e abrangência, a ETO, nesta etapa de projeto e de engenharia do produto é também realizada sob encomenda, ou seja, com base nas necessidades do cliente (Rocha, et al., 2005). A ordem dos principais processos de negócio nessa estratégia é semelhante com o caso “MTO”, apenas com a inclusão do processo “projetar o produto” logo após o processo de “vender” (Pires, 2004).

Marques (1991) considera os tipos de produção sem os relacionar directamente com o cliente, ou seja, apresenta apenas dois tipos de produção extremos, a contínua e a descontínua, apesar de existirem segundo a investigadora uma variedade de modelos intermédios.

Dilworth (1992) acrescenta ainda mais um tipo de produção, à apresentada por Marques (1991). Sendo assim, considera a existência de três tipos de produção: Contínua ou em série (Flow Shop), descontínua (Job Shop), e por lotes (Batch manufacturing).

Na figura 2.1, à medida que se desloca da produção descontínua para a produção em série, há um aumento do volume de produção que tem como consequências, segundo Marques (1991), o aumento das unidades produzidas, a repetitividade das operações e o aumento da especialização do equipamento. Por outro lado, à medida que se caminha da produção em série para a produção descontínua, aumenta a variedade dos produtos, fazendo com que o nível de trabalho exigido seja mais elevado.

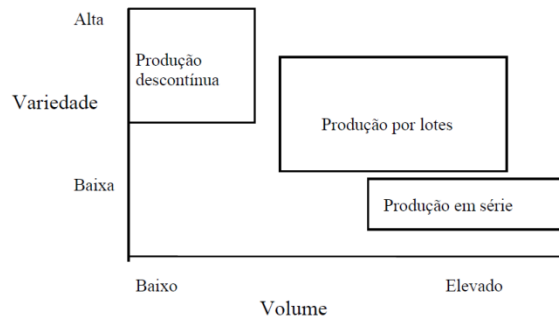


Figura 2.1 - Tipos de produção (adaptado de Dilworth, 1992)

Mas para a maioria dos investigadores como Courtois, et al., (1993), Baranger e Hugel (1994), Chase e Aquilano (1989), Moreira (1993) Russomano (1995) e Schroeder (1989), a classificação dos tipos de fabrico, dá-se segundo o tipo de fluxo que o produto segue, ou seja, existem três tipos: linear ou contínuo; intermitente e por projeto.

2.2.3. O Fluxo de produção linear ou contínuo

Para Benichou e Malhiet (1991), o fluxo de produção contínuo é uma sequência linear das operações necessárias à fabricação do produto ou serviço. O produto encontra-se bem padronizado, ou seja a realização de uma operação e a execução do trabalho deve ser seguida segundo uma sequência já estabelecida. As tarefas individuais devem estar detalhadamente planeadas e encadeadas para que uma não atrase a seguinte. Tal como mostra a figura 2.2, este tipo de produção representa o princípio de que todos os produtos são fabricados seguindo uma mesma sequência de operações simples através de uma linha mais ou menos longa de postos. Por tal motivo, este sistema não necessita de utilizar mão-de-obra qualificada e os resultados serão os esperados se:

- Existir uma boa sincronização do ritmo ao nível dos postos respectivos, para que haja um bom fluxo, e não se formem filas de espera dos trabalhos em curso;
- O sistema de aprovisionamento for bom, para que não falem materiais;
- A fiabilidade tem de ser excelente a nível de postos de trabalho;
- A produção deve ser em grande quantidade, e regular, relativamente ao seu volume.

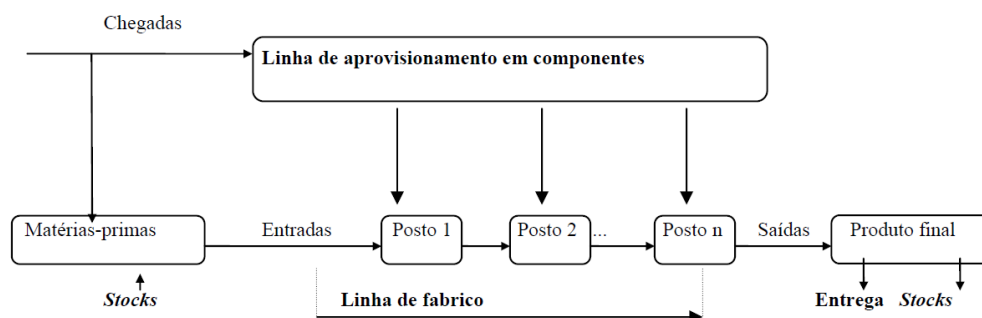


Figura 2.2 - O Fluxo de Produção linear (adaptado de Benichou e Malhiet, 1991)

Muitos investigadores subdividem este tipo de fluxo em dois tipos de produção, consoante ela seja efectuada em massa ou contínua. Ambos se caracterizam por um fluxo linear, embora o processo contínuo tenha tendência para ser mais automatizado e produzir produtos mais padronizados.

Para Schroeder (1989), as operações em linha, são por um lado muito eficientes, mas por outro lado, muito inflexíveis, o que torna complicado e difícil, alterar o produto, ou o volume da produção. Para que se torne mais eficiente, deve-se proceder à aquisição de bens de capital em vez de mão de obra e à padronização da pouca mão de obra existente. Schroeder considera que, para este tipo de produção ser rentável, tem que existir um elevado volume de produção, como forma de rentabilizar o equipamento especializado e ainda uma linha de produtos estável ao longo do tempo.

2.2.4. O Fluxo intermitente ou descontínuo

Segundo Dilworth (1992), o fluxo intermitente é utilizado por empresas que fabricam uma grande variedade de produtos em pequenas unidades, produzindo os lotes em intervalos de tempo descontínuo.

Produzindo pequenas e variadas unidades, esta empresa está adaptada a um mercado cada vez mais heterogéneo e em mudança, e pode responder às requisições de uma peça específica.

O equipamento desenhado para trabalhar nestas funções, tem de ser flexível, para poder ser adaptável ao fabrico de peças diferentes e a mão-de-obra altamente qualificada, para dar resposta às alterações do produto e/ou volume da produção.

Segundo Schroeder (1989), a utilização do mesmo equipamento e mão-de-obra, para trabalhos vários, tem efeitos negativos, no que diz respeito ao controlo de stocks, à programação das máquinas e à qualidade. Perde-se muito tempo e diminui a produção, levando a uma diminuição significativa da utilização do equipamento tornando-se assim muito ineficiente. Ainda segundo Schroeder (1989) “As operações intermitentes justificam-se quando o produto não é padronizado e o volume de produção é baixo. Assim as operações tornam-se mais económicas e englobam menores riscos”.

2.2.5. O Fluxo por projeto

O fluxo por projeto usa-se na produção de produtos únicos. Cada unidade desenvolve-se como um só artigo. Este produto é difícil de automatizar, gerando, não um fluxo de produto, mas sim uma sequência de operações (Schroeder 1989).

Nessa sequência de operações passam todas as tarefas e operações individuais, realizadas segundo uma sequência bem determinada, de tal modo que, cada uma contribua da melhor maneira para o objectivo final do projeto. No entanto, estes projetos têm custos muito elevados e o seu planeamento e controlo administrativos, são difíceis, porque um projeto desta envergadura está sempre sujeito a alterações e inovações.

Daí, este tipo de operações só se usar quando é necessária uma grande criatividade e originalidade.

2.2.6. O Planeamento e Controlo da Produção

O PCP é determinante para o desempenho de um sistema produtivo.

Um bom sistema de planeamento e controlo, pode não ultrapassar as deficiências, mas consegue perceber se a empresa pode ou não sobreviver, num mercado tão exigente e competitivo.

Em sistemas produtivos cada vez mais complexos, o mercado exige, compra de novos equipamentos e aumento da variedade de produtos. Por vezes o sistema PPC (production planning and control), não consegue acompanhar a evolução, reduz o seu desempenho e põe em causa a viabilidade da empresa.

Russomano (1995) define PCP como uma função de apoio de coordenação das várias atividades de acordo com os planos de produção, de modo a que os programas preestabelecidos possam ser atendidos com economia e eficiência.

Para Tersine (1987), um sistema de PCP deve não só facilitar o desenvolvimento de bons planos, mas também garantir que estes sejam implementados e se corrijam à medida que é necessário. Assim sendo, os processos de planeamento e controlo usados no processo produtivo são adotados pelas empresas, consoante a sua tipologia de produção.

Para Zaccarelli (1987), existem dois tipos de sistemas de PCP. Um sistema de PCP para operações que são altamente repetitivas e um sistema de PCP que se ajusta às operações intermitentes. Russomano (1995) considera que nos dois tipos existem semelhanças nos procedimentos, mas que é na classe das operações intermitentes que o sistema de PCP se torna mais complexo, em virtude, de existirem alterações frequentes nas operações necessárias à fabricação de um determinado produto.

Segundo Christopher (1997), a qualidade do desempenho do fluxo da produção está diretamente ligada à coerência da forma como é feito o planeamento, gestão e controlo dos processos.

O planeamento e controlo faz com que os processos ocorram de maneira eficaz e eficiente, refletindo em produtos e serviços desejados pelos clientes. O planeamento e controlo são complementos do objetivo da produção e devem ser tratados juntos. O plano será uma pretensão de um acontecimento final que poderá acontecer ou não, uma vez que ele é susceptível de ser alterado por solicitação do cliente. É dessa forma, suscetível de mudanças e variações nos processos produtivos que o controlo exerce o papel como intermediador entre o que se planeou e o que foi executado.

Slack (2007), defende que as atividades de planeamento e controlo, estão relacionadas com a procura, o que torna essencial a relação com o volume, tempo e qualidade nos processos. Para que isso aconteça é preciso que sejam desempenhadas algumas atividades essenciais, tais como o carregamento, sequência, programação e controlo. Destas atividades podemos destacar os sistemas de sequência e sincronização que são indispensáveis para o desempenho da produção, qualquer que seja a estratégia traçada.

O PCP avalia as melhores formas e alternativas para o avanço da produção, analisa as restrições produtivas, verifica as disponibilidades de matérias-primas, envolve a manutenção preventiva nos processos e acompanha o sistema de sequência que representa um fator importantíssimo na eficiência produtiva. Desse modo, além da integração de todos os departamentos numa organização, que se torna necessário nesse contexto, a integração das informações também favorece as atividades do PCP, uma vez que estas estão disponíveis e precisas para serem utilizadas. As atividades de sequência e sincronização garantem o fluxo correto e rotineiro da produção, antecipando qualquer imprevisto dos problemas que possam acontecer durante as operações produtivas. Num processo de fluxo contínuo, a atividade de sequência e controlo do tempo de produção deve contemplar a minimização da dispersão dos produtos ao longo do seu ciclo produtivo e o tempo esperado será o mais próximo possível do efetivo.

O PCP envolve o conjunto de etapas de tomadas de decisão em que se define o que produzir, quando produzir, quanto é possível produzir, e como operar a função produção. É papel do PCP prever as necessidades e adequar-se para estabelecer a capacidade produtiva. Sendo assim, o PCP pode ser:

- Estratégico - a longo prazo;
- Tático - a médio prazo;
- Operacional - estabelecendo decisões no dia-a-dia.

Também se entende como função de controlo do PCP, as ações corretivas e a melhoria contínua de uma organização onde tudo já estava planeado, com metas e resultados, mas que posteriormente se verificou a necessidade dessas medidas.

Um PCP estratégico tem de cumprir os objetivos de desempenho da produção, e para tal, tem de atender a determinados requisitos: qualidade, o produto tem de ter determinadas características de modo que se torne competitivo e satisfaça as exigências do cliente; velocidade, é o tempo que medeia entre a solicitação e a entrega. Há

necessidade de elaborar com rapidez e sobretudo cumprir prazos de entrega. Se uma empresa não cumprir prazos de entrega, o cliente pode perder a confiança, por isso há que ter em conta o objectivo da confiabilidade.

Uma empresa que se pretende competitiva, tem de ser suficientemente flexível, para atender às constantes mudanças de mercado. Por isso ela tem de estar habilitada para alterar rapidamente os seus produtos e processos, aumentar ou diminuir a capacidade de produção, variar a diversificação dos produtos e ser flexível consoante as solicitações do mercado.

Finalmente os custos são muito importantes. Uma empresa deve tentar reduzir ao máximo os custos (para se tornar viável), sem os cobrar ao cliente (se não deixa de ser competitiva), e sem perca de qualidade, através de boas práticas nos outros requisitos.

2.3. Filosofias que suportam a Gestão da Produção

Neste sub-capítulo serão apresentadas algumas das Filosofias que suportam a Gestão da Produção existentes. Serão assim abordadas as seguintes filosofias:

- Lean
- Manutenção Produtiva Total (TPM)
- Teoria das Restrições (TOC)
- Seis Sigma
- Gestão pela Qualidade Total (TQM)

2.3.1 Filosofia Lean

As ideias Lean são aplicadas desde os tempos dos romanos, ao padronizarem os seus instrumentos de guerra e processos construtivos como as estradas e os arcos, entre outros. É dado Eli Whitney como o primeiro pensador Lean de forma mais sistemática, ao desenvolver, em 1799, a ideia de peças intermutáveis para armas de guerra – mosquetes (Poppendieck, 2006). Outros grandes pensadores surgiram posteriormente com ideias Lean, como Frederick Taylor com a implementação da padronização e estudo dos tempos de trabalho, e Henry Ford com as linhas de produção e criação de valor para o cliente. Após a I Guerra Mundial, Ford transformou a sua produção industrial automobilística artesanal em produção em massa. E é com base nesses conceitos que, após a II Guerra Mundial, os japoneses criaram a sua própria indústria automobilística, como o caso da Toyota. Houve necessidade de uma adaptação ao mercado japonês, em que se exigia grande variedade de produtos, qualidade assegurada, trabalho de acordo com a procura e custos reduzidos. A solução passou por um sistema de produção em fluxo, tecnologias flexíveis, processos à prova de erro, e organização por famílias de produtos para garantir variedade na produção (Fontanini, 2004).

De notar que, é nesta filosofia que este trabalho mais se incidirá.

1 - Toyota Production System (TPS)

Como já foi referido, o Lean teve a sua origem na empresa Toyota, nos finais da segunda Guerra Mundial, com a implementação do TPS (Monden, 1998). O TPS é o sistema de produção desenvolvido pelo TMC (ver anexo I), mais tarde adoptado por muitas outras companhias, quer no Japão, quer em todo o mundo (Thomaz, 2015). O objectivo do sistema TPS consiste em aumentar a produtividade na produção de automóveis e reduzir os custos através da eliminação de todos os tipos de desperdícios ou “mudas” (termo em japonês que significa desperdício). O TPS não é uma teoria, mas um conjunto de práticas testadas e implementadas com sucesso. O TPS é considerado um sistema dinâmico, sempre em evolução, que pretende adaptar-se constantemente às exigências do mercado e da tecnologia (Paez, et al., 2004).

O TPS tem estado em constante evolução de há 50 anos para cá, e esse é um dos segredos do sucesso, a sua consistência em termos de desempenho, (sendo este resultante da excelência operacional conquistada ao longo de mais de cinco décadas de desenvolvimento). Segundo Ghinato (1996), o sistema Toyota de produção (TPS) tem sido, referenciado como "Sistema Lean de Produção".

O êxito operacional alcançado por este sistema é baseado em métodos e ferramentas de melhoria contínua, que tornam o TPS famoso além-fronteiras da indústria, sendo mesmo replicado em processos de serviços. Destas técnicas destacam-se: JIT, Kaizen, Standard Work, Kanban, Jidoka e Heijunka. Estas técnicas ajudaram a desenvolver a revolução do Lean Manufacturing (anexo I). Mas, as ferramentas não são a arma secreta para transformar um negócio em sucesso. O sucesso da TMC na aplicação continuada destas ferramentas e soluções resulta de um profundo conhecimento das pessoas e dos mecanismos de motivação e baseia-se na sua capacidade para cultivar a liderança, o trabalho em equipa, a cultura empresarial, o desdobramento e o alinhamento da estratégia, a criação de fortes relações com os fornecedores e a manutenção de uma organização em permanente aprendizagem (Pinto, 2014).

Para Spear e Bowen (1999), existem quatro regras que nos ajudam a uma melhor percepção do ADN da Toyota Motors Corporation:

- Todas as operações devem ser elaboradas de maneira clara e bem definida;
- A relação cliente/fornecedor deve ser direta, inequívoca no envio de solicitações e no recebimento de respostas;
- O fluxo de cada produto ou serviço deve ser simples direto e sem perdas de tempo;
- Qualquer melhoria deve ser feita de acordo com o método científico, sob a supervisão de um responsável ao mais baixo nível da hierarquia da empresa.

Taiichi Ohno, um dos criadores do TPS, definiu a base do sistema como a absoluta eliminação do desperdício, suportada por dois pilares: JIT e Jidoka. Na figura 2.3 apresenta-se o sistema do TPS num esquema chamado “A casa do TPS”, onde se resumem os princípios deste sistema.

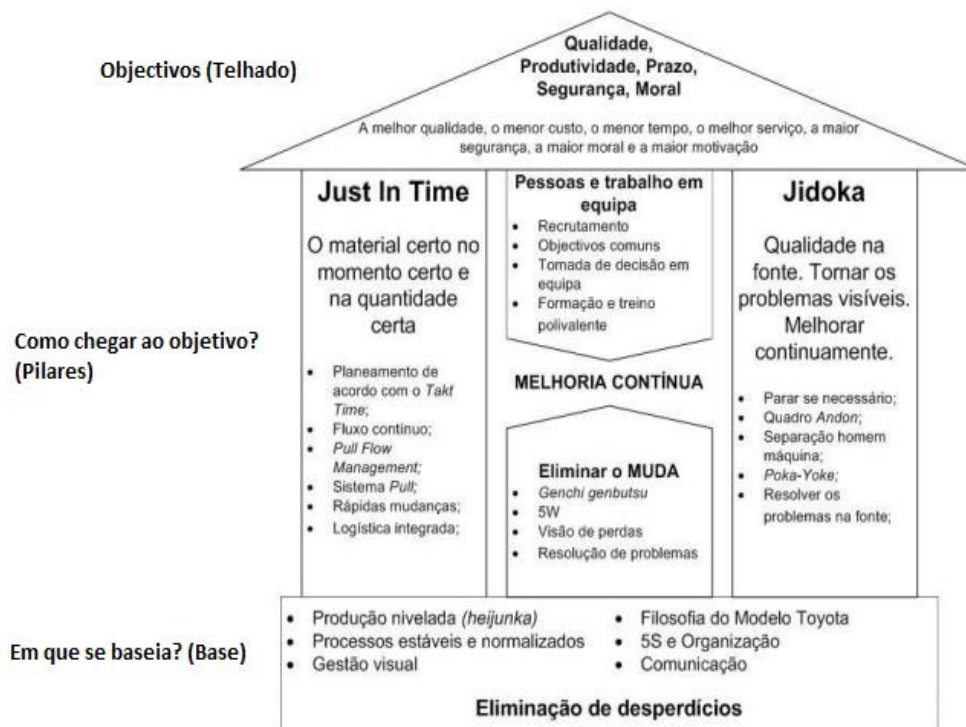


Figura 2.3 - Casa do TPS (adaptado de Liker, 2004)

O sistema baseia-se nos métodos de Operações Padronizadas, Produção Nivelada e Gestão Visual que através destes é possível reduzir as variações na produção, ter uma velocidade de produção aproximadamente constante, diminuir desperdícios e alcançar maior eficiência nos processos.

As Operações Padronizadas consistem nas sequências de trabalho mais eficientes, com um determinado tempo de ciclo das atividades, que permitem um maior controlo das operações e trabalhos mais previsíveis. Estas podem ajudar a cumprir a produção estimada para um determinado dia, bem como aumentar a experiência dos operadores a elaborar um determinado trabalho.

A Produção Nivelada é o método do TPS que otimiza os recursos, com poucos inventários e variabilidade reduzida. Esta, envolve o nivelamento das operações, de forma a garantir um fluxo contínuo, obtendo-se assim, a minimização de stocks e de tempos mortos (Huttmer, et al., 2009).

Existem sistemas simples e intuitivos, como marcas no pavimento, sinais sonoros, sinais luminosos e outros, que facilitam a gestão de pessoas e constituem o Controlo Visual.

O Total Productive Maintenance (TPM) considera a manutenção uma parte fundamental do processo, daí, recomendar manutenções regulares de forma a evitar imprevistos, como avarias, acidentes ou defeitos, que possam prejudicar o fluxo de produção.

O TPM é usualmente definido pelo aumento da eficácia do equipamento. Com o TPM pretende-se reduzir paragens inesperadas e diminuir o tempo de trabalho (Abdulmalek & Rajgopal, 2007).

Kaizen é uma palavra japonesa que significa melhoria contínua, e tem como principais objetivos, a criação de valor e a eliminação de desperdícios. Esta metodologia está direccionada para criação de fluxo de materiais e informação, em função das necessidades do cliente.

Segundo Gopesh, et al., (2009), a melhoria constante, é uma capacidade dinâmica que inclui uma compreensão organizacional, e passa pela criação nas empresas, de um sector, para coordenar projetos de melhoria constante, melhoria essa definida pelo esforço sistemático para encontrar e aplicar novas maneiras de fazer trabalhos, e repetitivamente realizar progressos no processo.

Just-in-Time (JIT), é um dos dois pilares do TPS, no qual, o produto ou matéria-prima chega ao local de utilização apenas no momento em que é necessário, ou seja, o produto só é fabricado ou entregue, na altura de ser vendido ou montado. Com este sistema não há perdas de tempo nem custos desnecessários. JIT pode ser definido, pelo produto certo, no momento certo e nas quantidades certas (Pinto, 2010).

No sistema JIT, podemos considerar as seguintes metodologias:

- Sistema Pull – Os produtos são “puxados” a jusante, pelas atividades posteriores, apenas quando são necessários, evitando assim a acumulação de grandes stocks. Este sistema usa, para controlo de inventários entre atividades, sinais visuais que controlam o fluxo da produção, usualmente chamados Kanban. O sistema Pull não é um objectivo, mas um guia para a cadeia de valor, pois a motivação é sincronizar a cadeia de valor com as necessidades do cliente (Paez, et al., 2004).
- Fluxo Contínuo – Consiste em identificar a cadeia de valor dum processo e criar um seguimento de etapas e procedimentos, sem desperdícios associados. A introdução de fluxo contínuo é complexa devido aos diferentes tipos e durações das atividades. No entanto, é mais importante desenvolver um sistema Pull que satisfaça o cliente em vez de desenvolver um fluxo contínuo (Abdulmalek e Rajgopal, 2007).

Hoje em dia, o JIT está a ser adoptado em todo o mundo, nas mais diversas áreas de negócio, com constantes implementações e actualizações (Kaneko, 2008).

Os colaboradores das empresas devem estar motivados para melhorarem e desempenharem cada vez melhor a sua função e a isso se denomina, Highly Motivated People.

Jidoka, em português Automação, é o outro pilar do TPS e consiste na transferência de inteligência humana para o equipamento automatizado. O equipamento deverá ser

capaz de detectar erros ou defeitos nos processos e imediatamente parar o processo evitando a sua propagação.

Jidoka é produzir com qualidade, não permitindo que os erros cometidos numa etapa passem para a etapa seguinte do processo. Este sistema permite diminuir significativamente a produção de produtos defeituosos.

Como complemento à compreensão do TPS, Liker numa das suas obras (Liker, 2004), identifica 14 princípios da gestão Toyota:

1. As decisões de gestão devem ser baseadas numa filosofia a longo prazo, mesmo que à custa de resultados financeiros no curto prazo;
2. Adotar o fluxo contínuo para tornar os problemas mais evidentes;
3. Evitar o excesso de produção através do pull system;
4. A carga de trabalho de cada estação deve estar nivelada;
5. Interromper os processos para resolver os problemas;
6. Uniformizar o trabalho é a base da melhoria contínua;
7. Utilizar controlos visuais para que os problemas não se escondam;
8. Usar unicamente tecnologia fiável e já testada que suporte as pessoas e os processos;
9. Facilitar o desenvolvimento de líderes que verdadeiramente conheçam o trabalho, vivam a filosofia e ensinem os demais.
10. Desenvolver pessoas e equipas que sigam a filosofia da sua empresa;
11. Respeitar os fornecedores e colocá-los por dentro do processo, desafiando-os e apoiando-os a melhorar;
12. Perceber todas as situações vendo com os nossos próprios olhos (Genchi Genbutsu);
13. Tomar decisões considerando todas as opiniões e implementar essas decisões rapidamente;
14. Criar de uma organização para formar através da reflexão segura (hansei) e da melhoria contínua;

Um outro aspeto, apontado como fato de sucesso do TPS, é a elevada consistência dos processos. A consistência consegue-se uniformizando processos e diminuindo o seu desvio-padrão. O desvio-padrão de um processo está associado a variabilidade dos processos.

A variabilidade dos processos aumenta, consoante a degradação do seu desempenho, e a resposta que, por norma, as empresas dão à variabilidade, é acumulando capacidade, stocks e/ou tempo.

Qualquer um destes resulta em excessos desnecessários (Mura). Por isso o TPS elegeu a variabilidade como um dos alvos a eliminar e orientou a sua atenção para as seguintes áreas:

- Variabilidade na procura – Recorrendo ao nivelamento da produção (Heijunka)

- Variabilidade nos processos de design e de fabrico – Sempre que necessário, a Toyota Motors Corporation faz uso de buffers de capacidade para responder à variabilidade dos processos;
- Variabilidade de fornecedores – Transferindo conhecimento, envolvendo-os o mais cedo possível e partilhando com aqueles, informação e conhecimento.

As empresas não podem ignorar a variabilidade sob pena de perderem a corrida da competitividade e poderem deixar de ser viáveis. Estas têm de fazer investimentos no sentido da redução da variabilidade (Hopp & Spearman, 2000):

- Redução do output produtivo;
- Perda de capacidade;
- Aumento do tempo;
- Aumento de stocks intermédios (WIP);
- Aumento do tempo de ciclo.

2 - O Pensamento “Lean” ou Lean Thinking

Quando se introduziu o TPS, as questões focaram-se em descobrir se o seu sucesso não seria devido à cultura japonesa, ou se não seria afectivo apenas à Toyota. Gerou-se alguma discussão em torno do sistema de negócio Lean. Será que o sistema só funcionaria na indústria manufactureira, ou poderia ser aplicado a todos departamentos de uma organização, incluindo desenvolvimento do produto, gestão de cadeia de fornecimentos, relações com clientes, e gestão geral?

Para responder a esta questão, dois livros, escritos por Womack e Jones., divulgaram em grande escala a filosofia Lean. O primeiro, chamado “The machine that change the world” em 1990, que estes dois autores escreveram com Daniel Ross, que compara os métodos de produção japoneses com os métodos ocidentais de produção em massa.

O segundo publicado em 1996 (Womack e Jones), de nome “Lean Thinking: banish waste and create wealth in your organization”, compila os princípios Lean. Womack e Jones (2003), foram, então, os criadores do termo Lean Thinking (uma generalização do TPS), onde estabeleceram as bases da mentalidade proposta em cinco princípios, a partir dos quais diversas ferramentas foram desenvolvidas. Outros autores deram também as suas contribuições ao generalizar o TPS, encontrando-se em todos eles uma linha comum. Como Fujimoto em 1999, Spear e Bowen em 1999, e Koskela em 1992, que interpretaram os princípios da filosofia Lean de forma diferente.

O termo Lean (magro – traduzido directamente para português) foi adoptado de forma a caracterizar esta nova filosofia de gestão, como resultado de um amplo estudo sobre a indústria automobilística mundial, realizado pelo MIT (Massachusetts Institute of Technology, EUA), no qual se evidenciaram as vantagens no uso do TPS, que em comparação com a produção em massa, utiliza metade do esforço dos operários, metade do espaço, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planeamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Também requer muito menos de

metade do inventário no local, resulta em muito menos defeitos e produz uma maior e sempre crescente variedade de produtos (Womack, et al., 2007).

Womack e Jones (2003), no segundo livro, utilizaram a expressão Lean Production e definiram os seguintes princípios de Lean Thinking, como podemos verificar na figura 2.4:

- Especificar o valor do produto;
- Identificar a cadeia de valor do produto;
- Procurar um fluxo contínuo, sem interrupções;
- Permitir ao cliente “puxar” o produto (produção pull);
- Tentar obter a perfeição.

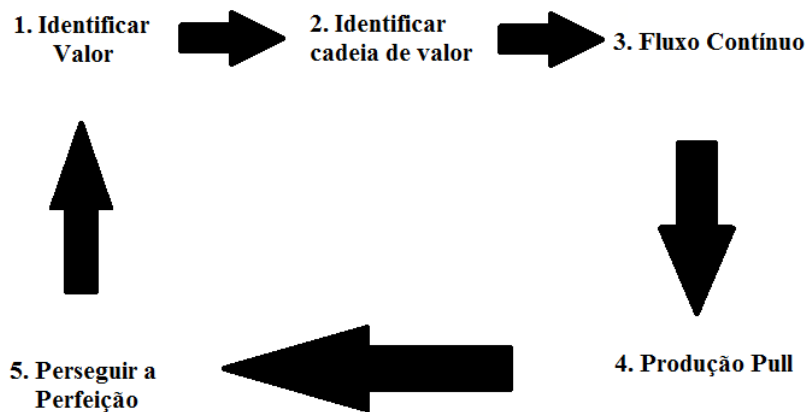


Figura 2.4 - 5 princípios do Lean Manufacturing (adaptado do Lean Interprise Institute)

O ponto de partida da filosofia Lean, é o valor do produto definido pelo cliente o que torna importante uma comunicação direta com o mesmo. O valor de um produto identificado por o cliente pode estar relacionado com as suas funções, custo ou qualidade.

As modernas tecnologias tiveram um importante papel na concretização dos princípios de Lean Production: o uso de tecnologias nas soluções logísticas e programas computacionais na gestão dos sistemas de produção e manutenção de planeamento (Riezebos, et al., 2009).

Motivos para o alto desempenho de Lean Production:

- Filosofia inovadora de produção, baseada na satisfação do cliente
- Constante melhoria das suas técnicas de gestão do produto, da cadeia de fornecedores e da coordenação interna da empresa (Paez, et al., 2004)

Segundo Melton (2005), devem ser aplicadas as práticas Lean em todas as secções da organização, a fim de que, esta se torne mais eficiente. A filosofia Lean abrange o modo de funcionamento da cadeia de fornecedores, o desempenho dos diretores e thinking gestores, e ainda as atitudes diárias de todos os colaboradores.

Como forma de explicar o Lean thinking, Liker e Meier (2007) sugerem os 4 P's que explicam os princípios da produção Lean:

- Philosophy (filosofia) - a base para o pensamento de longo prazo é a filosofia Lean, onde os líderes vêem a empresa como um veículo para agregar valor aos clientes, à sociedade, à comunidade e aos seus funcionários;
- Process (processo) - o princípio é que processos certos geram resultados certos;
- People & partners (pessoas e parcerias) - neste ponto é fundamental o desenvolvimento de longo prazo, de pessoas e parceiros como modo de adição contínua e sistemática de valor para os clientes;
- Problem solving (solução de problemas) - a solução dos problemas conduz à aprendizagem e à melhoria contínua.

Logo, para compreender o que é realmente o Lean, é necessário trazer algumas definições presentes na literatura. Para Hopp e Spearman (2003), Lean Production é um sistema integrado que realiza a produção de produtos e serviços usando o mínimo de stock's com baixos custos. Para Shah e Ward (2007), Lean é um sistema sociotécnico integrado, cujo objetivo principal é eliminar o desperdício pela minimização ou redução da variabilidade em fornecedores, clientes externos ou internos.

Recentemente, diversos autores ligados à academia têm discutido o que realmente é o Lean e quais são seus elementos. Pettersen (2009) realizou uma revisão sistemática das principais obras e autores sobre produção magra, e dentro das principais conclusões destacam-se as seguintes:

- Não existe um consenso sobre uma definição de Lean Production, entre os principais autores do tema, tais como Ohno (1988), Shingo (1984), Monden (1998), Schonberger (1982), Feld (2001), Dennis (2002), Liker (2004), Bicheno (2004) e Womack e Jones (2003), Pettersen (2009), e essa divergência pode causar confusão para quem estuda este tema e principalmente para praticantes que visam implementar este conceito;
- As organizações não deveriam aceitar uma variação aleatória de Lean. As organizações deveriam fazer escolhas e adaptar o conceito de Lean às suas necessidades, de modo a tirar o melhor partido, e através desse processo de adaptação, aumentar a sua performance e consequentemente o seu sucesso;
- Há uma concordância de que o Lean é muito mais que um conjunto de ferramentas, é sim uma filosofia, contudo, sobre os elementos do Lean não há uma concordância quanto ao conjunto de práticas e ferramentas que o formam. Pettersen (2009) identificou, que grande parte dos autores revisados concordam

que fazem parte do Lean as práticas JIT (Heijunka, Produção “pull”, Takt-time e sincronização dos processos), a redução de recursos (redução de lotes, eliminar perdas, setups, inventários, lead time), as estratégias de melhoria (kaizen e círculos de melhoria) e controlo de defeitos (autonomação, poka yoke, inspeção 100% e andons). Em contraposição, divergências foram encontradas, pois Supply Chain Management está presente em 78% dos textos revisados, o controlo estatístico da qualidade é discutido por 56% dos autores e o TPM em 67%.

3 - Atividades que não acrescentam valor ao produto

Uma actividade que não acrescenta valor define-se por não acrescentar valor ao cliente. Um estudo efectuado pelo Lean Enterprise Research Center (em 2006) verificou que para a maioria das operações de produção:

- a) 5% das actividades acrescentam valor ao produto;
- b) 35% são actividades que não acrescentam valor apesar de serem necessárias;
- c) 60% não acrescentam nenhum valor ao produto nem são necessárias.

Na filosofia Lean existem três tipos de actividades, definidas por palavras japonesas, que não acrescentam valor ao processo: Muda (desperdício), Mura (desigualdade) e Muri (excesso).

As actividades “Muda”, consomem recursos, mas não criam valor ao cliente, embora sejam necessárias para a empresa. Os inventários são exemplo de uma actividade Muda, eles controlam o processo, não contribuem directamente para a produção do produto final e confirmam a correcta funcionalidade dos vários aspectos da obra.

Para detectar, as actividades “Muda”, é necessário estudar todo o processo e verificar se todos os passos do processo criam valor, se as actividades correm como planeado, se os recursos estão disponíveis na quantidade certa, entre outros.

Ao desperdício causado pela variação da qualidade, custo ou transporte no processo denomina-se “Mura”, e resulta de actividades não consistentes que têm como causa a repetição de trabalhos e atrasos.

Muri é o desperdício resultante do excesso de mão-de-obra, de equipamento e de movimentação, postos à disposição na realização de um processo. Este desperdício pode prejudicar o funcionamento do processo, além de ser desnecessário tais custos para a organização.

Melton (2005) identificou os sete principais tipos de desperdícios de um processo de produção: sobreprodução, espera, transporte, inventários, excesso de procedimentos, movimentos e defeitos.

Estes principais tipos de desperdícios estão descritos de forma detalhada em seguida na tabela 1.

Tabela 1 - Principais tipos de Desperdícios (adaptado de Melton 2005)

Tipo de desperdício	Descrição
Sobreprodução	A produção é realizada sem um cliente específico, ou para o desenvolvimento de novos produtos ou processos.
Espera	Os recursos (mão-de-obra, equipamento e produtos finais) em estado de espera para serem processados, não adicionam nenhum valor (dinheiro "parado").
Transporte	O Transporte de produtos não cria valor ao cliente, enquanto está a ser deslocado o produto não é processado.
Inventários	Os inventários são muito dispendiosos e levam ao armazenamento de produtos.
Excesso de procedimentos	Os processos podem ter procedimentos desnecessários, que não adicionam valor ao produto.
Movimentos	O excessivo movimento de pessoas que trabalham no processo cria desperdício de mão-de-obra e pode ser prejudicial para todo o processo.
Defeitos	Os erros que ocorrem durante o processo requerem repetição de trabalhos ou trabalho adicional.

4 - Implementação do Lean

A filosofia Lean apresenta uma fácil compreensão e implementação. No entanto existe uma oposição feroz que é a resistência à mudança, pois Lean envolve um grande desafio para o status quo. (Alarcón, et al., 2008).

As principais oposições Lean são: cepticismo quanto à validade da filosofia Lean, a indisponibilidade de tempo, as preocupações com o impacto da mudança, o hábito de produzir em grandes lotes e de nunca parar a produção.

Os motivos que promovem a implementação do Lean são: a necessidade de entender e satisfazer as necessidades dos clientes numa indústria cada vez mais competitiva e os potenciais benefícios financeiros.

Nem em todas as implementações das práticas Lean se verificaram diminuição dos custos. A relação entre a implementação de Lean e a produção de custos é complexa e instável. O tempo, a escala e a extensão da implementação regulam os benefícios (Browning, 2009).

Johansson e Abrahamsson (2009), efectuaram um estudo recente na indústria sueca e identificaram como causas de um bom desempenho de trabalho a aprendizagem como forma para aumentar a produtividade e melhorar as condições de trabalho e a abordagem de Lean Production como um conjunto de tarefas cíclicas e exigentes.

5 - Vantagens e desvantagens do Lean

Há casos comprovados de sucesso da implementação Lean em diversos tipos de setores (Automóvel, Alimentar, Têxtil, Metalomecânica e Química) em que, no resultado final transparece um ambiente fabril mais limpo, organizado, com poupança de dinheiro e tempos, ao eliminar atividades que não acrescentavam valor ao produto. Mas nos vários setores existem diferenças do processo produtivo, organizacional e de mentalidade, em que por vezes o grau de dificuldade da implementação da filosofia torna-se mais elevado.

Segundo Hayes (2000), as iniciativas organizacionais para a implementação do Lean Manufacturing, devem ser devidamente planeadas antes da sua implementação. Antony, et al., (2003) afirmam que o envolvimento e o comprometimento da gestão são os pré-requisitos importantes para uma iniciativa de melhoria de produtividade e qualidade.

As pessoas são o fator crítico de sucesso na implementação do Lean. O objetivo desta aplicação é de atingir as consequências positivas da utilização de várias ferramentas Lean, e incentivar uma mentalidade de melhoria.

Na Figura 2.5, encontra-se um resumo dos prováveis benefícios que suportam a mudança para a implementação do Lean Thinking.



Figura 2.5 - Benefícios da aplicação do Lean (adaptado de Melton 2005)

Mas, o Lean, como qualquer sistema de gestão, tem vantagens e desvantagens.

