

Alexandre Manuel

Portugal Simões

Aplicação do Kaizen em Empresa Industrial:

Estudo de caso



Alexandre Manuel

Portugal Simões

Aplicação do Kaizen em Empresa Industrial:

Estudo de caso

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Contabilidade, realizada sob a orientação científica do Doutor Rui Mário Magalhães Gomes Mota, Professor Adjunto do Departamento de Contabilidade e Administração da Universidade de Aveiro

À minha família, especialmente à minha mãe pela sua dedicação e apoio de todos estes anos e à minha afilhada.

O júri

Presidente

Prof. Doutora Graça Maria do Carmo Azevedo
professora Adjunta da Universidade de Aveiro

Vogal – Arguente Principal

Prof. Doutora Catarina Judite Morais Delgado
professora Auxiliar da Faculdade de Economia da Universidade do Porto

Vogal – Orientador

Prof. Doutor Rui Mário Magalhães Gomes Mota
professor Adjunto da Universidade de Aveiro

Agradecimentos

O trabalho apresentado nesta dissertação, contou com o apoio direto e indireto de várias pessoas, quero agradecer ao meu orientador, o Professor Doutor Rui Mota pela sua constante disponibilidade e pronto apoio. Um especial agradecimento à minha família e amigos pelo apoio e incentivo. Gostaria de agradecer também à Porcelanas da Costa Verde, S.A., nomeadamente ao Professor Doutor Silvano Sousa, ao Eng.º Francisco Proença e ao Eng.º Rui Silva pela paciência e disponibilidade. Por fim agradeço a Maria do Céu Vieira pelo seu apoio e supervisão.

Palavras-chave

Kaizen, Lean, Melhoria contínua, 5S, Kanban, Eliminação de desperdícios, Ciclo PDCA, Qualidade, Manutenção preventiva, Comboio logístico, Supermercados, Pull flow.

Resumo

Com vista à melhoria permanente no desempenho, o Kaizen tem sido progressivamente implementado por empresas portuguesas. Kaizen significa melhoria contínua e as questões a que procuramos responder consistem em identificar as melhorias conseguidas com a aplicação dessa metodologia bem como se existe uma tendência de evolução contínua e favorável no desempenho, ou se, após as melhorias iniciais proporcionadas pelo Kaizen, há a tendência para a estagnação. A fim de atingirmos os nossos objetivos, procedemos a um estudo de caso na empresa "Porcelanas da Costa Verde, S.A.", com vista a avaliar o que foi implementado, os resultados conseguidos e a efetiva continuidade, ou não, das eventuais melhorias.

Keywords

Kaizen, Lean, Continuous improvement, 5S, Kanban, Waste elimination, PDCA cycle, Quality, Preventive maintenance, logistic train, Supermarket, Pull flow.

Abstract

Kaizen has become increasingly used when it comes to improve performance of organizations. Kaizen means continuous improvement. Therefore, the question posed is what improvements are achieved with kaizen application and whether the achieved results will continue throughout time or tend to stagnate soon afterwards. For that purpose a case study was realized on the company "Porcelanas da Costa Verde, S.A.", assessing what were the changes, the outcomes and the continuity or not of the improvements.

Índice

Conteúdo

Lista de Figuras	III
Lista de Tabelas	IV
Lista de Gráficos.....	V
Lista de Siglas.....	VI
1. Introdução	1
2. “KAIZEN”	3
2.1 Custo alvo e sistema Lean/Kaizen.....	5
3. Qualidade em Primeiro Lugar	9
3.1 Orientação para o cliente.....	9
3.2 O cliente é o próximo processo	10
3.3 Gestão do processo anterior.....	10
4. Melhoria dos Processos.....	13
5. Padrões.....	15
6. Eliminação de desperdícios.....	17
6.1 Sobreprodução.....	18
6.2 Defeitos	19
6.3 Movimento.....	19
6.4 Processo	20
6.5 Stock.....	21
6.6 Transporte.....	22
6.7 Espera	22
7. Orientação para o Gemba	23
7.1 Os 5S’s da Organização e Limpeza	23
7.2. Estabilidade Básica	27
7.2.1 Estabilidade Básica da Mão-de-obra.....	27
7.2.2 Estabilidade Básica das Máquinas	28
7.2.2.1 Manutenção Produtiva Total (TPM)	29
7.2.3 Estabilidade Básica dos Materiais	32
7.2.4 Estabilidade Básica dos Métodos	33

7.3. Redução do tempo de Set-up (SMED).....	34
7.3.1 Aplicar a metodologia SMED.....	36
7.4 Mecanismos anti-erro (<i>Poka Yoke</i>).....	38
8. Criação do Fluxo Interno.....	41
8.1 Supermercados.....	42
8.1.1 Definir o tamanho do supermercado.....	43
8.2. Comboio Logístico.....	43
8.3 Sincronização.....	45
8.3.1. <i>Kanban</i>	46
8.4. Nivelamento da Produção.....	50
8.4.1 Decidir a linha <i>Pacemaker</i>	52
9. Envolvimento no Kaizen.....	53
9.1 Grupo de atividade kaizen.....	53
9.2 Programa de sugestões.....	53
10. Revisão bibliográfica.....	55
11. Estudo de Caso - Costa Verde.....	61
11.1 Análise Financeira.....	61
11.2 Kaizen na Costa Verde.....	66
11.3 Melhorias implementadas por secção.....	73
11.3.1 Expedição.....	73
11.3.2 Embalagem.....	74
11.3.3 Decoração.....	75
11.3.4 Armazém de Branco.....	76
11.3.5 Escolha.....	77
11.3.6 Vidragem.....	78
11.3.7 TPM.....	79
11.3.8 SMED.....	79
11.3.9 Logística Interna.....	79
11.4 Resultados atingidos após implementação de métodos Kaizen.....	81
12. Conclusão.....	93
13. Bibliografia.....	95