Do ponto de vista industrial, as principais vantagens são:

- Redução de investimentos para uma produção igual;
- Aumento da produção;

- Fábricas mais compactas;
- Produção ecológica;
- Melhoria da qualidade;

Do ponto de vista financeiro:

- Redução dos stocks e capitais utilizados;
- Aumento dos lucros através da redução dos custos de produção;

Do ponto de vista comercial:

- Redução dos prazos de entrega;
- Maior satisfação do cliente;

Quanto a este sistema (Lean), podemos destacar as seguintes desvantagens:

- Problemas de aprovisionamento com os fornecedores. Devido à produção otimizada há atrasos de transporte e erros na qualidade;
- A resistência por parte dos colaboradores, que não pretendem novos métodos de trabalho e ao controlo de qualidade que, por vezes, nestes casos, falha;
- Os problemas de insatisfação por parte dos clientes, que devido às falhas de entrega dos fornecedores, atrasa a data de entrega do produto;
- Os custos de implementação de algumas propostas de melhoria, como aquisição de máquinas adequadas, formação de pessoal ou mudança de layout;

Segundo Womack, et al., (1990) pode-se encontrar um conjunto muito significativo de empresas que se equiparam com as empresas japonesas em inúmeros aspetos, como por exemplo, tempos de produção, qualidade e eficiência das atividades de venda.

Mas, Williams, et al., (1992) referenciou que a produção Lean pode afinal não ser tão Lean como se reclama. Segundo Hines, et al., (2004), as principais críticas ao Lean são a perda de consciência e de competência do Lean com o aumento da variabilidade e a pouca consideração dos aspetos humanos. Segundo este autor, as abordagens Lean têm sido criticadas em vários domínios, nomeadamente na sua incapacidade para integrar colaboradores e na sua escassa aplicabilidade fora de ambientes industriais repetitivos e de grandes volumes. Ou seja, este sistema funciona bem num ambiente onde a procura é relativamente estável e previsível.

No que diz respeito ao fator humano, o lean é considerado para alguns como sendo excessivamente duro para com os colaboradores do shop-floor (Landsbergis, et al., 1999). Estes autores sugerem mesmo que o aumento da intensidade e o alto nível de normalização do trabalho podem resultar em efeitos nocivos para os colaboradores, tanto física como psicologicamente.

2.3.2. TPM:

1 - A Origem do TPM

A Manutenção Produtiva ou Total Productive Maintenance, apareceu nos Estados Unidos da América nos finais dos anos quarenta início dos anos cinquenta. Este conceito era caracterizado pelo desenvolvimento de técnicas de manutenção preventiva sistemática para melhorar a fiabilidade dos equipamentos. A Manutenção Produtiva Total (TPM) não é mais do que o conceito inicial modificado e melhorado para se ajustar ao ambiente industrial Japonês. No ano de 1953, um grupo de vinte empresários Japoneses, juntaram-se para fazer investigação, em 1962 deslocaram-se aos Estados Unidos da América para observar a “manutenção produtiva Americana”. Esta missão deu origem à criação do Japan Institute of Plant Engineers (JIPE), antecessor do Japan Institute of Plant Maintenance, criado em 1969. A Nippondenso (empresa fornecedora de componentes à Toyota) foi a primeira companhia Japonesa a introduzir a manutenção preventiva nos equipamentos das suas linhas de produção.

2 - A filosofia TPM

Willmott e Mccarth (2001) definem o TPM como uma filosofia, ou uma forma de pensar da manutenção, que traduz um novo conceito de como manter uma instalação ou um equipamento. O TPM é um método de gestão que identifica e elimina as perdas existentes nos processos produtivos, maximiza a utilização do activo industrial e garante a geração de produtos de alta qualidade a custos competitivos. Desenvolve conhecimentos capazes de reeducar as pessoas para acções de prevenção e melhoria contínua, garantindo a fiabilidade dos equipamentos e da capacidade dos processos, sem investimentos adicionais.

Segundo Ribeiro, (2007), TPM na língua inglesa significa Total Productive Maintenance (Manutenção Produtiva Total).

- Total – quer dizer que todos os colaboradores são envolvidos em todas as atividades com o objectivo de eliminar todos os acidentes, defeitos e falhas (desperdícios).
- Productive (Produtiva) – as acções são realizadas enquanto a produção é contínua, os problemas para a produção são minimizados.
- Maintenance (Manutenção) – mantém uma boa condição dos equipamentos reparando, limpando e lubrificando.

Com estes procedimentos consegue-se aumentar a produção e simultaneamente levantar a moral e a satisfação no trabalho dos colaboradores.

Os tempos de paragem para a manutenção são planeados com o processo produtivo e em conjunto encontra-se o tempo ideal para se parar a produção e proceder-se à manutenção dos equipamentos. Segundo Ribeiro, (2007), desta forma pretende-se transformar ou reduzir ao mínimo possível a manutenção de urgência (manutenção correctiva).

A aplicação do TPM requer uma formação adequada aos trabalhadores em ambas as áreas, produção e manutenção, e os trabalhadores devem estar motivados para trabalharem em equipa e dialogarem entre si. Eles são os melhores conhecedores e informadores dos equipamentos, e deverão estar aptos a reportar anomalias, antes que as avarias aconteçam. Tem de se melhorar o sistema de manutenção existente e aumentar a eficácia global dos equipamentos (Nakajima, 1989).

Atentos a uma mudança económica constante, há que produzir bens, sem reduzir a qualidade, reduzir custos e produzir mais quantidade em menos tempo e entregar os produtos aos clientes sem defeitos. Com estas medidas, aplicação da filosofia TPM, consegue-se evitar gastos desnecessários (Shirose, 2000).

3 - Melhorias com a filosofia TPM

Segundo Nakasato, (1994), destacam-se as seguintes mais-valias para a indústria, através da implementação do TPM:

- Aumento da confiança entre todos os trabalhadores;
- Locais de trabalho mais limpos, arrumados, organizados, e atractivos;
- Mudança favorável na atitude dos trabalhadores;
- Alcançar objetivos através do trabalho em equipa;
- Expansão horizontal de um novo conceito em todas as áreas da organização;
- Troca de conhecimentos e experiências;
- Os trabalhadores ficam com um sentimento de posse relativamente aos equipamentos;

4 - Perdas a eliminar com o TPM

Com a implementação do TPM, também se verificam numa indústria, alguns tipos de perdas (Shirose, 2000):

- Perdas por avaria – paragem accidental. É uma das causas que mais afecta a eficiência dos equipamentos. Pode ser medida através da fiabilidade dos bens;
- Perdas por mudança de produto (afinações de equipamentos). Perdas por paragem devido à necessidade de mudança de produto. Há que adaptar e afinar o equipamento ao novo produto;
- Perdas devido a moldes e ferramentas. É preciso estar atento ao desgaste das ferramentas e moldes, utilizados no processo produtivo, que pode causar anomalias;
- Perdas por pequenas paragens (funcionamento sem carga) As pequenas paragens resultam de problemas instantâneos onde o equipamento pára ou opera em vazio (Ex. encravamento de uma peça, atrasos ou paragens a jusante);
- Perdas por quebra de velocidade (aumento do tempo de ciclo). Resulta da diminuição da velocidade de processamento relativamente à velocidade nominal. O tempo de ciclo irá aumentar, reflectindo-se por menor produção por unidade de tempo;
- Perdas por produtos com defeitos;

- Perdas originadas pela detecção de produtos sem qualidade. Pode ser consequência de uma má afinação do equipamento ou uma má afinação do mesmo ou desgaste nas ferramentas;
- Perdas no arranque dos equipamentos. Alguns equipamentos necessitam de um período de arranque, até se estabilizarem no processo, perdendo-se assim alguma produção e tempo;

5 - Seis Dimensões:

Nakasato, (1994) refere que existem seis dimensões (PQCDSM) de benefícios:

- Productivity – Produtividade – Valor acrescido, aumento da produtividade líquida e eficácia global. Como resultado, temos a redução do número de avarias nos equipamentos (eficiência das atividades).
- Quality – Qualidade – Dos próprios equipamentos, das atividades executadas, excelência da tecnologia disponível e dos produtos comercializados ou serviços prestados. Como resultado temos a redução das taxas de defeito nos processos, das reclamações e devoluções.
- Cost – Custos – Da infra-estrutura, dos projetos, da concorrência, dos bens adquiridos. As consequências são a redução do custo da produção e menor quantidade de defeitos.
- Delivery – Serviços – Tempo de entrega. Isto promove a redução de stock de produtos e trabalhos em curso.
- Safety – Segurança – Das pessoas, do meio ambiente e das instalações, sendo o objetivo de zero acidentes.
- Morale – Moral – Capacidade técnica da formação de trabalhos e reconhecimento pelo esforço e competência. Neste ponto temos sugestões de melhorias, dadas pelos trabalhadores.

Segundo Nakasato (1994), há necessidade de existir equilíbrio entre as seis dimensões. Numa empresa, os custos têm de ter uma boa relação com a qualidade, a produção tem de ter uma boa relação com os custos, a produção também tem de ser suficientemente eficaz para conseguir cumprir os prazos de entrega. De que interessa uma empresa ter uma boa produção se os custos forem superiores à concorrência? Ou se as encomendas não forem entregues dentro dos prazos de entrega? É mesmo imprescindível este equilíbrio.

Além de medirem o resultado final, esses indicadores servem para avaliar o desempenho de todas as etapas da cadeia produtiva. Embora algumas dessas dimensões não sejam visíveis, ou tangíveis, ao cliente, o equilíbrio entre essas dimensões de indicadores de desempenho, determina o nível de produtividade e sobrevivência da empresa.

6 - Os oito pilares onde assenta a filosofia TPM

A filosofia TPM assenta-se em três fases: A primeira, iniciada no Japão, cujo foco era a produção e era caracterizada pelo ideal de zero perdas nos equipamentos envolvidos, sustentada por cinco pilares (eficiência, auto-reparação, planeamento, treino e ciclo de vida). A segunda, em 1989, foi um desenvolvimento da anterior, conhecida como 2ª

geração do TPM e traduzia a visão aplicada para toda a empresa sustentada em oito pilares e demonstrava o compromisso de chegar às zero perdas. E a terceira em 1997, conhecida como 3ª geração do TPM e propunha a satisfação global no que toca ao rendimento e à redução de custos, também desenvolvida em oito pilares. Atualmente o desenvolvimento da filosofia TPM continua a ser suportado por atividades representadas por oito pilares de sustentação. Cada pilar encontra-se inserido num sistema de gestão integrado e encontram-se diretamente relacionados com as seis dimensões, como podemos ver na figura 2.6.

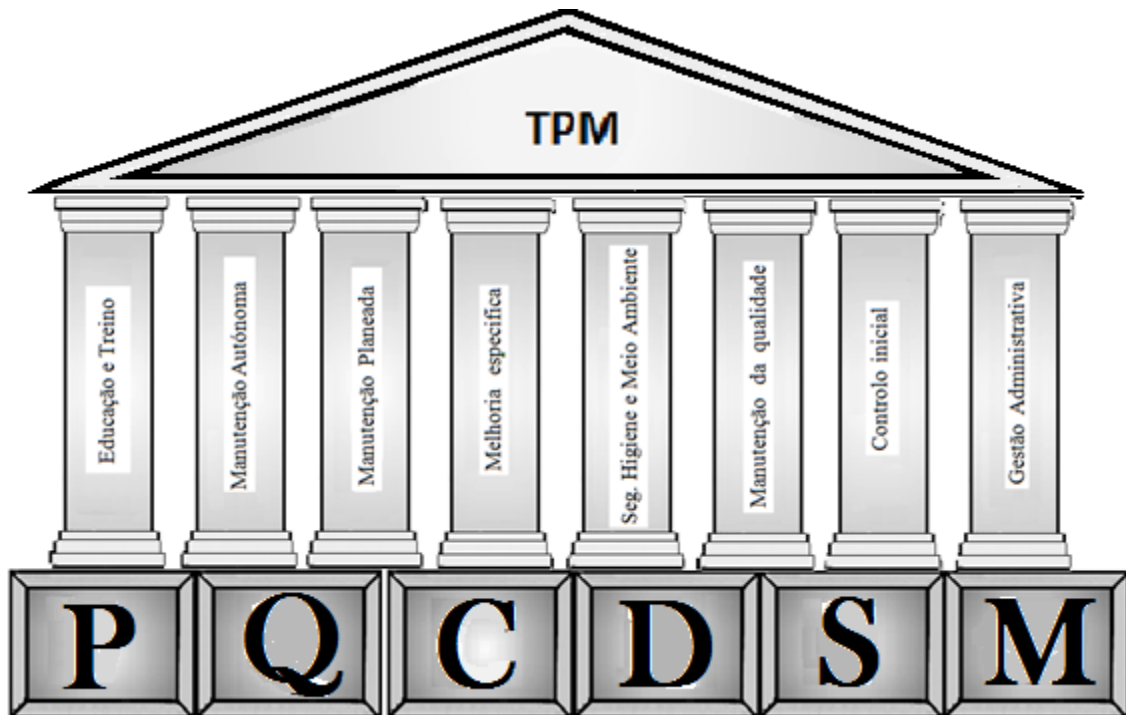


Figura 2.6 - Os oito pilares do TPM

1º Pilar – Educação e Treino – Nenhum dos pilares é bem sucedido se os trabalhadores não estiverem em constante aprendizagem.

2º Pilar – Manutenção Autônoma – Organização dos trabalhadores em pequenos grupos (grupos autônomos) que tem como finalidade cuidar dos seus equipamentos, identificar perdas e implantar melhorias.

3º Pilar – Manutenção Planeada – Com uma manutenção planeada os esforços são realizados na perspectiva proactiva e não numa postura reactiva. O objetivo é obter “zero avarias”, melhorar a fiabilidade e a manutibilidade, reduzir os custos com a manutenção e assegurar a disponibilidade de peças de reserva.

4º Pilar – Melhoria Específica – Ajuda a enfrentar as grandes perdas da organização.

5º Pilar – Segurança, Higiene e Meio Ambiente – As atividades são centradas na prevenção de acidentes pessoais, acidentes de equipamentos e ambientais.

6º Pilar – Manutenção da Qualidade – Verifica-se que as condições em que os equipamentos operam afetam de forma significativa a qualidade dos produtos.

7º Pilar – Controlo Inicial – Muitas das perdas nos processos produtivos derivam de imperfeição nos projetos dos equipamentos.

8º Pilar – Gestão Administrativa – O objectivo é melhorar a eficiência e eliminar as perdas dos processos administrativos.

2.3.3. Teoria das Restrições (Theory of Constraints - TOC)

1- A origem

A TOC começou a ser conhecida a partir de 1984 quando Goldratt e Jeff Cox publicaram o livro “The Goal” (A Meta). A obra apresentava-se de forma algo original contando a história de um gestor que estava com dificuldades em inverter o insucesso da sua fábrica.

A TOC é uma filosofia de gestão que se aplica em sistemas de produção e processos, no sentido de melhorar a produtividade das organizações. Tornou-se numa poderosa e versátil metodologia capaz de sistematicamente identificar e resolver problemas à medida que vai melhorando o sistema. É, segundo (Mabin & Baderstone, 2003), uma filosofia que defende, que o global é muito mais do que a soma das partes.

Ela tem sido ao longo dos anos aplicada quer em processos produtivos quer em processos de gestão ou empresas de serviços. Desde o primeiro livro de Goldratt (“A Meta”), variadíssimas obras de autores conceituados foram lançadas, analisando ou aplicando de certa forma a Teoria das Restrições.

Existem algumas críticas do mundo académico em relação à TOC, defendendo que poderá existir um risco inerente à simplicidade da filosofia, (Herroelen, et al., 2002). No entanto esta metodologia tem cada vez mais seguidores e cada vez mais casos de sucesso. Já apareceram publicações em mais de 100 jornais diferentes, sendo de salientar áreas completamente diversas de aplicação. Não é por acaso que empresas de sucesso como a Boeing ou a Ford Motor Company, fazem parte da fortune 500, onde a TOC foi aplicada com sucesso (Rahman, 1998).

Têm-se realizado recentemente pesquisas para analisar a evolução da TOC. Gupta e Boyd (2008) investigaram a amplitude da TOC fazendo uma análise com a gestão de operações e obtiveram os seguintes resultados: (i) a TOC oferece um novo paradigma em gestão de operações que substitui um ultrapassado consenso de se procurar a eficiência para alcançar a meta da empresa; e, assim, a busca da meta a partir de uma perspectiva global seria mais coerente para esse novo paradigma em relação às operações; (ii) a TOC possui critérios de definição e enquadramento como uma teoria válida em gestão de operações; contudo, são necessários mais testes empíricos a fim de validar a TOC como uma teoria válida em operações.

Neste momento, a TOC já começa a ser discutida e analisada na perspectiva de se tornar uma teoria válida no campo da gestão de operações, atendendo ao aperfeiçoamento e evolução ao longo dos anos.

2- A classificação das restrições

Para Scheinkopf (1999), uma restrição é definida como qualquer fator ou efeito que limite o alcance do desempenho de um sistema ou processo em relação ao seu propósito.

As restrições são classificadas em três categorias principais: físicas, políticas e comportamentais. Segundo Scheinkopf (1999), as restrições estão nas três categorias relacionadas entre si, em qualquer sistema ou processo e a qualquer momento. Restrições comportamentais são resultados de paradigmas e comportamentos que resultam em restrições políticas que, por sua vez, causam restrições físicas (ingerência ou má alocação).

As restrições físicas são os recursos que limitam fisicamente o desempenho do sistema ou processo. Tal limitação pode ser gerada por restrições físicas relacionadas aos insumos (insuficientes ou inadequados), clientes (clientes interno/processo subsequente ou mercado) ou capacidade interna (máquinas, pessoas ou procedimentos não capazes ou não apropriados).

Políticas são regras ou normas que governam a forma como as organizações fazem os seus negócios. A partir das políticas, são definidos quando, onde e de que forma são gerenciadas as restrições físicas. Restrições políticas são todas as políticas que impedem a habilidade do sistema de continuar melhorando.

Restrições comportamentais são todas as crenças, paradigmas e pressupostos que determinam como organizações desenvolvem, adotam e seguem restrições políticas. Normalmente, restrições comportamentais existem porque fazem parte da cultura da organização ou dos indivíduos que definiram as políticas da organização.

3- A Teoria das Restrições (TOC)

Para a TOC uma fábrica/Empresa/Produção/Departamento é um sistema que está dividido em elementos interligados. Não sobrevive cada um por si só de forma independente, mas num plano em que a solução englobe todos os elementos de uma forma coerente (Alves, et al., 2010).

O princípio base deste plano assenta na importância dada à restrição do sistema.

Goldratt (1997) desenvolveu a seguinte perspectiva do funcionamento de um sistema:

Ao termos uma linha de produção com o posto A, B, C e D; em que:

- A tem a capacidade de produzir 50 peças hora

- B tem a capacidade de produzir 75 peças hora
- C tem a capacidade de produzir 10 peças hora
- D tem a capacidade de produzir 50 peças hora

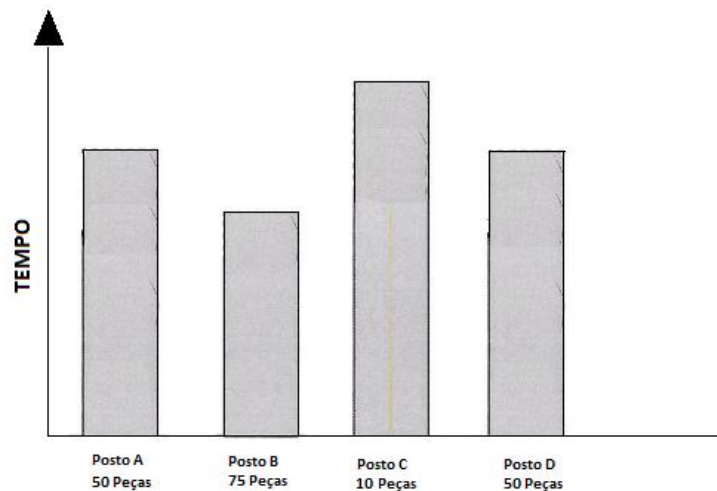


Figura 2.7 – Taxa de produção do Sistema TOC

Segundo o que podemos verificar na figura 2.7, independentemente da capacidade do posto A, B e D, nós sabemos que a nossa taxa de produção do sistema é de 10 peças hora. Isto acontece porque o posto C é a restrição do sistema. Uma vez que demora mais tempo, é este posto que limita o aumento da produtividade do sistema global mesmo tendo os postos precedentes e antecedentes, capacidade para mais.

A TOC assenta a sua teoria na importância da restrição de um sistema e podemos afirmar que contrariamente a várias metodologias de referência para melhoria de produtividade, a TOC afirma que em vez de despendermos tempo em tentar melhorar todos os sectores da produção, deveremos focalizar-nos no recurso que restringe o sistema pois é este que tem um impacto direto no desempenho global do sistema (Goldratt & Cox, 1984).

Se no exemplo acima conseguíssemos duplicar a capacidade produtiva de D a produtividade global do sistema manter-se-ia, porém se fizéssemos o mesmo no posto C, automaticamente a nossa produtividade subiria.

Segundo Goldratt (1997) a TOC tende a ser aplicada em sistemas produtivos, onde as restrições são mais facilmente identificáveis, porém a TOC não se limita a esta área. Imaginemos que ao melhorarmos um sistema produtivo obtemos maior capacidade de produção do que a que necessitamos, a restrição nesse caso passaria para fora do sistema produtivo, isto é, passaria por exemplo para a política de vendas.

4- As Cinco etapas da TOC

Como já foi referido, esta é uma metodologia de melhoria contínua dado que funciona de forma cíclica. Após análise de um sistema, identifica a restrição, identifica

oportunidades de melhoria, implementa soluções e volta a analisar o sistema repetindo continuamente o processo (Goldratt, 1997).

A Teoria das restrições baseia-se em 5 etapas fundamentais, como pode ser verificado na figura 2.8: (i) identificação da restrição, (ii) decisão do que fazer em relação a esta restrição, (iii) subordinação do sistema ao recurso restritivo, (iv) elevação da restrição e (v) repetição dos passos anteriores.

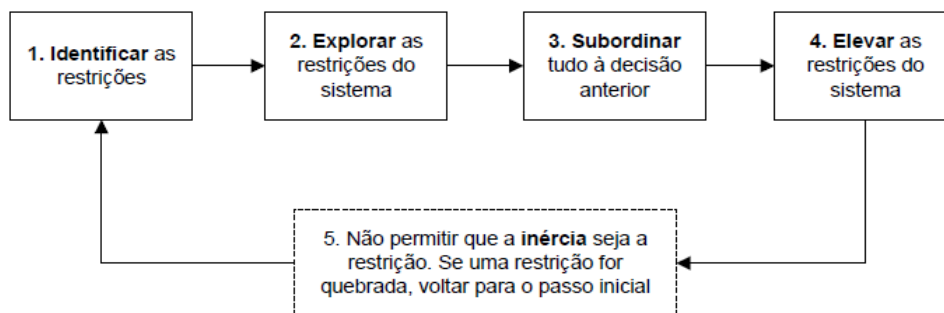


Figura 2.8 - Cinco passos do ciclo de melhoria (adaptado de Goldratt, 1997)

5- Vantagens e desvantagens da TOC

A TOC apresenta, assim, as seguintes vantagens:

- Melhora a capacidade de decisão a curto prazo;
- Evita a acumulação de inventário;
- Ajuda na compreensão do processo;
- Melhora a comunicação entre os departamentos;

Relativamente às desvantagens:

- Tem um impacto negativo nas áreas não restritas a esta teoria, ou seja:
 - Desvio da atenção das outras áreas que podem ser a próxima restrição;
 - Tentação para reduzir a capacidade do processo sem cumprimento das “regras” da TOC;

2.3.4. Seis Sigma

1 - A origem

Seis Sigma tem a sua origem na Motorola, na década de 1980, e é um conjunto de práticas desenvolvidas para melhorar sistematicamente os processos ao eliminar defeitos. No entanto, há diversas opiniões quanto aos seus verdadeiros mentores. Sharma (2003) defende que Mikel Harry desenvolveu, em meados de 1980, o Seis Sigma, para prover uma consistente abordagem focada na solução de problemas em negócios. Esta abordagem era baseada em dados para solucionar complexos problemas de negócios, identificando a causa, a solução e o controlo estatístico da solução. Pirasteh e Fox (2011) identificaram como criador o nome de Bob Galvin, o presidente da

empresa Motorola na época, e Bill Smith, um engenheiro que também trabalhava com Bob Galvin para a Motorola.

De início, a aplicação do Seis Sigma deu-se no contexto da produção. Mais tarde, e sempre desenvolveu-se na área de serviços, saúde, alimentação e assim por diante. Segundo Santos e Martins (2010), a gestão da qualidade se incide na medição, em métodos quantitativos, o Seis Sigma é a definição de metas de desempenho, que passou a ser usada num contexto mais amplo, sendo reconhecido como uma estratégia efetiva para melhorar o desempenho do negócio.

As organizações, aproximam o Seis Sigma das questões estratégicas, para definir as diretrizes, sob uma perspectiva “top down”, e assim conseguem maiores ganhos financeiros. Santos e Martins (2010) afirmaram que, as empresas que alinham os projetos Seis Sigma à estratégia corporativa, possuem melhor desempenho em relação às que não o fazem. Mas, há mais fatores que provam o sucesso do Seis Sigma. O estudo de Trad e Maximiano (2009) demonstraram os seguintes fatores:

- A liderança e participação da alta administração deve ser ativa e com objetivos bem definidos e comunicados;
- A escolha dos projetos deve ser corretamente elaborada e aliada à estratégia do negócio sob a óptica do cliente;
- Os recursos humanos devem escolher corretamente a equipa, e é fundamental o domínio das abordagens quantitativas, competências, como criatividade, colaboração, dedicação e comunicação.

2 - O Seis Sigma

Há diversas definições para o conceito de Seis Sigma, mas em todos se evidencia o seu objectivo principal: eliminação de desperdício, aumento da qualidade dos seus produtos e processos com conseqüente aumento da satisfação do cliente, e o aumento da rentabilidade do negócio.

Kwak e Anbari (2006) defendem duas perspectivas essenciais na metodologia Seis Sigma: a estatística e o negócio. Em relação à estatística, representa a origem e a essência do Seis sigma, sendo definida como objectivo, a obtenção de menos de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades, ao que equivale uma taxa de eficiência de 99,9997%, sendo “Sigma” a representação da variabilidade do processo. Por outro lado, a perspectiva de negócio, define esta metodologia como uma estratégia para melhorar e otimizar a eficácia e eficiência de todas as operações de um processo, com o intuito de satisfazer as exigências e necessidades dos clientes. Com o Seis Sigma, áreas como o marketing, engenharia, compras, serviços e suporte administrativo obtiveram benefícios através do retorno financeiro, ou seja, melhorando os processos permitiu reduzir custos e desperdícios e aumentar as receitas.

Chakrabarty e Tan, (2007), defendem que Seis Sigma, visa obter a perfeição de todos os processos e produtos de uma organização, através de uma recolha rigorosa de dados, que serão analisados para identificar todos os erros e as suas causas e posteriormente as eliminar.

Chakravorty (2009), entende o Seis Sigma, numa gestão de processos, como o meio para reduzir a quantidade de produtos defeituosos que são gerados, reduzindo a variabilidade do processo com a utilização de análises estatísticas.

3 - Implementação do 6 sigma

A implementação propriamente dita do Seis Sigma envolve uma série de etapas focadas na melhoria contínua, e os modelos adotados são o DMAIC e o DFSS, que adota o modelo DMADV. O modelo DMAIC foi concebido e aperfeiçoado para aplicações em processos já existentes em ambiente de manufatura, processos e serviços. Enquanto o modelo DMADV é adotado quando novas implementações de processos, produtos, serviços, etc. serão feitas ou quando o nível sigma atual já está alto, em torno de cinco sigmas, conforme afirma Bendell (2006).

Como já foi referido, o DMAIC tem como propósito a melhoria dos processos, resultando em melhor qualidade dos produtos (Pande, et al., 2000). Baseado no ciclo PDCA foi criado o modelo DMAIC, sendo considerado por vários autores como as cinco etapas do Six Sigma. Em cada etapa do ciclo DMAIC é necessário garantir os melhores resultados possíveis.

Segundo McClusky (2000):

D – Definir: Definir com precisão o objetivo do projeto, definir quem são os clientes, quais são as exigências para os produtos e quais as suas expectativas e definir os limites do projeto, o seu início e o fim.

M – Medir: Determinar o foco do problema, efetuando uma recolha de dados que permita validar e quantificar o problema, obter dados de várias fontes para determinar os tipos de defeitos e métricas e determinar se o equipamento de medida é adequado.

A – Analisar: Determinar as causas de cada problema prioritário, identificar as lacunas entre o desempenho atual e o desempenho meta, priorizar oportunidades para melhorar, identificar fontes de variação.

I – Melhorar: Propor, avaliar e implementar soluções para cada problema prioritário, criar soluções utilizando tecnologia e disciplina, desenvolver e implementar um plano de ação.

C – Controlar: Definir planos a longo prazo, com o objetivo de evitar a repetição de problemas. Exige o desenvolvimento de documentação e implementação de um plano

de monitorização contínua e institucionalizar as melhorias através da modificação de sistemas e estruturas (pessoal, formações, incentivos).

Quanto ao DMADV, contem o mesmo número de letras que o DMAIC, logo contém o mesmo número de fases, e neste caso, o significado de cada uma das letras é:

- **Define (Definir)** – Definir os objetivos de projeto e requisitos dos clientes (internos ou externos);
- **Measure (Medir)** – Medir e determinar as necessidades e expectativas dos consumidores e usar melhores práticas dos concorrentes e do sector em que atua a organização;
- **Analyse (Analisar)** – analisar as opções de processo para atender as expectativas do consumidor;
- **Design (Planear)** – Planear detalhadamente o processo para atendimento das necessidades do consumidor;
- **Verify (Verificar)** – Verificar o desempenho do projeto e a habilidade de atender a tais necessidades.

4- Vantagens e desvantagens do 6 sigma

O Seis Sigma começou por ser mais difundido, após resultados excepcionais em relação aos ganhos produtivos, comerciais e de imagem, em grandes organizações. Foi muito importante para o desenvolvimento de grandes empresas, sobretudo em termos de competitividade. Esta filosofia é a implementação rigorosa e eficaz de princípios e técnicas, e sobretudo procura um desempenho sem erros. Apresenta, também, casos de sucesso nas áreas, da investigação e desenvolvimento, na engenharia, na saúde, na financeira, no marketing e outras, o que demonstra o seu poder versátil na resolução de problemas. Mas, como nem tudo pode ser perfeito, esta filosofia também pode apresentar algumas desvantagens.

Segundo Wyper e Harrison (2000) os fatores chave para o sucesso de implementação de um programa Seis Sigma numa indústria ou serviços organizacionais são:

- Compromisso da gestão e o seu envolvimento;
- Entender a filosofia Seis Sigma, ferramentas e as suas técnicas;
- Unir o Seis Sigma à estratégia de negócio, fornecedores e clientes;
- Uma organização estruturada, disposta a uma mudança de cultura;
- Escolha e treino dos recursos humanos que irão fazer parte das equipas de projeto Seis Sigma.

As vantagens da implementação do Seis Sigma são:

- A preocupação permanente na redução da quantidade de desperdício;
- O acréscimo e retenção de clientes resultantes do método, otimização e controlo de processos do programa Six Sigma;

- A promoção da aprendizagem através da elaboração e partilha de ideias, estabelecimento de metas de forma a equipa trabalhar dentro de um prazo e para o mesmo objetivo. No desenvolvimento de um projeto de melhoria, o ciclo DMAIC ajudará na capacidade de gestão do projeto para que tudo decorra como planeado e a procura de respostas seja alcançada.

A principal desvantagem na implementação do Seis Sigma é a criação da cultura apropriada, do projeto de melhoria escolhido, e, isso só será possível através da constituição da equipa Seis Sigma. Também os custos que uma implementação desta natureza envolve, são uma desvantagem, (claro que, estes custos serão compensados ao longo do tempo, com as vantagens do Seis Sigma, mas nem todas as empresas têm capacidade de investimento para tal). As pessoas que fazem parte do projeto devem ser escolhidas criteriosamente, pois são fundamentais para o desenrolar das fases do ciclo DMAIC, e devem ter formação para cumprir os requisitos exigidos para o patamar a que se destinam. A hierarquia no Seis Sigma, do superior ao inferior é a seguinte: Executivo Líder, Champions, Master Black Belt, Black Belts e os Green Belts. Os custos de uma implementação desta envergadura, são muito elevados, porque requerem formação e treino de pessoal, aquisição e desenvolvimento de software. Daí, só as grandes empresas conseguirem abalançar-se para um projeto desta natureza.

O Seis Sigma é, comprovadamente eficaz, capaz de gerar bons resultados a nível de qualidade e redução de custos. O ciclo DMAIC impõe uma estrutura, percorrendo um caminho para obter uma resposta sobre um estado atual, aliado a ferramentas e técnicas da qualidade que permitem compreender verdadeiramente um processo. O comprometimento das pessoas envolvidas no projeto é importante para o sucesso do projeto de melhoria.

2.3.5. Total Quality Management (TQM)

1 - A origem

Desde sempre que o Homem procura melhorias para a sua qualidade de vida ou, para o que mais se adequasse às suas necessidades. Como exemplo temos, a construção das pirâmides no Egito, a arquitetura de diversos povos antigos, o desenvolvimento de fórmulas matemáticas e outros avanços que marcaram a história.

Os consumidores, tiveram sempre a preocupação de inspecionar a qualidade dos bens e serviços que recebiam. Essa preocupação caracterizou a era da inspeção, que se voltava para o produto acabado, não produzindo qualidade, e só encontrava produtos defeituosos, na razão direta da intensidade da inspeção.

O engenheiro norte-americano Frederick W. Taylor, no início do século XX, estabeleceu os princípios da administração científica, que tornou o inspetor, o principal responsável pela conformidade e qualidade dos produtos manufacturados. A inspeção de produto, mostrava as suas fragilidades uma vez que o processo era iniciado quando o produto final já se encontrava produzido e que a rejeição do produto final acarretava

custos irrecuperáveis. Um dos mais comuns exemplos para retratar a conformidade como sinónimo de qualidade encontra-se nas palavras de Henry Ford “ O Ford T pode ser de qualquer cor, desde que seja preto.”

A era do controlo estatístico surgiu quando começou a produção em série, traduzindo-se pela introdução das técnicas de amostragem e vários procedimentos de base estatística. Esta forma de pensamento teve o seu início em meados da década de 30 e a sua origem está intimamente ligada com a empresa americana Bell Telephone. Um dos grandes impulsionadores desta era da qualidade foi Walter A. Shewhart quando levantou a hipótese que seria muito improvável produzir duas peças completamente semelhantes não só pela variabilidade da matéria-prima mas também por todo o processo mecânico e de manufatura que estava associado a sua produção. Shewhart propôs a avaliação da qualidade através de gráficos de controlo estatístico, o método foi posto em prática durante a II Grande Guerra onde se denotava uma incapacidade de inspeção de todo o armamento e munições produzidas.

A qualidade, só começou a evoluir a partir década de 50. Foi dada mais importância à tentativa de eliminação de incompatibilidades entre os produtos ao dispor do cliente e as suas reais necessidades. Esta corrente de pensamento foi uma das mais importantes e ficou marcada pela quantificação de custos (Juran, 1951), pelo controlo total da qualidade (Feigenbaum, 1956), e pelo programa “zero defeitos” (Crosby, 1990).

A gestão total da qualidade, só foi iniciada, no final da década de 70 (ver figura 2.9) e é marcada pela evolução das três épocas precedentes. Esta época engloba a inspeção do produto o controlo estatístico e a garantia de qualidade. A gestão da qualidade total envolve de uma forma progressiva a aplicação da qualidade em todos os aspetos que são envolvidos nos negócios. A este tipo de gestão esta associada a melhoria contínua de desempenho de pessoas, grupos ou organizações.

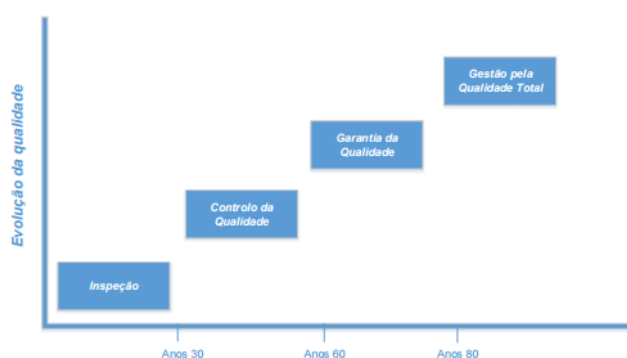


Figura 2.9 - A evolução do conceito de Qualidade (segundo Ng, 2012)

2 - Definição de Qualidade

Todos conhecem o conceito de qualidade, no entanto a qualidade é definida de forma diferente pelos diferentes grupos ou camadas da sociedade (ver tabela 2). As pessoas entendem e interpretam a qualidade, em função das suas necessidades, experiências e expectativas. Alguns autores defendem a qualidade, como, a capacidade de um produto

ou serviço, satisfazer as necessidades dos consumidores. Ora, os consumidores podem ter necessidades completamente diferentes, o que torna difícil a satisfação de todos os clientes e conseqüentemente a adaptação da qualidade a cada grupo. De facto a satisfação do cliente não será apenas e somente o grau de conformidade com as especificações técnicas, mas principalmente, de um somatório de fatores como o benefício, utilidade, prazo, pontualidade de entrega, condições de pagamento, assistência técnica e atendimento pré e pós-venda. Desta forma o conceito de “Qualidade” foi ao longo do tempo alargado ate chegar a um conceito de “Qualidade Total” onde foram incluídas as principais variáveis de satisfação na óptica do cliente.

O conceito de qualidade, não se centra apenas no cliente, ele também deve estar inserido na organização. A determinada altura, os gestores das organizações, perceberam que o investimento na produção, não estava a produzir os resultados que se esperava, apesar do enorme investimento em informatização e equipamento. Então, chegaram à conclusão, que era necessário investir na formação de pessoal, a fim de melhorar a qualidade.

À Qualidade Total passou a fazer parte, a satisfação dos colaboradores, peças fundamentais para o sucesso das empresas, assegurando assim não só a satisfação de toda a organização mas também de todas as entidades envolvidas com a atividade da empresa (fornecedores, distribuidores, e demais parceiros de negócio).