Lista de Figuras

Figura 1 - Guarda-chuva Kaizen. Adaptado de Imai (1986, p. 4).	4
Figura 2 - Ciclo PDCA e ciclo SDCA. Adaptado de Imai (1986, p. 64).	13
Figura 3 – Stock encobre problemas. Fonte: (Suzaki, 2010, p. 38).	21
Figura 4 - Diagrama de causa efeito. Fonte: (Black & Hunter, 2003, p. 159).	29
Figura 5 - Pirâmide de perdas de máquina. Elaboração própria, adaptado de Dennis (2007, p. 43).	31
Figura 6 - Quantidade económica de ordem de produção. Elaboração própria, adaptado de Coimbra (2009b, p. 82).	35
Figura 7 - Efeito do SMED. Elaboração própria, adaptado de Coimbra (2009b, p. 83).	35
Figura 8 - Comboio logístico vs empilhador. Fonte: Coimbra (2009b, p. 114).	45
Figura 9 - <i>Kanban</i> de Produção. Fonte: Suzaki (2010, p. 196).	47
Figura 10 - <i>Kanban</i> de Transporte. Fonte: Suzaki (2010, p. 200).	48
Figura 11 - Ciclos <i>kanban</i> . Fonte: Coimbra (2009b, p. 124).	48
Figura 12 - Ciclo de <i>Kanban's</i> entre duas Células de Produção. Fonte: Black & Hunter (2003, p. 222).	49
Figura 13 - Preparação de pasta. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.	68
Figura 14 – Coformação. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.	68
Figura 15 - Forno de chacota. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.	68
Figura 16 – Vidragem. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.	69
Figura 17 - Forno de vidragem. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.	69
Figura 18 - Escolha, retoque e limpeza de frete. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.	69
Figura 19 - Armazém de branco. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.	70
Figura 20 – Decorado. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.	70
Figura 21 - Forno de decorado. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.	70
Figura 22 - Escolha de decorado e Embalagem. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.	71
Figura 23 – Expedição. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.	71
Figura 24 - Value Stream Mapping antes da implementação de medidas. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.	71
Figura 25 - Value Stream Mapping após planeamento de melhorias. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.	72
Figura 26 - Ciclo do comboio logístico na Costa Verde. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.	80

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Balanço Costa Verde. Elaboração Própria.	62
Tabela 2 - Rendimentos e ganhos Costa Verde. Elaboração própria.....	62
Tabela 3 - Gastos e perdas Costa Verde. Elaboração própria	63
Tabela 4 - Demonstração de resultados Costa Verde. Elaboração própria.....	63
Tabela 5 – Rácios Financeiro. Elaboração própria.....	65

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Produtividade Prensa	81
Gráfico 2 - Produtividade Decoração (Estamparia)	82
Gráfico 3 – Produtividade Escolha	82
Gráfico 4 – Produtividade Embalagem.....	83
Gráfico 5 – <i>Lead Time</i> (dias).....	83
Gráfico 6 – WIP de Chacota até armazém de branco	84
Gráfico 7 - WIP Armazém de Branco	84
Gráfico 8 - WIP Embalagem	85
Gráfico 9 - Defeituosos Chacota até Armazém de branco	86
Gráfico 10 - Defeituosos Escolha.....	86
Gráfico 11 – Defeituosos Decoração	87
Gráfico 12 – Total de não conformes/defeituosos	87
Gráfico 13 - <i>Setup</i> da Máquina MR1 (minutos)	88
Gráfico 14 - <i>Setup</i> da Máquina P2 (minutos)	88
Gráfico 15 - Tempos de avaria da máquina MR1 em horas (2 turnos)	89
Gráfico 16 - Tempos de avaria da máquina MR1 em horas (3 turnos)	90
Gráfico 17 - Tempos de avaria da máquina Prensa 2 em horas	90
Gráfico 18 - Tempos de avaria da máquina OMAP 3 em horas	91

Lista de Siglas

TPS – *Toyota Production System*

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

TPM – *Total Productive Maintenance*

WIP – *Work in Progress*

PDCA – *Plan Do Check Action*

SDCA – *Standard Do Check Action*

VSM – *Value Stream Mapping*

JIT – *Just in Time*

1. Introdução

No contexto atual, no qual a liberalização e as trocas na economia mundial atingiram níveis sem precedentes, as empresas dos diversos países não competem apenas com entidades congêneres do respetivo país: defrontam-se num mercado global, onde as barreiras comerciais e outras foram, no essencial, ultrapassadas.

Assim sendo, num período temporal relativamente curto e ocupando-nos da realidade portuguesa, muitas empresas foram confrontadas com evidentes perdas de competitividade, visto que a variável preço fragilizou-se em muitos setores, podendo oferecer-se a um preço menor a partir de qualquer outro local do mundo.

As empresas devem agora focalizar-se em algo mais difícil de replicar, como a qualidade, a qual, aliada ao custo, pode proporcionar vantagens competitivas sustentáveis.

Por forma a atingirem níveis adequados de qualidade e custo e, por conseguinte, de competitividade, as empresas portuguesas podem e devem aprender com as melhores práticas, aplicadas por diversas multinacionais, bem como por algumas empresas nacionais de referência.

Recordemos, assim, que após a Segunda Guerra Mundial, o Japão, ao procurar reconstruir a indústria, confrontou-se com um mercado interno empobrecido e com uma acentuada escassez de capital. Esses fatores conduziram a indústria japonesa a procurar formas de competir internacionalmente, através de vias que não a da produção em massa, aplicada na época com nítido êxito nos EUA, mas muito dispendiosa.

A solução encontrada pela indústria japonesa permitiu-lhe vir a competir com extraordinário sucesso no plano internacional, tendo contribuído decisivamente para transformar o Japão numa potência económica.

A solução, ou melhor, as várias soluções aplicadas ao longo de décadas, obedecendo a princípios comuns, vieram a convergir no Kaizen, significando este termo melhoria contínua envolvendo todos - da gestão de topo aos operários (Imai, 1986).

Os objetivos do presente trabalho residem, precisamente, em averiguar quais os resultados conseguidos com a aplicação do Kaizen e se este sistema realmente conduz a melhorias contínuas, tal como o termo sugere. Realizamos, para o efeito, um estudo de

Aplicação do Kaizen em Empresa Industrial: Estudo de Caso

caso numa empresa portuguesa da região de Aveiro, a “Porcelanas da Costa Verde, S.A.”, que se dedica ao fabrico de artigos em porcelana para o lar e hotelaria e que iniciou a aplicação do Kaizen em 2007.

2. “KAIZEN”

A palavra Kaizen é uma das mais usadas no Japão, sendo que a noção está profundamente enraizada na cultura japonesa: as pessoas praticam o Kaizen sem se aperceberem ou pensarem nisso.

Nos negócios, o conceito de Kaizen está tão profundamente impregnado na mente dos gestores e trabalhadores que muitas vezes nem se apercebem que estão a pensar Kaizen (Imai, 1986).

A filosofia Kaizen assume que o nosso modo de vida – seja vida profissional, social ou em casa – merece ser constantemente melhorado (Imai, 1986).

Podemos então tentar encarar o Kaizen como um estado de espírito, uma mudança de mentalidade para uma outra mais atenta e dedicada em encontrar formas de melhorar constantemente o que fazemos. Essa será, no fundo, a essência do Kaizen.

Parte desses conceitos tiveram origem no trabalho que Taichii Ohno realizou na Toyota.

Muitos livros e textos referem, atualmente, práticas de Kaizen e poucas vezes se explicita esta palavra, aparecendo mais referidos os termos *Lean* e *JIT*. Sendo certo que, várias técnicas foram criadas na Toyota, pode afirmar-se que quando Ohno, entre outros, as desenvolveu, estava já a praticar, ou melhor, a contribuir para, o Kaizen.

Note-se, assim, que os próprios peritos na metodologia Kaizen têm, frequentemente, dificuldades em separar os vários conceitos e metodologias que convergiram para o Kaizen. Refira-se, como exemplo, que numa visita de estudo à Toyota, no Japão,

...houve um participante que perguntou a um diretor da Toyota qual era a diferença entre o Kaizen e o Lean. Esse diretor refletiu por uns minutos e depois disse que conhecia melhor o Kaizen, pois esse era o modelo que a Toyota aplicava, mas, pelo que tinha lido, no ocidente a palavra Lean era muito conhecida. Parece-me, disse ele, que a diferença é que o Kaizen é o processo e o Lean é o resultado. Ou seja, com o Kaizen envolvemos as pessoas, estabelecemos objetivos para a melhoria e vamos ao Gemba a (lugar onde o valor é acrescentado) para procurar novas ideias e para as implementar na hora. O resultado podemos chamá-lo de Lean, pois no final temos mais produtividade, mais qualidade, menos stocks e mais motivação dos nossos empregados. (Coimbra, 2009a, p.1)

Convergindo para o Kaizen, verificamos que há, portanto, diversas práticas, técnicas e metodologias, como o *Just-in-time*, o *Total Productive Maintenance*, 5'S, SMED, das quais nenhuma, por si só, representa o Kaizen.

Imai apresenta, por isso, a analogia do guarda-chuva, como se segue:

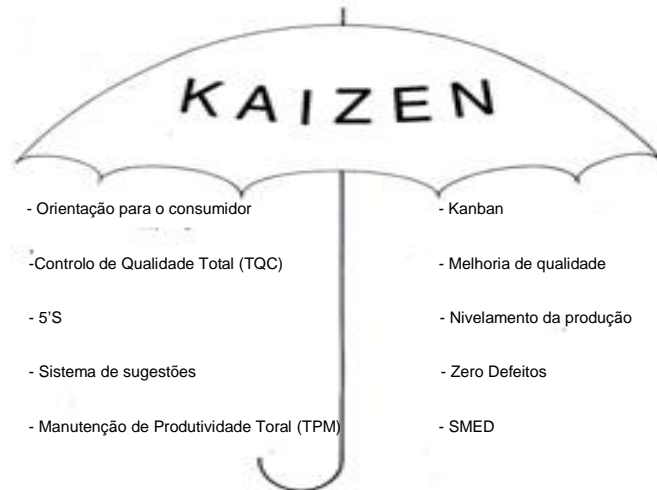


Figura 1 - Guarda-chuva Kaizen. Adaptado de Imai (1986, p. 4).

O Kaizen procura, por outro lado, incutir um pensamento orientado para o processo. Muitas empresas só têm um pensamento orientado para os resultados.

A abordagem do Kaizen procura avaliar não apenas os resultados obtidos mas também a forma como e os recursos com que são obtidos.

Praticando o Kaizen, os processos devem ser melhorados antes que se possam atingir melhores resultados. Além disso, o Kaizen é orientado para as pessoas, procurando-se sempre fomentar os esforços dos colaboradores na busca da melhoria contínua

Nem todas as melhorias atingidas ao nível do processo terão resultados quantificáveis como valores monetários ganhos ou poupados, razão pela qual as pessoas não devem ser avaliadas apenas com base nos resultados atingidos. Uma abordagem focada apenas nos resultados, não estimula as pessoas a melhorar a forma como trabalham, apenas as estimula a trabalhar mais ou a trabalhar para resultados quantificáveis. O sistema deve assim, assentar na avaliação dos processos, atentando ao mesmo tempo, nos resultados.

Uma mentalidade orientada para o processo preenche a lacuna entre processo e resultado, entre fins e meios, entre objetivos e medidas, e ajuda a ver o quadro todo sem viés (Imai, 1986).

Segundo Imai (1986) um gestor orientado para o processo tem em conta:

- A disciplina
- A gestão do tempo
- O desenvolvimento de competências
- A participação e envolvimento
- O moral
- A comunicação

Se a gestão fizer bom uso de uma mentalidade orientada para o processo e a complementar com a estratégia Kaizen, vai descobrir que a competitividade geral da organização melhorará significativamente a longo termo (Imai, 1986).

2.1 Custo alvo e sistema Lean/Kaizen

As empresas estabeleciam, tradicionalmente, o preço dos produtos ou dos serviços com base em:

$$\text{Custo} + \text{Margem} = \text{Preço}$$

Tratava-se, por outras palavras, de fixar preços pela técnica do “cost-plus”.

Hoje em dia, são cada vez menos as empresas que ainda conseguem estabelecer preços nessa base: para muitas, os preços apresentam-se como um dado fixado pelo mercado, ao qual as empresas se devem conformar, mantendo-se competitivas.

Esta mudança deve-se à intensificação da concorrência e a clientes com múltiplas escolhas, pressionando aumentos no nível da qualidade e reduções no preço.

Uma vez que o preço é fixado pelo mercado, a variável que pode ser ajustada passa a ser o custo, pelo que o modo de atuação de muitas empresas passa a ser:

$$\text{Preço (fixado)} - \text{Custo} = \text{Margem}$$

Com base neste paradigma, há que partir de um preço - preço alvo, dado pelo mercado -, o qual, deduzido de um custo reduzido (custo alvo), proporcione, com a melhor qualidade possível e com prazos de entrega competitivos, margens adequadas.

Está-se, assim, no domínio do chamado “*target costing*” (custo alvo), isto é, de tudo se dever articular para, pelo menos, se atingir um custo pré-determinado, ou melhor, previamente estabelecido a partir das condições do mercado.

O “*target costing*” é portanto, um “*market driven cost*” que para ser atingido, requer especial atenção às características do produto ou do serviço, desde a fase da conceção e que exige em complemento, o recurso à melhoria contínua (na fase da execução) proporcionada pelo kaizen.

Não bastará, com efeito, conceber produtos, serviços ou processos simplificados e adequados à satisfação das necessidades dos clientes: será também decisivo alcançar a permanente redução de custos, com qualidade elevada e cumprimento de prazos.

O sistema Lean ou Kaizen constitui, por isso, a resposta ideal para a melhoria de três fatores essenciais para uma empresa competitiva, conseguindo, se bem implementado, ter impacto decisivo nesses três fatores: qualidade, custo e entrega (QCE).

Para se poder implementar o sistema com sucesso, devem ser respeitados determinados princípios, em particular:

- Qualidade em primeiro lugar
- Processos e resultados (atenção em permanência aos meios utilizados e aos níveis de “*outputs*” alcançados)
- Eliminação de desperdícios
- Orientação para o “*gemba*”
- Padrões visuais
- Fluxos “*pull*” (cada processo determina e obtém do processo anterior o nível de “*output*” adequado às suas necessidades, sendo o bem ou o serviço “*puxado*” a jusante e nunca “*empurrado*” a montante)

- Desenvolvimento das pessoas

Estes princípios devem estar presentes na mente de todos os colaboradores da organização. Para tal, deve ser fomentado um sólido e abrangente compromisso, assente na cultura organizacional, só dessa forma podendo introduzir-se com sucesso o sistema Kaizen.