A Qualidade Total representa assim, a busca da satisfação, não só do cliente, mas de todas as entidades que influenciam a produção da empresa. Considerando a Qualidade Total como sendo o estado ótimo de eficiência e eficácia criou-se a necessidade de ampliar o conceito para uma visão estratégica e abrangente originando assim a Gestão pela Qualidade Total.

Tabela 2 - As várias definições de Qualidade (segundo Ng, 2012)

Autor/Autoridade	Definição
Six Sigma (Motorola University)	Número de defeitos por milhão
Joseph M. Juran (American Society for Quality)	Aptidão para o uso
ISO 9000:2008, International Organization for Stanrdization	O grau no qual um conjunto de caraterísticas satisfaz os requisitos
Subir Chowdhury (2005)	Combinação do poder das pessoas e dos processos
Genichi Taguchi (1992)	Uniformidade em torno de um valor-alvo
Edwards Deming (1986) and Walton, Mary and Edwars Deming (1988)	A produção eficiente do que a qualidade do mercado espera. Os custos descem e a produtividade sobe com a melhoria da qualidade. É devido a uma melhor gestão de design, testes de engenharia e melhoria de processos.
Peter Drucker (1985)	Qualidade de um produto ou serviço não é o que se coloca dentro da caixa mas sim, o que o cliente procura e está disposto a pagar por.
Philip B. Cosby (1979)	Conformidade com os requisitos.

3- A Gestão pela Qualidade Total (TQM - Total Quality Management)

A Gestão pela Qualidade Total (TQM), foi desenvolvida, a partir de teorias e práticas, que permitiram dotá-la, de uma visão transversal e global da qualidade, tal a sua importância na gestão da qualidade nas organizações. Hoje em dia, as empresas caracterizam-se pela dinâmica com que conduzem os seus conhecimentos no mundo dos negócios. O sucesso em alcançar objetivos e metas de negócio depende em grande escala de processos multifuncionais e na maioria das vezes de grande complexidade, tais como, planeamento e desenvolvimento dos produtos, e gestão financeira. A Gestão pela Qualidade Total é um sistema complexo, em que uma empresa só lá chegará, através de um planeamento a longo prazo, e principalmente através da elaboração e aplicação de um plano de qualidade, que permita gradualmente levar a empresa a alcançar a visão e metas previamente delineadas (Dahkgaard, et al., 2002).

A Gestão pela Qualidade Total é concretizada na indústria e nos serviços através da adoção de um conjunto de princípios. Muitas empresas verificaram que não estavam a obter os resultados desejados, apesar de cumprirem os procedimentos gerais para uma melhoria de posição no mercado. Então, optaram por apostar na gestão da própria organização, combinando os conceitos fundamentais da gestão de qualidade: melhoria contínua, foco no cliente, e valor de cada membro na organização.

Provou-se que as organizações, melhoraram a sua qualidade, com a implementação desses princípios, em simultâneo. Ng (2012) afirma que, Deming, Juran e Crosby são alguns dos teóricos que defenderam esses princípios no processo de melhoria de qualidade. A Gestão pela Qualidade Total, não engloba apenas a qualidade do produto ou serviço, mas também os meios que permitem alcançar esse estado de excelência. Assim, são implementadas técnicas da gestão, combinadas com ferramentas de garantia de qualidade e controlo de processo para alcançar um nível consistente de qualidade nos serviços e nos produtos. Durante os últimos anos, as empresas deram uma ênfase à questão da qualidade como sendo este o fator principal para o sucesso nos mercados globais onde a competitividade é mais elevada (Juran, et al., 1998).

As empresas, hoje em dia, sobrevivem da gestão pela qualidade total, pois precisam garantir total satisfação aos seus clientes, de produtos e serviços. É muito importante atender e até superar as expectativas dos clientes. Hoje em dia, o cliente, dialoga com o seu fornecedor, manifestando o seu interesse em determinado produto e isso facilita todo o processo de conceção e leva à realização do produto ou serviço, com um elevado grau de excelência. Todo este processo deve ocorrer de forma participativa, o que permite um maior envolvimento dos trabalhadores da empresa, uma procura constante de inovação e um estímulo mais acentuado da criatividade. Este ambiente é muito mais propício à criação de soluções novas e eficientes.

A TQM está centralizada numa melhoria contínua, ao contrário de outros processos de gestão. Por isso a implementação do seu sistema é longo, sendo a sua principal alteração, uma mudança radical na organização da empresa, com vista a melhorar os seus processos. Assim, os trabalhadores, devem saber o que fazer, e como fazer,

sabendo que têm todas as ferramentas certas para o efeito. Este tipo de gestão permite medir a melhoria do processo produtivo e o nível de atuação de realização.

3- Vantagens e desvantagens da Gestão pela Qualidade Total (TQM)

De acordo com Oakland (1994), o TQM é uma abordagem para melhorar a competitividade, a eficácia e a flexibilidade da organização. É uma maneira de planejar, organizar e compreender cada atividade, e depende de cada indivíduo. Para Samuel (1999), o TQM fornece um conceito geral que adota a melhoria contínua na organização. A filosofia TQM contém uma missão na perspectiva da organização inteira, envolvendo todas as pessoas. Segundo Zhu e Scheuermann (1999), o TQM foca externamente no atendimento aos requisitos do cliente, enquanto internamente no compromisso da gestão, treino e educação. A participação dos colaboradores no programa TQM é uma necessidade para os processos de melhoria. Para Yusof & Aspiwall (2000), o TQM tem sido descrito como uma iniciativa de gestão e uma maneira de pensar que tem ajudado muitas organizações a alcançar o status de classe mundial. O TQM ajuda também a criar uma cultura de confiança, participação, equipas de trabalho, foco na melhoria contínua, aprendizagem constante e contínua e, por último, uma cultura de trabalho que contribui para o sucesso e existência da empresa.

Zhu e Scheuermann (1999) enumeram algumas falhas do TQM:

- Individualismo;
- Competitividade;
- Orientação apenas para solução de problemas;
- Orientação para controlo, pensamento linear, falta de compromisso da alta direção;
- Falta de confiança dos empregados e obsessão por ganhar prêmios da Qualidade.

Segundo Revere e Black (2003), uma das dificuldades no TQM é a medição. As equipas de TQM devem estabelecer critérios para avaliar os desvios, desenvolver meios para identificá-los e trabalhar para minimizá-los. De acordo com Oakland (1994), as medidas tradicionais de desempenho proporcionam pouco incentivo aos esforços de implementação de TQM porque são incompatíveis com medidas de aperfeiçoamento da qualidade. As medidas tradicionais (tais como: retorno sobre investimento e produtividade física) não têm sido vinculadas aos processos onde ocorrem as atividades de adição de valor. O que falta são medidas que forneçam feedback ao pessoal em todas as áreas da empresa.

Oakland (1994) afirma que mesmo nas organizações mais bem-sucedidas, o TQM é trabalho duro, implementar o TQM demora mais do que se pensava inicialmente, precisa ser introduzido estrategicamente em toda a empresa, o comprometimento da alta e média gerências é vital, os especialistas de TQM devem equilibrar o seu entusiasmo com “praticabilidade” e os céticos nem sempre são um obstáculo, podem ser benéficos.

Capítulo 3 – Ferramentas de suporte à melhoria dos processos produtivos

Vários autores pensam de maneira diferente sobre a definição das ferramentas. Uns definem o mesmo instrumento como ferramenta, outros como uma técnica, outros ainda, uma metodologia, um processo ou uma filosofia. Por exemplo, o autor Bicheno (2008), diz que o TPM é uma ferramenta, enquanto para o autor Pinto (2014) é um método da introdução da cultura Lean, e para Willmott e Mccarth (2001), como já vimos atrás, é uma filosofia. Para se entender todo o estudo recorreu-se às origens, para se perceber cada conceito:

- **Metodologia** - conjunto de regras, normas e procedimentos estabelecidos para desenvolver ou realizar uma determinada pesquisa. É o estudo dos métodos, ou as etapas a seguir num determinado processo de trabalho. Método é o caminho a seguir para se atingir um determinado fim ou para se chegar ao conhecimento. Metodologia é o campo em que se estuda os melhores métodos praticados em determinada área para a produção do conhecimento.
- **Processo** – conjunto sequencial e particular de ações com objectivo comum. Pode ter os mais variados propósitos: projetar, criar, inventar, transformar, produzir, controlar, manter e usar produtos ou sistemas.
- **Filosofia** - estudo de problemas fundamentais relacionados à existência, ao conhecimento, à verdade, aos valores morais, à mente e à linguagem.
- **Técnica** – um conjunto de procedimentos com o objectivo de obter de um resultado, seja no campo da ciência, da tecnologia, das artes ou qualquer outra.
- **Ferramenta** – dispositivo, que forneça uma vantagem mecânica ou mental para facilitar a realização de tarefas diversas.

A implementação da filosofia Lean na gestão das instituições, realiza-se adotando uma série de práticas e técnicas, normalmente designadas de ferramentas do Lean (Machado & Leitner, 2010). Em diversos estudos sobre Lean, foram apresentadas dezenas de ferramentas existentes.

Na tabela abaixo (tabela 3) estão demonstradas as principais metodologias e ferramentas, e os autores mais conhecidos, não só estrangeiros mas, também, os especialistas portugueses, João Paulo Pinto e Manuel Fernandes Thomaz que lançaram muito recentemente livros abordando estas ferramentas. E, do lado direito da tabela, vemos o total que significa o número de autores que incluíram cada uma das ferramentas nas suas obras.

Optou-se assim dividir as ferramentas em três grupos, onde a azul se encontram as ferramentas mais conhecidas (mais abordadas), a amarelo as ferramentas abordadas por mais de dois e menos de 10 autores, e por fim, a vermelho as menos utilizadas.

Tabela 3 - Lista de Ferramentas/Metodologias e Autores que as abordaram nas suas obras

Ferramenta/Metodologia	Autores que propõem:														Total
	Schonberger 1982	Shingo 1984	Ohno 1988	Moden 1998	Feld 2001	Dennis 2002	Womack 2003	Liker 2004	Bicheno 2005	Gianni 2007	Moreira 2008	Castro 2013	Pinto 2014	Thomaz 2015	
Standard Work	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	14
Poka-Yoke	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	14
5s	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	13
Kaizen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	13
Heinjunka		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	13
Gestão Visual	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	13
SMED	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x		11
JIT	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x		11
Fluxo Contínuo	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	11
Pull System	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	11
Kanban	x		x	x	x	x	x	x		x		x	x		10
Takt Time		x		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	10
VSM		x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	10
TPM	x		x		x	x	x	x	x			x	x		9
Jidoka	x	x		x		x	x	x		x					7
Layout	x	x		x		x		x	x						6
Self direct work team			x		x	x	x	x							5
VOC (Voz do Cliente)							x	x	x		x		x	x	5
Arranjo Celular							x			x		x	x	x	5
5w2H			x				x				x		x	x	5
Ferramentas da Qualidade							x		x		x		x		4
3 mudas									x		x	x	x		4
6 Sigma							x					x	x	x	4
Hoshin Kanri					x	x							x	x	4
FMEA									x		x		x	x	4
Tops 8D											x		x	x	3
SIPOC										x			x		2
Layers										x			x		2
Relatório A3										x			x		2
Gráfico Radar										x			x		2
Swimlanes										x			x		2
Diagrama de esparguete										x					1
Quadro de Comunicação										x					1
Fidelização de Clientes										x					1
Controlo Chart For Service										x					1
Caixa de Oportunidades										x					1
Capacidade de Gestão de Serviço										x					1
Análise cadeia de Valor													x		1
Desdobramento QFD													x		1
Metodo Cientico													x		1

De seguida dividiram-se as ferramentas em três tipos tendo em conta a contribuição das mesmas:

- **Ferramentas de diagnóstico** – São fundamentais para diagnosticar problemas.
- **Ferramentas de redução de desperdício** – São as ferramentas que são fundamentais para reduzir os tipos de desperdício abordados na tabela 1.
- **Ferramentas de melhoria contínua** – São fundamentais ajudar no desenvolvimento e criar valor para as organizações.

De notar que, todas as ferramentas contribuem para mais do que um destes tipos, podendo uma ferramenta ser considerada de diagnóstico e ao mesmo tempo de redução de desperdício e melhoria contínua. Foi assim, elaborada a tabela 4, onde podemos verificar as ferramentas e é atribuída uma escala de contribuição elevada a baixa, à caracterização dessa ferramenta tendo em conta os três tipos de ferramentas abordados.

Tabela 4 - Classificação das ferramentas

Ferramentas Lean	Diagnóstico	Reduzir desperdício	Melhoria Contínua
Standard Work	C	A	B
Poka-Yoke	C	A	B
5s	C	A	B
Kaizen	C	B	A
Heinjunka	C	A	B
Gestão Visual	C	A	B
SMED	C	A	A
JIT	C	A	B
Fluxo Contínuo	A	A	A
Pull System	C	A	B
Kanban	C	A	B
Takt Time	C	A	B
VSM	C	A	B
TPM	C	A	C
Jidoka	C	A	B
Layout	C	B	A
Self direct work team	C	A	B
VOC (Voz do Cliente)	A	B	B
Arranjo Celular	C	A	B
5W2H	C	B	A
Ferramentas da Qualidade	C	B	A
3 mudas	C	A	B
6 Sigma	C	A	B
Hoshin Kanri	B	B	A
FMEA	B	A	A
Tops 8D	A	A	B
SIPOC	C	B	A
Layers	C	B	A
Relatório A3	C	B	A
Gráfico Radar	C	B	A
Swimlanes	C	B	A
Diagrama de esparguete	C	B	A
Quadro de Comunicação	C	B	A
Fidelização de Clientes	C	B	A
Controlo Chart For Service	C	B	A
Caixa de Oportunidades	C	B	A
Capacidade de Gestão de Serviço	C	B	A
Análise cadeia de Valor	C	A	B
Desdobramento QFD	A	B	A
Metodo Cientico	C	B	A

Classificação:
A - Contribui muito
B - Contribui
C - Contribui pouco

3.1. Kaizen

3.1.1. A metodologia Kaizen

A metodologia Kaizen (por muitos autores, também considerada como uma filosofia) é um dos pilares da filosofia Lean (Green, et al., 2010). Kaizen é um termo japonês que significa melhoria contínua. A melhoria contínua envolve a participação de todos os colaboradores desde o diretor executivo até à linha de montagem, e tem como principal objetivo melhorar os processos e desempenhos da organização, implementando melhorias que envolvam baixos investimentos (Thomaz, 2015). A metodologia Kaizen procura eliminar desperdícios de forma contínua e gradual, com o intuito de aumentar a produtividade, sendo que a sua meta é a obtenção da perfeição. Para esta metodologia funcionar na sua plenitude é necessário que haja envolvimento e dedicação de todos os colaboradores da empresa. Kaizen não é uma técnica que atua de forma independente, é uma técnica que engloba todas as técnicas de melhoria e faz a ligação entre cada ferramenta. Esta metodologia é um guarda-chuva que abrange todas as técnicas de melhoria, tirando o máximo proveito do que cada uma oferece (Imai, 1986), como pode ser verificado na Figura 3.1.



Figura 3.1 - O "guarda-chuva" Kaizen (adaptado de Imai,1986)

Presentemente, o Kaizen é caracterizado por dez princípios:

- Rejeitar o estado atual das coisas, abandonando as ideias fixas;
- Refletir sobre como fazer, em vez de explicar o que não pode ser elaborado;
- As boas propostas de melhoria são para realizar no menor espaço de tempo possível;
- Ganhar 60% de imediato, em vez de procurar a perfeição;
- Se existe um erro, deve ser corrigido no local e na hora;
- Na dificuldade devem-se tirar ideias;
- Respeitar os “5 Porquês?”, achando a causa real e procurar seguidamente a solução;
- Em vez de esperar uma ideia de uma pessoa, ter em conta as ideias de um número superior de pessoas;
- Primeiro testar e depois validar;
- A melhoria é infinita.

3.1.2. O Ciclo PDCA

O ciclo PDCA tem como objetivo clarificar o processo de resolução de problemas das organizações e é utilizado para controlo e melhoria contínua de processos e produtos. A sigla PDCA, como é possível verificar na figura 3.2, significa:

- **Plan** (planear) – Nesta etapa devem ser estabelecidos objetivos e processos necessários para entregar resultados de acordo com as metas estabelecidas e identificar as causas que poderão impedir a concretização das mesmas, com o intuito de criar um plano de ação para a resolução de problemas;
- **Do** (desempenhar) – Nesta etapa implementa-se o plano, executa-se o processo, faz-se o produto e juntam-se os dados para análise a próxima etapa;
- **Check** (conferir) – Após a execução do plano estipulado, é necessário verificar os resultados obtidos e compará-los com os resultados que seriam esperados;
- **Act** (actuar)– Após a análise dos resultados obtidos, é necessário atuar sobre o plano executado, melhorando-o se necessário, ou promovendo uma melhoria dos processos, depois da comparação entre os resultados reais e os planeados;



Figura 3.2- Ciclo PDCA

A aplicação do ciclo PDCA é uma das ferramentas que está diretamente relacionada com o Kaizen, pois tem como base a melhoria contínua dos processos.

3.2. Just-In-Time (JIT), Fluxo Contínuo e Pull System

3.2.1. O Just-in-time (JIT)

Os princípios do pensamento Lean, sugerem a eliminação gradual de todas as fontes de desperdício, por meio da prática de melhorias contínuas, enquanto se cria valor para todas as partes interessadas no negócio. Assim se desenvolve um sistema de operações mais rápido, mais leve (“magro”), capaz de gerar produtos e serviços de elevada qualidade e baixo custo. Os meios para o alcançar são facilmente explicados e muitas vezes contraintuitivos. Por isso foi explicado primeiro o Lean Thinking (“Pensamento Lean”).

O sistema de operações JIT, tal como foi apresentado no capítulo anterior, é um dos elementos basilares do TPS e um dos fatores que mais contribuem para a implementação de um sistema de gestão baseado na filosofia Lean thinking. Não é, pois, possível falar-se de Lean sem abordar o sistema de operações JIT. Não é fácil imaginar uma organização “magra” que negue a lógica JIT, isto é, que em vez de fazer apenas o que é necessário e no momento necessário, opte por ir fazendo para se manter ocupada (isto é, JIC em vez de JIT).

Segundo Ohno (1988), o sistema de operações JIT envolve duas componentes:

- O sistema Kanban – Por muitos designado por produção pull (puxada), tornou-se o elemento de referência do sistema de produção Toyota. Kanban, é um sistema de sinalização, que funciona com cartões (post it e outros), para indicar o andamento dos fluxos de produção em empresas de fabrico em série. Esses cartões normalmente, funcionam com cores sobre determinadas tarefas ou áreas. Presentemente, muitas empresas já adoptaram o sistema Kanban electrónico, (e-Kanban), baseado no mesmo sistema, mas mais dinâmico: evita perda de cartões e é muito mais rápido na actualização do quadro de tarefas.
- O nivelamento da produção (heijunka) – O nivelamento da produção, é obtido pelo sequenciamento dos pedidos, de modo a conseguir trazer estabilidade para o processo de produção.

Segundo Pinto (2014), para trabalhar em regime JIT, uma organização precisa de adoptar o paradigma pull (“puxar”, ou seja, todo e qualquer processo só é activado quando o processo a jusante o permite), por oposição ao tradicional push (“empurrar”, ou seja, empurrar produtos e/ou serviços para os clientes na expectativa de, mais cedo ou mais tarde, aqueles serem vendidos). Push é MRP (ver anexo I), enquanto pull é JIT.

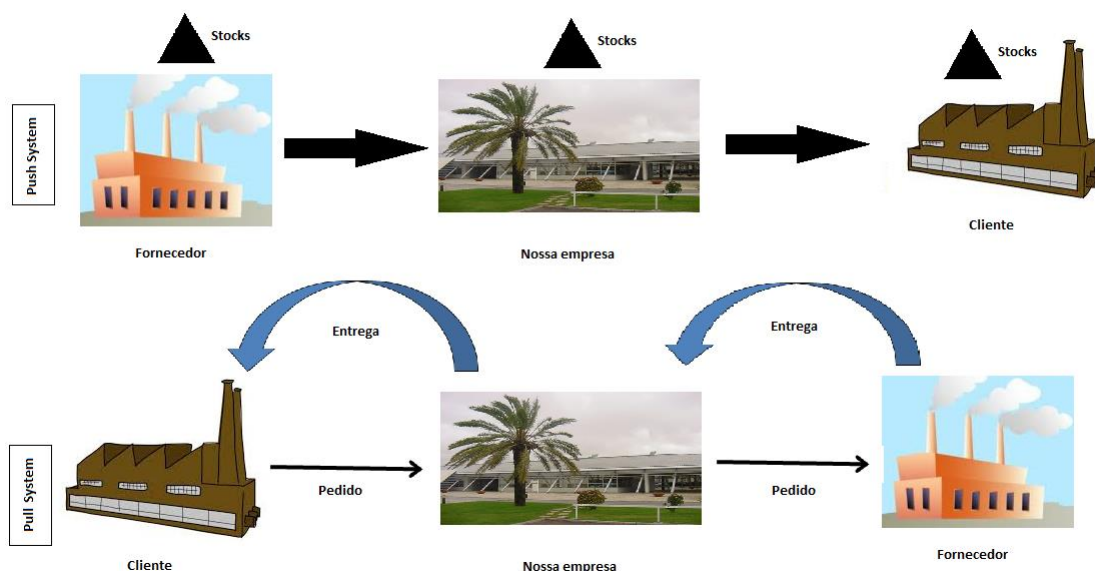


Figura 3.3 - Push vs Pull

Como se pode verificar na figura 3.3, num sistema push (modelo tradicional), a nossa empresa vai pedir as matérias-primas ao fornecedor, produz a peça e envia quando o cliente pedir. A principal preocupação é a eficiência, ou seja, manter todos os recursos ocupados. Desencadeia os processos, sem se preocupar na procura do bem ou serviço. O resultado final será um aumento de stock, custos e tempo.

De modo inverso, no sistema pull, “o processo só é despoletado, quando recebe um sinal do processo seguinte”. Isto significa que o processo só se inicia, após a encomenda do cliente, daí a produção só se basear na procura. As vantagens deste processo, são: a redução drástica de stocks e o cumprimento dos requisitos do cliente. Este processo, requer a presença do sistema Kanban para controlo das operações e de fabrico.

Kanban é uma palavra em japonês que significa “cartão” (este tema será abordado com mais detalhe no ponto 3.8). Um Kanban é uma autorização para fazer ou mover algo, é um ponto de armazenamento de stock que permite responder aos pedidos dos clientes. Sem o Kanban, o pull system entra em rutura de stock e conseqüentemente o cliente terá de esperar. As quantidades mantidas em stock, no Kanban permitem o fornecimento contínuo dos clientes, ao mesmo tempo que se disciplina o fabrico e a movimentação de materiais. Num processo ideal, com tempo de fabrico (lead time) próximo de zero, sem erros nem defeitos, o uso do Kanban seria desnecessário.

O JIT é uma filosofia de produção puxada, que inclui, aspectos de administração de materiais, gestão da qualidade, projecto do produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos, e baseia-se na realização das encomendas no momento certo, na quantidade pedida e no local combinado, recorrendo ao pull e ao Kanban para controlar e disciplinar o fluxo de materiais, pessoas e informação.

A produção puxada é uma técnica de gestão onde há poucos ou nenhuns stocks, poucos desperdícios. Os produtos são projectados e elaborados após a encomenda do cliente de forma muito rápida, e a entrega é feita imediatamente após a execução dos mesmos.

O sucesso do sistema JIT depende entre outros fatores de um sistema de operações estável e normalizado, de pessoas motivadas e, acima de tudo, de processos flexíveis. Esta estabilidade é um dos requisitos para se obter variabilidade no volume de fabrico, de mix de produtos e prazos de entrega.

3.2.2. O Fluxo Contínuo (Continuous Flow)

Segundo Liker e Meier (2004), um dos aspectos que mais impressionaram Eiji Toyoda durante uma visita que fez a Ford Motor Company (EUA), nos anos 50, foi a enorme quantidade de stocks intermédios (WIP) que a fábrica continha. Toyoda verificou que o equipamento produzia lotes de grande dimensão para compensar os elevados tempos de mudança (setup) e outros custos fixos, atulhando as áreas fabris e armazéns com materiais. No entanto, conseguiam garantir uma elevada taxa de ocupação do equipamento e otimização de recursos.

Nos EUA praticava-se, nos anos 50, segundo Toyoda o princípio push, dominado por sistemas complexos de planeamento e controlo de operações, com enormes provisões de consumos para produtos acabados. Produzia-se em quantidades muito superiores à procura, o que levava as empresas a empurrar os seus produtos para o mercado. O mercado automóvel norte americano estava no seu auge, nas décadas de 50/60, e o domínio dos mercados era quase total, por isso, as margens de lucro eram de tal maneira elevadas, que podiam absorver quaisquer tipos de desperdício. É, pois, muito interessante verificar como, por essa altura, os gestores norte-americanos rapidamente esqueceram os ensinamentos sábios que o fundador da Ford Motor Company deixou publicados algumas décadas antes (Ford, 1992).

Toyoda e Ohno, nas suas viagens aos EUA, tiraram proveito dos conhecimentos e obra de Ford, que lhes serviu de ponto de partida para a criação do sistema de produção mais bem sucedido da indústria. A TMC, iniciou a sua atividade, com lotes pequenos (ao contrário dos americanos), para conseguir reduzir tempos, e custos, nos seus veículos e assim conseguir competir com marcas há muito estabelecidas no mercado. Optou por reduzir quantidades e orientou a sua atenção para os fatores que levavam os norte-americanos a aumentar os seus lotes. Desta forma, apercebeu-se que os tempos de mudança, as avarias, os erros de planeamento, os atrasos, os defeitos e os transportes eram as causas principais do aumento do lote de produção e do custo dos produtos.

Com lotes mais pequenos, de preferência lote=1 (isto é, apenas uma peça, apenas um cliente, apenas um serviço), a empresa torna-se flexível e rápida a responder às variações do mercado. Foi isso mesmo que a TMC fez: combater os fatores que obrigam a lidar com grandes lotes e, assim, reduzir tempos e custos. O lote passou a ter um tamanho mínimo e abandonou o conceito de lote económico (como QEE – ver anexo I). Com isso, cada peça é enviada à fase seguinte assim que termina o seu processamento, criando um fluxo contínuo de materiais, pessoas e informação (Pinto 2014).

Para demonstrar a vantagem do fluxo contínuo, pode ser considerado como exemplo um lote de 100 peças em que, cada peça para estar completa tem de passar por três postos/estações de trabalho. Cada posto de trabalho demora dois minutos para executar a sua tarefa (admita-se que este tempo já engloba o transporte e o setup). Ao calcular o tempo de processamento com um fluxo intermitente (100), obtém-se o valor de 600 minutos (Figura 3.4). Com um lote unitário (1), o tempo total será de apenas 204 minutos, uma vez que mal a peça do posto 1 é enviada para o posto 2, começa-se a elaboração de uma nova peça (ou seja uma redução de 66%, como podemos verificar na figura 3.5):

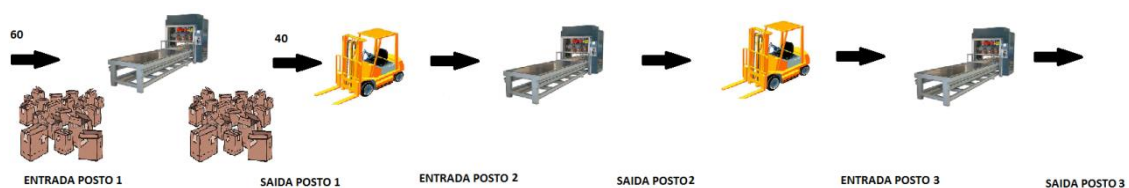


Figura 3.4 - Representação do fluxo intermitente

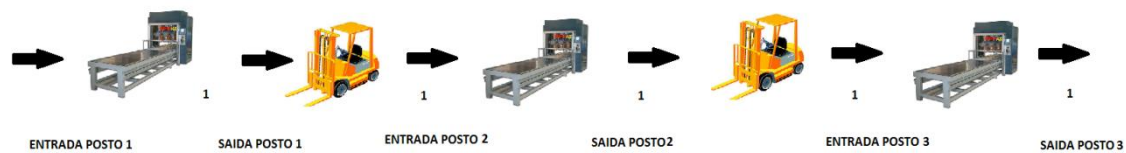


Figura 3.5- Representação do fluxo contínuo (adaptado de Pinto 2014)

Com um fluxo unitário, a primeira peça está disponível aos seis minutos e pode ser entregue ao cliente. Com um lote de 100 peças, o cliente receberá a primeira peça muito mais tarde.

Se, por qualquer motivo, ao minuto 150 o cliente mudar de opinião e não quiser mais aquele tipo de peça com lote unitário, estariam já 72 peças entregues ao cliente e a empresa apenas ficaria com duas peças semi-acabadas, que teria de guardar e tentar vender mais tarde. Com um lote de 100 peças, ainda não estaria nenhuma entregue ao cliente e todo o lote de materiais estaria apenas a concluir a primeira fase de fabrico, e teria de ser armazenado como produto semiacabado (materiais, tempo e energia consumidos e nenhuma peça vendida).

Podemos referir também o espaço que ocupará um lote de 100 peças comparado com um lote unitário? E quanto capital “parado” estará associado a estas quantidades? As vantagens são por demais evidentes.

Outra enorme vantagem do fluxo unitário, menos evidente, está relacionada com erros de planeamento (como erros nas previsões) e de qualidade. Quanto maior for o lote emitido para a fábrica, maior será a propagação destes problemas. Com um lote unitário, apenas uma (ou, neste caso, no limite, três) peças teriam erro.

3.2.3. O Sistema Pull (Pull System)

O sistema de produção Pull, ao contrário do sistema Push, é accionado pelo cliente, ou seja, pela saída do processo produtivo, com base nos consumos reais dos consumidores. Este conceito está integrado numa filosofia conhecida por Toyota Production System. É um sistema de produção desenvolvido com o objectivo de combater as ineficiências do sistema de produção Push. O seu funcionamento consiste num fluxo de informação paralelo ao fluxo de materiais, mas no sentido oposto, sob a forma de algum tipo de símbolo visual, denominado Kanban. Verifica-se assim que, é no fim da cadeia que se acciona o processo produtivo para se conseguir produzir só e apenas à medida que o cliente desejar. De acordo com a filosofia Lean Thinking, o sistema de fabrico é gerido por Sistema Pull, isto é, cada sequência de trabalho só se inicia quando a que se lhe segue o requisitar, ou melhor, cada posto, puxa o precedente em cadeia, até ao início do processo. Como característica deste sistema, se destaca a facilidade de controlo do WIP (work in process- stock com valor acrescentado). As operações são realizadas em JIT (just-in-time), apenas na altura em que são necessárias.

Pinto (2014) defende, o conceito pull, como um processo de produção a executar na quantidade certa e no momento certo. No TPS, o ritmo de procura do cliente final é

repercutido ao longo de toda a cadeia de fornecimento, desde o armazém de produtos acabados até aos fornecedores de matérias-primas. A informação de produção, flui de processo em processo, em sentido contrário ao fluxo de materiais (isto é, do processo-cliente para o processo-fornecedor). Num sistema de produção que opere sob a lógica da produção puxada produz apenas a encomenda, evitando excessos de produção. Ainda sob esta lógica, a programação da produção é simplificada, eliminando as contínuas reavaliações das necessidades de produção e as interferências das instruções verbais, características da produção push.

Segundo Thomaz (2015), para se aplicar o sistema pull, basta que cada célula de trabalho puxe os materiais da célula anterior apenas perante um pedido da seguinte. As operações serão realizadas segundo o conceito JIT, ou seja, no momento e nas quantidades necessárias.

Através do sistema Kanban, o processo subsequente (o cliente) vai até ao stock do processo anterior (fornecedor) e, na posse do Kanban de transporte, retirará do stock apenas a quantidade de produto necessária para corresponder às suas necessidades (Figura 3.6). O Kanban de transporte regressa, então, ao processo subsequente acompanhando o lote de material retirado. No momento em que o material é retirado pelo processo subsequente, o processo anterior recebe o sinal para iniciar a produção deste item através do sistema Kanban de produção, que se encontrava associado ao lote retirado.

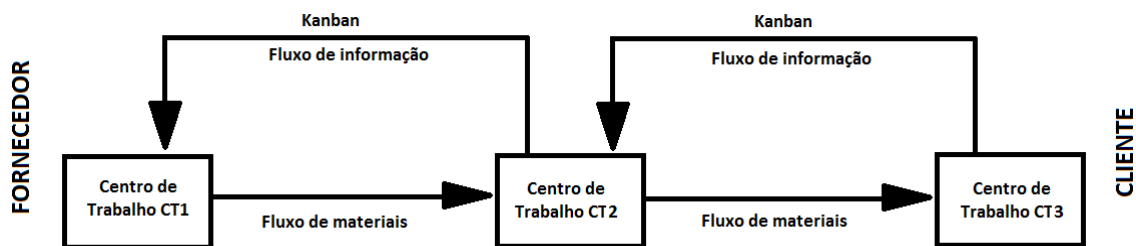


Figura 3.6- Representação simplificada do Pull System (adaptado de Pinto 2014)

1- Push ou Pull

O Sistema tradicional de movimento de bens e serviços, Push, desencadeia os seus processos, sem se basear na procura de bens ou serviços. Produz, a partir de stocks e mão-de-obra existentes, fazendo previsões de longo prazo, dominado pela lógica, (empurrar o produto para o mercado). Esta estratégia origina vários problemas como por exemplo:

- Incapacidade para responder a frequentes e imprevistas alterações dos padrões da procura;
- Materiais obsoletos em stocks;
- Stocks excessivos;
- Excessiva variação nos processos de fabrico;
- Baixos níveis de satisfação.

No sistema Pull o processo só é desencadeado, quando recebe o sinal do processo seguinte, sendo que, há uma inversão do relacionamento entre os diversos pontos de uma cadeia de fornecimento, e o sistema de gestão de operações caracteriza-se por:

- Fabrico comandado pela procura – As ordens de fabrico e/ou de compra não são emitidas com base em expectativas ou precisões da procura. O fabrico e a distribuição são baseados em necessidades reais dos clientes e as empresas respondem apenas a pedidos específicos;
- Estratégia pull resulta em:
 - Reduzidos lead times (maior antecipação);
 - Reduzidos níveis de inventário em todas as etapas da cadeia de fornecimento;
 - Reduzidas fontes de variabilidade nos sistemas de fabrico e de distribuição;
 - Maior capacidade de resposta aos mercados em permanente mudança.

Mas o sistema Pull, também apresenta algumas desvantagens como por exemplo as dificuldades de rentabilização quando aplicado em economias de escala e não funciona em todos os casos, por exemplo, a falha de stock que é indispensável, se houver problemas de qualidade, visto que existe uma grande necessidade de produtos em stock, para repôr a linha de produção. Outra desvantagem também, é a avaria de uma máquina, que pode pôr em causa toda a produção que se lhe segue, visto os processos serem extemamente contínuos e dependentes da próxima etapa, e causaria uma paragem na linha de produção. O sistema Pull exige, então, maior envolvimento da parte de todos os trabalhadores.

Ambos os paradigmas apresentam vantagens e desvantagens e, obviamente que, quem defende um dado paradigma tende a esquecer os seus pontos fracos, reforçando apenas os fortes, enquanto faz o oposto para os paradigmas que se pretendem mostrar como menos vantajosos.

Tornou-se necessário considerar um sistema que tirasse partido das vantagens de ambos: Push e Pull. Estes dois tipos de sistema produtivo, são possíveis de aplicar em simultâneo, através do sistema Kanban. À combinação destes dois sistemas se denomina: sistema Push-Pull, e consiste, em previsões a longo prazo, na parte inicial da cadeia de abastecimento, (matérias-primas e peças em stock, são fornecidas com base em previsões), enquanto as fases finais da cadeia de abastecimento, próximas do cliente final, são governadas por ordens/pedidos concretos do cliente (Pinto, 2009).

O push-pull system tira vantagens das regras da previsão da procura, ou seja:

- As previsões têm muitos erros;
- Quanto maior for o horizonte de previsão, menor será a exactidão;
- As precisões agregadas são mais exatas.

A diferenciação retardada (postponement), é um outro exemplo em que se podem ganhar vantagens com o push-pull system. Consiste em adiar o máximo possível qualquer deslocamento, ou configuração final de produtos, até à sua procura. Com esta estratégia, que se segue ao nível de desenvolvimento e de fabrico de produtos de modo que a forma final do produto, só seja realizada o mais próximo possível do cliente final, e assim diminuir o número de artigos a gerir.

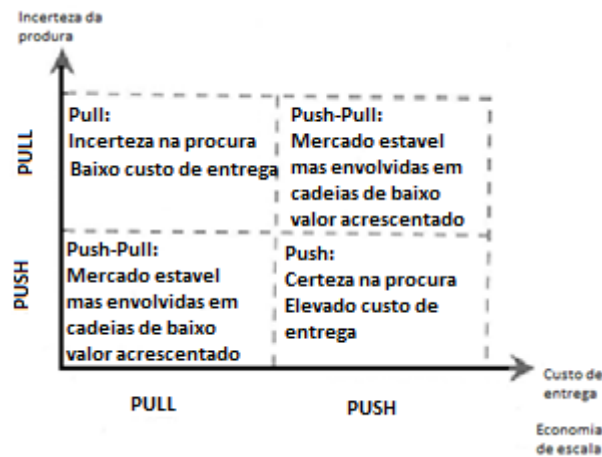


Figura 3.7 - Enquadramento das diferentes estratégias de acordo com a incerteza do mercado e o custo dos produtos (Adaptado de Levi et al., 2003)

Sempre que há incerteza na procura dos produtos ou serviços, produtos esses que se desenvolvem em mercados instáveis e sujeitos a constantes alterações, sugere-se a aplicação do sistema Pull, como podemos ver na figura 3.7. Se, pelo contrário, há mais certezas na procura e escoamento dos produtos e serviços, artigos sujeitos a um consumo regular, que competem em mercados onde o custo é um fator crítico, então é mais recomendável o sistema Push. O sistema push-pull, é mais utilizado por empresas, em mercados estáveis, mas envolvidas em cadeias de baixo valor acrescentado.

3.3. Processos Uniformizados (SW)

A uniformização dos processos é um dos aspectos mais importantes na filosofia Lean thinking.

Thomaz (2015) defende que o trabalho normalizado consiste na identificação da melhor forma de efetuar determinada tarefa ou processo. Para se conseguir normalizar o trabalho, devem-se elaborar normas de trabalho considerando as melhores formas de o executar.