3. Qualidade em Primeiro Lugar

Um princípio muito importante da filosofia Kaizen é o da “qualidade em primeiro lugar”. Segundo Coimbra (2009b) este princípio envolve três orientações:

- Orientação para o cliente ou “*market-in*”;
- O cliente é o próximo processo;
- Gestão do processo anterior.

3.1 Orientação para o cliente

A orientação para o cliente ou “*market-in*” opõe-se ao “*product-out*”.

O “*product-out*” é o nome dado à prática de uma empresa que tem como prioridade a produção de bens e serviços sem a devida atenção às necessidades dos clientes. No “*product-out*”, os gestores tendem a iniciar a produção de um novo produto porque existe capacidade produtiva não utilizada, tecnologia e recursos financeiros.

Esta abordagem, não tendo em atenção as necessidades dos clientes, dá um “tiro no escuro” a cada novo produto que decide lançar, podendo gerar sobreprodução, a qual está estreitamente associada ao desperdício: stocks desnecessários, não aplicação de meios produtivos onde fazem falta, movimentações indevidas e ocupações de espaços excessivos, pagamentos antecipados a fornecedores e subcontratados, etc..

Opõe-se-lhe, naturalmente, a abordagem do *market-in*, a qual se baseia na produção determinada pelas estritas necessidades dos clientes internos e, ou, externos.

Segundo Coimbra (2009b) o princípio do *market-in* assenta na abordagem que é possível e necessário utilizar informação real factual para compreender as necessidades dos consumidores ao nível da qualidade, custo e entrega (prazos) e antecipar os seus desejos e necessidades.

3.2 O cliente é o próximo processo

Nos dias de hoje, a noção de consumidor pode configurar um conceito abstrato, visto que, frequentemente, quem produz um produto provavelmente nunca contactará o respetivo consumidor final. Por essa razão, foi sedimentada a noção de que há que servir com excelência o cliente que coincide com o próximo processo.

Segundo Imai (1986), conceito de “O cliente é o próximo processo” teve a sua origem na Nippon Steel. Este conceito foi a resposta encontrada por Kaoru Ishikawa para que a atenção mantida com a qualidade do produto não se cingisse ao “*output*” entregue ao consumidor final; a não ser observado o novo conceito, os trabalhadores poderiam continuar a enviar produtos inadequados para o processo seguinte, para que este superasse os problemas e assim sucessivamente. Ainda neste contexto, Ishikawa consolidou junto dos trabalhadores a noção de “pensar no próximo processo como o nosso cliente”; com essa ideia em mente, os trabalhadores assumiram o compromisso de tudo fazerem para não enviar produtos defeituosos para o processo seguinte.

A preocupação com a qualidade dos produtos é, deste modo, aprofundada e incorporada em todo o processo de fabrico, assegurando-se a qualidade de processo para processo até ao consumidor final.

3.3 Gestão do processo anterior

A gestão do processo anterior é um conceito que radica na ideia de que muitos dos problemas encontrados em determinados processos fabris têm como origem problemas existentes em processos a montante.

A mentalidade Kaizen estimula, com efeito, a procura da raiz dos problemas, a qual, provavelmente, se encontra em processos anteriores. Deve, por isso, ter-se sempre em conta não só o processo seguinte (nosso cliente), como também atentar no processo anterior.

Ohno (1988) sustenta que perguntando “porquê” repetidas vezes, colocando de cada vez o “porquê” adequado, é possível encontrar a raiz de muitos problemas. Estes podem

envolver vários processos, incluindo os anteriores, para demonstrar esta abordagem, neste sentido, Ohno apresentou o seguinte exemplo:

1- Porquê que a máquina parou?

Devido a sobrecarga que fundiu o fusível.

2- Porquê que houve uma sobrecarga?

Porque a lubrificação do rolamento era inadequada.

3- Porquê que a lubrificação era inadequada?

Porque a bomba de lubrificação não estava a funcionar corretamente.

4- Porquê que a bomba de lubrificação não estava a funcionar corretamente?

Porque o eixo da bomba estava desgastado

5- Porquê que o eixo estava desgastado?

Resposta: porque houve sujidade que se introduziu no eixo

Desta forma foi encontrada a raiz do problema e este foi resolvido com a instalação de um filtro na bomba de lubrificante. Caso não se tivesse insistido na procura da causa do problema, perguntando porquê cinco vezes, provavelmente seria apenas substituído o fusível, voltando a repetir-se o problema mais tarde.

De modo a gerir o processo anterior, a cooperação entre as diversas áreas que compõem uma empresa, desde a conceção e *design* às vendas, é essencial. A cooperação não se deve, além disso, limitar às áreas internas de uma empresa, contemplando o exterior: deve ser criada uma sólida cooperação com os fornecedores, sendo estes considerados como processos anteriores, garantindo-se a necessária qualidade dos materiais utilizados, entre outras mais-valias.

4. Melhoria dos Processos

O ciclo PDCA (*Plan; Do; Check; Action*), isto é, Planear, Fazer, Verificar e Agir, surgiu de uma adaptação japonesa da “roda de Deming”, consultor norte-americano que foi decisivo na melhoria dos sistemas de qualidade, nas empresas industriais do Japão, após o termo da Segunda Guerra Mundial.

Deming sublinhava a necessidade de se proceder a uma constante interação entre o *design*, a produção, as vendas e a pesquisa e desenvolvimento (Imai, 1986).

As empresas japonesas adaptaram a “roda” e aplicaram-na, não só ao nível da gestão como a todas as situações. O ciclo repete-se constantemente rumo à melhoria contínua.

Se na aplicação da “roda” se concluir que se conseguiram melhorias, a forma de as manter consiste na padronização. O padrão estabelece então um novo ponto de partida para a melhoria contínua: assim que um novo padrão é estabelecido, o ciclo PDCA recomeça, elevando-se a “fasquia”. O padrão é o ponto de partida para o ciclo PDCA, sendo necessário normalizar operações e procedimentos antes de passar a um novo ciclo PDCA.

Ao processo de normalização das operações e procedimentos, é dado o nome de ciclo SDCA (*Standard, Do, Check, Action*): Padronizar, Fazer, Verificar e Agir. Este funciona de forma similar ao PDCA, estando a diferença na troca de planear por padronizar.

Tanto o ciclo SDCA como o PDCA são fundamentais para o processo de melhoria contínua. Como se procura evidenciar pela figura que se segue, ambos os ciclos devem funcionar em conjunto, complementando-se: o PDCA planeia e implementa as melhorias, o SDCA faz destas melhorias padrões, normalizando o que foi atingido para se voltar de novo ao PDCA.

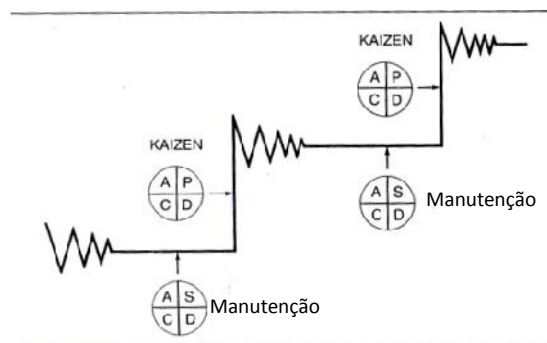


Figura 2 - Ciclo PDCA e ciclo SDCA. Adaptado de Imai (1986, p. 64).

Aplicação do Kaizen em Empresa Industrial: Estudo de Caso

Em Kaizen, o padrão não é encarado como uma referência para se manterem as operações e os procedimentos estabilizados; o ponto de partida é dado pelo padrão, mas o verdadeiro propósito é criar uma base de partida estável para melhorias. Os padrões não são, portanto, estabelecidos para serem mantidos mas sim para serem superados.

5. Padrões

Torna-se necessário sublinhar que, quando em contexto Kaizen nos referimos a padrões, referimo-nos a padrões operacionais. Os padrões operacionais relacionam-se com a forma como um trabalho é realizado.

Imai (1997) define o padrão como sendo a forma de realizar um processo que representar a forma mais segura e fácil para os trabalhadores e a melhor relação custo-benefício, bem como a mais produtiva para a companhia para assegurar qualidade aos seus consumidores.

A padronização desempenha um papel importante na implementação na melhoria da qualidade no sistema produtivo de uma empresa, pois antes de se começar a pensar em novas melhorias, a gestão deve perceber em que ponto está a empresa.

Não é possível, nem necessário padronizar todas as operações. Contudo, elementos cruciais, como o tempo do ciclo, a sequência de trabalhos e a preparação das máquinas, devem ser mensuráveis e padronizados (Imai, 1986).

A padronização é uma parte integral da garantia de qualidade, sem padrões, torna-se impossível construir um sistema viável (Imai, 1997).

6. Eliminação de desperdícios

O TPS (*Toyota Production System*), como a própria sigla indica, teve as suas origens na fábrica da Toyota no Japão. Os conceitos e métodos utilizados por este sistema foram desenvolvidos em grande parte por Taichii Ohno a partir dos anos 50.

O desenvolvimento do TPS, está intrinsecamente ligado à prática da melhoria contínua (Kaizen).

Através das metodologias que desenvolveu, Ohno conseguiu superar as dificuldades com que a empresa se deparava naquela altura, dada a escassez de capital para realizar grandes investimentos em maquinaria de ponta ou nas mais recentes tecnologias, aproveitando e melhorando os recursos disponíveis.

Como forma de utilizar de modo mais eficiente os recursos, Ohno começou por combater, ou eliminar, todas as formas de desperdício (“Muda”, em japonês).

Segundo Imai (1997) foram identificados por Ohno nesse processo os seguintes desperdícios, sendo estes:

- Sobreprodução
- Defeitos
- Movimento
- Processo
- *Stock*
- Transporte
- Espera

Dos desperdícios identificados por Ohno, o que merece a maior atenção é o da sobreprodução pois é geralmente este desperdício que dá origem a todos os outros.

A sobreprodução, considerada por vezes como aceitável para fazer face a quebras inesperadas, avarias ou atrasos na produção, é encarada como o pior dos desperdícios, pois para além de camuflar as ineficiências de um sistema produtivo, mobiliza recursos que não são necessários num dado momento.

Ao produzir mais do que é necessário, utiliza-se mais mão-de-obra, maquinaria, matéria-prima, mais transporte de materiais e produtos e espaço em armazém. A sobreprodução é, por isso, o primeiro desperdício a evitar.

O desperdício é definido como tudo o que não acrescenta valor. A eliminação dos desperdícios é uma parte fulcral do Kaizen, uma vez que eliminar desperdícios é tornar-se mais eficiente e corresponde a uma importante melhoria.

Ohno (1988) defende que, ao pensar na eliminação absoluta dos desperdícios, devem ser tidos em conta dois pontos:

1-Aumentar a eficiência só faz sentido se estiver ligada a redução de custos. Para a concretizar isto, deve-se começar a produzir apenas o necessário com o mínimo de mão-de-obra.

2-Olhar para a eficiência de cada operador e de cada linha. Depois olhar para os operadores como um grupo e por fim para a eficiência de toda a fábrica olhando todas as linhas. A eficiência deve ser melhorada a cada passo, e ao mesmo tempo, para a fábrica como um todo.

Ohno (1988) refere que se olharmos para o trabalho realmente necessário para realizar uma tarefa e encararmos o resto como desperdício, é obtida a seguinte relação:

$$\text{Capacidade atual} = \text{Trabalho} + \text{Desperdício}$$

A verdadeira melhoria na eficiência origina-se quando se produz 0 desperdício e se atinge a percentagem de trabalho de 100% (Ohno, 1988).

6.1 Sobreprodução

Tudo o que for produzido para além da procura num dado momento deve ser considerado como desperdício de sobreprodução.

Todavia, apesar de ser considerado o pior dos sete tipos de desperdício identificados, muitas pessoas podem não perceber problema algum em produzir-se mais do que o necessário.

As razões para a sobreprodução não ser considerada por muitos um desperdício, originam-se em sistemas ineficientes que, para compensar a falta de produtividade, produzem mais que o necessário, “adiantando-se” às necessidades do mercado.

O excesso de produção é utilizado também por diversas empresas para se precaverem de avarias de máquinas e esconder problemas no sistema como o aparecimento de produtos defeituosos. Em vez de procurar amenizar os efeitos das avarias de máquinas, de produtos defeituosos ou de baixas produtividades, produzindo mais, as empresas devem focalizar-se em evitar esses problemas: prevenir avarias, produzir sem defeitos, alcançar níveis elevados de produtividade.

A sobreprodução é vista por Taiichi Ohno como a raiz de muitos problemas e o pior dos desperdícios: produzir mais do que o necessário arrasta muitos desperdícios, origina um consumo desnecessário de materiais, cria um excesso de mão-de-obra em relação ao realmente necessário, conduz à injustificada aquisição de máquinas, requer mais espaço de armazenagem para depositar o excesso de produção, implica transportes desnecessários de matérias e produtos, aumenta os custos administrativos, mobiliza maiores dispêndios de energia, entre muitos outros aspetos. Excesso de produção associa-se a dinheiro estagnado, dinheiro que estará a ser financiado com juros, e, como já foi referido, a sobreprodução ajuda a esconder os problemas do sistema.

6.2 Defeitos

Torna-se fácil perceber o tipo de desperdícios que se originam com a produção de produtos defeituoso. Quando um produto defeituoso é detetado, há duas hipóteses: ou o produto é recuperado ou vai para a sucata; o retrabalho de um produto origina gastos com o reprocessamento, que seriam evitados se não houvesse unidades defeituosas, para além disso, ocupa-se mão-de-obra disponível, que poderia ser canalizada para produção útil adicional.

Produzir defeituosos resulta em “obter sucata” ou em produzir duas vezes, tendo-se, neste caso, o dobro de gasto e só o proveito de um produto. Pior ainda do que produzir defeituosos, é não os detetar atempadamente e enviá-los ao cliente; isto não só origina gastos, como afeta o nome da empresa.