A Uniformização, padronização ou normalização, consiste num modelo igual para todos os sistemas que utilizam as mesmas tarefas. Todos devem executar as tarefas da mesma maneira, seguindo a mesma sequência, os mesmos procedimentos, as mesmas operações e as mesmas ferramentas, mediante um manual respectivo. Esta ferramenta permite que, todas as tarefas demorem o mesmo tempo a serem executadas, qualquer que seja o operador que as efetue. No manual de execução de tarefas devem constar rigorosamente todos os passos a seguir para que os trabalhadores saibam dar conta de todas as

situações, quando confrontados até com casos mais complicados e de difícil resolução. São muitas as vantagens deste procedimento, sobretudo, a redução de desvios e custos, melhoria nas inspeções finais (uma vez que a forma de inspeção bem como os defeitos também estão descritos no SW) e o aumento da previsibilidade dos processos. Os processos uniformizados, contribuem para a melhoria contínua. Neste domínio, a uniformização e a formalização são contributos fundamentais para o sucesso do Lean thinking (Pinto, 2014).

Tal como em qualquer ferramenta do Lean Manufacturing, o SW, tem por finalidade diminuir a variabilidade de tempos em que é executado o trabalho, sem diminuir a qualidade dos produtos.

O departamento de engenharia, especialmente engenharia de processos e estudo do trabalho, deve colaborar com a Gestão de Operações, no sentido da uniformização e formalização de processos e operações já que estas tarefas não são apenas da competência da gestão de operações.

As empresas, ao uniformizar processos, materiais e equipamentos, estão a contribuir para a redução dos desvios e a garantir consistência das operações, produtos e serviços. A consistência é uma das características de qualidade mais apreciada.

A uniformização é uma das bases para o Kaizen. Através da aplicação deste conceito, consegue-se uma melhoria contínua mais eficaz, dos processos de manufatura, engenharia, gestão de negócios ou qualquer outro, pois é mais fácil avaliar e melhorar um conjunto de tarefas que estão sequencialmente distribuídas do que melhorar um conjunto de tarefas que são realizadas de forma aleatória.

O ciclo de melhoria contínua PDCA pode ser adaptado para gerar o ciclo da uniformização. Neste caso o “P” (Plan) dará lugar ao “S” (Standardize), criando assim o ciclo SDCA. Note-se que de pouco vale o ciclo PDCA sem o apoio do ciclo SDCA. Só através da uniformização de procedimentos e de práticas (ciclo SDCA), é possível criar um “terreno firme” para que o próximo degrau da melhoria seja alcançado. SDCA não é mais que o “calço” da roda PDCA identificada na figura 3.8.

O Standard Work possui três elementos básicos:

- Tempo de Ciclo: tempo necessário para que seja concluída cada etapa da produção;
- Sequência de produção: ordem, seguida ao mais ínfimo pormenor, com que cada operação é feita, para a realização de determinada tarefa.
- Nível WIP: quantidade máxima de stock que circula através das diversas operações, quando o processo está a decorrer em condições normais.

Para se implementar o SW é preciso identificar e definir quais as melhores sequências de trabalho a executar. De seguida, documentam-se todas essas atividades para que proporcionem uma melhor forma de efetuar o trabalho. Posteriormente distribuem-se

esses documentos pelos postos de trabalho adjacentes, e formam-se os colaboradores para efetuar as tarefas de acordo com o padrão definido como o mais eficaz e eficiente.

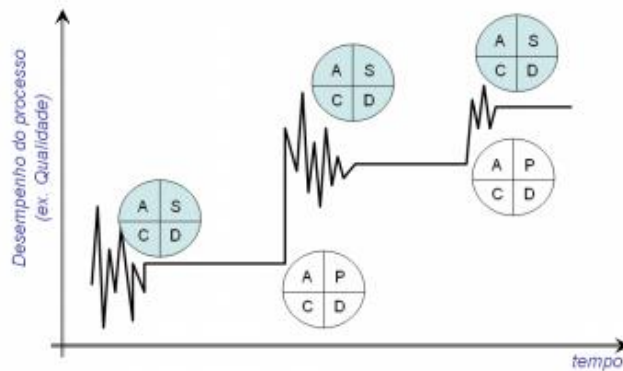


Figura 3.8- Aplicação dos ciclos PDCA e SDCA no sentido da melhoria contínua (adaptado de Pinto, 2006)

3.4. Sistema Anti-Erro “Poka-Yoke” e Automação “Jidoka”

3.4.1. “Poka-Yoke”

Poka-Yoke é uma palavra japonesa que significa “sistema à prova de erro” ou “algo que evita erros”. Os princípios desta ferramenta podem ser aplicados na melhoria de produtos, serviços e processos em todos os tipos de organizações (Pinto, 2014).

O sistema Poka-Yoke, foi desenvolvido para dar suporte à resolução de problemas e à tomada de decisões no contexto de uma organização de manufatura. Numa linha de montagem, o Poka-Yoke, verificando um erro, pára as máquinas, até o mesmo ser resolvido. (função de controlo). Ou emite avisos (quando deteta o erro), para chamar a atenção do operador (função de alerta ou advertência).

Segundo Thomaz (2015), com a implementação do Poka-Yoke nas empresas, pretende-se criar, métodos, ferramentas ou equipamentos, que auxiliem a prevenção de erros que possam originar defeitos.

Esta ferramenta envolve os seguintes passos:

1. Identifica o problema, (por exemplo, um erro, um defeito, um acidente ou uma reclamação).
2. Estuda os modos de prevenção do problema, ou deteta antes ou depois de acontecer (de preferência antes – métodos próativos)
3. Identifica e seleciona as medidas a tomar quando um erro ou falha é detetada.

O Poka Yoke pode servir como um método de prevenção e método de detecção (aviso/alarme). Os métodos de prevenção podem ainda ser classificados em três tipos:

- Método de Controlo - quando o Poka Yoke é activado a máquina ou linha de processamento pára;

- Método de advertência – quando o Poka Yoke é ativado, soa um alarme ou sinaliza uma luz, visando alertar o trabalhador. Este método, não controla, apenas detecta e avisa. Por isso é um método falível, dado que, em alguns casos, os operadores podem ignorar esses sinais, por distração ou qualquer outro motivo.
- Fatores humanos – Recorrendo a cores, formas, símbolos, tamanhos, sons e checklists para simplificar os processos e evitar a ocorrência ou a propagação de erros. Por exemplo, o quadro de ferramentas onde cada uma tem um local certo (no qual está pintada a sua sombra).

3.4.2. Automação “Jidoka”

Automação ou Jidoka é uma automação inteligente ou automação com toque humano. Este tipo de automação implementa algumas funções supervisoras, antes da função de produção. Se uma situação anormal acontecer, a máquina pára e os operários param a linha de produção. A seguir, tenta resolver o problema, se não for possível, aguarda que o assistente designado para o efeito o faça. Este sistema, não permite que peças defeituosas, transitem dos postos de trabalho ou máquinas onde estão a ser produzidas. É esta autonomia e a capacidade de resolver problemas na hora que marca a diferença entre as organizações que progredem e as que se escondem por detrás do problema.

A automação previne produtos defeituosos, elimina a superprodução e foca a atenção na compreensão do problema e assegura que esse problema não se repita.

De um modo simples, consiste em:

Detetar a anomalia; parar; consertar ou corrigir; investigar a causa raiz e instalar uma contra-medida.

Em sentido lato, Jidoka, significa que a não qualidade nunca deve ser transmitida para o processo seguinte, visto que este é o cliente. Assim, Jidoka implica que:

- Qualquer defeito seja imperativamente detetado, deve ser resolvido no posto onde ocorreu e no momento em que ocorreu;
- Os processos de fabrico ou de serviço têm de ser organizados de modo a que os defeitos nunca transitem para a fase seguinte;

Quanto mais elevada for a taxa de não qualidade na inspeção final, menor será a quantidade de defeitos detetados e resolvidos na fonte.

Segundo Pinto (2014), devem-se desenvolver esforços, no sentido de uniformizar procedimentos e produtos/serviços e sobretudo simplificar produtos e processos. As práticas Jidoka desenvolvem-se tanto melhor, quanto maior for a uniformização e a simplificação.

3.5. 5s

Esta ferramenta é essencial, para a redução de desperdícios, e melhoria do desempenho das pessoas e processos, através de uma forma muito simples, que se baseia na manutenção das condições ótimas dos locais de trabalho, de forma organizada e arrumada. (Pinto, 2014).

Para Thomaz (2015), o sistema 5s visa combater eventuais perdas e desperdícios nas empresas e indústrias, educando a população e o quadro de pessoal envolvido diretamente como método para aprimorar e manter o sistema de qualidade. Deste modo, o sistema 5s auxilia na reorganização da empresa, facilita a identificação de materiais, elimina materiais obsoletos e a melhoria da qualidade de vida, bem como do ambiente de trabalho para os membros de uma qualquer equipa.

A sigla 5S deriva das iniciais de 5 palavras japonesas: Seiri, Seiton, Seison, Seiketsu e Shitsuke.

Seiri (Separar) - Definir qual o material necessário para a realização das operações referentes ao posto de trabalho, e eliminar do espaço de trabalho, todo o material inútil.

Seiton (Arrumar) - Colocar criteriosamente cada coisa no seu lugar e organizar o espaço de trabalho e os materiais de forma eficaz, para mais facilmente se encontrar os objectos pretendidos. A organização dos materiais, consiste na identificação dos mesmos e na sua colocação em lugares definidos, para tornar fácil e sempre à mão a sua procura.

Seiso (Limpar) - Limpeza do local de trabalho. Deve-se manter o local de trabalho limpo e agradável para os operadores. Para isso é necessário criar condições que passam por manter sempre o espaço com material de limpeza necessário. Dividir o posto de trabalho e atribuir uma zona a cada elemento do grupo e proceder à limpeza em cada zona do posto de trabalho, assim como da área envolvente.

Seiketsu (Normalizar) - Através do seiketsu, pretende-se normalizar e definir todos os procedimentos de limpeza, para se manter todas as alterações conseguidas. Deve-se aplicar as melhorias conseguidas a todos os postos de trabalho de modo a uniformizar toda a organização.

Shitsuke (Autodisciplina) - A partir da altura em que os quatro “S” estão a ser cumpridos, é necessário colocar toda uma estrutura a funcionar a 100%. Para isso recorre-se a auditorias periódicas. Esta fase tem como objectivo praticar os princípios de organização, sistematização, uniformização e limpeza. Estabelecer procedimentos de controlo visual, verificar se está tudo no seu lugar, verificar o estado de limpeza, verificar se as ações e inspeções estão a ser realizadas correctamente. Desenvolver um sistema do tipo lista de verificação (checklist) e de ajudas visuais, incluindo cores, luzes, indicadores de direcção ou gráficos. O shitsuke é uma mudança radical na disciplina das organizações, e por isso esta é a de mais difícil implementação.

Neste momento há um sexto “S”, como podemos verificar na figura 3.9, de segurança, que a maioria das empresas está a adoptar. Este “S” não é menos importante do que os anteriores. No dia-a-dia de uma empresa, as rotinas que mantêm a ordem e a organização, são essenciais para a otimização e eficiência das atividades realizadas. Estas técnicas Lean encorajam os colaboradores a melhorar o seu local de trabalho e facilitam o esforço de redução de desperdícios. Os 6s formam a base necessária, para a implementação de um número significativo de ferramentas Lean, tais como o TPM e o 6 sigma.



Figura 3.9 - Os 6s (5+1) e a eliminação de desperdício (adaptado de Pinto 2014)

3.6. SMED (Single Minute Exchange of Die) – Redução dos tempos de Setup

SMED é uma troca rápida de ferramentas. Utiliza-se na indústria, para reduzir o tempo do processo do setup (por exemplo, mudança de ferramenta, molde, no caso de finalização da elaboração duma peça e de se precisar de começar outra peça, ou ajustes nos processos). Consiste em otimização do processo de reconfiguração das ferramentas e dispositivos de fixação de materiais, resultado do trabalho em equipa, que visam a sistemática redução dos tempos e das atividades de mudança ou ajuste, com o propósito de maximizar a utilização dos meios e o aumento da flexibilidade dos processos. As consequências diretas da redução do tempo de mudança (changeover) são a redução dos custos e dos lotes de fabrico.

O tempo setup num posto de trabalho, não traduz uma operação de valor acrescentado para o produto.

Através da otimização das mudanças de ferramentas, os clientes, obtêm uma resposta mais eficiente às solicitações que pretendem. No SMED, o objetivo é realizar a mudança de produto/serviço em menos de 10 minutos, possibilitando que os equipamentos se tornem mais flexíveis. À medida que se diminui o tempo de mudança, o tamanho dos lotes diminui de forma proporcional, isto é, se o tempo de mudança do produto é 20 minutos, o tamanho do lote é de 200 minutos, cerca de três horas de produção. Contudo, se o tempo de mudança for 10 minutos, o tempo do lote será de 100 minutos, cerca de 1,5 horas (Pinto, 2014).

SMED é uma das ferramentas (métodos) da produção Lean muito utilizada pelas empresas para reduzir desperdícios de produção. É um método que permite de forma rápida e eficiente modificar o produto de uma linha de produção. A esta técnica se denomina por Quick Changeover. Esta ferramenta está a ser desenvolvida cada vez mais pelas empresas, sobretudo pela sua rapidez e eficiência, produzindo efeitos imediatos e diretos, no aumento do tempo disponível para a produção e na redução do tempo efetivo do ciclo produtivo. Permite uma maior flexibilidade por parte da organização e consegue responder rapidamente às constantes mudanças do mercado. Além disso pode também reduzir custos.

Esta ferramenta, para reduzir o tempo do processo de setup, foi inicialmente elaborada por Taiichi Ohno e mais tarde consolidada por Shigeo Shingo (1985). Shingo, aquando do desenvolvimento do método, estabeleceu que existiam duas categorias de operações de Setup: Interno e Externo. Fazem parte do Setup Interno todas as operações efetuadas com a máquina parada, como por exemplo, montagem e desmontagem de ferramentas. Por sua vez, o Setup Externo engloba todas as operações que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento, por exemplo, transporte de ferramentas para junto das máquinas.

Segundo Shingo (1985), o método deve ser aplicado de forma faseada, como pode ser verificado na figura 3.10. Sendo assim, as etapas são:

Etapa 0 – Nesta fase não se distinguem as operações internas e externas. O processo de changeover é desorganizado e não planeado. Apenas é efetuado a observação do procedimento atual.

Etapa 1 – Nesta etapa o objetivo consiste na separação do Setup Interno e Setup Externo, e garantir que as operações se realizam com a máquina parada. São utilizadas checklist para auxiliar o processo, e evitar que ocorram desperdícios causados por erros operacionais. É efetuado um levantamento dos materiais necessários para a realização do trabalho. Deve-se organizar todas as ferramentas, posicionando-as nos locais determinados.

Etapa 2 – O objectivo passa por tentar converter as operações internas em operações externas, para isso são analisadas todas as atividades, com o objetivo de encontrar eventuais tarefas que possam ser efetuadas como Setup Externo. Deve-se criar um standard dos parâmetros, assim evita-se despender demasiado tempo para ajustar o changeover.

Etapa 3 – Esta etapa visa a diminuição do tempo das operações externas, desenvolvendo ferramentas para realizar as diferentes tarefas de um modo mais fácil, rápido e seguro. Consiste na implementação de melhorias. É a etapa que engloba mais gastos monetários através da aquisição de materiais que irão auxiliar o changeover.

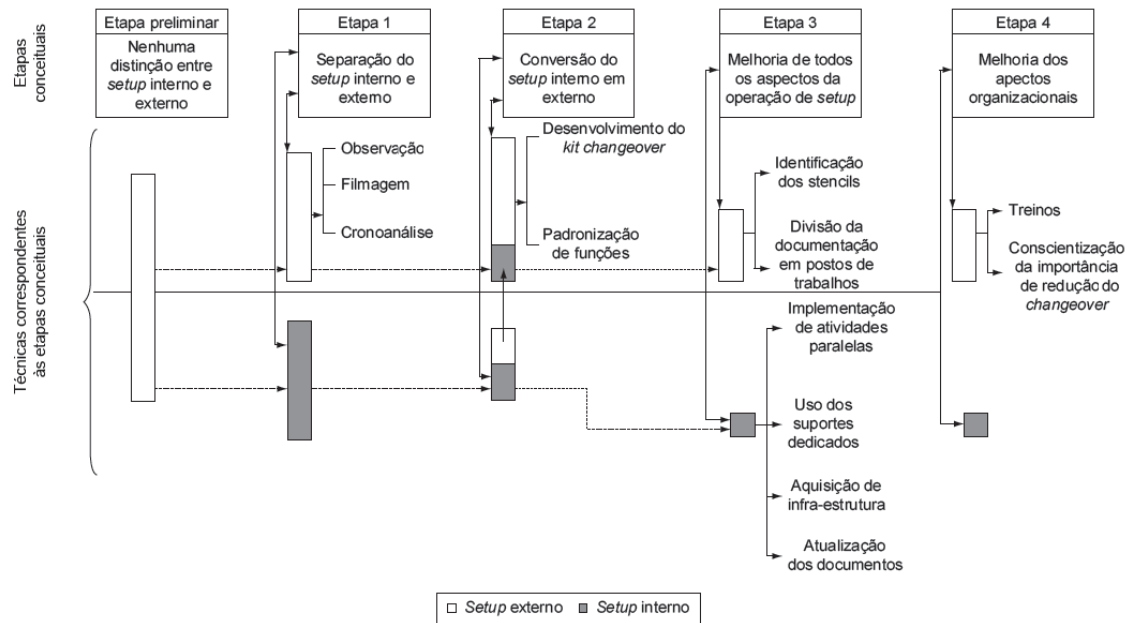


Figura 3.10 - Metodologia SMED (Adaptado de Shingo, 1985)

Etapa 4 – Após as etapas anteriores deve-se criar procedimentos para as tarefas em questão, e instruir todas as pessoas que estão diretamente relacionadas com os processos.

Para Pinto (2014), os principais conceitos que suportam a redução do tempo de setup são:

- As tarefas de setup internas e externas, devem estar separadas. Há atividades que se podem realizar enquanto a máquina está a operar.
- Juntar as atividades de setup internas em externas sempre que possível, de modo a minimizar o tempo de paragem do equipamento ou processo;
- Eliminar as necessidades de ajustes (como apertos ou calibrações);
- Padronizar e melhorar as operações manuais;
- Melhorar o equipamento através de alterações estruturais;
- Criar um gráfico de melhorias e definir os objetivos a atingir.

Estes conceitos são aplicados recorrendo às seguintes técnicas:

- Padronizar as atividades de setup externas;
- Padronizar apenas as partes/componentes necessárias da máquina;
- Usar apertos rápidos;
- Aplicar ferramentas suplementares;
- Usar operações em paralelo;
- Desenvolver sistemas mecânicos ou automáticos de setup.

3.7. Tempo de Ciclo (TC) e Takt Time (TK)

Os produtos devem ser elaborados no tempo certo, nem mais nem menos rápido. A taxa da procura (consumo) definida pelo cliente deve estabelecer o ritmo do sistema de operações. Assim, em vez de maximizar a taxa de produção, Lean estabelece o ritmo da cadeia de valor, garantindo que as necessidades do cliente são satisfeitas a tempo (Pinto 2014).

O tempo de ciclo é o tempo necessário para a execução de uma peça, ou seja, o tempo gasto entre a repetição do início ao fim da operação. É o tempo de execução da operação ou operações, no posto de trabalho ou na máquina, que forem mais lentos, e chama-se, estrangulamento ou gargalo (este tema será abordado no capítulo 3.9.1). O tempo de ciclo é determinado pelo recurso gargalo. O estrangulamento define o volume dos stocks intermédios.

É também atribuída ao estrangulamento a determinação da capacidade do processo. Não confundir lead time, que é o tempo total da sequência (desde que entra até que sai). O tempo de ciclo não depende do lead time.

Takt time é uma palavra de origem alemã associada ao ritmo. O TK é definido como um ritmo de produção necessário para atender à procura. Segundo Taiichi Ohno, o TK é o resultado da divisão do tempo diário de operação, pelo número de peças requeridas por dia. Para Thomaz (2015), o que se pretende com o TK é ajustar o tempo de ciclo à procura, programando a produção considerando o TK. Se a procura aumentar, o tempo de Takt tem de diminuir, uma vez que se tem de produzir mais peças no mesmo tempo, logo o tempo para fazer cada peça será menor. Para que isso seja possível, as empresas necessitam de introduzir flexibilidade nos seus processos e recursos, caso contrário, o takt time não passará de um conceito, Ao contrário do tempo de ciclo, o qual é definido pela estação mais lenta (o estrangulamento), o Takt Time é calculado com base na seguinte equação:

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ de\ trabalho\ por\ dia}{N^{\circ}\ de\ Peças\ por\ dia} \text{ [equação 3.1]}$$

Ao tempo de trabalho por dia, deverão ser subtraídas todas as paragens programadas (como pausas para descanso, limpeza, almoço e ações de manutenção preventiva). O tempo de ciclo de uma sequência (por exemplo, linha de fabrico) não pode ser, em momento algum, superior ao Takt time, se não, existem atrasos nas entregas. No caso do tempo de ciclo ser muito inferior ao Takt Time, estamos perante desperdícios no processo (como por exemplo operadores a mais), ou seja:

Se: Procura > Capacidade → sobrecarga, atrasos nas entregas, falha ao cliente!

Se: Procura < Capacidade → subcarga, baixa utilização de recursos, desperdício!

As empresas devem ajustar constantemente o tempo de ciclo dos seus processos ao takt time para, simultaneamente, satisfazer a procura e garantir uma adequada taxa de

ocupação dos seus recursos (capacidade). Na figura 3.11 é possível identificar o tempo de ciclo de cada uma das cinco operações de uma determinada linha de fabrico e detetar as folgas (desperdício de espera) de cada estação em relação às outras. Se alguma destas estações tiver um tempo de ciclo superior ao takt time, os pedidos do cliente não serão satisfeitos (Gargalo ou Bottleneck – ver capítulo 3.9.1). A estação com maior tempo define o tempo de ciclo da sequência.

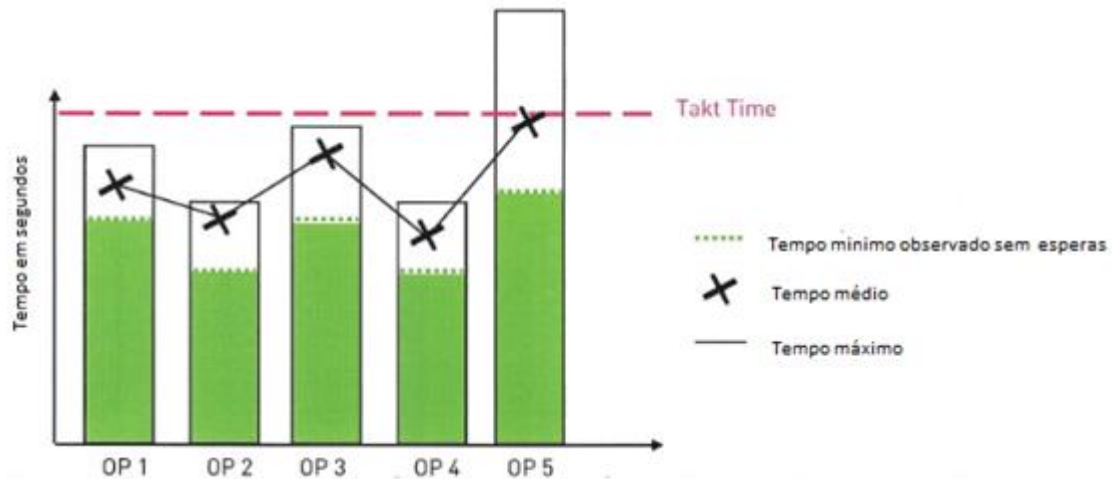


Figura 3.11 - Tempo de ciclo vs Takt Time (adaptado do manual Hoshin Faurecia Interior Systems)

Para sintonizar o tempo de ciclo com o TK, a produção deverá ser nivelada. Em muitos casos, utiliza-se um quadro sinalizador de avisos, conhecido como o quadro andon (ver subcapítulo 3.10). Este quadro, associado a um temporizador, permite sincronizar o tempo de ciclo dos processos e, assim, possibilita um maior controlo visual, que alerta o operador, através de sinalizadores sonoros ou visuais, quando a produção está atrasada em relação à procura (TK).

3.8. Kanban

3.8.1. Introdução ao Kanban

Já tratamos o sistema push e pull, suas vantagens e modos de utilização, vamos agora recorrer a uma das ferramentas que implementa claramente o Pull System, o Kanban. O sistema de controlo Kanban, é uma importante ferramenta Lean. Foi desenvolvido pela Toyota na década de 1950, por Taiichi Ohno, para minimizar os custos com o material em processamento e reduzir os stocks entre os processos. Ohno, à época, Vice-Presidente da Toyota Motor, fez uma visita aos EUA, a fim de se integrar do sistema industrial americano. Mas, onde ele tirou ideias para o desenvolvimento do sistema Kanban, foi nos supermercados americanos, onde as prateleiras eram reabastecidas quando esvaziadas. Isto é, só eram abastecidas, quando havia espaço/ necessidade. Esta, era para o Senhor Ohno uma ideia nova e revolucionária. Este sistema (Kanban) iniciou a filosofia de produção JIT.

Kanban representa uma forma única de catalizar a aplicação de princípios Lean de desenvolvimento de produtos, de manutenção e de operações. Kanban é um método para implantação de mudanças: não prescreve papéis, práticas, ou cerimônias específicas. Em vez disso, oferece uma série de princípios, para otimizar o fluxo e a geração de valor do sistema de entrega do software.

Kanban é mais uma das palavras japonesas que fazem parte do pensamento Lean. Kanban (significa cartão ou sinal em japonês) e é uma ferramenta de controlo do fluxo de materiais, pessoas e informação no shoop floor ou gemba (ver anexo I) e garante o funcionamento do pull system, ou seja é uma ferramenta de controlo visual que serve para sincronizar os vários setores de uma fábrica, numa abordagem JIT da produção. Trata-se de um sistema simples e visual que se baseia no princípio de que nenhum posto de trabalho pode produzir sem que o seu cliente o autorize (Pinto, 2014).

O Kanban é um sistema de informação, desenvolvido para organizar os vários departamentos de processo interligados, dentro de uma fábrica, a sua finalidade é controlar a produção e movimentação do material em processo produtivo, e o seu objetivo é eliminar elementos desnecessários, referentes à produção, reduzindo os custos.

A meta mais importante do Kanban é a redução dos custos e redução de dois dos tipos de desperdícios apresentados anteriormente (Sobreprodução e Espera). As metas secundárias são: o controlo de qualidade, a qualidade assegurada e a segurança.

O sistema Kanban “puxa” o processo de produção, em que o processo subsequente retirará as partes do processo precedente. Fica assim, evidenciada a relação cliente-fornecedor que o JIT congrega, sendo o Kanban utilizado para movimentar e autorizar o fluxo de materiais e produção.

No sistema Kanban, o fluxo de operações é comandado pela linha de montagem final (ou cliente final). A linha de montagem recebe o programa de produção e, à medida que ela vai consumindo as peças necessárias, vai autorizando aos centros de trabalho precedentes o fabrico de um novo lote de peças. Este comando para o fabrico de novas peças é realizado através da carta/cartão Kanban. O Kanban é um sistema de produção em lotes pequenos. Cada lote é armazenado em recipientes padronizados (containers), contendo um número definido de peças. Para cada lote mínimo do container, existe um cartão Kanban correspondente. As peças dentro dos recipientes, acompanhadas pelo seu cartão, são movimentadas através dos centros de trabalho, sofrendo as diversas operações do processo, até chegarem sob a forma de peça acabada à linha de montagem final.

Cartões, contentores, carros de transporte, sinais electrónicos, são exemplos de Kanbans usados para sinalizar a produção. O sinal visual contém informação do que produzir quanto, quando, onde e qual o seu destino, podendo conter outros elementos como fotos, código de barras ou cores de distinção.

O princípio de funcionamento é sempre o mesmo, mas há Kanbans de diferentes tipos: produção ou de receção e movimentação ou transporte. São cartões que servem para dar uma autorização, por exemplo, o cliente A coloca uma encomenda de X e, portanto, vai ser emitido um Kanban de produção com a quantidade X para o cliente A. Estes cartões circulam pela fábrica, puxando a resposta à procura interna e devem ser respeitados. (Bicheno & Holweg, 2009). Já Pinto (2014), distingue os tipos de Kanban referindo:

- Kanban de Produção (que autoriza a produção) – Nenhuma operação de fabrico é realizada sem que haja um Kanban de produção a autorizar. Este será o tipo de Kanban utilizado no caso de estudo desta tese.
- Kanban de Transporte (que autoriza a movimentação do material de um ponto para outro) – Este cartão contém, em geral, as mesmas informações do Kanban de produção, acrescentado da indicação do centro de produção de destino. Nenhuma actividade de movimentação é executada sem que haja um Kanban de transporte autorizado. De notar que este tipo de Kanban é movimentado pela logística pelo que não será necessário para o caso de estudo deste trabalho.

Para se implementar um sistema de Kanban é necessário determinar o número de Kanbans que se deve usar, e respeitar as regras de utilização e circulação dos mesmos (Shingo, 1989) .

O tipo de Kanban que mais se utiliza hoje em dia, é o Kanban de supermercado. O supermercado é o local onde nos abastecemos dos produtos (materiais) de que precisamos, no momento em que precisamos deles e nas quantidades necessárias. Pegando nesta simples definição de supermercado, a Toyota Motors Corporation adaptou o conceito para as suas áreas fabris. Os supermercados são áreas de armazenamento dinâmico, estrategicamente localizadas, para fazer o rápido abastecimento de materiais às áreas fabris, que operam num ambiente JIT (Pinto, 2014). Idealmente, o armazém deveria enviar para o bordo de linha apenas a quantidade necessária para fabricar a quantidade pedida pelo cliente final, no entanto isso é impraticável uma vez que existem ciclos de produção demasiado rápidos e longas distâncias entre o armazém e a produção. A solução é ter supermercados junto ao bordo de linha que têm uma quantidade definida de matérias-primas a ser consumidas durante um período de tempo definido. Estes supermercados têm, por exemplo, duas caixas Kanban para cada referência de matéria-prima e quando o operador termina de utilizar uma caixa, coloca o cartão de Kanban num local específico, que vai ser entendido como um pedido para o responsável pelo abastecimento de linha reabastecer aquele Kanban. Neste caso, o tamanho de cada Kanban depende do tempo que o responsável pelo abastecimento de linha demora desde que recolhe o Kanban de pedido de material até fazer a reposição (Dennis & Shook, 2007).

Com o sistema Kanban, apenas se produz exatamente o que o cliente pede, cumprindo o objetivo de, apenas se consumirem os materiais necessários para o efeito. Nesta operação, diminui o Muda e o Mura. O uso de Kanban ajuda também no controlo de

qualidade porque só produtos sem defeitos podem satisfazer o pedido, os defeitos de uma zona da fábrica não são contabilizados para efeitos de fornecimento por Kanban.

Num sistema JIT, é muito importante o uso do Kanban. Substitui a tradicional programação diária do fabrico, assim como as atividades de controlo e acompanhamento da produção. Os gestores fabris deixam de perder tempo a controlar os seus operadores para realizar atividades que agregam valor, tais como lidar com as exceções ocorridas (como alterações nos programas) e continuamente melhorar os processos.

Os requisitos importantes para que o sistema Kanban funcione livre de problemas são os seguintes:

- Processos estáveis e uniformizados de forma a garantir um fluxo estável entre postos de trabalho;
- Reduzidos tempos de transporte e de setup, e um layout fabril adequado e, de preferência, organizado em células;
- Procura regular, sem grandes oscilações – Uma procura que exiba grandes oscilações torna-se difícil de ser satisfeita JIT (a não ser a troco de excesso de capacidade e/ou stock de produto acabado);
- O número de estações de trabalho não poderá ser muito extenso, sob pena de a quantidade a manter em cada Kanban crescer à medida que se caminha em direção às fases iniciais (fornecedor) – Para resolver este handicap do sistema Kanban, a alternativa é a aplicação do sistema ConWIP, o qual combina a lógica pull com push (Marek, et al., 2001).

3.8.2. Funcionamento do sistema Kanban

A figura 3.12 apresenta o diagrama conceptual de funcionamento do sistema Kanban numa área produtiva:

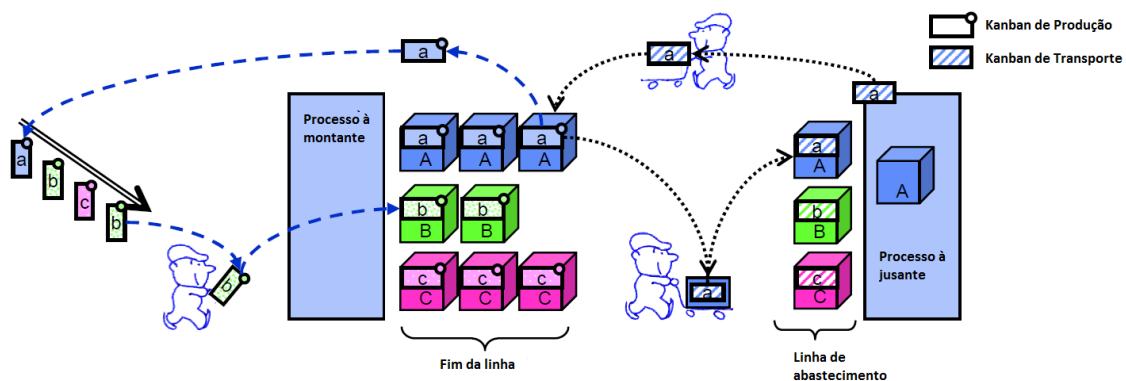


Figura 3.12 - Diagrama conceptual do sistema Kanban

Verificando a figura 3.12, quando o próximo processo (Processo à jusante) consome a caixa do produto A, é gerada uma autorização (Kanban de transporte ou etiqueta odette – ver anexo I – no caso da caixa seguir para o armazém de envio ou cliente final) para que a caixa vazia possa ser levada até ao fornecedor (processo anterior) e este, na

presença deste Kanban, satisfaz o pedido. Este pedido gerou uma necessidade interna no processo anterior (processo à montante), que se traduziu na emissão de um Kanban de produção para repor o stock de produto acabado deste processo. Não havendo consumo no processo final, toda a sequência de processos irá parar.

As regras de operação do sistema kanban são simples e foram concebidas para facilitar o fluxo de materiais, enquanto mantêm o controlo sobre os níveis de stocks (inventário).

Gross e Mcinnis (2003) sugere o seguinte:

- Cada contentor (ou caixa) deve conter apenas um cartão;
- As áreas/células de montagem puxam sempre componentes/materiais das áreas/células de produção. As áreas de produção nunca empurram componentes para a montagem sem que haja uma efetiva necessidade destes;
- Os contentores nunca poderão ser removidos da respectiva área de armazenamento, sem que um Kanban seja emitido no posto de receção (cliente);
- Os contentores devem conter sempre o mesmo número de componentes. O uso de contentores não standard (ver anexo I) ou de quantidades irregulares em cada contentor provoca distúrbios no fluxo de fabrico;
- A produção total não deverá exceder a quantidade total autorizada pelo sistema Kanban.

O número de contentores autorizados no sistema de fabrico determina a quantidade total de inventário autorizada. A gestão do shop floor deve definir dois aspectos importantes:

- O número de unidades (peças) a manter em cada contentor;
- O número de contentores a fluir pelo gamba (ver anexo I).

A primeira decisão tem que ver com a definição do tamanho do lote (lot size). Este é definido em função dos custos de setup, de transporte e de posse.

O número de contentores que flui, entre duas estações (células) de trabalho, afeta diretamente a quantidade de stocks intermédios e o stock de segurança. O tempo de permanência (lead time) de um contentor reparte-se entre: deslocação (em trânsito), à espera em produção e numa localização de armazenamento.

Para se determinar o número de cartões Kanban, é necessário conhecer com exatidão o lead time médio para fabricar um contentor de peças, o Stock de segurança para assegurar o consumo, caso situações imprevistas aconteçam, e a quantidade de peças (material) que cada contentor pode assegurar, ou seja:

$$K = \frac{PDLT+SS}{c} \quad \text{[Equação 3.2]}$$

Onde:

- $K \rightarrow$ N° de cartões Kanban (número inteiro, por isso, em caso de n° não inteiro, o arredondamento é feito por excesso).
- PDLT \rightarrow Procura média durante o Lead Time (em peças ou unidades).
- $C \rightarrow$ Capacidade de um contentor (em peças ou unidades).
- SS \rightarrow Stock de Segurança

Krajewski (2005) sugere reescrever a equação anterior da seguinte forma:

$$K = \frac{d(w+\rho) \times (1+\alpha)}{c} \text{ [Equação 3.3]}$$

Onde:

- $K \rightarrow$ N° de cartões
- $d \rightarrow$ Procura diária esperada (em peças)
- $w \rightarrow$ Tempos médios de espera e de transporte em contentor
- $\rho \rightarrow$ Tempo médio de processamento por contentor
- $\alpha \rightarrow$ Fator de segurança

No caso da TMC, o valor de α é sempre inferior a 10% e na Faurecia Interior Systems (empresa onde foi feito o caso de estudo desta tese) é 0,79%. Obviamente que a definição deste valor depende da maturidade do sistema de operações, sendo α maior se a ocorrência de falhas também for maior.

O sistema Kanban permite o ajuste do inventário que reside no gamba. Por exemplo removendo cartões do sistema, reduz-se o número de contentores e, conseqüentemente, reduz-se o WIP existente na fábrica. Alterar a dimensão dos contentores (C) em função do tamanho de lote também afeta o WIP na fábrica, da mesma forma que alterações no fator α alteram o stock de segurança.

3.8.3. Condições necessárias para a implementação do sistema Kanban

O Kanban procura identificar oportunidades de melhoria, criando uma cultura Kaisen na equipa, na qual, a melhoria contínua é da responsabilidade de todos.

Para se gerir um fluxo de produtos pelo método Kanban, é necessária uma grande fluidez no escoamento de produtos. Como tal, é importante verificar um conjunto de alterações estratégicas, organizacionais e tecnológicas para o sucesso da aplicação do sistema Kanban:

- Necessidade de um bom layout dos postos de trabalho;
- Necessidade de reduzidos tempos de ciclo e de setup;
- Eliminação de situações imprevistas (isto é, processos estáveis);
- Desenvolvimento e extensão das relações entre clientes e fornecedores a todo o processo (necessidade de uma definição abrangente de cliente e fornecedor);
- Necessidade de polivalência das pessoas através de formação treino;
- Os colaboradores terão de ser capazes de mudar de posto de trabalho e executar afinações ou operações de manutenção quando necessário;

- Processos uniformizados e estáveis;
- Produtos com design simples e sujeitos a uma procura estável e previsível;
- Necessidade de evolução ao nível do design dos produtos, isto é, torna-se necessário normalizar materiais e, subconjuntos constituintes do produto, levando a uma diminuição do número de referências a trabalhar, do número de mudanças de produtos e da variedade de Kanbans.

3.8.4. Vantagens e desvantagens do sistema Kanban

O sistema Kanban apresenta as seguintes vantagens:

- Sistema simples, de funcionamento óbvio e independente de complexos sistemas informáticos;
- Rápida movimentação entre postos de trabalho e da informação respeitante a problemas que surjam nos processos (por exemplo, avarias e peças não conforme);
- Maior interação entre os vários postos de trabalho, resultado da sua grande interdependência, e maior capacidade total das linha produtivas, já que os setores são bem aproveitados;
- Melhor adaptação do sistema de operações à procura (pull system): o tempo de reação a uma variação da procura é muito menor, porque apenas produz o necessário para satisfazer a procura;
- Diminuição dos prazos de entrega. As entregas são mais frequentes e em quantidades menores, e os materiais para a produção estão sempre disponíveis, na quantidade solicitada (puxada), pelo cliente;
- Descentralização do controlo de operações que se efetua diretamente na área fabril, levando a uma maior simplificação e, ao mesmo tempo, a uma diminuição das necessidades de ordens de fabrico;
- Redução da existência de produtos finais em stock, (outra vantagem da produção puxada), que se reflete numa maior facilidade de contabilização do inventário, em mais espaço físico disponível entre postos de trabalho, numa maior facilidade de gestão dos stocks e numa reação mais rápida a alterações;
- Melhoria da qualidade e redução de custos, visto que, as empresas não necessitam de grandes quantidades de capital imobilizado com grandes stocks.

Nem todos os materiais podem ser usados com Kanbans. Alguns possuem valor agregado muito elevado e requerem um tratamento especial. Outros materiais são frágeis demais e requerem um cuidado especial com o seu manuseamento.

O sistema Kanban quando aplicado em linhas, ou sequências, muito extensas tende a contradizer o princípio JIT, ao aumentar os stocks nas fases iniciais dos processos, ou linhas. Ele não foi desenvolvido para grandes produções. Este problema pode ser explicado, por exemplo se pensarmos num semáforo, onde os automóveis só são autorizados a avançar quando a luz verde acende, mas tal não é suficiente porque os automóveis atrás do primeiro só podem avançar quando o que está imediatamente à

frente lhes cede espaço. Este é um exemplo típico do sistema Kanban em que cada automóvel (estação) só avança (produz) quando o que está a sua frente autoriza. Acontece que, quando a fila é muito extensa, os automóveis mais atrás, mesmo sabendo que a luz verde está acesa, são forçados a acelerar muito mais e vêm a distância entre si e o próximo aumentar mais do que os automóveis próximos do semáforo. Num sistema Kanban, acontece exactamente o mesmo com as estações iniciais (isto é, próximas da matéria prima ou dos fornecedores externos), onde estas têm de manter maiores volumes de stocks para responder aos pedidos das estações a jusante.

Para estas situações, a alternativa é o sistema ConWIP (Pinto, 2006). Este modelo limita o número de peças ou materiais no sistema. Sempre que o cliente final consome um determinado produto acabado, é enviado um sinal para a primeira máquina do sistema para que comece a produzir as componentes para esse produto final. Deste modo, conseguem reduzir-se stocks em todos os pontos do processo e, em algumas situações, anular os stocks nas fases intermédias.

3.8.5. Diferentes formas de Kanban

Como um sistema visual, os sinais podem variar: desde a sua forma mais clássica, que é um cartão até a sua forma mais abstrata como o Kanban electrónico (e-Kanban). O fundamental é que o Kanban transmita a informação de uma forma simples e visual, e que as suas regras sejam sempre respeitadas.

A finalidade do Kanban é a transmissão da informação de forma simples e visual para manter em funcionamento um sistema de produção puxado. A partir daí, um sistema Kanban pode adquirir várias formas diferentes, que vão depender das características das operações do local onde será implementado.

O Kanban pode-se apresentar de várias formas:

- **Cartão** – É o modelo mais usado. Divide-se em dois tipos: de produção e de transporte;
- **Marcas pintadas no chão** – Neste tipo, existem espaços reservados à armazenagem do produto logo na saída da estação de trabalho. Quando o produto é retirado, o operador tem permissão para produzir. Assim que todos os espaços forem preenchidos, deve-se parar a produção;
- **Sistema de duas caixas** – Também conhecido como sistema de Kanbans fixos. Neste modelo são colocados pelo menos dois contentores para cada material necessário no bordo de linha (área circundante aos postos ou áreas de trabalho), tendo fixado, em cada um deles, um Kanban do tipo cartão. O contentor é recolhido quando fica vazio e devolvido ao bordo de linha preenchido com o mesmo material, na quantidade indicada na etiqueta;
- **Indicação luminosa** – O operador aciona um comando luminoso no seu posto de trabalho cada vez que consome o produto. O sinal é transmitido até à célula/estação de produção daquele artigo, onde será acesa uma luz para cada

unidade a ser produzida. O operador da estação fornecedora, por sua vez, acciona um botão para cada unidade que produz, fazendo com que as luzes se vão apagando;

- **Kanban electrónico (e-Kanban)** – O sinal é transmitido através do sistema de informação da empresa. Ideal para transmissão entre fábricas.
- **Modelo gravitacional** – Com este modelo, sempre que o stock de um artigo utilizado na submontagem chega ao fim, o operador coloca uma bola colorida numa calha, a qual rola por gravidade até à central de reabastecimento. De acordo com a cor da bola e com a calha usada, o operador do armazém sabe qual o material que deve ser entregue num determinado posto de trabalho. Segundo Gross e Mcinnis (2003), existem actualmente muitas variações deste modelo.

3.9. Heijunka

3.9.1. O Nivelamento da produção (Heijunka)

Heijunka é um vocábulo de origem japonesa que significa tornar suave ou estável, ou seja, nivelar. Por norma, refere-se ao conceito de “nivelamento da produção”, e converte a instabilidade da procura dos clientes, num processo nivelado de manufatura. Normalmente, é combinado, com outras técnicas Lean da produção, para estabilizar o fluxo de valor, como o Kanban ou Kaizen. É o principal conceito que ajuda a trazer estabilidade para o processo de manufatura. O nivelamento consegue-se através da programação de operações e do sequenciamento de pedidos, num padrão repetitivo de curta duração, mas que, está relacionado com a procura a médio/longo prazo.

Para Thomaz (2015), o objectivo é eliminar “gargalos” (ver figura 3.13) que, frequentemente, ocorrem em qualquer fluxo de produção. O que se deve fazer é, intercalar encomendas em vez de produzir todo o material para uma só encomenda, e assim conseguir satisfazer a procura.

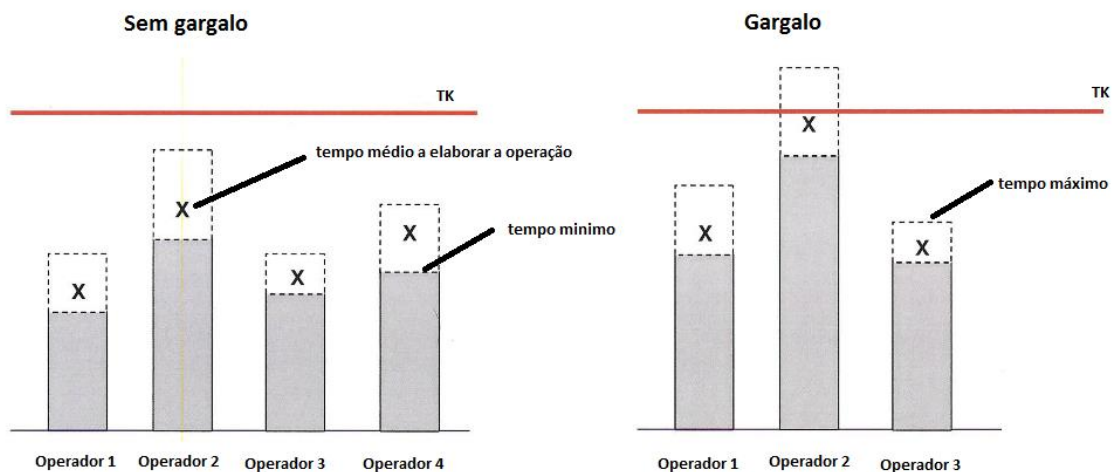


Figura 3.13 - Demonstração do Nivelamento da produção (com gargalo e sem gargalo)

Na figura 3.13, podemos verificar um documento de nivelamento da produção. Neste, podemos verificar que, se algum dos postos de trabalho ultrapassar o TK (capítulo 3.7), estamos perante um gargalo, que deve rapidamente ser corrigido, para evitar que o tempo de elaboração de uma peça, ultrapasse o TK. No caso do tempo de ciclo ser muito inferior ao Takt Time, estamos perante desperdícios de sobreprodução no processo (como por exemplo operadores a mais). Olhando para o documento sem gargalo, este pode ser melhorado, uma vez que o operador 2, gasta (tempo mínimo, médio e máximo) mais tempo do que os restantes a elaborar as suas tarefas, logo, os operadores 1 e 3, vão ter de esperar se desempenharem as suas funções ao seu ritmo normal. Isto quer dizer que, o estado ideal, era que todos os operadores dispendessem do mesmo tempo para desempenhar as suas tarefas o que na prática é quase impossível, e por isso, neste caso a solução ideal talvez fosse retirar alguma tarefa que o operador 2 tem de elaborar, e essa mesma tarefa, passar a ser desempenhada pelo operador 1 ou 3.

O nivelamento da produção é o principal conceito, que ajuda a trazer estabilidade para a produção, pois, adequa o ritmo desta à instabilidade do mercado, melhora a qualidade do produto final, produz pequenos lotes e minimiza os inventários (desperdício).

Para Pinto (2014), o nivelamento Heijunka é, um modo simples de armazenamento (buffering) nas áreas de trabalho. Este armazenamento é feito recorrendo a tempo ou a stocks. Se a procura aumentar temporariamente, as encomendas serão entregues depois do prazo (ou então terá de se recorrer aos stocks anteriormente armazenados para absorver esses picos da procura). Do mesmo modo, se as encomendas forem para entregar mais tarde, aumenta-se o stock de produto acabado. Este stock funciona como um pulmão de ar para absorver as flutuações da procura, enquanto o sistema de operações mantém o seu ritmo estável (ritmo este que é definido de acordo com a procura e com o TK, como vimos no subcapítulo 3.7).

A programação nivelada permite também o fabrico constante de itens diferentes, de forma a garantir um fluxo contínuo, nivelando também a procura dos recursos de produção.

Considere-se o como outro exemplo: o fabrico de 240 peças para carros num turno de oito horas. Destas, 120 são do tipo A, 60 são do tipo B e as restantes 60 são do tipo C. O TK foi calculado e é exactamente dois minutos.

Sabendo que cada letra corresponde a 10 peças a ordem de produção seria:

Programa Tradicional:

AAAAAAAAAAABBBBBBCCCCC

Programa nivelado (Heijunka):

AABCAABCAABCAABCAABCAABC

Ou seja de acordo com o processo tradicional de programação, a sequência de fabrico seria produzir todas as unidades do produto A, fazer um setup e fabricar todas as unidades de B, e por fim com mais um setup, fabricar todas as unidades de C. Desta forma, conseguiria, com apenas três mudanças de máquina ou três SMED's (como vimos no subcapítulo 3.6), satisfazer-se a procura, ao mesmo tempo que se otimizariam os recursos produtivos.

Acontece que, ao proceder desta forma, embora minimizando o impacto dos setups, a empresa estará a acumular elevadas quantidades de stocks de diferentes produtos, e se pelo meio do turno houver necessidade de ajustes, tal não será possível dada a inflexibilidade do processo produtivo. Longos setups sugerem aumentos dos lotes de fabrico. Mas, não é por aumentar o lote que se resolve o problema dos setups; eles lá permanecem embora “escondidos” atrás de enormes quantidades de WIP.

A solução estaria na redução dos tempos de mudança de máquina e, deste modo, poder reduzir o tamanho dos lotes, permitindo ao sistema de produção, produzir um mix de produtos sem penalização no seu desempenho.

Para Pinto (2014) a abordagem tradicional origina problemas, como:

- Os clientes normalmente não compram artigos com previsão constante, e se há alguma certeza, ela diz que as previsões estão sempre erradas;
- O risco de ter produtos por vender que têm de ser guardados em stock;
- Os defeitos/falhas de qualidade tendem a propagar-se pelos lotes e quanto maiores forem, maior será a “contaminação”. Com um fluxo contínuo ou unitário de peças, ao primeiro defeito/falha o sistema de produção pára e não são fabricadas mais peças até que primeiro se identifiquem as causas dos problemas.

Sem fazer o nivelamento da produção, garantido que a qualquer momento o sistema possa fornecer qualquer um dos tipos de peças, a probabilidade de entregar a peça C fora do prazo definido pelo cliente é muito maior (dado ser o último tipo de peça a ser fabricado). Se isso acontecer, todas as encomendas que contêm o tipo de peça C também são entregues fora do prazo. O sistema perde ainda a sua flexibilidade se tiver de responder a pedidos não programados ou se tiver de atender a alterações imprevistas (como cancelamentos, mudanças de prazo e de quantidades).

Recorrendo ao Heijunka, garantindo que o mix de produtos é entregue regularmente, o sistema de fabrico ganha em flexibilidade, qualidade e desempenho operacional. Neste caso é possível entregar duas unidades de A, uma de B e uma de C repetindo a sequência seis vezes numa linha de produção flexível, sem que seja necessária uma paragem demorada para realizar algum ajuste no equipamento. Outra vantagem associada é que os operadores também beneficiam, ao fazer atividades menos repetitivas ao longo do turno.

No caso de haver alguma alteração numa das peças, a mesma poderá ser incorporada na programação sem que isso cause grandes flutuações na oferta. Na presença de algum

imprevisto e a produção atrasar, apenas algumas entregas são feitas fora do prazo já que todos os produtos são simultaneamente fabricados.

Ou seja o Heijunka:

- Nivelam a carga de trabalho;
- Fornece um sistema visual que permite verificar se a produção está em sintonia com a procura;
- Reduz os tempos de espera em fila;
- Facilita o fluxo contínuo da produção;
- Fornece um sistema de ritmo sofisticado para sincronizar o sistema de fabrico com o mercado.

Para que o Heijunka possa ser implementado na fábrica (genba), a mesma tem de estar estável e os processos de trabalho padronizados (ou seja, os dois primeiros S dos 5S têm de estar em ação). Do mesmo modo, é necessário fazer do takt time o tempo de referência para todas as estações e células de trabalho.

Segundo Pinto (2014) uma demonstração do princípio Heijunka é dado por duas fações em confronto num campo de batalha. De um lado, um exército a cavalo e com lanças e, do outro, um exército a pé e com armas de fogo, com carregamento unitário. O general do exército a pé, embora com muito menos homens, consegue vencer a batalha porque dividiu o seu exército em três batalhões (enquanto um carregava as armas, outro apontava e o terceiro disparava), de tal forma que manteve constante a sua capacidade de fogo, não dando alternativa ao general oponente, que tinha planeado um rápido ataque no momento em que o outro exército se prepararia para carregar armas.

3.9.2. A caixa Heijunka (Heijunka Box)

Também conhecida como quadro de nivelamento, a caixa Heijunka é uma ferramenta de gestão visual, que serve para fazer o nivelamento do tipo e da quantidade de produção durante um período fixo de tempo, e, é onde se colocam os Kanbans de transporte. Tem uma forma semelhante a uma tabela. As linhas, representam os tipos de produto e as colunas, o tempo. No entanto, é possível encontrar a caixa Heijunka desenhada noutra disposição. O uso desta caixa, permite, o aumento da eficiência, redução de desperdícios e custos. Esta caixa não será utilizada no caso de estudo, uma vez que quem a utiliza na empresa em causa, é a logística.

A caixa Heijunka, demonstrativa na figura 3.14, é um sistema visual que disciplina o trabalho dos operários que abastecem as áreas de fabrico e, como consequência, coordena o fluxo de trabalho das mesmas.

A emissão de ordens de trabalho ou dos Kanbans (bem como outra documentação e instruções de trabalho) pode ser comunicada à estação pacemaker através da aplicação da caixa Heijunka.

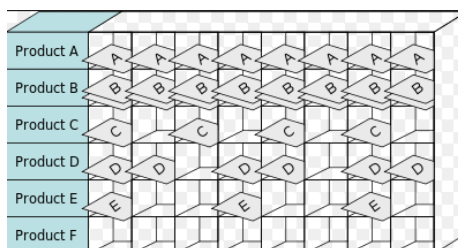


Figura 3.14 - Heijunka box

(fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/Heijunka_box)

3.9.3. N° de estações, n° de operadores a utilizar e eficiência

Muitas vezes, para se elaborar o nivelamento da produção é necessário começar por saber o número de estações a utilizar. Para isso, primeiro é necessário saber quantas/quais as operações necessárias para fabricar uma peça e seguidamente obter o tempo necessário para executar cada operação.

Sabendo o somatório desses tempos necessários para realizar cada operação e o TK (como foi abordado no capítulo 3.7), podemos calcular o n° de estações:

$$N^{\circ} \text{ de estações} = \frac{\sum \text{Tempo}}{TK} \text{ [Equação 3.4]}$$

Quando, por exemplo, no gráfico de nivelamento da produção (ver figura 3.13), verificarmos o tempo de um posto muito abaixo do TK (desperdício de sobreprodução e desperdício de espera), pode-se calcular o número de operadores que leva a linha, para confirmar, se o trabalho pode ser feito com menos um operador.

O número de operadores pode ser calculado de seguinte modo:

$$N^{\circ} \text{ Operadores} = \frac{\text{conteúdo do trabalho (seg)}}{\text{Tempo de trabalho por dia (seg)}} \text{ [Equação 3.5]}$$

Em que o conteúdo de trabalho pode ser dado por:

$$\text{conteúdo do trabalho (seg)} = \text{Peças fabricadas por dia} \times TK \text{ [Equação 3.6]}$$

O tempo de trabalho, será o tempo total que se trabalha por dia, sendo este tempo já utilizado no cálculo do TK (capítulo 3.7).

Depois de conhecido o tempo total do processo, o TK e o n° de estações a utilizar, podemos saber a eficiência da linha de produção:

$$E = \frac{\sum \text{Tempo}}{N^{\circ} \text{ de estações} \times TK} \text{ [Equação 3.7]}$$

Sabendo a eficiência, o autor classifica a eficiência como:

Tabela 5 - Classificação da eficiência

Eficiência	Classificação
< 0,2	Muito baixo
0,2 e 0,5	Baixo
0,5 e 0,75	Razoável
0,75 e 0,9	Bom
>0,9	Excelente

3.10. Gestão Visual

Gestão visual, também referida como controlo visual, é um processo para apoiar o aumento da eficiência e eficácia das operações, tornando as coisas visíveis, lógicas e intuitivas. A gestão visual tem o objectivo de, tornar o posto de trabalho mais simples e intuitivo, menos dependente de sistemas informáticos e procedimentos formais, evitando eventuais desperdícios. Assim, toda a organização pode tomar conhecimento do desenrolar dos trabalhos sem necessitar de questionar algum operador em específico (Pinto, 2014).

Para Thomaz (2015), a gestão visual pretende auxiliar a gestão dos processos, podendo ser visual e auxiliado pelo controlo sonoro. Este autor refere também que esta ferramenta pretende dar indicações das atividades em curso, indicações de segurança ou de qualidade, o que facilita a prevenção e identificação de anomalias.

Fujimoto (1999) refere que outra característica deste sistema é que dá informação acerca dos procedimentos de trabalho para a realização de tarefas, desde a ordem sequencial das tarefas até ao tipo de ferramentas utilizadas.

Este sistema permite identificar mais rapidamente os desperdícios visto que é feita uma observação contínua e mais próxima dos processos.

Uma das características que nos define como espécie é que, acima de tudo, a interpretação que fazemos do mundo é visual. É através da visão que recebemos a maior quantidade de informação (>75%). Está provado que quando as coisas estão visíveis elas mantêm-se na nossa mente. Deste modo, promover a gestão visual é facilitar a comunicação e a informação necessárias aos processos de tomada de decisão.

Ao nível do gembu (isto é, no local onde se trabalha – esta definição aplica-se a todos os locais, não apenas à fábrica como também aos escritórios, refeitórios e armazéns, como podemos ver no anexo D), os sinais visuais podem aparecer em diferentes formas, como cartões Kanban, caixa Heijunka, sobras das ferramentas num quadro, marcas pintadas no chão ou paredes, semáforos ou LED, roupa/farda de diferentes cores, ou quadro andon apresentado na figura 3.15. A prática dos 5s são um enorme contributo para a implementação do controlo visual.



Figura 3.15 - Exemplo dum quadro Andon numa linha de montagem

(Fonte: <http://www.citisystems.com.br/andon-sistema-sinalizacao-visual>)

A informação visual deve ser o mais simples possível para que, num relance, o operador receba a informação necessária, sem dúvidas nem hesitações.

3.11. VSM (Value Stream Mapping)

3.11.1. Mapeamento da cadeia de valor

O Mapeamento da cadeia de valor é uma ferramenta apresentada por Rother, et al., (1999) que permite visualizar o percurso de um produto ou serviço ao longo de toda a cadeia de valor. A cadeia de valor é o conjunto de todas as atividades que ocorrem desde a obtenção do pedido até à entrega ao cliente final do produto ou serviço. Trabalhar a partir desta perspetiva da cadeia de valor garante ao gestor ter uma visão global dos processos, não se concentrando apenas em processos individuais ou na otimização das partes.

O Value Stream Mapping (VSM) é, então, uma das ferramentas Lean, e tem como função ajudar a distinguir as atividades que acrescentam valor no sistema de produção. É a representação de toda a cadeia de valor da organização, desde a entrada de matérias-primas até à entrega do produto ao cliente. É, sobretudo, uma ferramenta de planeamento, pois serve para identificar desperdícios e conceber soluções para os eliminar.

O VSM pode representar dois tipos de fluxos da unidade produtiva, o fluxo de material, e o fluxo de informação. Representa ainda, a linha de tempo que permite observar os tempos de espera e transporte entre operações, e também dados sobre o número de operários, tempos de setup, e WIP. Estes dados são denominados dados quantitativos.

O VSM é uma ferramenta útil para a identificação de desperdícios, no entanto apresenta algumas limitações, tais como a dificuldade em representar vários produtos de fluxos diferentes, não possui indicadores financeiros, como por exemplo, o custo de operação, despesas com stock, entre outros, não faz a apresentação do layout, não demonstra problema de transporte e filas de espera.

O mapeamento leva em consideração tanto o fluxo de materiais como o fluxo de informações, e ainda bastante no processo de visualização da situação atual e na

construção da situação futura. Por outro lado, esta é uma ferramenta que se concentra nas questões relativa à redução dos tempos (lead time) dos processos. Em algumas aplicações do VSM, o lead time poderá ser o único aspeto considerado neste tipo de ferramenta, dada a necessidade na sua redução. Além dos aspetos associados ao tempo, o VSM procura também chamar a atenção para o custo dos processos, considerando-os nos processos de análise e de tomada de decisão (Pinto, 2014).

Através do VSM é possível congregiar várias pessoas de diferentes departamentos, levando-as a discutir os processos, os fluxos e a caracterizar as atividades realizadas na cadeia de valor. Na figura 3.16 podemos ver um exemplo de um VSM simplificado.

3.11.2. O procedimento VSM

Elaborar um VSM é algo que não se consegue em pouco tempo. É necessário um grande conhecimento do processo, a juntar a uma grande quantidade de dados que são necessários e que muitas pessoas estejam envolvidas para se obter o resultado final.

O primeiro passo é pegar num rolo de papel cenário, esticá-lo e colá-lo numa parede e com marcadores de cor e alguns blocos de post.it de várias cores (cada cor pode ser usada para um fim específico, como por exemplo azul para fluxo de materiais, vermelho para fluxo de informação, etc etc, e os post-it para aotar ideias, sugestões ou áreas a intervir de imediato). De seguida, começar a desenhar o estado atual, recorrendo à simbologia VSM, onde, para se desenhar o estado atual, será necessário obter informação dos processos (fotos, registos, tempos, conhecer as fases e os intervenientes, etc).

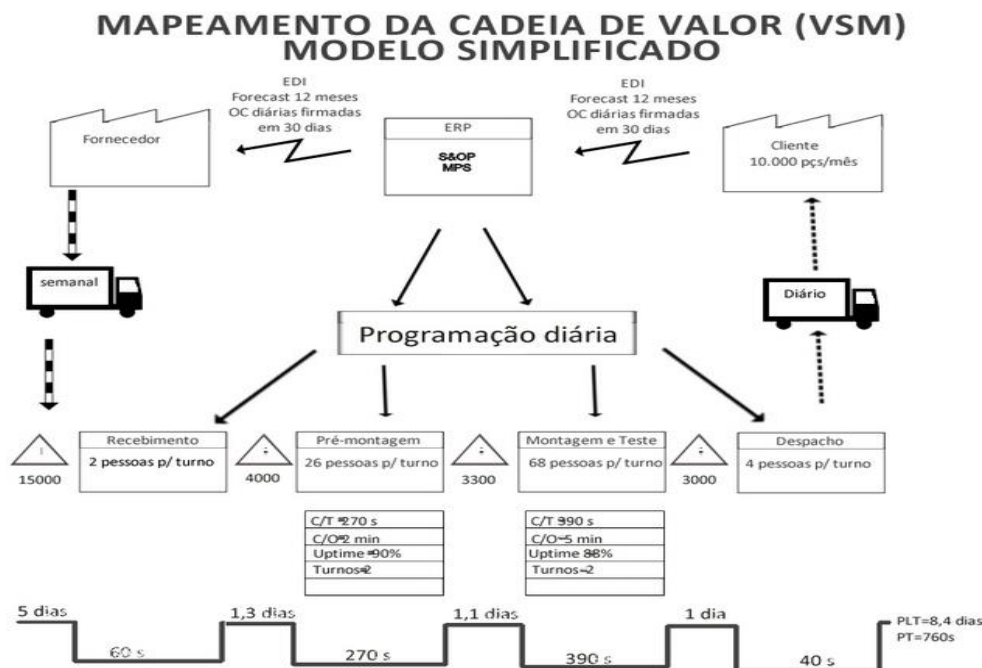


Figura 3.16 – Exemplo de um VSM simplificado

(Fonte: <http://www.gestaoindustrial.com/index.php/industrial/manufatura/lean-manufacturing>)

Os símbolos VSM (ver figura 3.17) fornecem uma linguagem comum, simples e intuitiva que facilita a compreensão do estado atual ou o planejamento das etapas para alcançar o estado futuro.

O desenho do VSM atual começa com a identificação do cliente e segue todo o procedimento até ao fornecedor. Depois, segue-se o mapear das operações de fabrico do produto identificado envolvendo todas as pessoas chave de cada uma das etapas do fabrico. No decorrer do desenho do mapa e operações, são registados os tempos de valor acrescentado e os tempos de não valor acrescentado numa linha temporal. A determinação dos tempos é feita de acordo com as operações em cada fase e o takt time do processo.

Após concluído o desenho do estado atual, a empresa está em condições de quantificar tempos e atividades que acrescentam ou não acrescentam valor. É a partir do mapa atual e após traçados os objetivos de melhoria que se inicia o desenho do estado futuro (to be). O plano de ações que levarão ao estado “to be” deve ser traçado tendo por base os objetivos, o tempo e os recursos disponíveis.

3.11.3. Preparar o estado futuro até chegar ao estado ideal

O estado ideal é caracterizado pela ausência total de desperdícios na cadeia. Para se alcançar tal estado serão necessárias várias etapas, isto é, vários to be intermedios, que gradualmente permitem atingir o estado ideal.


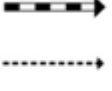
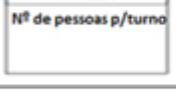
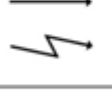






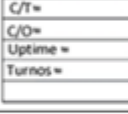





Simbologia VSM			
Simbolo	Significado	Simbolo	Significado
	Fornecedor / Cliente		Fluxo de produção empurrada (Push System) Fluxo de produção puxada (Pull System)
	Etapa do processo/Controlo da produção		Fluxo de informação manual Fluxo de informação eletrónica
	Transporte ferroviário (com frequência)		Stock
	Transporte aéreo (com frequência)		Stock de Segurança
	Transporte marítimo (com frequência)		Kanban de produção
	Tempo de ciclo Tempo de troca /Set up (SMED) Tempo rodando Nº de Turnos Outras informações		Kanban de transporte
	Quantidade de Inventário		Sinal de Kanban
	Atividade Kaizen		Painel de Kanban

Figura 3.17 - Símbolos principais do VSM

A primeira fase, para conceber um VSM futuro passa pela consciencialização do que são desperdícios e de que formam estes afetam de uma forma negativa o desempenho da cadeia de valor. Para a correta elaboração de cada estado to be intermédio é necessário saber:

- Takt Time – O tempo determinado pelo pedido do cliente, refletindo o ritmo imposto ao fluxo de trabalho por esse pedido, cuja formula para o calcular já foi referida no subcapítulo 3.7;
- O Pitch – Utilizado quando não é prático, para algumas atividades de fluxo, mover uma unidade de trabalho de acordo com o takt time, sendo assim usado para determinar a quantidade de trabalho ideal ou lote, para se movimentar. O pitch é um múltiplo do takt time, que possibilita a criação e sustentação de um fluxo de trabalho consistente e prático, permitindo à unidade de trabalho mover-se do início ao fim do processo através do fluxo de valor, mantendo um ritmo contínuo e suave. A ocorrência de algum problema é rapidamente identificada, pois o pitch permite que a produção seja acompanhada em pequenos intervalos de tempo, evitando a aglomeração de problemas e erros;
- Produzir por encomenda ou para um supermercado – O objectivo da empresa deve ser trabalhar por encomenda, estabelecendo assim um fluxo contínuo com o cliente e os seus fornecedores. Para tal acontecer, deve-se evitar stocks, devido a inúmeros fatores de risco. Contudo, é difícil trabalhar diretamente para expedição, porque existem várias condicionantes relativas à capacidade produtiva e à flexibilidade do sistema de operações. Quando o prazo para a realização de um determinado produto, por parte do processo precedente, é menor do que o nosso tempo de fabrico, então necessitamos de um stock, normalmente mantido num supermercado para absorver essa variabilidade. Um outro fator, é que os pedidos do cliente não são estáveis e por isso ser também necessário um supermercado do produto acabado;
- Fluxo contínuo – Utilizado quando o processo é definido e tem a capacidade de trabalhar num fluxo de peça a peça, isto é, o tempo de setup é muito baixo, normalmente menor do que o tempo de ciclo de fabrico de uma peça. Além disso é ainda exigido que o abastecimento às áreas de trabalho seja uniformizado e bastante flexível, respondendo a qualquer tipo de solicitação;
- Aplicação do pull system com supermercado – Este sistema é normalmente utilizado quando existem equipamentos com mudança de produto que criam variação na linha de produção. Desta forma, torna-se necessário implementar um supermercado para absorver estas oscilações. Embora o fluxo não seja contínuo, não é impossível controlá-lo em fluxo puxado;
- Bottleneck do processo – CT ou o equipamento onde é necessário controlar e nivelar os pedidos do cliente. É neste ponto do fluxo do processo que a logística faz o seu controlo da produção. Isto implica que todos os processos antecedentes sejam controlados em pull system e que se proceda a uma revisão dos lotes de fabrico, sempre que se verificar uma variação dos pedidos do CT ou equipamento na ordem dos 30%. Esta revisão deve ser realizada semanalmente.

A transição do estado atual para o estado to be deve acontecer no seguimento de uma reunião, envolvendo todas as pessoas-chave na cadeia de valor. As ações necessárias para alcançar o estado to be devem ser calendarizadas e colocadas unto ao VSM atual. Esta calendarização deverá definir as ações, os responsáveis, os tempos e os resultados a alcançar.

O trabalho em equipa, a liderança, o suporte por parte da gestão e a comunicação são fundamentais na realização dos estados intermédios. É necessário manter uma visão a longo prazo (não se muda em dias/semanas), evitando que as soluções de curto prazo e de rápido retorno se tornem a norma, escondendo o verdadeiro potencial do VSM.

3.12. Manutenção Produtiva Total (TPM)

3.12.1. A “ferramenta” TPM

Anteriormente foi abordada a filosofia TPM, mas alguns autores abordam o TPM como uma ferramenta. Inicialmente esta ferramenta era usada no departamento de produção, mas é também aplicável no administrativo. Para se introduzir o conceito pode iniciar-se pela definição do mesmo e identificação dos seus principais objetivos.

TPM é a Manutenção Produtiva Total e consiste num sistema de gestão que pretende a eliminação de todas as perdas ou desperdícios tanto nos sectores produtivo como administrativo da organização.

Os objetivos do TPM são:

- Competição Global ao nível de: custos, qualidade e serviço;
- Minimizar o tempo de entrega de novos produtos;
- Diversificação dos produtos;
- Encomendas de pequena dimensão;
- Formação das pessoas;
- Zero acidentes e poluição;

Quais são os cinco princípios do TPM?

1. Maximizar a eficácia global do equipamento;
2. Estabelecer um sistema de manutenção preventiva dos equipamentos;
3. Implementar o TPM envolvendo todos os principais departamentos: Direcção, Produção, Manutenção e Engenharia;
4. Para se conseguir a implementação do TPM é necessário o envolvimento de todos;
5. A implementação inicia-se com a actividade de pequenos grupos.
6. Para auxiliar estas atividades a prática dos 5S é bastante comum para o bom desempenho de implementação e manutenção do TPM.

3.12.2. As vantagens da utilização do TPM

Assim como todas as ferramentas e metodologias também o TPM apresenta benefícios e são os seguintes:

- Aumenta a produtividade;
- Melhora a qualidade dos produtos;
- Reduz custos;
- Disponibiliza produtos minimizando stocks;
- Reduz acidentes e riscos no trabalho;
- Aumenta a duração dos equipamentos;
- Permite o retorno mais rápido do investimento.

3.12.3. Actualidade do TPM

Gestão total do processo é uma abordagem de gestão abrangente, que procura a eliminação constante de todas as formas de desperdício existentes nas áreas produtivas e administrativas da empresa (Pinto, 2014).

Na atualidade, o TPM assenta em cinco pilares que devem ser progressivamente colocados em prática nas organizações:

1. Eliminar desperdícios (como paragens dos processos).
2. Instalar a manutenção planeada, isto é, aquela que é realizada pelos técnicos de manutenção.
3. Instalar a manutenção autónoma, isto é, aquela que é realizada pelos operadores.
4. Formar e treinar todas as pessoas.
5. Design TPM – repercutir sobre a conceção das máquinas as melhorias realizadas nas instalações existentes.

Estes cinco pilares não correspondem a etapas sequenciais. Trata-se de temas a desenvolver em simultâneo, de forma a promover a “navegação” permanente entre pilares.

O TPM converte os modelos tradicionais de gestão e procura a eliminação contínua dos desperdícios, obtendo assim a evolução permanente da estrutura empresarial, pelo constante aperfeiçoamento dos processos, dos meios de produção e da qualidade dos produtos e serviços. Presentemente, o TPM é igualmente conhecido pelo princípio dos cinco zeros (ou símbolos de excelência):

1. Zero stocks – Procurar reduzi-los através da redução de tempos (processamento, transporte e setup), sincronizar processos, melhorar conhecimentos, eliminar as fontes de variação nos processos. A redução de todos os desperdícios levará à eliminação gradual dos stocks em excesso.
2. Zero defeitos – Desenvolver os processos de fabrico para prevenir a ocorrência de defeitos e, ao mesmo tempo, eliminar a necessidade de inspeção. Em cada fase do processo, não aceitar defeitos nem produzir defeitos. Procurar desenvolver processos à prova de erro (fail-safe ou error proofing) para que isto seja possível.
3. Zero avarias – Envolver e responsabilizar todos os colaboradores nas atividades de manutenção do equipamento e sistemas, promovendo ações em grupo, como a limpeza e a inspeção.

4. Zero papéis – Eliminar os processos burocráticos, rever fluxos de informação e sempre que possível tirar partido das novas tecnologias e dos sistemas de informação.
5. Zero tempo – Eliminar através da sincronização do fluxo de trabalho, procurar o balanceamento de cargas e a utilização de pessoas e equipamentos flexíveis. Rever as questões associadas aos layouts e localizações, de forma a eliminar, sempre que possível, transportes. Procurar a racionalização de transportes e movimentação de materiais.

A estes cinco zeros é ainda comum acrescentarem-se os objetivos de “lote unitário” (que sustenta a lógica do fluxo contínuo) e o tempo de resposta ao cliente (lead time) a tender para zero.

3.13. Voz do Cliente (VOC)

Antigamente o que importava era a opinião da hierarquia de topo da empresa, actualmente essa visão está a ser substituída pela opinião do cliente. Escutar a Voz do Cliente é a primeira etapa do projecto no terreno. Trata-se de validar os pressupostos tomados aquando da elaboração da “contract sheet” indo verificar qual o estado do processo e quais os requisitos dos clientes.

Para Thomaz (2015) a capacidade de criar relações fortes com os clientes torna possível a antecipação de alguns problemas e a recolha de feedback de quem utiliza o serviço, fatores essenciais para a melhoria contínua da qualidade do serviço prestado.

Neste ponto é de especial relevância entender quem são os clientes. Cliente é a pessoa ou organização que usa ou usufrui do produto ou serviço (output) resultante de um certo conjunto de atividades (processo). Pode ser um cliente interno como a área seguinte de um processo ou cliente externo que, em última análise, é que decide se despende ou não de dinheiro nos produtos ou serviços da organização. Não importa apenas dar voz ao cliente final, mas também ao cliente interno e saber o que espera receber do seu fornecedor de modo a otimizar o seu desempenho e a garantir a qualidade do produto.

Nos dias de hoje, apercebemo-nos através dos media, das enormes mudanças que estão a acontecer ao nível internacional. À nossa volta, vemos aumentar a concorrência, estimulando a introdução de novos produtos e serviços a um ritmo que nos parece cada vez mais acelerado. Se pensarmos nisto com atenção, estas tendências têm algo em comum. A base do poder está a tornar-se cada vez mais descentralizada e a informação está a ser partilhada com maior liberdade. Como existe mais informação disponível e as pessoas adquirem mais conhecimento, aumenta o número de participantes em várias novas ações (Suzaki, 2013).