6.3 Movimento

De modo a entender melhor este tipo de desperdício é necessário ter em mente que movimento não equivale a trabalho. Analisando o dia de trabalho de um trabalhador, podemos identificar uma grande quantidade de movimentos que não acrescentam valor ao produto.

Quando um operário desperdiça movimentos, enquanto procura ferramentas, se desloca para ir buscar material ou vai de uma máquina para outra, consumindo tempo e esforço, nenhum valor é acrescentado ao produto. De modo a eliminá-los, as ferramentas devem estar sempre arrumadas e visíveis, assim como os materiais e outros utensílios de trabalho.

Numa fase posterior, indo mais longe na eliminação de movimentos que não acrescentam valor, devem ser efetuadas análises à execução das tarefas dos trabalhadores enquanto desempenham atividades, procurando identificar as que não acrescentem valor.

Depois de estabelecer a forma mais eficiente de desempenhar uma tarefa, deve ser estabelecido um padrão. A padronização desempenha um papel importante na redução deste tipo de desperdício.

Se observar um operador a trabalhar, descobrirá que os momentos em que o valor é acrescentado duram segundos (Imai, 1997).

6.4 Processo

Desperdício de processo pode ser definido como sendo o conjunto de todas as operações de uma fase que não acrescentam valor ao produto ou que vão para além do que o cliente requer.

A eliminação deste desperdício deve começar na conceção do produto, alterando certas características de modo a facilitar a sua fabricação. Por exemplo, se dado artigo necessitar ser montado utilizando dez parafusos, uma revisão do desenho do produto pode conduzir a que passe a requerer apenas três, ou mesmo que se eliminem os parafusos.

Este tipo de desperdício também pode ser detetado no funcionamento das máquinas. Supondo, por exemplo, um produto que necessite ser trabalhado por uma máquina, passando depois para um operador que realiza trabalhos de polimento, se o produto sair da máquina necessitando, por parte do operador que procede ao polimento, maior tempo e esforço que o necessário, existe desperdício de processo.

6.5 Stock

Todo o tipo de *stock* deve ser encarado como desperdício, sejam stocks de matérias, de produtos em curso de fabrico, ou de produtos acabados. Todos representam desperdício e são consequência da sobreprodução. O excesso de *stock* representa desperdício de espaço para armazenagem, oculta defeitos, causa outro desperdício, o transporte, aumenta custos com a mão-de-obra, pois serão necessárias mais pessoas necessitando de mais máquinas, tais como empilhadores.

Os *stocks* ocultam problemas. Uma analogia muito popular é apresentada comparando os níveis de *stock* com o nível da água de um rio e os problemas aos rochedos abaixo desse nível: à medida que se diminui o nível de *stock*, os problemas surgem. Apenas ao reduzir os níveis de stock somos confrontados com os problemas de uma empresa, logo, o objetivo deve ser reduzir o mais possível os stocks, para se resolverem os problemas um a um.

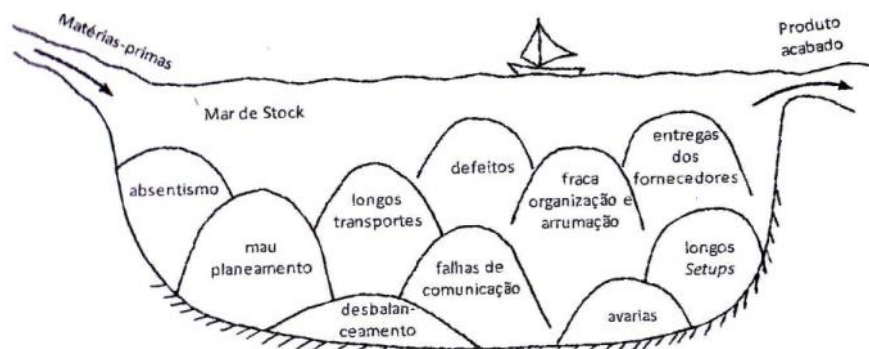


Figura 3 – Stock encobre problemas. Fonte: (Suzaki, 2010, p. 38).

Para começar a combater este desperdício devem ser tidos em conta os seguintes aspetos:

- Não produzir mais do que o necessário para satisfazer as necessidades dos clientes; cada processo não deve produzir mais do que o processo seguinte necessita, sendo esta abordagem chamada *Pull Flow*: o processo seguinte vai puxando componentes a medida que deles necessita, assim se reduzindo o nível dos produtos em curso de fabrico;
- As matérias-primas não devem ser compradas em grandes quantidades com a ideia de aproveitar descontos; provavelmente, a poupança obtida através do desconto será menor que os custos que a armazenagem e manuseamento do *stock* implicam;

- Produzir em pequenos lotes, não se acumulando grandes quantidades de produtos acabados; os lotes devem incluir poucas unidades, se possível, uma só, devendo as entregas a clientes ser frequentes, de modo a não manter durante muito tempo produtos em armazém.

Quando um nível de inventário é elevado, ninguém dá a devida importância à resolução de problemas relacionados com a qualidade, tempo improdutivo das máquinas ou absentismo, assim a oportunidade para o Kaizen é perdida (Imai, 1997).

6.6 Transporte

Este tipo de desperdício é fácil de identificar, uma vez que enquanto os produtos ou materiais estão a ser transportados nenhum valor é acrescentado.

O transporte é, contudo, encarado como desperdício em apenas algumas situações. Onde, o ponto de partida deve ser uma mudança de mentalidade, que considere todo o transporte como desperdício.

A partir do momento em que todo o transporte é considerado desperdício, pode-se começar a reduzi-lo. Uma das principais causas deste desperdício é a disposição de máquinas e materiais de forma ineficiente, o que conduz a percorrer maiores distâncias entre processos e a mais transportes. Ao tomar consciência de que todo o transporte é desperdício, mudanças na disposição de máquinas e locais de armazenagem, bem como uma melhor arrumação dos locais de trabalho podem reduzir significativamente desperdícios de transporte.

6.7 Espera

O desperdício da espera, também conhecido como tempo desperdiçado, acontece quando, por exemplo, um operário interrompe o seu trabalho devido a paragem de máquinas ou por aguardar pela chegada de mais componentes ou materiais.

O tempo que uma empresa necessita desde que recebe uma encomenda até entregar o produto ("lead time") deve ser reduzido.

$$\text{Lead time} = \text{Tempo de processamento} + \text{Espera}$$

Deste modo, se o tempo de espera numa empresa é reduzido, o seu "lead time" também será reduzido.

7. Orientação para o Gemba

7.1 Os 5S's da Organização e Limpeza

Os 5S's consistem num sistema para melhor organizar uma organização, tendo sido desenvolvidos na Toyota por Hiroyuki Hirano.