O processo de mudança também tem algo em comum com estas tendências. A atribuição de mais responsabilidades aos colaboradores origina uma série de mudanças. Também no mundo empresarial estão a acontecer mudanças enormes. Não só as empresas emergentes, como também as empresas com longas tradições, estão a procurar

novas formas de corresponder as necessidades dos clientes melhor do que os seus concorrentes.

Quase nenhuma mudança ocorre sem dificuldade, uma vez que mudar requer energia. Podemos perguntar porque precisamos de mudar. E, um ponto de vista possível é que a mudança está a acontecer porque estamos a ouvir cada vez mais, os nossos colaboradores, os nossos clientes, e a tentar responder mais as suas necessidades (Suzaki, 2013).

Entre as várias técnicas que podem ser utilizadas para recolha da VOC é comum a consulta de clientes por via telefónica ou através de inquéritos, análise das reclamações recebidas, visita e reuniões com clientes. O objectivo é escutar o cliente e focar nas suas necessidades. O que não as satisfaz, deve ser visto como defeito. Por exemplo, se é estabelecido um prazo de entrega de 4 dias, uma entrega em 4,5 dias deve ser vista como defeito. Mas também, uma entrega em 3 dias, se não acordada com cliente, é considerada um defeito. O cliente, se não estiver à espera de uma entrega mais cedo do que o previsto, pode não ter capacidade ou condições de a rececionar. Nesta situação outro dos possíveis defeitos seria aquele que é mais natural, ou seja, uma entrega atempada mas de mercadoria diferente daquela que o cliente está à espera.

3.14. Ferramentas da Qualidade

As ferramentas da qualidade devem ser destacadas também visto que a sua aplicação prática tem demonstrado ser altamente produtiva e eficaz. Estas ferramentas são muito simples e de fácil aplicação e fazem parte dos processos de melhoria contínua. As principais ferramentas da qualidade são:

Diagrama de Ishikawa - Esta é provavelmente a mais conhecida e uma das mais poderosas ferramentas de melhoria contínua. Trata-se de uma ferramenta de análise, que permite examinar as possíveis causas de um efeito.

Fluxograma – Uma forma gráfica de representar o fluxo (de pessoas, materiais, informação ou capital) de um processo. O facto de recorrer a uma simbologia uniformizada faz do fluxograma uma ferramenta de larga aplicação.

Diagrama de Processo - ferramenta no qual são listadas todas as fases de um processo de maneira simples e com um layout que transmite uma rápida visualização e entendimento através de símbolos universais.

Histograma – É um gráfico (de barras verticais) de análise de frequências. O histograma é a forma gráfica mais corrente de representar a distribuição de frequências de variáveis discretas e contínuas, podendo ser relativo às frequências absolutas ou às frequências relativas;

Folhas de Verificação – São folhas de registo de ocorrências que permitem analisar a ocorrência de eventos (como avarias ou reclamações);

Análise ABC – Também conhecida como regra 20/80 ou análise/princípio de Pareto. Este princípio diz-nos que, para muitos fenómenos, 80% das consequências advêm de 20% de causas. Partindo deste princípio, as organizações podem orientar os seus esforços para o que é realmente importante;

Gráfico de tendência – Permite visualizar os resultados de um processo e ajuda a identificar possíveis alterações ao longo do tempo.

Gráfico de dispersão – É utilizado para estudar a relação cuja medida é dada pelo coeficiente de correlação (r) existente entre duas ou mais variáveis de um processo.

Controlo estatístico do processo - fornece informações para um diagnóstico mais eficaz na prevenção e deteção de defeitos nos processos avaliados e, conseqüentemente, auxilia no aumento da produtividade, evitando desperdícios.

3.15. Layout

Layout é um vocábulo de origem anglo saxónica, que significa ocupação do espaço. Um layout é a distribuição dos recursos pelo espaço disponível.

As decisões associadas aos layouts são críticas às empresas porque:

- Requerem investimentos substanciais de dinheiro, esforço e tempo;
- Envolvem compromissos a longo prazo, o que torna os erros difíceis de serem ultrapassados;
- Têm pouco impacto significativo no desempenho do sistema (em custo, tempo, segurança e impactos financeiros);

As decisões associadas ao layout têm grande importância para as empresas porque erros cometidos na fase inicial de design e implementação do layout repercutem-se ao longo do tempo de vida das organizações.

As causas comuns de erros nessas fases são:

- Layout mal planeado;
- Falta de envolvimento das pessoas e da gestão de topo;
- Desconhecimento ou ignorância de quem concebe o layout;
- Limitações financeiras que nem sempre podem servir de desculpa;
- Ênfase no retorno do investimento e no futuro do negócio;
- Visão a curto prazo, ignorando aspetos como a evolução dos processos, introdução de novas tecnologias e cumprimento de requisitos legislativos.

As razões mais frequentes para rever um layout são as seguintes:

- Adequação a novas funções;
- Operações ineficientes;
- Falta de condições de segurança ou existência de acidentes de trabalho;
- Necessidade de dar cumprimento a exigências legais;
- Alteração no volume de fabrico ou alteração no fluxo de clientes.

Na tabela 6, são apresentadas as vantagens e desvantagens de um bom layout.

Tabela 6 - Consequências positivas e negativas dos layouts no desempenho das organizações (Pinto, 2010)

Benefícios de um bom Layout	Desvantagens de um mau Layout
Minimiza custos de transporte e movimentação de materiais; Correcta utilização de espaços; Utilização dos recursos humanos de forma eficiente; Elimina estrangulamentos (ou bottlenecks); Melhora a comunicação; Reduz tempos de processo e de serviço; Elimina movimentos desnecessários; Facilita a movimentação de recursos e cargas; Incorpora medidas de segurança; Promove a qualidade de produtos e serviços; Facilita o controlo visual de operações; Facilita operações de manutenção; Garante flexibilidade do sistema de produção.	Elevados custos de posse e de movimentação; Maiores tempos de ciclo e maiores lead times; Elevados stocks intermédios; Pior qualidade; Danos nos artigos e nos produtos; Problemas de segurança e na moral dos colaboradores; Baixa utilização de espaços e equipamentos; Zonas congestionadas e outras não.

Para Pinto (2010), existem quatro tipos de Layout:

- Layout por produto ou layout em linha – os equipamentos e processos são dispostos de acordo com a sequência de fabrico dos produtos ou serviços, com o objetivo de maximizar a utilização de recursos no seu fabrico (por exemplo uma linha de montagem);
- Layout por processo ou Layout Funcional – Este é o tipo de layout mais frequente nas empresas que é muito flexível e de difícil gestão, em que os equipamentos e processos são organizados em seções homogéneas (locais partilhados por equipamenos ou pessoas que desempenham funções semelhantes);
- Layout celular – organizado por células (seções autonomas) dedicadas ao fabrico de um produto ou família de produtos. Uma célula é um grupo de processos concebido para produzir uma família de produtos de uma forma flexível. O movimento de materiais segue a lógica de uma peça atrás da outra, e pequenos lotes são transferidos entre células. Os colaboradores nas células dominam múltiplos conhecimentos e podem transitar entre células de acordo com as necessidades. No caso de produtos complexos, múltiplas células podem ser interligadas por exemplo, entre Kanbans;
- Layout de posição fixa – Está associado a projetos (por exemplo construção de um edifício ou ponte), em que os recursos deslocam-se em torno do produto, mantendo-se este estacionário (este tipo de layout não é importante abordar visto que no processo produtivo mais propriamente no setor automóvel não é utilizado)

Na tabela 7 podem ser verificados os tipos de layout abordados, suas características, vantagens e desvantagens. De notar que o Layout de posição fixa não constará na tabela pelas razões já referidas.

Tabela 7 - Tipos de Layouts, características e vantagens/desvantagens (Adaptado de Pinto, 2010)

	Layout por produto	Layout por processo	Layout por celular
Características	Equipamento específico interligado por sistemas de transporte ou tapetes rolantes; Apropriado para o fabrico de produtos em grandes quantidades	Os materiais e produtos viajam de seção em seção até estarem concluídos; Apropriado para processos que sigam a estratégia de fabrico por encomenda; Facilidade no design e na implementação do layout.	Unidades autónomas de trabalho; Atribuição de ordens ou encomendas é feita por célula; Facilidade na gestão e coordenação das células.
Vantagens	Simplicidade na Gestão de processos; Baixos custos unitários; Reduzidos tempos não-produtivos (transportes).	Flexibilidade; Possibilidade de ajuste a vários volumes de fabrico.	Flexibilidade; Possibilidade de ajuste a vários volumes de fabrico; Simplicidade na gestão; Redução de espaço comparado com o layout funcional; Redução de tempos não produtivos Menores erros de qualidade; Menores quantidades de stock; Autonomia; Os operadores preferem aos dois tipos anteriores.
Desvantagens	Reduzida flexibilidade; Elevado custo inicial; Elevados custos de operação e manutenção.	Complexidade na gestão e coordenação dos meios; Predominância de tempos não-produtivos; Maiores custos unitários;	Dificuldade na formação de famílias e na criação das respetivas células; Investimentos associados à duplicação de equipamentos e outros meios para apetrechar as células; Dificuldade em acomodar novos produtos que não se encaixem em nenhuma das atuais células.

Capítulo 4 – Caso de estudo

Neste capítulo pretende-se elaborar um estudo sobre as ferramentas Lean abordadas no capítulo anterior. O estudo será aplicado numa empresa fabricante de peças de automóveis.

4.1. Apresentação da Empresa

Ao longo dos anos, a produção industrial tornou-se cada vez mais competitiva a nível internacional, principalmente a produção no setor automóvel.

A Faurecia é um grupo francês, que produz componentes para o setor automóvel, que está presente em todo o mundo, como podemos verificar na figura 4.1. No total, são 238 fábricas em 31 países.

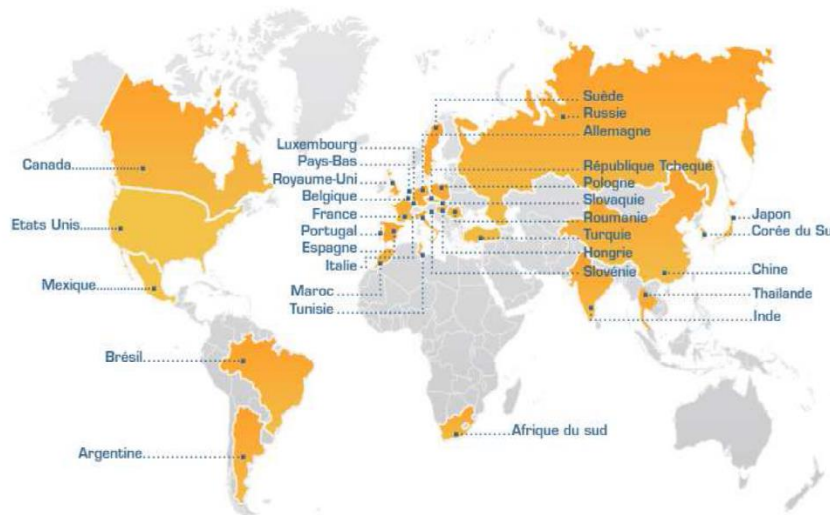


Figura 4.1 - Países onde se situam as Fábricas da Faurecia

Neste setor, o trabalho internacional torna-se quase obrigatório. Por vezes, um carro é pensado num país, moldes e peças fabricadas noutra e a montagem num terceiro país.

Em Portugal, existem quatro fábricas, a Faurecia Sistemas de Interior, SA (Palmela), a Faurecia Sistemas de Escape Portugal, Lda (Bragança), e a Faurecia Assentos de Automóvel, Lda que tem duas fábricas na região de Aveiro (S. João da Madeira e Nelas).

A fábrica de Palmela possui 2 Unidades Autonomas de Produção. A UAP 1 é constituída pela Slush, IP e Espumagem, Portas Sharan, Injeção, EOS e T5 e a UAP 2 que é a JLR (Jaguar Land Rover), como é possível verificar na figura 4.2. Neste caso, e devido a cada UAP ter o seu responsável de UAP, apenas foi autorizada a elaboração dos procedimentos, necessários a esta tese na UAP 1, ficando os procedimentos relativamente a UAP 2 ao cuidado do Responsável dessa UAP.

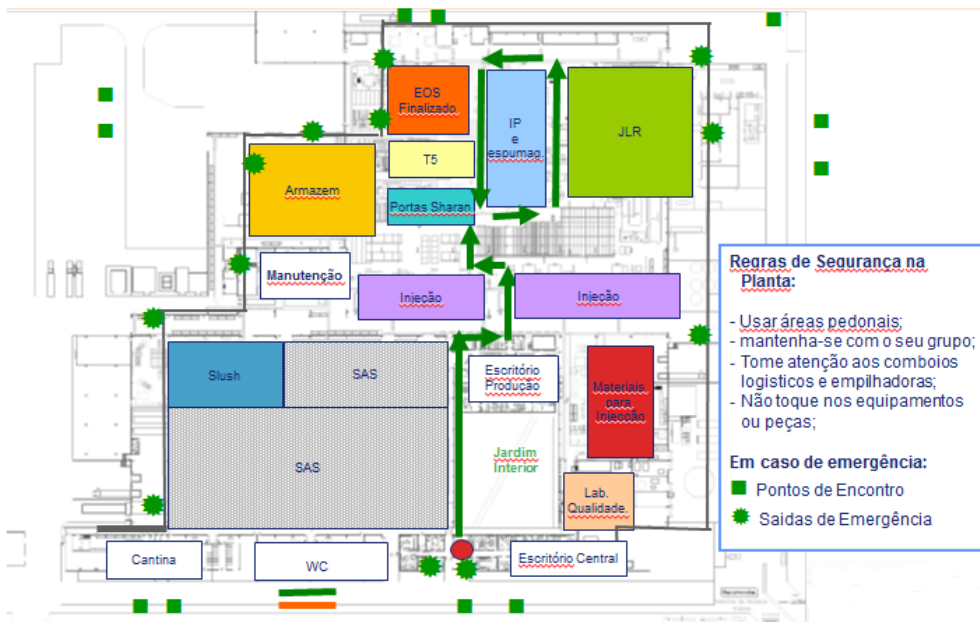


Figura 4.2 - Planta da Faurecia Interior Systems, SA

Os principais clientes externos da Faurecia Sistemas de Interior, Lda - Palmela, são o grande grupo automóvel alemão Volkswagen (Autoeuropa - Palmela) e a Jaguar/Land Rover (Faurecia Fradley - Inglaterra).

Relativamente ao grupo Volkswagen, a Faurecia Interior Systems, SA (Palmela) fabrica portas e tabliers para os modelos Sharan, e Sirocco, como podemos verificar nas figuras 4.3 e 4.4. Esta empresa até há bem pouco tempo trabalhava com o modelo Eos, tendo finalizado a produção do mesmo em Junho 2015.



Figura 4.3 - Tabliers VW Sharan (à esquerda) e VW Scirocco (à direita)



Figura 4.4 - - Painel Frontal (à esquerda) e Traseiro (à direita) - VW Sharan

partes da porta (armrests, ashtray, fix applique e deployable pocket) do novo Range Rover e a tampa T5 (situada no interior do carro entre o condutor e o passageiro) do Land Rover Discovery (ver figuras 4.5, 4.6 e 4.7).



Figura 4.5 – Ashray (à esquerda) e Armrest (à direita) – Range Rover



Figura 4.6- Fix Applique (à esquerda) e Deployable Pocket (à direita) – Range Rover



Figura 4.7 - Tampa T5 (Land Rover Discovery)

Esta última peça foi a utilizada no caso de estudo. O projeto da Tampa T5 iniciou-se em Maio de 2014 e o estudo foi finalizado em início de Junho de 2015.

4.2. Descrição do objeto de estudo

Como já foi referido, a peça estudada foi a tampa T5. Esta peça existe em duas cores diferentes: Almond – Pele Cor de Amendoa e Ebony – Pele Preta como podemos verificar na figura 4.8.

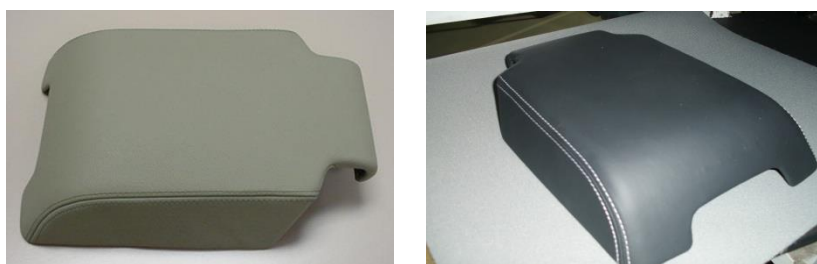


Figura 4.8 - T5 Pele Almond (à esquerda) e T5 em Pele Ebony (à direita)

A peça possui uma zona superficial (figura 4.9) e uma zona interior (Figura 4.10):

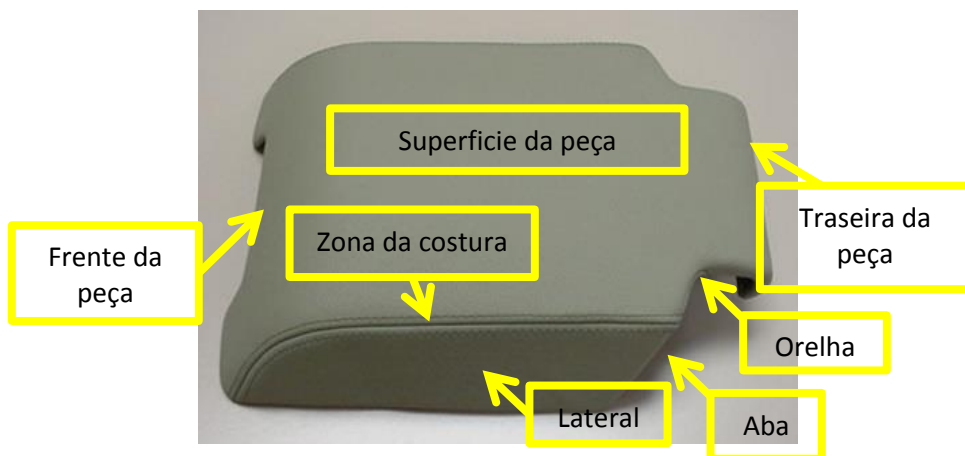


Figura 4.9 - Identificação de zonas na superfície da peça

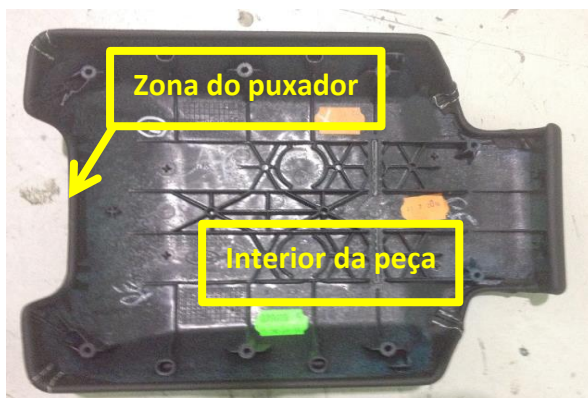


Figura 4.10 - Identificação de zonas no interior da peça

Esta é uma peça que, apesar de já ser fabricada há uns anos em Espanha (Valência), teve de ser transferida para Portugal em Junho de 2014, devido à falta de condições nessa fábrica.

Os objetivos que o cliente final pretende, em média de peças por dia, de Almond e ebony podem ser verificados na tabela 8:

Tabela 8 - Nº de peças de Almond e Ebony, diárias, que a empresa precisa de produzir em média.

	Almond	Ebony
Peças T5	23	67

Inicialmente foram a Valência alguns colaboradores e viram como a peça se elaborava e quais eram os metodos lá (foram elaborados alguns vídeos durante o processo de fabrico da peça). E, depois das máquinas chegarem a Portugal, foi dado formação aos demais operadores das linhas abrangentes e iniciou-se a produção da peça. Inicialmente não se aplicavam muitas ferramentas Lean, o que tornava os Stocks altos e a produção era desnivelada. Os requisitos do cliente apesar de serem cumpridos, havia muitas

reclamações, a nível de qualidade. A tabela 9 demonstra as dificuldades que a fábrica em Espanha tinha, para cumprir com os requisitos do cliente, onde podemos verificar que todos os meses os operadores tinham de ir trabalhar ao Sábado para cumprir com a produção traduzindo isso numa grande despesa para a empresa.

Tabela 9 - Tabela demonstrativa das dificuldades que a Fábrica de Valencia tinha para conseguir cumprir com os requisitos quantitativos do cliente

Mês-Ano	Peças pedidas pelo Cliente	Peças recebidas pelo Cliente	Sábados trabalhados
Nov-14	1953	1953	4
Dez-14	1395	1395	2
Jan-15	1860	1860	3
Fev-14	1860	1860	4
Mar-14	1953	1953	5
Abr-14	2046	2046	4
Mai-14	2046	2046	5

Vindo a peça para Portugal as informações que se tinha, e que a Fábrica de Valência ofereceu, foi o procedimento normal para fabricar a peça, em fluxo contínuo (visto este trazer grandes vantagens quando comparado com o fluxo intermitente como foi demonstrado no capítulo 3.2.2). Foi necessário começar a treinar logo os operadores visto que a produção (com vista a esta transferência da peça de Espanha para Portugal) tinha sido aumentada nos primeiros meses do ano em Espanha, mas o objetivo de Palmela era logo em Junho enviar algumas peças para o cliente.

Só que os primeiros resultados não eram muito satisfatórios. Os primeiros problemas detetados foram:

- Tempo para elaboração de uma peça – Este tempo era muito alto ultrapassando muitas vezes os dez minutos (possível excesso de procedimentos - desperdício);
- Qualidade – Muitas peças devolvidas e reclamações por parte do cliente;
- Excessos de stock – Talvez devido à utilização de um sistema Push em detrimento de um sistema Pull.

Decidiu-se, então, tomar algumas medidas como a formação dos operadores e adoção de algumas ferramentas Lean para rapidamente melhorar o processo. Foi também necessário, a seguir ao posto da linha que era o controlo final, adicionar uma inspeção adicional (que começou em Julho) através de uma empresa externa, para que as peças não chegassem ao cliente em grande quantidade com defeitos de qualidade. Sendo assim, o objetivo desta 2ª inspeção é receber as peças já prontas a serem enviadas para o cliente, e não “deixar passar” as que têm defeitos de qualidade. O trabalho da 2ª inspeção apenas pode ser finalizado quando essa inspeção atingir um valor abaixo dos 6% de peças com defeitos (valor definido pelo responsável de qualidade da empresa).

4.3. Objetivos, Metodologia e Ferramentas aplicáveis ao Caso de Estudo

Será avaliada a situação atual, quais as alterações necessárias a implementar, as ferramentas Lean a aplicar e, no final o objetivos são:

1. Implementar medidas que permitam assegurar o cumprimento dos prazos de entrega e da qualidade dos produtos produzidos – Melhorar: desperdício de movimentos, excesso de procedimentos;
2. Procurar reduzir o número de inspeções efectuadas – Melhorar: desperdício de defeitos.
3. Reduzir o nº de peças em stock – Melhorar: desperdício de sobreprodução e espera;

Na tabela 10 podemos verificar a metodologia e ferramentas para o cumprimento destes objetivos:

Tabela 10 - Tabela demonstrativa do processo e ferramentas aplicadas para cumprir os objetivos propostos no caso de estudo

Objetivo	Processo/metodologia	Ferramentas aplicadas
Implementar medidas que permitam assegurar o cumprimento de entrega dos prazos	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Representar gráficamente o fluxo do processo 2 - Definir o tempo de fabricação de cada peça para o cliente 3 - Definir o forma de elaboração da peça 4 - Calcular o número de operadores e elaborar o balanceamento de linhas 	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Diagrama de Processo 2 - Takt Time 3 - Standard Work 4 - Heijunka
Procurar reduzir o número de inspeções efetuadas	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Identificar o número de peças defeituosas. 2 - Verificar tipologia de defeitos existentes. 3 - Reduzir erros de processo 4 - Melhorar deteção de defeitos 	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Registo de dados 2 - Análise de Pareto 3 - Registo de dados/SW 4 - Registo de dados/SW
Reduzir o número de peças em stock	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Definir estratégia a utilizar (Push ou Pull?) 2 - Definir tamanho do lote 3 - Calcular o nº de Kanbans para cada referência 	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Definido da gestão de topo da empresa 2 - Definido pela gestão de topo da empresa 3 - Kanban

Como consequências, temos a redução de vários tipos de desperdícios (como sobreprodução, espera, excesso de procedimentos, movimentos e defeitos), redução de custos para a empresa, e a melhoria contínua a ser aplicada para satisfação dos clientes.

4.4. Etapas do processo de fabrico

Sendo assim, o primeiro passo, foi perceber todas as etapas do processo de fabrico. Para isso, o diagrama de processo pode ser a solução ideal uma vez que representa de uma forma gráfica o fluxo de um processo.

Foi, então, elaborado um diagrama de processo (que pode ser visto no anexo II) para se perceber que passos eram necessários para sair uma peça acabada (de notar que esta é uma das ferramentas da qualidade conforme já descrito no capítulo 3.14). Podemos

verificar que para a fabricação desta peça são necessárias 4 linhas de montagem, onde o trabalho elaborado para este trabalho, foi desenvolvido na linha 4:

Linha 1 – Injeção da peça plástica - O molde é colocado na máquina KM 800 que vai injetar a peça. Neste caso o operador só vai receber a peça injetada, fazer inspeção, e colocar o datador e colocá-la na caixa.

Linha 2 - Espumagem da peça e lixagem – a Peça vai a uma máquina onde é colocada espuma para ficar com um material que é uma mistura de Isocianato e Polyol para aumentar o grau de conforto quando essa peça é colocada no carro. O objetivo é a pele ser colocada por cima dessa espuma. Como a máquina produz espuma em excesso, é necessário seguidamente se proceder à lixagem para retirar esse excesso de espuma.

Linha 3 – Esta linha faz parte da UAP 2 e é uma linha que elabora toda a costura da pele, que depois irá ser colada à peça na linha 4.

Linha 4 – Junção da peça já espumada e lixada, com a pele já com a costura e dobragem de cantos. Esta foi a linha utilizada para se cumprir com os objetivos do caso de estudo desta tese.

De notar que o diagrama de processo representado no anexo II é a versão 3, visto que à medida que o projeto foi evoluindo foram feitas algumas alterações (ver tabela 11):

Tabela 11 - Índice de versões do diagrama de processo da peça T5

Versão	Data	Descrição
1	02-Jun-14	Revisão geral e adaptação à linha verificada na fábrica de Palmela
2	14-Out-14	Revisão do diagrama de processo - Colocação da Peça Injetada
3	09-Dez-14	Colocação do controlo final após lixagem

4.5. Tempo máximo para elaborar uma peça

Sabendo que foi utilizada a linha 4 como objetivo de melhoria, de seguida foi necessário saber quanto tempo os operadores têm para fabricar cada peça, nesta linha. Neste caso podemos utilizar uma ferramenta, Takt Time (apresentada no capítulo 3.7) é o tempo que se dá ao cliente e que representa, em unidade de tempo, o número de peças que o cliente espera que a empresa forneça, ou seja, o tempo máximo que o operador tem para fazer cada peça, para ao fim do dia, ter o número de peças, que o cliente pediu, prontas.

Na fábrica, esta linha trabalha a dois turnos:

- Turno 1 – das 7h às 15:30h
- Turno 2 – das 15:30h às 00h

O Takt Time (como já foi visto anteriormente) pode ser calculado por:

$$Tk = \frac{\text{Tempo de trabalho por dia}}{\text{Nº de Peças por dia}} \quad [\text{Equação 4.1}]$$

Nesta linha, um operador encontra-se na fábrica 8:30h mas:

- 30 minutos são de almoço;
- 5 minutos para o Top 5 (reunião sobre a produção no início de cada turno);
- 20 minutos de pausas (uma de manhã e uma a tarde);
- 10 minutos para manutenção preventiva (TPM abordada no capítulo 3.12);
- 10 minutos para 5s (ferramenta abordada no capítulo 3.5);

Ou seja, retirando este tempo, o tempo real de um dia de produção são 7:15h:

$$7:15h = 435 \text{ min} = 26100 \text{ segundos}$$

E, o objetivo diário das 90 peças, (tendo em conta que os dois tipos – almond e ebony – são feitos exatamente da mesma maneira apenas alterando o tipo de pele que se coloca na peça), repartido pelos dois turnos, dá 45 peças a cada turno:

$$Tk = \frac{26100}{90} = 580 \text{ segundos}$$

Ou seja, para serem cumpridos os objetivos quantitativos do cliente, tem de sair uma peça desta linha, a cada 580 segundos (aproximadamente 10 minutos).

4.6. Metodo de elaboração da peça na linha 4

Para se criar um método de elaboração da peça, foi necessário mais uma vez recorrer a uma das ferramentas Lean apresentadas anteriormente. Neste caso, foi aplicado um SW a este projeto, uma vez que das ferramentas apresentadas é a que consiste num modelo igual para todos os sistemas que utilizam as mesmas tarefas. Todos devem executar as tarefas da mesma maneira, seguindo a mesma sequência, os mesmos procedimentos, as mesmas operações e as mesmas ferramentas, mediante um manual respectivo. Esta ferramenta permite que, todas as tarefas demorem o mesmo tempo a serem executadas, qualquer que seja o operador que as efetue. No manual de execução de tarefas devem constar rigorosamente todos os passos a seguir para que os trabalhadores saibam dar conta de todas as situações, quando confrontados até com casos mais complicados e de difícil resolução.

Para se construir um SW, o maior desafio é garantir que a maneira adotada é a melhor e a que permite elaborar o trabalho em menos tempo. A melhor maneira de construir um SW é a comparação entre turnos que inicialmente elaboravam o procedimento de diferente modo.

Construir um SW é um processo que nunca tem fim, ou seja, um processo que tem de estar em constante desenvolvimento (Kaizen – melhoria contínua e ciclo PDCA – ver capítulo 3.1). Começa por ser construído, depois dá-se a etapa de treino, seguindo o SW construído, depois auditado e por fim, depois das auditorias normalmente há sempre aspetos em que é possível melhorar (ver figura 4.11).

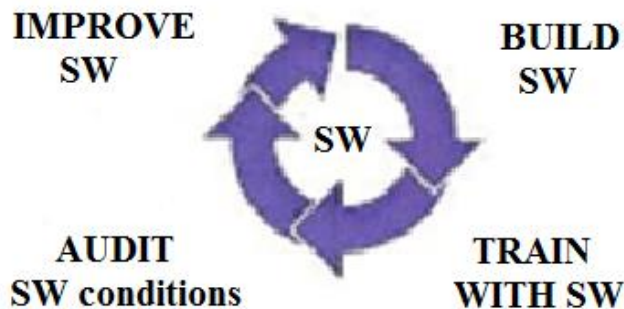


Figura 4.11 - Passos do SW (adaptado do manual de melhoria contínua da Faurecia)

O Standard Work na Faurecia Interior Systems, SA possui os seguintes documentos:

- ❖ Esquema de tarefas elementares (S.W.C. – Standard Work Chart);
- ❖ Tabela de combinação de tarefas (W.C.T. – Work Combination Table);
- ❖ Instrução de trabalho (W.I. – Work Instruction);

Sendo assim, para se elaborar os documentos apresentados acima, elaborou-se:

- Observação de operadores dos 3 turnos no mesmo posto de trabalho (segundo fábrica em Espanha);
- Observou-se a sequência do trabalho;
- Comparação dos diferentes modos de fazer o mesmo trabalho (operadores começaram a fazer de maneiras diferentes por “acharem” que era mais rápido de determinada maneira);
- Foram testadas todas as sequências e medidos os tempos de 20 ciclos;
- Conseguiu-se um acordo dos procedimentos, com base nos tempos obtidos, para se fazer o SW;
- Foi identificado o mínimo repetitivo;
- Elaboração do S.W.C., W.C.T, W.I.

4.6.1. Gráfico do Standard Work (S.W.C)

Este documento deve ser o 1º a ser elaborado começando por elaborar o layout (layout esse, que nesta linha não foi necessário modificar, uma vez que os postos encontram-se todos “lado a lado” e, até à data, não se comprovou uma maneira mais eficiente de fazer a peça). De seguida, foi necessário verificar as movimentações todas dos operadores dos dois turnos, para verificar se os procedimentos que os operadores elaboram, são os mais corretos, a nível de distâncias e de procedimentos. Este documento descreve, então, a

sequência de trabalho das tarefas elementares, a posição e para onde o operador se move (com e sem peças). O stock do trabalho standard em processo (Standard W.I.P) é a quantidade de peças permitida entre processos (calculado mais a frente na aplicação da ferramenta Kanban).

No caso duma linha de fluxo contínuo, os pontos de começo e de fim são visíveis do S.W.C. Na figura 4.12 apresenta-se então o exemplo do S.W.C:

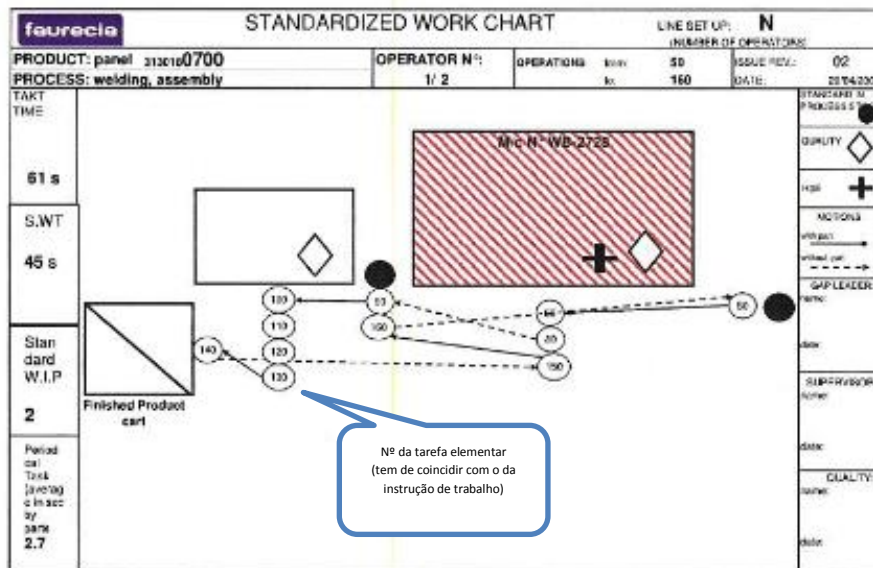


Figura 4.12 - Exemplo de um S.W.C. da Faurecia

4.6.2. Tabela de Combinação de Tarefas (W.C.T.)

Este documento descreve a sequência de trabalho com uma tabela de tempo combinando o trabalho manual, os deslocamentos do operador e quando relevante o tempo da máquina.

A W.C.T. reúne todas as tarefas elementares necessárias para produzir uma peça nas melhores condições e nela, pode ser comparado o tempo gasto pelo operador (TC), com o ritmo de produção necessário para atender à procura do cliente (TK).

As tarefas periódicas são sistematicamente identificadas (calculadas como uma média por peça em segundos), como podemos ver no W.C.T. da figura 4.13.

4.6.3. Instruções de trabalho (WI)

Por fim, foi elaborada a instrução de trabalho da linha 4. Esta contém todos os procedimentos detalhados, da forma mais eficiente, que os operadores têm de cumprir e segundo a qual todos têm de trabalhar.

Para a elaboração destas instruções de trabalho foi inicialmente considerado:

- Procedimento elaborado na antiga fábrica, em Espanha;
- Sugestões dos operadores;

Data de aplicação -> Data em que foi aplicada a versão que estamos a ver do documento.

Sempre que é lançada uma nova versão de um determinado documento, é necessário passar a versão antiga para obsoleto. Por isso, existe também na pasta “INS” uma pasta a dizer “Obsoletos” onde dentro dessa pagina podemos verificar uma pasta com todas as áreas e como tal, verificar as versões antigas de todos os documentos.

The image shows a screenshot of a work instruction document for 'faurecia'. The document is titled 'INSTRUÇÕES DE TRABALHO' and includes a header with 'faurecia', 'Palmeira', and 'Furar em Pele de Tempo TS'. The main content is a table with three rows of operations (50, 70, 80) and their corresponding photographs. Callouts provide additional information:

- Número do documento:** Points to the document number in the header.
- Existe um plano de controlo na qualidade que faz referência a este documento. Colocar neste tópico a referência do plano de controlo:** Points to a quality control plan reference field.
- Data de emissão:** Points to the date of issue field.
- Data de aplicação:** Points to the date of application field.
- Nº da Pagina:** Points to the page number field.
- Nº do procedimento (normalmente colocase de 10 em 10 números para precaver se algum dia for colocado uma tarefa extra não ser necessária grandes mudanças na WI):** Points to the operation number (50).
- Esta linha possui a simbologia a utilizar na coluna à direita do Nº do procedimento:** Points to a symbol in the operation description.
- Simbologia a utilizar neste procedimento (neste caso é o laborado de forma manual e é um ponto chave):** Points to a manual labor symbol.
- Descrição do procedimento resumidamente:** Points to the operation description.
- Descrição detalhada de como é laborado corretamente o procedimento:** Points to a detailed description of the operation.
- Zoom dos dedos e com setas a referir direção do movimento:** Points to arrows in the photographs indicating movement direction.

Figura 4.14 - Exemplo de uma página com o procedimento de uma W.I. da Faurecia

4.7. Nº de operadores e Nivelamento da produção

Depois do cálculo do tempo necessário para elaborar uma peça (capítulo 4.6) e de elaborado o procedimento, foi necessário saber em quantos postos de trabalho/estações se iria dividir a linha. Para isso começou por se retirar os tempos necessários para executar cada operação, representados na tabela 12.

E através do somatório dos tempos e do TK, podemos calcular o número de estações, onde:

$$N^{\circ} \text{ estações}_{inicial} = \frac{\sum \text{Tempo}}{TK} = \frac{1628}{580} \approx 2,8 = 3 \text{ estações [Equação 4.1]}$$

Tabela 12 - Tempo necessário para executar cada operação da linha

Operação N°	Tempo (segundos)
1	129
2	183
3	149
4	120
5	25
6	36
7	38
8	26
9	21
10	33
11	20
12	30
13	20
14	28
15	23
16	136
17	21
18	5
19	6
20	23
21	36
22	8
23	31
24	186
25	36
26	41
27	12
28	18
29	33
30	9
31	64
32	52
33	25
34	5

Logo, como podemos verificar, o número mínimo de estações a ser utilizado será 3 estações ou postos de trabalho. Sendo assim, podemos na tabela 13, verificar a divisão das operações por 3 estações e o tempo total dispendido em cada estação.

Tabela 13 - Divisão das operações pelos postos de trabalho e tempo total gasto em cada estação

Operação N°	Estação	Tempo (s)	Tempo total
1	1	129	
2	1	183	
3	1	149	
4	1	120	581
5	2	25	
6	2	36	
7	2	38	
8	2	26	
9	2	21	
10	2	33	
11	2	20	
12	2	30	
13	2	20	
14	2	28	
15	2	23	
16	2	136	
17	2	21	
18	2	5	462
19	3	6	
20	3	23	
21	3	36	
22	3	8	
23	3	31	
24	3	186	
25	3	36	
26	3	41	
27	3	12	
28	3	18	
29	3	33	
30	3	9	
31	3	64	
32	3	52	
33	3	25	
34	3	5	585

Posto isto, o trabalho foi dividido em três estações ou postos de trabalho, sendo:

Estação 1 (Adesivagem) - Colocação de cola/adesivo na peça. Posto onde se encontra um operador que coloca a cola manualmente na peça. De notar que rapidamente se

percebeu que devido à incorreta colocação de cola na peça, que havia muitas peças com defeito (desperdício) e que se olharmos para o tempo de trabalho nesta estação e sendo este superior ao TK, vamos ter um “gargalo”. Logo esta é uma das estações que terá de ser nivelada;

Estação 2 (Pré-posicionamento) – Primeiro posicionamento da pele na peça, deixando os cantos (parte mais trabalhosa) por dobrar. Posto onde trabalha um operador;

Estação 3 (dobrar cantos) – Posto onde se completa o trabalho do posto anterior, dobrando os cantos e onde se dá o embalamento da peça e colocação da caixa na estante. De notar que este posto, e se olharmos para a tabela 12, também estamos perante um gargalo, e por isso neste posto o primeiro procedimento foi colocar-se 2 operadores visto que era o posto onde os operadores demoravam mais tempo a cumprir com as operações.

Ou seja, no total eram 4 operadores. Foi assim elaborado o documento de Nivelamento da produção (Heijunka), como já havia sido verificado no capítulo 3.9.1, documento esse que pode ser verificado na figura 4.15.

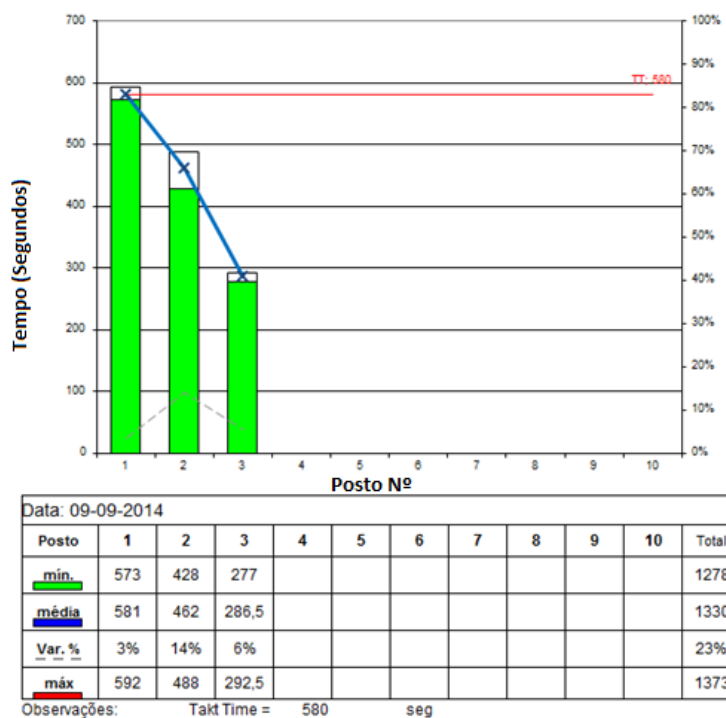


Figura 4.15 - Nivelamento da produção inicial

Verificando a figura 4.15, rapidamente deu para perceber que havia um “gargalo” no posto 1 e que se tinha de atuar rapidamente de forma que se diminuisse o tempo de execução de tarefas. E relativamente ao posto 3, foram obtidos estes resultados visto que eram dois operadores neste posto (sendo o tempo dividido por 2), dando rapidamente para perceber que se teria de atuar também sobre este posto uma vez que havia um grande desperdício (espera) uma vez que o tempo de execução de tarefas

ficava muito abaixo do TK. Talvez, neste caso, um operador fosse suficiente para desempenhar o trabalho.

4.7.1 Melhoria aplicável ao Posto 1

No posto 1, a colocação da cola/adesivo era manual, onde o operador com uma pistola de cola, colocava a cola por toda a peça. Este procedimento não só era bastante dispendioso, como também produzia muitos defeitos, como os grumos de cola que irão ser abordados no capítulo 4.8. Sendo assim, foi programado um robot (figura 4.17), que automaticamente coloca a cola na peça, passando o trabalho do operador a ser, apenas, colocar a peça e a pele na máquina (conforme figura 4.16), retirar a mesma e colocá-la num carro de transporte para o posto seguinte:

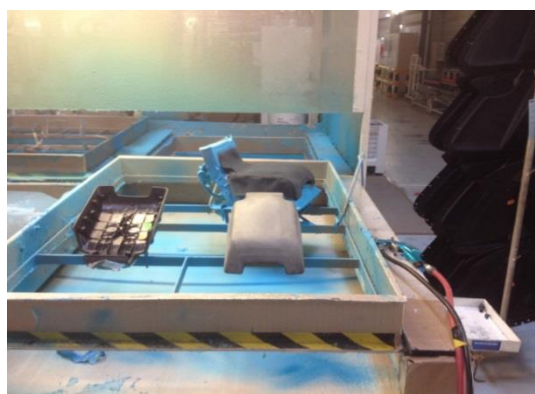


Figura 4.16- Peças colocadas na máquina e prontas a serem adesivadas



Figura 4.17- Robot a adesivas as peças

4.7.2 Melhoria aplicável ao Posto 3

Para melhorar os tempos do posto 3, é necessário reduzir o desperdício de espera, tentando aproximar o tempo da execução de tarefas do TK. Decidiu-se então calcular o número de operadores necessário nesta linha, para verificar se 2 trabalhadores neste posto de trabalho seriam mesmo necessários.

Para o cálculo do número de operadores, foi necessário recorrer à seguinte formula:

$$N^{\circ} \text{ Operadores} = \frac{\text{conteúdo do trabalho (seg)}}{\text{Tempo de trabalho (seg)}} \quad [\text{Equação 4.2}]$$

Em que o conteúdo de trabalho pode ser dado por:

$$\text{conteúdo do trabalho (seg)} = \text{Peças fabricadas por dia} \times TK \quad [\text{Equação 4.3}]$$

Relativamente à quantidade de peças fabricadas por dia, optou-se por utilizar 112 peças uma vez que estes cálculos já não são para o cliente, e tendo em conta que temos sempre de ter em conta que por vezes vêm peças com defeitos, não nos podemos limitar a fabricar 90 peças mas sim, as peças que os cartões Kanban sugerem (ver sub-capítulo 4.9.3), ou seja 112 peças diárias. Olhando para a tabela 14 podemos então verificar os resultados do cálculo do conteúdo de trabalho:

Tabela 14 - Resultados do cálculo do conteúdo de trabalho

Peça	Peças fabricadas por dia (unidade)	TK (seg)	conteúdo do trabalho (segundos)
T5	112	580	64960

Sabendo através do cálculo do TK que em cada dia se trabalha 26100 segundos temos:

$$N^{\circ} \text{ Operadores} = \frac{64960}{26100} \approx 2,5 = 3 \text{ operadores} \quad [\text{Equação 4.4}]$$

Podemos assim concluir que os 4 operadores seria um desperdício e decidiu-se assim retirar os 1 dos operadores do posto 3, ficando este posto apenas com 1 operador.

4.7.3 Análise de resultados

Foi assim elaborada uma nova medição dos tempos, tendo em conta as alterações nos postos 1 e 3 e foram obtidos os resultados verificados na tabela 15.

Tabela 15 - Divisão das operações pelos postos de trabalho e tempo total gasto em cada estação depois das melhorias aplicadas

Operação Nº	Estação	Tempo (s)	Tempo total
1	1	103	
2	1	121	
3	1	109	
4	1	120	453
5	2	25	
6	2	36	
7	2	38	
8	2	26	
9	2	21	
10	2	33	
11	2	20	
12	2	30	
13	2	20	
14	2	28	
15	2	23	
16	2	136	
17	2	21	
18	2	5	462
19	3	5	
20	3	18	
21	3	35	
22	3	7	
23	3	27	
24	3	185	
25	3	27	
26	3	33	
27	3	10	
28	3	13	
29	3	28	
30	3	7	
31	3	62	
32	3	51	
33	3	19	
34	3	5	532

Foi assim recalculado o número de estações:

$$N^{\circ} \text{ estações}_{final} = \frac{\sum \text{Tempo}}{TK} = \frac{1447}{580} \approx 2,5 = 3 \text{ estações [Equação 4.5]}$$

Sendo assim, foi possível elaborar o gráfico de nivelamento da produção apresentado na figura 4.18:

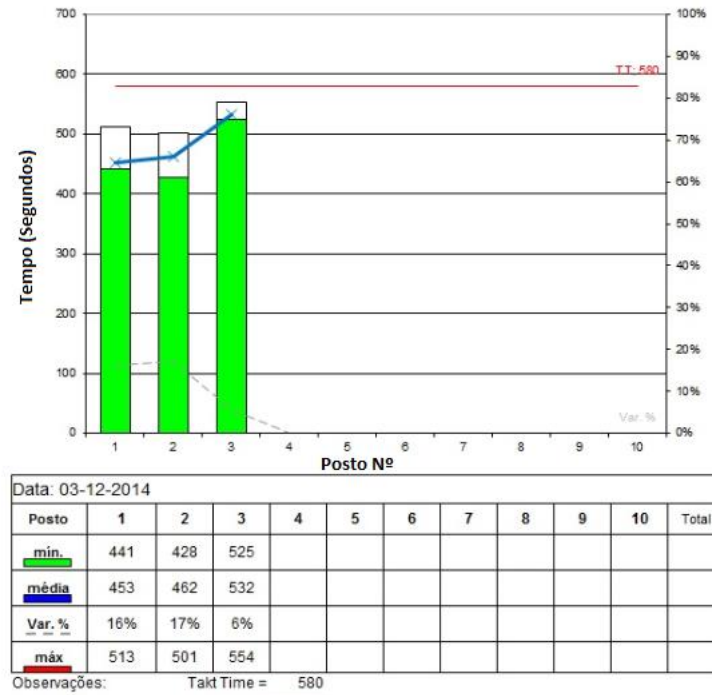


Figura 4.18 - Nivelamento da produção final

Olhando para a figura 4.18, podemos concluir que as melhorias a nível do Posto 1 foram muito satisfatórias, sendo visível a eliminação do gargalo, e no posto 3, um operador chega para desempenhar o trabalho, mas é necessário ter em atenção que a melhoria deste posto de trabalho seria impossível sem uma redução do tempo de trabalho inicial apresentado no nívelamento da produção inicial (figura 4.15), e sendo assim, os resultados obtidos devem-se também à experiência dos operadores que fizeram com que o tempo dispendido para executar as tarefas deste posto trabalho, reduzi-se. É necessário também referir que este posto de trabalho neste momento, é o posto que mais tempo dispende para a elaboração do trabalho proposto. Relativamente à linha, o tempo dispendido para a elaboração de uma peça não tem uma grande diferença para o TK, sendo isto um dado muito positivo, visto que, se a distância fosse muito grande (tal como acontecia no posto 3), estaríamos a incorrer num desperdício que talvez fosse a utilização de pessoas a mais nesse posto.

Sendo assim, é possível construir o gráfico de divisão de operações demonstrado na figura 4.19:

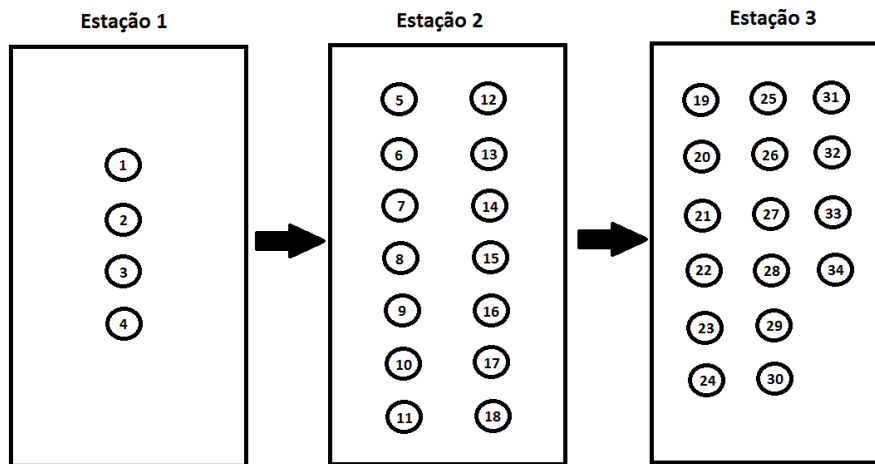


Figura 4.19 – Divisão de operações pelas estações

Para terminar será calculada a eficiência atingida:

$$E = \frac{\sum \text{Tempo}}{N^{\circ} \text{ estações}_{\text{final}} \times TK} = \frac{1447}{3 \times 580} = 0,83 = 83\% \quad [\text{Equação 4.6}]$$

O que nos permite concluir que, segundo a escala elaborada na tabela 5, no capítulo 3.9.3, temos um grau de eficiência de “Bom”.

4.8. Eliminação da 2ª inspeção e melhoria na qualidade de fabrico

4.8.1. Objetivos e procedimentos para eliminação da 2ª inspeção

Para melhorar a qualidade da peça (fator fundamental uma vez que em Espanha o grande obstáculo não era a dificuldade em produzir tal quantidade de peças, mas sim os desperdícios de defeitos que havia, e que faziam com que em muitos dias a produção não fosse cumprida), é necessário detetar a grande parte dos defeitos na 1ª inspeção final à peça e melhorar o processo de fabrico. Para isso, será necessária a utilização de várias variáveis. Neste ponto, pretende-se eliminar um tipo de desperdício (abordado na tabela 1) que é os defeitos, em que os erros que ocorrem durante o processo requerem repetição de trabalhos ou trabalho adicional.

Relativamente à quantidade de defeitos, esta pode ser verificada através do controlo estatístico no anexo IV, em que podemos retirar os resultados verificados na tabela 16.

Tabela 16 - Quantidade de defeitos no mês em que iniciou o estudo

Mês	Total de peças com defeito	Total de peças verificadas	% de peças com defeito
Julho	556	2038	27,3

Na tabela 17 são apresentados os defeitos que apareceram na 2ª inspeção, bem como a sua origem e o que causou esse defeito, durante a elaboração deste projeto (ver análise de pareto no anexo V).

Tabela 17 - Tipos de defeitos que aparecem na peça T5

Defeito	Origem	Causa
1 - Corte X-Ato	Procedimento do Operador	Corte mal elaborado
2 - Manipulação/Danos	Procedimento do Operador	Procedimento incorreto
3 - Defeito forrado	Procedimento do Operador	Procedimento incorreto
4 - Despegues (defeito da linha 2)	Defeito da linha 2	Espumagem
5 - Pele queimada	Procedimento do Operador	Excesso de calor
6 - Deformações (defeito da linha 2)	Defeito da linha 2	Espumagem
7 - Rugas	Procedimento do Operador	Excesso de calor
8 - Encaixe do incerto queimado	Procedimento do Operador	Excesso de calor
9 - Manchas de Adesivo/Cola	Procedimento do Operador	Cola mal colocada
10 - Sujidades	Procedimento do Operador	Procedimento incorreto
11 - Danos máquina Umbug	Máquina umbug	Problema na máquina
12 - Rugas na zona da Orelha	Procedimento do Operador	Excesso de calor
13 - Cantos Irregulares	Procedimento do Operador	Pele mal colocada
14 - Pele Curta	Procedimento do Operador	Pele mal colocada
15 - Prega junto à costura	Procedimento do Operador	Excesso de cola
16 - Vincos	Procedimento do Operador	Procedimento incorreto
17 - Costura desalinhada (linha 3)	Defeito da Linha 3	Costura mal elaborada
18 - Grumos	Procedimento do Operador	Excesso de cola/adesivo

Neste caso, e como estamos a falar de Ferramentas Lean, em conjunto com as restantes ferramentas, mais uma vez é necessário recorrer ao Standard Work para padronizar o trabalho dos operadores e ao fazerem sempre da mesma maneira vão ganhar experiência, e na parte do SW que contem a instrução de trabalho será colocada uma parte com todos os defeitos que apareceram até a data, a fim da rápida perceção por parte do operador e como estaria a peça, se estivesse tudo normal (Peça OK).

Esta aplicação poderia ajudar a eliminar a 2ª inspeção uma vez que, se os operadores tiverem um trabalho padronizado, e possuírem um manual onde lhes é informado sobre os defeitos das peças, as peças serão detetadas no controlo final e não chegarão à 2ª inspeção, ou seja, poderá ajudar-nos a cumprir com o objetivo do número de peças detetado na 2ª inspeção inferior a 6% das peças verificadas. Ao mesmo tempo, o facto de todos elaborarem do mesmo modo, irá levar a melhorias na fabricação uma vez que a experiência por parte dos operadores irá aumentar.

Sendo assim, passo seguinte foi acrescentar à instrução de trabalho, elaborada no ponto 4.6, o controlo final, com as fotografias das peças com e sem defeitos, a fim da rápida perceção por parte do operador se a peça pode prosseguir ou não para o cliente. O SW é assim utilizado neste sub-capítulo com os seguintes objetivos:

- ❖ Melhoria na deteção de defeitos na 1ª inspeção final (que como foi referido no capítulo 4.2, apenas pode ser eliminada quando for detetado um valor abaixo dos 6% de peças com defeito) - Havendo uma 2ª inspeção, se for conseguida uma

redução de defeitos nessa 2ª inspeção significa que os operadores já se encontram qualificados para detetar os defeitos até à 1ª inspeção final (controlo final), ou seja, se os defeitos nas peças forem detetados nos autocontrolos intermédios ou controlo final, não chegarão ao cliente (para isso, foi analisada a quantidade de defeitos detetados na 2ª inspeção).

- ❖ Reduzir erros de processo - diminuir o número de peças com defeito devido aos erros do processo (foi analisada a sucata que sendo reduzida poderá ser útil para reduzir o nº de inspeções efetuadas).

De notar que, dos defeitos apresentados na tabela 17, só interessam para o 2º ponto, os defeitos da linha 4, ou seja, os defeitos 4, 6 e 17 não serão considerados neste estudo uma vez que as melhorias têm de ser feitas nas respetivas linhas, mas, por outro lado, estes defeitos serão considerados na melhoria na deteção de defeitos uma vez que, estes defeitos sendo detetados na 1ª inspeção final, não chegarão ao cliente.

Sempre que é feito um autocontrolo, ou controlo final, tem de se elaborar um circuito de observação/controlo de peças, bem como colocado na instrução de trabalho uma lista de possíveis defeitos (que já foram detetados), com fotografias das peças OK e NOK, conforme a figura 4.20. As fotografias NOK cujos defeitos são sucata devem ser rodeadas a vermelho, e as fotografias NOK em que as peças com aquele defeito podem ser retrabalhadas, devem ser rodeadas com a cor laranja. A verde estão as fotografias OK. Deve também ser colocada, na fotografia, uma pequena legenda com o defeito.

Figura 4.20 - Exemplo de uma página da W.I. deste projeto, com o autocontrolo (com fotografias dos defeitos e da peça elaborada corretamente)

4.8.2. Análise de resultados

Os objetivos da aplicação desta ferramenta eram:

- ❖ Melhoria na deteção de defeitos na 1ª inspeção final (para eliminar a 2ª inspeção - que apenas pode ser eliminada quando for detetado um valor abaixo dos 6% de peças com defeito);
- ❖ Redução das peças consideradas com defeito (porque ao haver uma redução do nº de peças com defeito estamos a melhorar a fabricação e automaticamente poderá ser útil para reduzir o nº de inspeções efetuadas).

1- Melhoria na deteção de defeitos

Os resultados obtidos foram podem ser verificados na figura 4.21.

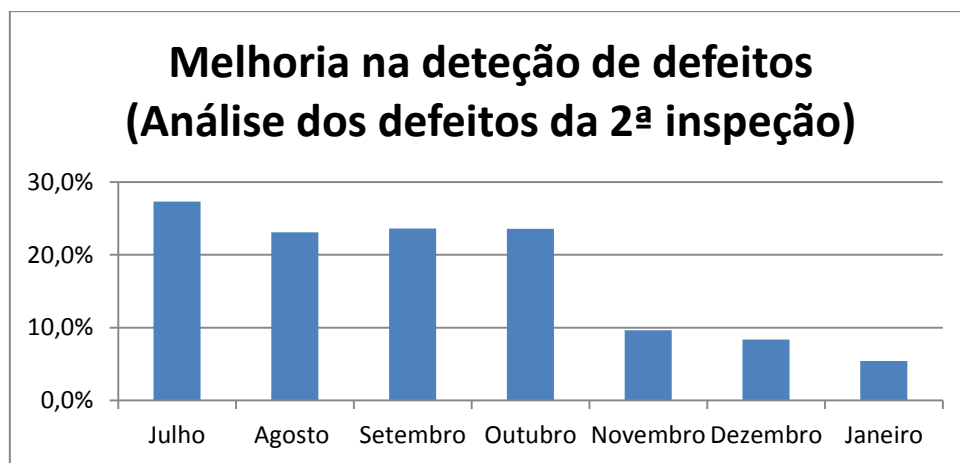


Figura 4.21 - Melhoria na deteção de defeitos

Olhando para a figura 4.21, a 2ª inspeção começou no mês de Julho com cerca de 30% de deteção de defeitos, sendo este um valor preocupante uma vez que todas estas peças passaram pelo controlo final da linha de montagem sem que nada fosse detetado e preparavam-se para ser enviadas para o cliente. E sendo o objetivo desta 2ª inspeção, a deteção de peças abaixo dos 6%, podemos verificar que em Novembro com um valor já abaixo dos 10% e Dezembro em que a fábrica apenas fabricou nos primeiros 17 dias do mês, um valor a rondar os 8%. Em Janeiro com um valor na ordem dos 5,4%, foi o mês da confirmação que no mês seguinte se poderia retirar a 2ª inspeção. Se houve esta diminuição da percentagem, obviamente que, ou as peças vinham com defeitos e não passavam do controlo final, ou as peças estavam a ser produzidas com mais qualidade e não vinham com defeitos.

Relativamente ao mês com maior redução na percentagem de defeitos foi na transição de Outubro para Novembro e este facto pode ser explicado porque até Outubro foram sempre detetados novos defeitos (ver anexo IV), e a partir desse mês não foram encontrados mais defeitos, enquanto que se verificarmos nos meses anteriores, havia normalmente uma diminuição dos defeitos já detetados anteriormente, mas aparecia sempre um defeito novo (que não havia sido detetado anteriormente).

Estes são resultados bastante satisfatórios e permitem-nos concluir que pode ser testada a eliminação da 2ª inspeção no mês de Fevereiro, e, se voltarem a ocorrer valores acima dos 6% de sucata a ser enviada para o cliente, uma das possíveis ações poderá ser uma nova implementação desta 2ª inspeção.

De notar que, se verificou os resultados até Junho de 2015, apesar de não tão detalhadamente, e até a data de entrega deste projeto, os níveis de reclamação do cliente ainda baixaram mais e em Junho de 2015 encontravam-se abaixo dos 2%, como pode ser verificado na figura 4.22.

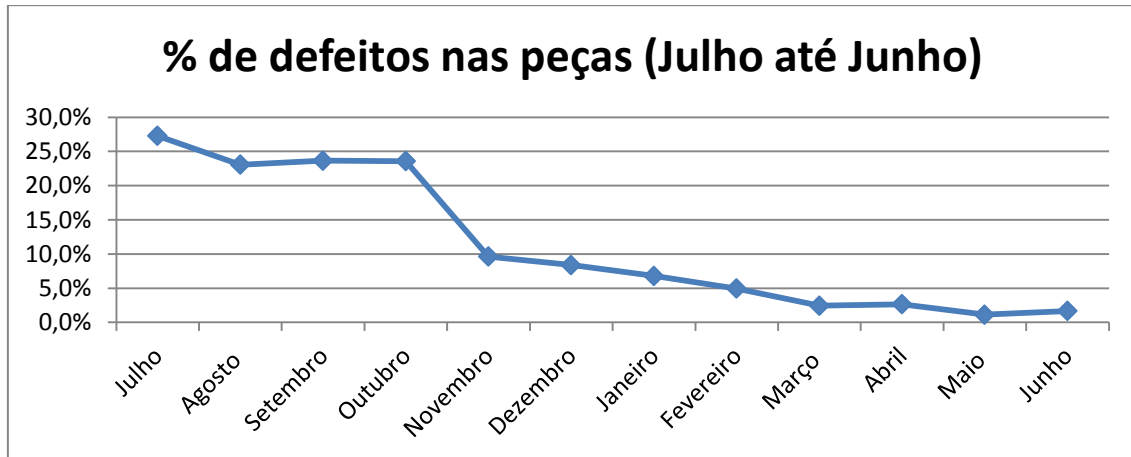


Figura 4.22 - Percentagem de peças que chegaram à 2ª inspeção ou ao cliente (após eliminação da 2ª inspeção) durante o 1º ano de fabrico do T5

2 – Redução das peças consideradas com defeito

Através da figura 4.23, podemos verificar que houve uma grande redução das peças com defeito, passando as peças com defeitos (detetadas tanto na 2ª inspeção como no controlo final/1ª inspeção final) de 29,5% (em Julho) para 6,8% (em Janeiro). Conseguiu-se assim cumprir com o 2º objetivo delimitado que era a redução das peças com defeitos que irá ser bastante importante no cumprimento da produção exigida pelo cliente.

Relativamente aos defeitos produzidos pelos operadores podemos verificar na tabela 18 o Top de defeitos.

Podemos assim concluir que os defeitos mais verificados são 2- Manipulação/Danos, 9 – Manchas de adesivo, 10 – Sujidades e 18 - Grumos.

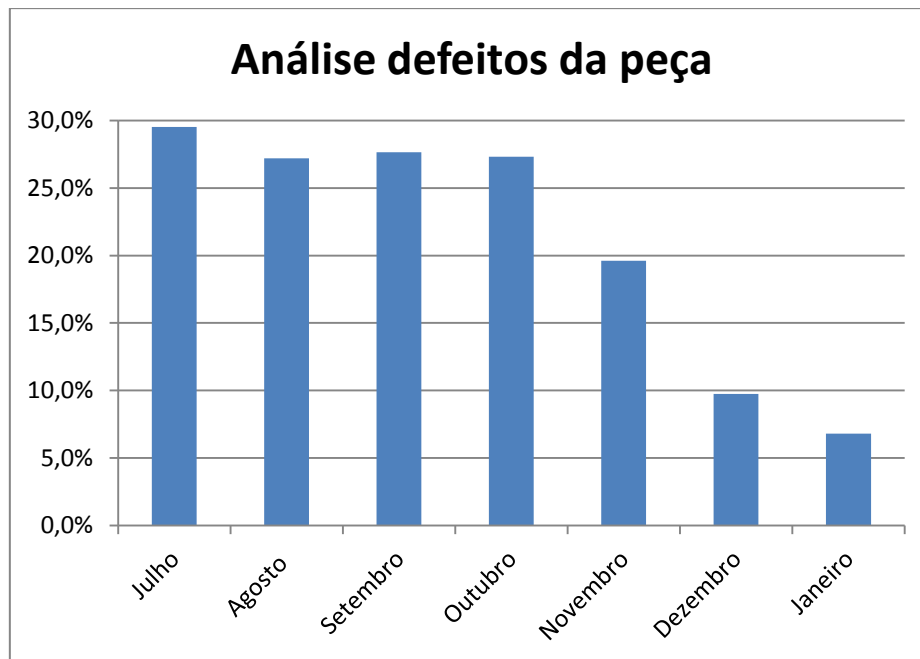


Figura 4.23 - Melhoria na fabricação

Sobre o 2- Manipulação/Danos e o 10 – Sujidade os operadores tiveram de melhorar a maneira como elaboravam o processo, a experiência e o seguimento do SW ajudou a que as melhorias fossem verificadas conforme podemos verificar na figura 4.24.

Os grumos provêm do excesso de cola, que quando colocada a pele, esta não fica totalmente lisa sobre a peça verificando-se umas elevações (ver instrução de trabalho no anexo III). Sobre o 9 - Manchas de adesivo e o 18 – Grumos, inicialmente era um processo feito manualmente, onde o operador com uma pistola de cola adesivava a peça com essa cola (também chamada de adesivo). Inicialmente este defeito não foi muito verificado, mas como o cliente aumentou o seu grau de exigência relativamente a estes defeitos, começaram a ser verificadas as peças na 2ª inspeção e, devido à quantidade verificada, durante o mês de Setembro, em Outubro foi feito um programa no Robot de uma máquina, que fazia com que se colocasse a peça na máquina e depois de dar início de ciclo o robot adesivava automaticamente. Foi assim lançada a 2ª versão da instrução de trabalho e os resultados foram bastante positivos uma vez que se eliminou de forma considerável os defeitos na cola, como é possível verificar na figura 4.25.

Tabela 18 - Top de defeitos de fabricação

Tipo de defeito	Total defeitos
1 - Corte X-Ato	2
2 - Manipulação/Danos	346
3 - Defeito forrado	135
4 - Despegues	221
5 - Pele queimada	10
6 - Deformações de espumagem	160
7 - Rugas	66
8 - Encaixe do incerto queimado	19
9 - Manchas de Adesivo/Cola	140
10 - Sujidades	164
11 - Danos na máquina umbug	1
12 - Rugas na zona da Orelha	104
13 - Cantos Irregulares	24
14 - Pele Curta	102
15 - Prega junto à costura	70
16 - Vincos	96
17- Costura desalinhada	194
18 - Grumos	160

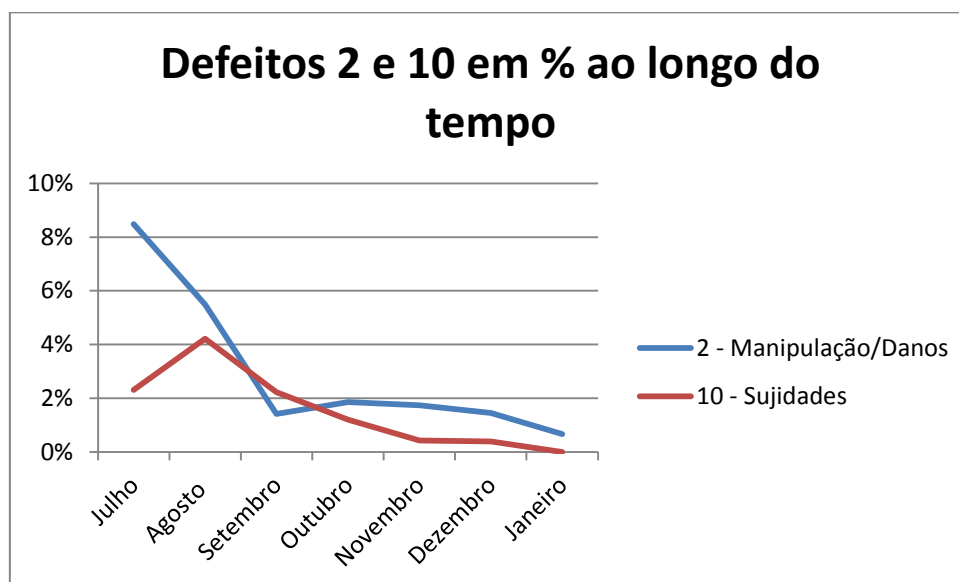


Figura 4.24 - Top defeitos devido a mau procedimento ao longo do tempo

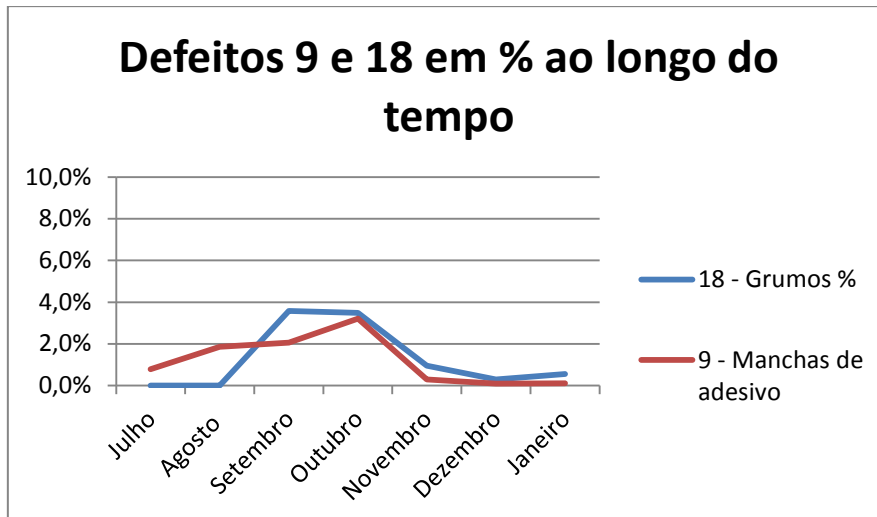


Figura 4.25 - Top Defeitos causados pela cola ao longo do tempo

3 - Custos

Para os cálculos dos custos convem referir:

- O preço unitário que custa à Faurecia a elaboração de cada peça, seja de Almond ou Ebony é 19,38€.
- O custo diário da 2ª inspeção nesta linha é 17,23€

A 2ª inspeção pode assim ser eliminada uma vez que a sucata já se encontra abaixo dos 6%. O custo diário desta 2ª inspeção para a empresa nesta linha são 17,23€. Sendo assim, e referindo um mês como 22 dias de trabalho em média temos:

$$\begin{aligned} \text{Custo mensal da 2ª inspeção (€)} &= \text{custo da 2ª inspeção por dia (€)} \times N^\circ \text{ de dias} = 17,23 \times 22 \\ &= 379,06€ \end{aligned}$$

Ou seja, em 7 meses (De Julho a final de Janeiro) temos:

$$\text{Custo da 2ª inspeção (€)} = \text{Custo mensal (€)} \times N^\circ \text{ de meses} = 379,06€ \times 7 = 2653,42€$$

[Equação 4.7]

Ou seja, por mês conseguiu-se uma poupança de cerca de 380€ só com a eliminação da 2ª inspeção.

Relativamente à fabricação, das peças com defeito, existem as sucata e as retrabalhadas. Tendo em conta a tabela 19 podemos verificar quais os tipos de defeitos que podem, ou não, ser retrabalhados.

E assim, podemos concluir que, das peças com defeito que apareceram na 2ª inspeção, existem 57% das peças com defeito que são sucata e 43% que podem ser recuperadas, conforme pode ser justificado pela figura 4.26.

Tabela 19 - percentagem de ocorrência dos defeitos e se a peça tem, ou não, recuperação.

Tipo de defeito	% de ocorrência (2ª inspeção)	Sucata ou Retrabalho?
1- Corte X-Ato	0,10%	Sucata
2 - Manipulação/Danos	17,18%	Sucata
3- Defeito forrado	6,70%	Sucata
4- Despegues	10,97%	Retrabalho
5- Pele queimada	0,50%	Sucata
6 - Deformações de espumagem	7,94%	Sucata
7 - Rugas	3,28%	Retrabalho
8 - Encaixe do incerto queimado	0,94%	Sucata
9 - Manchas de Adesivo/Cola	6,95%	Retrabalho
10 - Sujidades	8,14%	Retrabalho
11 - Danos na máquina umbug	0,05%	Retrabalho
12 - Rugas na zona da Orelha	5,16%	Sucata
13 - Cantos Irregulares	1,19%	Retrabalho
14 - Pele Curta	5,06%	Sucata
15 - Prega junto à costura	3,48%	Sucata
16 - Vincos	4,77%	Retrabalho
17- Costura desalinhada	9,63%	Sucata
18 - Grumos	7,94%	Retrabalho

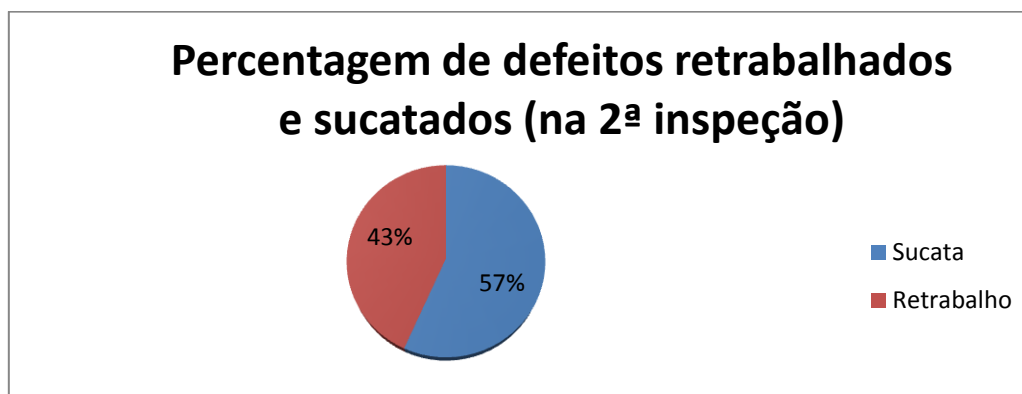


Figura 4.26 - Percentagem de defeitos retrabalhados e sucata

Baseando-nos apenas na sucata (que apareceu não só na 2ª inspeção mas também detetada no controlo final/1ª inspeção final), foi elaborada a tabela 20 em que o mês com mais peças sucata foi Julho de 2014 e com menos peças foi Janeiro de 2015.

Tabela 20- Quantidade de peças sucata nos meses de estudo

Mês	Sucata 2ª inspeção + Sucata Controlo Final
Julho	464
Agosto	153
Setembro	263
Outubro	246
Novembro	212
Dezembro	78
Janeiro	71

Diferença de peças sucata =

$$N^{\circ} \text{ de peças sucata Julho} - N^{\circ} \text{ de peças sucata Janeiro} = 464 - 71 = 393 \text{ peças} \quad [\text{Equação 4.7}]$$

Como cada peça custa, à Faurecia, 19,38€:

$$\text{Diferença de custo} = \text{Diferença de peças sucata} \times \text{custo de uma peça} = 393 \times 19,38 = 7616,3\text{€} \quad [\text{Equação 4.8}]$$

Ou seja, podemos concluir que a empresa poupou cerca de 7600€ em sucata (caso o ritmo de sucata se mantivesse como no 1º mês), e ainda mais 380€ por mês (através da eliminação da 2ª inspeção).