Os 5S's são formados por um conjunto de cinco palavras japonesas, representando cada palavra uma fase do processo de organização; as referidas palavras são:

1-**Seiri** (Separar)

2-**Seiton** (Organizar)

3-**Seiso** (Limpar e Inspeccionar)

4-**Seiketsu** (Sistematizar)

5-**Shitsuke** (Disciplina)

O sistema dos 5S's foi desenhado para criar um local de trabalho visual, ou seja, um ambiente de trabalho que se explica, ordena e melhora autonomamente. Num local de trabalho visual, uma situação fora do padrão torna-se imediatamente óbvia e os trabalhadores podem corrigi-la facilmente (Dennis, 2007).

Para introduzir os 5S's numa organização, deve ser formada uma equipa responsável por essa tarefa.

Seiri (Separar)

O primeiro passo dos 5s's consiste em separar e classificar o que está no local de trabalho entre o que é necessário e o que não é, removendo o que não é necessário.

Podemos pensar que o que está no local de trabalho é necessário, mas, se for prestada a devida atenção, muito do que lá está não o é.

Quando os elementos mais variados chegam ao local de trabalho para ser utilizados ou processados, sejam componentes, sucata, material, ferramentas, máquinas, etc., a tendência é que dificilmente de lá venham a sair, pois o pensamento comum é que podemos vir a ser necessários posteriormente. A tendência é conservá-los.

Devido a essa forma de pensar, podem ser acumulados no local de trabalho, um amontoado de itens, que não são necessários à realização das tarefas e que dificultam mesmo a sua execução.

Uma regra que pode ser aplicada para determinar o que é de guardar é remover o que não se espera utilizar nos 30 dias seguintes.

Devem ser promovidas iniciativas que envolvam todos os trabalhadores, de forma a remover do *Gemba* o que não é necessário. O impacto dessas iniciativas deve ser avaliado; para tal, podem ser considerados o peso dos itens removidos, o espaço libertado ou os contentores que se encheram com material desnecessário, de modo a comprovar os resultados, motivando futuras remoções.

Para que os resultados conseguidos se mantenham, deve ser assumido o compromisso de efetuar campanhas de remoção regularmente. Estas podem ser repetidas anual ou semestralmente, de acordo com a dimensão da empresa.

Os resultados atingidos com as campanhas podem ser impressionantes pela quantidade de itens desnecessários que, de outro modo, poderiam ser mantidos no local de trabalho. Para além de libertarem espaço, as campanhas podem chamar a atenção para diversos problemas: ao encontrar-se, por exemplo, um nível elevado de matérias-primas ou de produtos em curso de fabrico em armazém.

Seiton (Organizar)

Concluída a primeira fase, os itens que não são necessários para a realização das operações já não se encontram no local de trabalho, dando-se o início à segunda fase, organizar.

O que fica no local de trabalho deve ser organizado de forma a minimizar os movimentos ou o esforço e o tempo de procura para encontrar e recolher o que se pretende. Tudo deve ter um lugar designado e tudo deve estar no seu devido lugar. Os itens no *Gemba* devem estar bem identificados e as quantidades máximas devem ser definidas, por exemplo, para os níveis de produtos em curso de fabrico.

Como já foi anteriormente referido, a palavra *Gemba* significa chão-da-fábrica, ou melhor, o lugar onde o valor é acrescentado, por forma a não cingir o conceito às empresas industriais.

Com tudo no seu lugar e devidamente identificado, os trabalhadores não desperdiçam tempo a procurar ferramentas ou a deslocar-se aos locais onde os componentes são mantidos.

Um exemplo dado por Imai (1997) é a indicação das áreas onde manter os produtos em curso de fabrico entre processos, delimitando com tinta essa mesma área. Essa técnica resolve dois problemas: primeiro, identifica claramente o local adequado para um determinado produto; depois, delimita o número de produtos mantidos entre processos, sendo definido que uma vez preenchida aquela área se deve parar de produzir.

Seiso (Limpar e Inspeccionar)

A terceira fase da implementação do sistema dos 5S's passa pela limpeza. Após retirados os itens desnecessários e organizados os remanescentes, estes devem ser limpos e assim mantidos.

A limpeza do Gemba deve ser total, abrangendo máquinas, ferramentas, chão e paredes.

Segundo Dennis (2007, p.36) para iniciar esse processo a equipa responsável pela implementação dos 5S's deve definir:

- O que limpar;
- Como limpar;
- Responsáveis pela limpeza;
- Padrões de limpeza.

Devem ser criadas fichas de controlo com os itens ou as áreas a serem alvo de limpeza, de modo a que não se deixe nada por limpar. Nas fichas também devem estar expostos os métodos, bem como os produtos de limpeza e acessórios adequados, devendo garantir-se que estes estejam sempre disponíveis.

Devem ser afixadas num local bem visível folhas com a calendarização das limpezas a serem efetuadas, bem como o nome dos responsáveis pelas mesmas. As folhas de controlo das limpezas devem ser assinadas pelos responsáveis, assim que as terminem.

Esta fase não se resume à limpeza: a inspeção também é uma parte importante. Após a limpeza, os equipamentos devem ser inspeccionados com regularidade. No caso das

máquinas, devem ser criadas fichas de controlo para a sua inspeção, definindo os pontos-chave a serem verificados.

Os operadores das máquinas serão capazes, ao inspecionar as máquinas, de detetar diversos problemas, de difícil deteção quando não estão limpas, como fugas de óleo, parafusos mal apertados, fendas, etc.

Seiketsu (Sistematizar)

Concluídas a três primeiras fases dos 5S's, o local de trabalho deverá ter mudado, foi libertado espaço, facilitada a busca de ferramentas e materiais, reduzido o esforço para as alcançar, uma vez que se organizaram os locais com esse objetivo em mente. Através do planeamento da limpeza e da definição dos seus responsáveis, o local de trabalho é mantido limpo e organizado. Deste modo, os problemas com as máquinas e a falta de materiais ou de ferramentas são imediatamente visíveis.

Segundo Dennis (2007) os resultados tendem, todavia, a regredir, se não forem levados a cabo esforços para os manter. Devem, por isso, ser criados padrões para as três primeiras fases e devem ser definidas formas de avaliar a aplicação dos 5S's. A aplicação dos 5S's torna-se, por tudo isso, um padrão observado por todos na empresa.

Shitsuke (Disciplina)

De modo a que os trabalhadores continuem a aplicar os passos dados nas fases anteriores, é necessária disciplina.

Os trabalhadores devem aplicar os 5S's como um elemento normal do dia-a-dia. Por norma, a maioria das pessoas tem gosto em trabalhar num local limpo e organizado e mantê-lo dessa forma é responsabilidade de todos.

Segundo Dennis (2007) o envolvimento dos trabalhadores é a chave para manter a disciplina na aplicação dos 5S's, de modo a envolver os trabalhadores na sua prática contínua, deve ser realizada a devida promoção e comunicação junto dos trabalhadores, treinando-os adequadamente. Uma das formas de promover os 5S's é a definição e divulgação das metas a serem atingidas e dos resultados obtidos ao longo do tempo, utilizando fotografias dos locais, salientando as diferenças entre o que estava e o que se atingiu. Devem ser reconhecidos os trabalhadores que apresentem excelência no trabalho, visto que o reconhecimento pode ser um grande incentivo.