4.9. Fabrico de peças e peças em stock (Pull ou Push?)

Neste ponto, temos como objetivo, informar sobre a necessidade de fabrico de peças e baixar o nº de peças em stock do processo, mais propriamente no stock da linha 4 que é um stock final de peças acabadas.

Para a empresa adoptar um sistema Pull system é mais satisfatório porque a incerteza é grande quanto ao número de peças que vão ser encomendadas e também porque o pull system baixa os stocks intermédios e finais e é possível ganhar, não só, muito espaço como também a diminuição dos desperdícios de espera e sobreprodução. Do mesmo modo, os controlos de qualidade do cliente, Fradley (Inglaterra), são bastante exigentes pelo que muitas vezes, é necessário fazer alterações nos processos pelo que se adopta muito mais uma estratégia de Pull system em detrimento da Push System.

A ferramenta Kanban é uma forma, usada para informar que uma peça ou uma caixa de peças passou para o cliente e que é necessário fabricar o mesmo produto em igual quantidade. Esta é uma ferramenta com base no princípio de produção precisa. Isto quer dizer que a produção está limitada às necessidades expressas pelo cliente seguinte e, indiretamente pelo cliente final.

Desde bastante cedo, se começou a notar a falta da utilização desta ferramenta, neste projeto uma vez que inicialmente o objetivo era que o cliente não tivesse falta de peças, mas rapidamente deu para perceber, que após alguns ajustes no processo de fabrico

(como por exemplo através do SW – ver capítulo 4.6), a quantidade de peças que o cliente pedia estava a ser cumprida, mas que o stock na Faurecia estava a aumentar (estavam a ser feitas peças a mais).

O principal objetivo do método/solução Kanban é eliminar os desperdícios de sobreprodução e espera, através da manutenção do tamanho de stocks num nível razoável. Portanto, muitas vezes não é de stock zero absoluto. Mas, por vezes, o tempo de envio e os transportes especiais, facilitam para que o stock possa ser zero, sem correr grandes riscos e sem implicar grandes perdas para a organização. A sua implementação requer, portanto, uma boa organização dos processos, o fluxo de controlo interno, avaliação rigorosa do número de Kanbans (cartões) e confiabilidade na execução de ordens.

Quando foi detetado o excesso de peças, na linha 4, foram feitas algumas contagens de peças para ver que Stocks havia (tabela 21), ou seja, quantas peças se encontravam em espera (dinheiro “parado”) e se estava realmente a haver sobreprodução e obteve-se assim os seguintes resultados:

Tabela 21 - Contagem de peças em Stock

Data	Almond	Ebony
11-09-2014	55	114
19-09-2014	54	114
26-09-2014	55	114
03-10-2014	55	112
10-10-2014	49	108

Decidiu-se assim implementar o sistema Kanban.

4.9.1. Os Kanbans de produção da Faurecia

Um Kanban (ver figura 4.27) é uma etiqueta/rotulo de controlo de um lote fixo e referência exclusiva do item. Neste caso a forma do Kanban utilizada foi o cartão e, neste caso, o cartão utiliza as seguintes informações:

- Os dados gerais do produto (designação, referência fabricante, código interno, código de barras)
- Os dados de fornecimento (cliente, fornecedor post, embalagem ou recipiente, tamanho do lote). O tamanho do lote é a quantidade de peças a serem produzidas ou entregues por um Kanban.

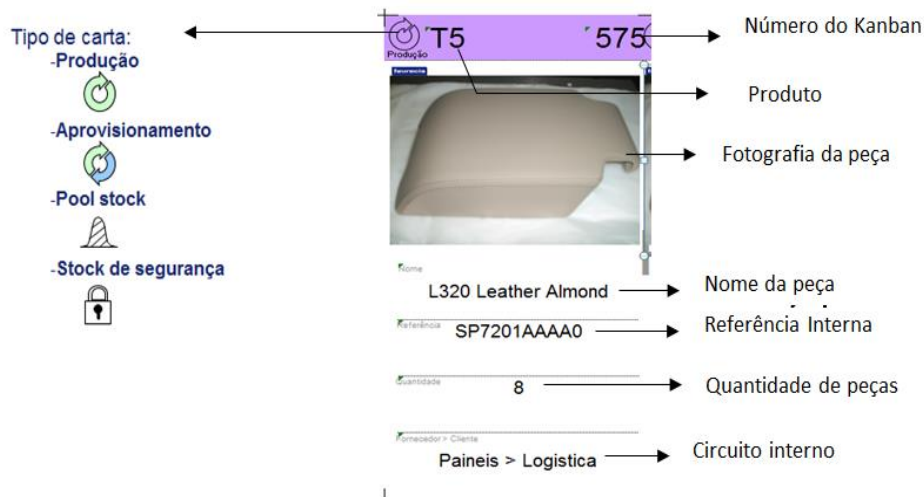


Figura 4.27 - Carta Kanban utilizada na Faurecia

Relativamente aos números dos Kanbans, na empresa, são distribuídos conforme a figura 4.28.

Número único	
Injeção	de 000 a 399
Slush	de 400 a 499
Paineis	de 500 a 599
Acabamentos ...	de 600 a 699
Pintura	de 700 a 799
JLR.....	de 800 a 1999
Logística	de 2000 a 2999

Figura 4.28 - Comparação entre os números das cartões Kanban, e a área a que pertence o Kanban

Esta carta sendo a 575, podemos concluir que pertence aos paineis, onde se encontra a linha 4, do projeto T5.

Relativamente as cores na parte superior da carta são distribuídas conforme a figura 4.29.

Cada área identificada com uma cor individual
Injeção
Slush
Paineis
Acabamentos
Pintura
JLR
Logística

Figura 4.29 - Idêntificação presente nas cartões sobre a área a que pertence cada carta

Podemos com isto concluir que a carta Kanban apresentada na figura 4.27, é pertencente aos painéis.

Todos estes cartões são colocados numa bolsa plástica para proteção, como podemos verificar na figura 4.30 e para facil colocação nas zonas apropriadas.



Figura 4.30 - Bolsa plástica para colocação da carta Kanban

Na Faurecia são utilizados dois tipos de Kanban:

- Kanban transporte: Etiquetas utilizadas pela logística, que vão buscar peças acabadas de cada uma das linhas e transportam nas para outra. No caso do armazém de envio não é utilizado cartão Kanban, visto que as embalagens são identificadas com uma etiqueta odette (ver anexo I).
- Kanban de Produção: O cartão informa sobre a necessidade, ou não, de produção. Existe um quadro em que quando se consome uma caixa, tira-se o cartão Kanban da caixa e coloca-se no quadro.



Figura 4.31 - Quadro unico para colocação de todas as cartões da UAP1

Nas linhas que trabalham por lotes, por exemplo, a injeção, quando existem, no quadro (ver figura 4.31), cartões suficientes para lançar o lote, lança-se um lote e procede-se então ao fabrico desse lote. No caso da injeção, fabricam-se também outras peças e é preciso mudar moldes (através do SMED – já referido também no capítulo 3.6) tendo

cada molde um lote, e quando se finaliza o lote de uma peça, começa o lote de outra peça.

No caso da linha em que se está a trabalhar, o lote=1, o que nos fornece algumas vantagens (como foi abordado no capítulo 3.2.2) e o controlo é feito carta a carta. O operador à medida que enche uma caixa com 8 peças, coloca um Cartão Kanban nessa caixa no local apropriado. Cada vez que um operador enche uma caixa, coloca-lhe um cartão Kanban e o operador da logística, quando vai buscar essa caixa, retira o Kanban de produção e coloca-o no quadro para ser elaborada uma nova caixa. O operador da logística transporta, assim, essa caixa para o cliente (armazém de envio), com uma etiqueta odette (em vez do habitual Kanban de transporte), para posteriormente ser enviada para o cliente final em Inglaterra (como foi estudado no capítulo 3.8.2). No caso dos operadores de produção, sempre que há cartões disponíveis, a produção contínua, só parando se por qualquer motivo, não estiverem mais cartões disponíveis.

Em suma, na linha 1 (ver anexo II), o molde entra na máquina quando o lote é lançado, é feita uma quantidade de peças e um Kanban é colocado numa caixa com 8 peças. Sempre que essas peças são necessárias na linha 2, o operador que as transporta retira o Kanban e lança-o no quadro de Kanbans (para informar que foi consumida uma caixa), sempre que forem consumidas caixas suficientes para se elaborar um novo lote, o molde volta a máquina e o ciclo repete-se. Na linha 2, as caixas são recebidas sem nenhum Kanban uma vez que o outro Kanban ficou na linha 1, e o processo é todo elaborado e só é colocado um cartão no final da linha de montagem depois de a peça estar lixada e dentro da caixa pronta para ir para a linha 4. Cada vez que o operador da logística vai buscar uma ou um determinado nº de caixas repõe os cartões Kanban e só se houver cartões Kanban livres, é necessário haver espuma. Na linha 4, o processo é exactamente o mesmo que na linha 2.

4.9.2. Formula de cálculo do Kanban

Como foi referido no capítulo 3.8.2, considerando:

- K : Nº de cartões Kanban;
- $PDLT$: média diária de consumo de um artigo;
- ρ : Tempo médio de processamento por contentor, expressa em unidades de dias;
- w : Tempos médios de espera e de transporte em contentor, expressa em unidades de dias;
- $d \rightarrow$ Procura diária esperada (em peças);
- SS : Stock de Segurança, neste caso em nº de peças;
- C : capacidade de uma embalagem (equivalente a um lote Kanban);
- α : taxa sucata (%) estimada em oficinas de fabricação. (0,79% na Faurecia).

Duas fórmulas são, geralmente, utilizadas para calcular o número de cartões Kanban em circulação.

Dependendo se um stock é intermediário ou final, temos:

Para os stocks de produtos acabados:

$$K = \frac{PDLT+SS}{c} \quad \text{[Equação 4.9]}$$

Para stocks intermediários de produção:

$$K = \frac{d(w+\rho) \times (1+\alpha)}{c} \quad \text{[Equação 4.10]}$$

4.9.3. Cálculos do Kanban e custos

Relativamente ao T5, a produção de Almond e Ebony como já foi referido anteriormente é de 23 e 67 (em média), respetivamente, ou seja, quando foi necessário calcular o nº de cartões foi necessário ter em conta estes valores. No caso do Stock de Segurança este foi definido como 0, visto que existem sempre muitas peças em transito (o camião de Palmela até Inglaterra demora 3 dias), e em caso de urgência, consegue-se enviar as peças por avião. Nesse caso, os custos de enviar as 90 peças de um dia (que corresponde a 5 paletes), são de 1250€ e demora 2 dias a chegar (não haverá problema porque se a produção de um dia falhar, uma vez que o camião sai diariamente e existem os camiões em transito dos dois dias anteriores, é possível enviar por avião e as peças e chegam a horas). O preço unitário que custa à Faurecia a elaboração de cada peça, seja de Almond ou Ebony é 19,38€. Logo:

$$\text{Stock de Segurança (€)} = \text{custo de uma peça(€)} \times N^{\circ} \text{ de peças em stock} = 19,38 \times 90 = 1744,2€$$

[Equação 4.11]

Esta seria a quantidade de dinheiro que estava “parado” no Stock de Segurança e que ocuparia também espaço que a empresa necessita para outros projetos. Tendo em conta que o mesmo transporte de 90 peças de avião sai a 1250€, mais vale pagar uma vez este valor, do que ter essa quantidade de dinheiro parada na fábrica (de notar que até ao final deste projeto, não foi preciso nenhum envio especial, ou seja, todos os dias, se conseguiu cumprir com a produção). De notar que os cálculos do transporte terrestre, não são incluídos neste cálculo uma vez que esses custos são suportados pelo cliente (por dados que o autor obteve, o custo de um camião por dia para levar todas as peças fabricadas na Faurecia Palmela e que vão para a fábrica de Inglaterra são 2000€/dia, valor esse que é suportado pelo cliente).

No caso da embalagem, esta foi fornecida pelo cliente, de acordo com os requisitos do cliente, logo, o cliente forneceu um tipo de embalagem cuja unidade suporta 8 peças conforme podemos verificar na figura 4.32:



Figura 4.32 - Embalagem pretendida pelo cliente

Como nesta linha, o nº de cartões é calculado para produto acabado, o mesmo foi calculado segundo a formula:

$$K = \frac{PDLT+SS}{c} \text{ [Equação 4.9]}$$

Logo, para Almond, tendo em conta que o Stock de Segurança é zero:

$$K(\text{almond}) = \frac{23}{8} = 2,88 = 3 \text{ cartões (optou-se por elaborar 4 cartões)}$$

E, para Ebony:

$$K(\text{ebony}) = \frac{67}{8} = 8,38 = 9 \text{ cartões (optou-se por elaborar 10 cartões)}$$

Isto faz, com que em Stock, não há mais do que 112 peças (80 de ebony e 32 de Almond) porque:

Total de cartões:

$$K(\text{Total}) = K(\text{almond}) + K(\text{ebony}) = 4 + 10 = 14 \text{ Cartões} \quad \text{[Equação 4.12]}$$

Tendo em conta que cada caixa leva 8 peças:

$$\text{Standard WIP com Kanban} = K(\text{Total}) \times C = 14 \times 8 = 112 \text{ peças [Equação 4.13]}$$

Se verificármos a tabela 22 (que já havia sido apresentada anteriormente):

Tabela 22 - Tabela com valores retirados de stock de produto acabado

Data	Nº de Peças Almond	Nº de Peças Ebony
11-09-2014	55	114
19-09-2014	54	114
26-09-2014	55	114
03-10-2014	55	112
10-10-2014	49	108

Podemos verificar que, o dia em que o Standard WIP era mais baixo foi o dia 10-10-2014, e elaborando os cálculos para este dia havia:

$Standard\ WIP\ sem\ Kanban = N^{\circ}\ de\ peças\ Almond + N^{\circ}\ de\ peças\ Ebony = 49 + 108 = 157\ peças$ [Equação 4.14]

$Diferença\ (peças) = Standard\ WIP\ sem\ Kanban - Standard\ WIP\ com\ Kanban = 157 - 112 = 45\ peças\ "paradas"$ [Equação 4.15]

$Diferença\ (€) = diferença\ (peças) \times Preço\ de\ uma\ peça(€) = 45 \times 19,38 = 872,1€$
[Equação 4.16]

4.9.4. Análise de resultados relativamente à “ordem” para fabricar peças e à diminuição do nº de peças em stock

Com a utilização desta ferramenta, foi possível não só controlar o stock de peças existente na fábrica como também houve um grande aumento do controlo da produção, ou seja, os colaboradores passaram a saber quando haviam ou não de fabricar peças.

Relativamente a estante de produto acabado representada na figura 4.33, foram tiradas as medidas e esta tem 2m de comprimento por 1,2m de largura:



Figura 4.33 - Estante do produto acabado

Tendo em conta que cada caixa tem a dimensão de 0,6x0,4 metros (ver anexo I), podemos concluir que na posição (de lado) das caixas, verificada na figura 4.33, que a estante tem 3 gavetas e que cabem na gaveta de baixo 10 caixas de almond mais 10 caixas de ebony na gaveta do meio, sendo a parte de cima para retorno ou seja, caixas vazias. Se as caixas fossem colocadas ao comprido, apenas caberiam 9 caixas de almond e 9 de ebony, sendo por isso, o método representado na figura 4.33, é uma maneira mais eficiente de colocação das caixas.

Sabendo que cada caixa leva 8 peças, podemos concluir que cabem 80 peças de ebony e 80 peças de Almond o que tendo em conta que a produção são 67 de ebony e 23 de Almond e que, com os cartões Kanban, no máximo existem 80 de ebony e 32 de Almond, é possível também concluir que a produção diária cabe na estante. Só que, se formos a verificar a quantidade de stocks que havia antes da aplicação desta ferramenta, podemos verificar através da tabela 14 que em média haviam 166 peças em stock, onde de Almond cabiam na mesma uma vez que o número de peças em stock era sempre abaixo de 80 (apesar de sem o controlo da produção houvesse risco do número de peças almond em stock também ultrapassar as 80), mas de ebony com quantidades superiores

a 100 peças era impossível que todas as peças coubessem na estante, o que rapidamente nos faz concluir que havia mais espaço a ser ocupado. Sendo assim, foi elaborada a tabela 23, que nos faz entender alguns dos benefícios que esta solução Lean nos trouxe.

Tabela 23 - Conclusões sobre quantidade de stock e espaço ocupado pelo stock

	Antes	Depois
Area utilizada (m²)	3,84	2,4
Stock médio (unidades)	166	112

Sendo assim, apesar de não ser muito significativo, uma vez que é uma quantidade de produção baixa quando comparada com outras peças da mesma fábrica, é um número que nos permite tirar conclusões bastante positivas quanto à utilização desta ferramenta.

Olhando para os cálculos do capítulo 4.9.3, podemos então concluir que, olhando para o dia onde havia menos stock, haviam 872,1€ “parados”, o que ocupava espaço e não se justificava. Possivelmente estariam a ser utilizados trabalhadores a mais na linha o que dava também um gasto extra para a empresa. Mas, relativamente ao Kanban, podemos referir que na pior das hipóteses se “poupava” 872,1€, uma vez que o dinheiro estaria “parado”, e que poderia haver alterações por parte do cliente, o que faria com que este stock se tornasse sucata.

Relativamente ao N° de Cartões (K) a elaborar para cada referência (Almond e Ebony), este deu um número que, como pudémos verificar, foi arredondado por excesso (como havia sido referido no capítulo 3.8.2) e ainda se acrescentou uma carta, porque existem sempre peças que vão para a qualidade ser examinadas, e se este cálculo fosse arredondado por defeito, a produção não iria ser cumprida. Assim sobram algumas peças que podem ser utilizadas não só pela qualidade mas também podem ficar para enviar no dia seguinte (no caso de não ser cumprida a produção do dia seguinte. Se for cumprida, chega-se ao ultimo dia da semana e fabrica-se menos algumas peças de forma ao número de peças bater correcto com o pedido do cliente e consequentemente com o n° de cartões Kanban lançados).

Capítulo 5 – Conclusões e trabalhos futuros

Com este trabalho, é possível concluir que o pensamento Lean não se pode limitar as ferramentas ou às metodologias apresentadas. As ferramentas Lean são meios de suporte à implementação e a manutenção do “pensamento magro”. A essência da filosofia Lean está em algo menos tangível, como a liderança, a gestão do conhecimento, a visão e o envolvimento de todos no trabalho em equipa.

Podemos concluir também que não nos podemos iludir com a espetacularidade das ferramentas Lean. Elas, de nada valem sem uma visão partilhada e de longo prazo. Não se podia de forma alguma, abranger todas as ferramentas Lean que se conhecem, uma vez que a lista é bem extensa e dispersa. O objetivo foi então identificar as mais importantes e aquelas que poderão ter uma aplicação mais generalizada na indústria, e por fim, aplicá-las num caso específico de um projeto onde os resultados ainda não eram os esperados, e comprovar que, estas poderão ser uma poderosa ferramenta para as empresas na atualidade. Mas isto, se corretamente aplicadas.

Relativamente à aplicação destas ferramentas, não foi fácil, uma vez que inicialmente os operadores nem sempre cumpriam com as instruções de trabalho, elaborando muitas vezes a peça da maneira que lhes era mais conveniente e muitas vezes evitando o uso das luvas anti-corte quando o x-ato era utilizado. Houve também alguma dificuldade, inicialmente, na obtenção de tempos. Os operadores não gostavam que lhes fossem tirados tempos, uma vez que, sendo muitos deles trabalhadores ainda a contrato temporário, abordavam sempre, como se o seu posto de trabalho estivesse em risco. Foi, então, dispendido algum tempo na formação para mostrar, aos operadores, a importância que esta filosofia e, em particular, estas ferramentas poderiam ter para a empresa.

Foi também impossível calcular os gastos que a introdução destas ferramentas trouxe para a empresa uma vez que muitos gastos foram em tempo de trabalho por parte de muitos colaboradores (ações de formação, estudos por parte da gestão de topo, etc).

No caso de estudo, é possível concluir que os objetivos foram cumpridos, e a empresa conseguiu não só cumprir com os requisitos do cliente, como também elaborar a mesma peça com uma grande diminuição de custos, o que mais uma vez comprova que quando estas ferramentas são aplicadas de uma forma correta e pensada, a longo prazo, e com todas as pessoas envolvidas, são sem dúvida uma mais valia para qualquer empresa.

Relativamente a trabalhos futuros e agora que o processo se encontra “estabilizado”, podemos começar a implementar a melhoria contínua (Kaizen) através da melhoria do SW (excesso de procedimentos e movimentos), e com a criação de um VSM.

A possível mudança de Layout é uma hipótese, com vista a uma aproximação das várias linhas que fabricam esta peça (desperdício de transporte), e mesmo em cada linha certamente que existirão pequenas mudanças que podem ser elaboradas.

Elaboração de um sistema anti-erro (Poka-Yoke) na máquina umbug, para em caso de má colocação da peça, a máquina não continuar com o procedimento (defeitos).

Colocação de um quadro Andon na linha 4 que pode dar ao fornecedor informações importantes como objetivos diários, produção real ou mesmo atrasos que possam estar a acontecer na produção através da comparação do TK com o tempo de trabalho até determinada altura e com o número de peças realizadas até essa altura.

Pode também ser melhorado o Heijunka, retirando tarefas do posto 3 e equilibrando ainda mais os postos de trabalho (desperdício de espera), bem como melhorar a eficiência calculada aproximando o tempo de ciclo de cada estação ao TK no gráfico do nivelamento da produção, até ser obtido o grau de “Excelente” (tabela 5 – Capítulo 3.9.2).

E por fim, finalizar a aplicação dos 5s que neste momento está implementado em várias circunstâncias (através da colocação de apoios para se colocarem as mais diversas ferramentas que são uteis nesta linha, ou aspiradores com local apropriado de arrumação para que no final de cada turno se faça a limpeza), mas cuja aplicação ainda não foi finalizada, visto o autor ser da opinião que ainda há muita coisa a melhorar com esta ferramenta.

Referências Bibliográficas

- Abdulmalek, F., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, Vol. 107, pag. 223-236.
- Alarcón, L., Diethelm, S., Rojo, O., & Calderón, R. (2008). Assessing the impacts of implementing lean construction. *Revista Ingeniería de Construcción*, Vol. 23, pag. 26-36.
- Alves, A., Almeida, R., & Cogan, S. (2010). Utilizando o processo de raciocínio da Teoria das Restrições para a gestão de projectos de pesquisas e atividades científicas. *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão*.
- Anan, G., Ward, P., Tatikonda, M., & Schilling D. (2009). Dynamic capabilities through continuous improvement infrastructure. *Journal of Operations Management*, Vol.27, pag. 444–461.
- Antony, J., Antony, F., Kumar, M., & Cho, B. (2007). Six sigma in service organisations: Benefits, challenges and difficulties, common myths, empirical observations and success factors. *International Journal of Quality Reliability Management*, Vol. 24(3), Pág: 294-311.
- Antony, J., Escamilla, J. & Caine, P. (2003). *Lean sigma*. Manufacturing Engineer, April.
- Baranger, P. & Hugel, G. (1994). *A produção*. Editora Sílabo: Lisboa.
- Benichou, J., & Malhiet, D. (1991). *Études de cas et exercices corrigés en gestion de production*. Éditions D`organizacion Université: Paris.
- Bicheno, J. (2004). *The New Lean Toolbox: Towards Fast*. Flexible Flow, 3rd edition, PICSIE Books, Buckingham.
- Bicheno, J. (2008), *The Lean Toolbox for Service Systems*, Lean Enterprise Research Center, Cardiff Business School, PICSIE Books, England.
- Bicheno, J. & Holweg, M. (2009). *The Lean Toolbox: The Essential Guide to Lean Transformation*. Buckingham: Production and Inventory Control, Systems and Industrial Engineering (PICSIE) Books.
- Browning, T., & Heath, R. (2009). Reconceptualizing the effects of lean on production costs with evidence from the F-22 program. *Journal of Operations Management*, Vol. 27, pag. 23–44.
- Castro, R. (2013). *Lean Six Sigma: Para qualquer negócio*. IST Press, 2^a edição, Lisboa.

- Chakrabarty, A., & Chuan, T. (2009). An exploratory qualitative and quantitative analysis of Six Sigma in service organizations in Singapore, *Management Research News*, Vol. 32 (7), pp. 614-632.
- Chakrabarty, A., & Tan, K. (2007). "The current state of six sigma application in services". *Managing Service Quality*, Vol. 17 (2), pp. 194-208.
- Chase, A., e Aquilano, N. (1989). *Production and operations Management: A Life cycle Approach*. 2nd Edition.
- Christopher, M. (1997). *Logística e Gerenciamento de Cadeias de Suprimentos – Estratégias para Redução de Custos e Melhoria dos Serviços*. Pioneira, São Paulo.
- Courtois, A., Martin, C. & Pillet, M. (1993). *Production and Operations Management: Management and Services*, 5th Edition, McGraw-Hill International Editions.
- Dahkgaard, J., Kristensen, K., & Kanji, G. (2002). *Fundamentals of Total Quality Management*. Taylor & Francis e-Library.
- Dennis, P. (2002). *Lean Production Simplified: A Plain Language Guide to the World's Most Powerful Production System*. Productivity Press, New York.
- Dennis, P., & Shook, J. (2007). *Lean production simplified: a plain language guide to the world's most powerful production system*. Productivity Press.
- Dilworth, J. (1992). *Operations Management: Design, Planning and Control for Manufacturing Services*, McGraw-Hill International Editions.
- Feld, W.M. (2001). *Lean Manufacturing: Tools, Techniques, and How to Use Them*. St Lucie Press, Boca Raton.
- Fontanini, P. (2004). *Mentalidade enxuta no fluxo de suprimentos da construção civil – Aplicação de macro mapeamento na cadeia de fornecedores de esquadrias de alumínio*. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
- Ford, H., (1992). *My life and work*. Filiquariam Publishing.
- Feld, W. (2001), *Lean Manufacturing: Tools, Techniques, and How to Use Them*, St Lucie Press, Boca Raton, FL.
- Fujimoto, T. (1999). *The evolution of a manufacturing system at Toyota*. New York: Oxford University Press.
- Ghinato, P. (1996). *Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente Just-in-Time*. Editora da UCS, Caxias do Sul.
- Goldratt, E., Cox, J. (1984). *A Meta*. Nobel.

- Goldratt, E. (1997). *Critical Chain*. North River Press.
- Green, J., Lee, J., & Kozman, T. (2010). Managing lean manufacturing in material handling operations. *International Journal of Production Research*.
- Gross, J., & Mcinnis, K., (2003). *Kanban made simple: demystifying and applying Toyota's legendary manufacturing process*. Amacom.
- Herroelen, W., Leus, R., & Demeulemeester, E. (2002). *Critical Chain Project Scheduling: Do Not Oversimplify*. Project Management Journal.
- Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*.
- Hopp, W., & Spearman, W. (2000). *Factory physics*. McGraw-Hill/Irwin, 2nd edition.
- Hopp, W., & Spearman, W. (2003). *To pull or not to pull, what is the question?* Factory Physics Inc, Texas USA.
- Huttmer, A., Treville, S., & van Ackere, A. (2009). Trading off between heijunka and just-in-sequence. *Int. J. Production Economics*, Vol.118, pag. 501–507.
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. McGraw-Hill Publishing Company, New York NY.
- Johansson, J., & Abrahamsson, L. (2009). The good work – A Swedish trade union vision in the shadow of lean production. *Applied Ergonomics*, Vol. 40, pag. 775–780.
- Juran, J., & Godfrey, A. (1998). *Juran's quality handbook*. 5th Edition. United States of America: McGraw-Hill.
- Kaneko, J., & Nojiri, W. (2008). The logistics of Just-in-Time between parts suppliers and car assemblers in Japan. *Journal of Transport Geography*, Vol.16, pag. 155–173.
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. Technical Report. Stanford University, USA.
- Krajewski, L., & Ritzman, L. (1996). *Operations management: Strategy and analysis*. 4th edition, Addison-Wesley.
- Krajewski, L., & Ritzman, L. (2004). *Administração da produção e operações*. Pearson Education do Brasil, 2^a edição, São Paulo.
- Kwak, Y., & Anbari, F. (2006). Benefits, obstacles, and future of six sigma approach. *Technovation*, Vol. 26, pp. 708–715.

- Landsbergis, P., Cahill, J., & Schnall, P. (1999). The impact of lean production and related new systems of work organization on worker health. *Journal of occupational health psychology*, vol. 4 n° 2, pp. 108.
- Liker, J., & Meier, D. (2004). *The Toyota Way: 14 management principles the world greatest manufacturer*. McGraw-Hill.
- Liker, J., & Meier, D. (2007). *Toyota talent*. McGraw-Hill.
- Mabin, J., & Baderstone, S. (2003). The performance of the theory of constraints methodology: Analysis and discussion of successful TOC applicatons. *International Journal of Operations and Production Management*.
- Machado, V., & Leitner, U. (2010). Lean tools and lean transformation process in health care, *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 5(5), pp. 383-392. World Academic Press, World Academic Union.
- Marek, R., Elkins, D., & Smith, D. (2001). *Understanding the fundamentals of kanban and conwip pull systems using simulation*. Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference.
- Marques, A. (1991). *Gestão da Produção*, Texto Editora Lda. Lisboa.
- McClusky, R. (2000). *The Rise, fall, and revival of six sigma*. Measuring Business Excellence.
- Melton, T. (2005). The benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, Vol. 83, pag. 662-673.
- Monden, Y. (1998). *Toyota Production System - An Integrated Approach to Just-In-Time*. Engineering and Management Press, 3rd edition. Norcross Georgia.
- Moreira, D. (1993). *Administração da Produção e Operações*. Livraria Pioneira Editora, São Paulo.
- Nakajima, S. (1989). *La Maintenance Productive Totale (TPM)*. Traduzido por Yoko Sim, Christine Condominas e Alain Gómez. Afnor.
- Nakasato, K. (1994), Segundo Curso de Formação de Instrutores de TPM. XV Evento Internacional de TPM. I.M.C Internacional Sistemas Educativos.
- Ng, K.. (2012). *Quality Management and Practices*. Rijeka, Croatia: InTech.
- Oakland, J. (1994). *Gerenciamento da qualidade total*. São Paulo: Nobel.
- Ohno, T., (1988). *The Toyota production system: beyond large scale-production*. Productivity Press.

- Paez, J., Dewees, A., Genaidy, S., & Tuncel. (2004). The Lean Manufacturing Enterprise. *Human Factors in Ergonomics & Manufacturing, Vol. 14*, pag. 285 – 306.
- Pande, P., Neuman, R., & Cavanagh, R. (2000). *The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies are Honing Their Performance*. Quality Progress (Vol. 34, pp. 120-120). McGraw-Hill Professional, Oxford.
- Pinto, J. (2006). *Gestão de operações*. Lidel – Edições técnicas, Lisboa.
- Pinto, J. (2010). *Gestão de operações na indústria e nos serviços*. 3ª Edição (actualizada) Lidel – Edições técnicas, Lisboa.
- Pinto, J. (2013). *Manutenção Lean*. Lidel – Edições técnicas, Lda, Lisboa.
- Pinto, J. (2014). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. 6ª edição (atualizada), Lidel, Biblioteca indústria & serviços, Lisboa.
- Pirasteh, R., & Fox, R. (2011). *Profitability with no boundaries*. Quality press.
- Pires, S. (2004). *Gestão da Cadeia de Suprimentos (Supply Chain Management): Conceitos, Estratégias, Práticas e Casos*. 1ª Edição, São Paulo.
- Poppendieck, M., & Poppendieck, T. (2006). *Implementing Lean Software Development*. Addison Wesley.
- Rahman, S. (1998). Theory of Constraints: A review of the philosophy and its applications. *International Journal of Operations and Production Management*. 18 (4), pp. 336–355
- Revere, L., & Black, K. (2003). Integrating six sigma with total quality management: a case example for measuring medication errors. *Journal of Healthcare Management, 48:6 November/December*, pag. 377-391.
- Riezebos, J.; Klingenberg, W., & Hicks, C. (2009). Lean Production and information technology: Connection or contradiction? *Computers in Industry. Vol.60*, p.237-247.
- Ribeiro H. (2007), *Total Productive Maintenance – Manutenção Produtiva Total*. Banas Report.
- Rocha, E., Scavarda, L., & Hamacher, S. (2005) *Considerações sobre a produção sob encomenda e customização em massa aplicadas á indústria automotiva*. XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Porto Alegre, 29 de outubro a 1 de novembro.
- Russomano, V. (1995). *Planejamento e Controlo da Produção*, Editora Pioneira, 5ª Edição, São Paulo.

- Samuel, K.M.O. (1999). Change for the better via ISO 9000 and TQM. *Management Decision*, vol.37, n.4, p.381-385.
- Santos, A., & Martins, M. (2010). *Contribuições do Seis Sigma: estudos de caso em multinacionais*. Jornal da Produção, Brasil, v.20, n.1.
- Scheinkopf, L. (1999), *Thinking for a change: Putting the TOC thinking processes to use*, Boca Raton, CRC Press.
- Schonberger, R. (1982), *Japanese Manufacturing Techniques: Nine Hidden Lessons in Simplicity*, Free Press, New York, NY.
- Schroeder, R. (1989). *Operations Management-Decision Making in the Operations Function*, 2ª Edição, Mcgraw-Hill Book Co.
- Shah, R., & Ward, P. (2007) Defining and developing measures of Lean production. *Journal of Operations Management*, vol.25, n.4, p.785-805.
- Sharma, U. (2003). Implementing Lean principles with the Six Sigma advantage: how a battery company realized significant improvements. *Journal of organizational Excellence, Summer*, vol.4, p 93-97.
- Shingo S. (1984). *A study of the Toyota Production System from an industrial Engineering Viewpoint*. Tokyo: Japan Management Association.
- Shingo, S. (1985). *A revolution in manufacturing: the SMED system*. Productivity Press.
- Shingo, S. (1989). *A Study of the Toyota Production: From an Industrial Engineering Viewpoint*. Cambridge: Productivity Press, Revised Edition.
- Shirose, K. (2000). *TPM: new implementation program in fabrication and assembly industries*. JIPM.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2002). *Administração da Produção*. Atlas, 2ª edição.
- Slack, N. (2007). *Administração da Produção*. Atlas, 2ª edição, São Paulo.
- Spear, S., & Bowen, K. (1999). Decoding the DNA of the Toyota Production System. *Havard Business Review*, Setembro.
- Suzaki, K. (2013). *Gestão no Chão de Fábrica Lean: Sustentando a melhoria contínua todos os dias*. Leanop Press, New York.

- Tersine, R. (1987). *Production/Operation Management Concepts, Structure and Analysis*. 2nd Edition, North Holland.
- Thomaz, M. (2015). *Balanced ScoreCard e Hoshin Kanri: Alinhamento Organizacional e Execução da Estratégia*. Biblioteca Lean, Lisboa.
- Williams, K., Haslem, C., Adcroft, A., & Johal, S. (1992) *Against Lean Production*. Economy and Society, August.
- Willmott, P., & Mccarth, D. (2001). *TPM - A Route to World Class Performance*. ButterworthHeinneman, USA.
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. Rawson Associates HarperCollins, New York.
- Womack, J., & Jones, D. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Simon & Schuster.
- Womack, J., & Jones, D. (2003). *Lean Thinking*, revised edition, Free Press, New York.
- Wyper, B., & Harrison, A. (2000). *Deployment of six sigma methodology in human resource function: a case study*. Total Quality Management and Business Excellence 11.
- Yusof, M., & Aspiwall E. (2000). Total quality management implementation frameworks: comparison and review. *Total Quality Management*, vol.11, n.3, p.281-294.
- Zaccarelli, S. (1987). *Programação e Controlo da Produção*. Editora Pioneira, São Paulo, 1987.
- Zhu, Z., & Scheuermann L. (1999). A comparison of quality programmes: Total quality management and ISO 9000. *Total Quality Management* , vol.10, N°.2, p.291-297.

Webografia

- Bendell, T. (2006). A review and comparison of Six Sigma and the Lean organization. *TQM Magazine*, 18(3), 255-62. [Internet] disponível em: <http://dx.doi.org/10.1108/09544780610659989> [acedido a 10-02-2015].
- Crosby, P. (s.d.). *Qualidade, falando sério*. São Paulo: McGraw-Hill, 1990. [Internet] disponível em: <http://www.psicologia.pt/artigos/textos/A0210.pdf> [acedido a 29-01-2015].
- Feigenbaum, A. (1956). *Total quality control*, Harvard Business Review, Pág: 93-101. [Internet] disponível em: <http://www.psicologia.pt/artigos/textos/A0210.pdf> [acedido a 29-01-2015].
- Gupta, M., & Boyd, L. (2008). Theory of Constraints: A Theory for Operations Management. *International Journal of Operations and Production Management*, [Internet] disponível em: <http://dx.doi.org/10.1108/01443570810903122> [acedido em 02-02-2015].
- Hayes, B. (2000). *Assessing for lean six sigma implementation and success*. [Internet] disponível em: <http://software.isixsigma.com/> [acedido em 10-10-2014].
- Juran, J. (1951). *Quality control handbook*. New York: McGraw-Hill. [Internet] disponível em: <http://www.psicologia.pt/artigos/textos/A0210.pdf> [acedido a 29-01-2015].
- Pettersen, J. (2009). Defining Lean production: some conceptual and practical issues. *TQM Journal*, 21(2), 127-142. [internet] disponível em: <http://www.lean.org/FuseTalk/Forum/Attachments/Defining%20lean%20production.pdf> [acedido em 08-03-2015].
- Santos, A. (2006). *Modelo de referência para estruturar o programa de qualidade Seis Sigma: proposta e avaliação* (Tese de doutorado). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. [Interne] disponível em: http://www.bdt.d.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=948 [acedido a 14-12-2014].
- Santos, A., & Martins, M. (2010). *Contribuições do Seis Sigma: estudos de caso em multinacionais*. *Produção*, 20(1), 42-53. [Internet] disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132010005000003> [acedido a 8-03-2015].
- Trad, S., & Maximiano, A. (2009). *Seis Sigma: Fatores Críticos de Sucesso para sua Implantação*. *RAC*, 13(4, art. 7), 647-662 [Internet] disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-65552009000400008> [acedido a 04-02-2015].