7.2. Estabilidade Básica

De modo a implementar a produção em pequenos lotes, de preferência de uma unidade, produzindo apenas o que é consumido, sem constituir *stocks* ou mantendo o mínimo possível e evitando os desperdícios expostos, é necessário estabilizar o sistema.

Ao evitar elevados níveis de *stock* de produtos acabados ou de produtos em curso de fabrico, quaisquer problemas que se manifestem na produção e se prolonguem podem parar as linhas a jusante.

Um sistema produtivo sem estabilidade não pode produzir sem que um nível de segurança de *stock* equivalente à sua instabilidade seja mantido. À medida que os níveis de *stock* são reduzidos, mais problemas são descobertos, devendo ser resolvidos até se atingir o nível de estabilidade para o correto funcionamento com *stocks* reduzidos.

Segunda Coimbra (2009b) estabilidade básica de um sistema produtivo baseia-se em quatro fatores conhecidos como os 4M's. Estes são mão-de-obra, máquina, material e método.

Para criar estabilidade no sistema, estes quatro fatores devem ser analisados para que se possam detetar problemas que prejudiquem o fluxo da produção.

7.2.1 Estabilidade Básica da Mão-de-obra

Problemas como o absentismo e a falta de pontualidade, ou pausas mais longas do que as estabelecidas, tornam-se mais evidentes quando os tempos de espera estão minimizados. A ausência de um trabalhador compromete, então, não só a linha onde deveria estar, como todas a jusante. Os supervisores e os gestores dos recursos humanos devem analisar os referidos problemas, procurando as respetivas causas e traçando planos para os eliminar (Coimbra, 2009b).

Os padrões são indispensáveis para a estabilização do sistema produtivo. Para sermos mais específicos, a padronização é indispensável para estabilizar o fator da mão-de-obra. Dos 4M's, o fator mais instável é a mão-de-obra: onde existe intervenção humana, haverá

sempre uma maior variabilidade. A padronização apenas se torna, assim, necessária nos processos onde os trabalhadores intervêm.

Relembrando o conceito do ciclo SDCA, o primeiro passo é constituído pela padronização. O padrão é elaborado para depois ser transmitido aos trabalhadores; a informação e o treino dado aos trabalhadores acerca do novo padrão constitui o segundo passo; a verificação do seguimento ou não do novo padrão constitui o terceiro; por fim, se forem detetados desvios ao padrão estabelecido, devem ser tomadas medidas, tais como mais informação e mais ou melhor treino.

7.2.2 Estabilidade Básica das Máquinas

Ao analisar a estabilidade básica das máquinas, deve ser tida em conta a eficiência geral das máquinas.

Segundo Coimbra (2009b, p. 41) a eficiência geral das máquinas é um indicador que contempla três grupos de perdas, sendo estas:

- Perdas de disponibilidade: representam o tempo em que a máquinas não estão disponíveis para produzir; subdividem-se em perdas planeadas e não planeadas. Paragens planeadas são usualmente destinadas a limpeza e manutenção, testes ou treino; as paragens não planeadas podem dever-se a avarias e reparações.
- Perdas de desempenho: ocorrem devido a micro paragens (inferiores a 10 minutos) ou a ciclos mais lentos que o normal;
- Perdas de qualidade: devem-se a produtos defeituosos e erros, sucata ou necessidade de recuperar peças.

As perdas de disponibilidade constituem normalmente o principal problema; a disponibilidade média de 80% é um bom ponto de partida.

É necessário, contudo, ter em conta a variabilidade dessa média. Se o tempo disponível das máquinas ou os defeituosos obtidos se apresentarem com elevados desvios em relação aos valores médios, existe problema importante que impede a criação de um fluxo contínuo dos produtos pelo sistema produtivo.

Para aumentar os níveis da eficiência geral das máquinas, deve ser recolhida e analisada informação, de modo a determinar quais são as dez maiores perdas das máquinas mais

problemáticas, atacando os problemas a partir do maior. Quando forem identificados tipos específicos de perdas, deve-se perguntar o porquê das perdas as vezes necessárias, de modo a determinar a raiz dos problemas e a tomar medidas corretivas. Um diagrama de causa e efeito pode ser uma grande ajuda na determinação das causas das perdas (Coimbra, 2009b).

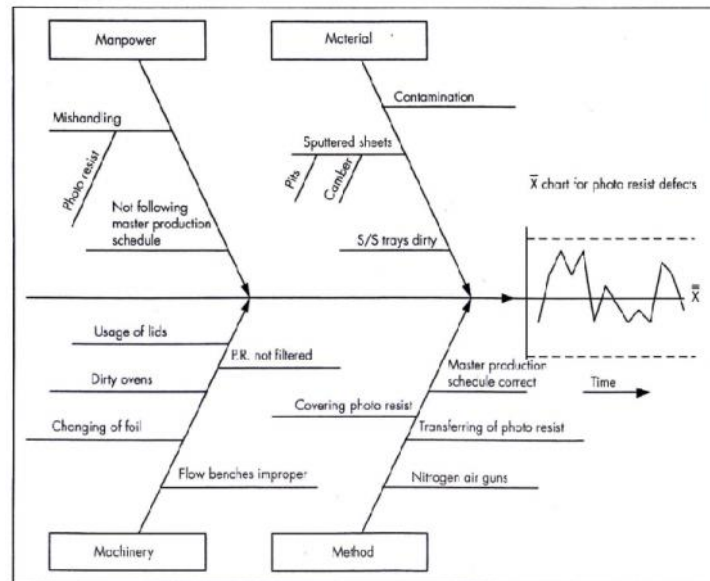


Figura 4 - Diagrama de causa efeito. Fonte: (Black & Hunter, 2003, p. 159).

O diagrama de causa efeito torna prática a identificação da causa de problemas.

No diagrama acima exposto, observamos que o problema a resolver é representado pela linha central. Da linha central partem outras quatro linhas, cada um delas representando um dos 4M's; por fim, de cada um dessas linhas separam-se ramificações, representando cada uma o fator que pode causar o problema, de acordo com o grupo a que esteja associado (Mão-de-obra, Material, Máquina e Método).

7.2.2.1 Manutenção Produtiva Total (TPM)

O TPM é um fator chave na estabilização da maquinaria e no aumento da sua eficiência.

O TPM procura maximizar a eficácia do equipamento através de um sistema de total manutenção preventiva abrangendo toda a vida da máquina. Envolvendo todos, em todos os departamentos e a todos os níveis (Imai, 1986).

O que se pretende atingir é a utilização da máquina a 100% do tempo quando esta é necessária (Suzaki, 2010).

De modo a alcançar este objetivo, os operários que trabalham diretamente nas máquinas devem sentir que a manutenção também lhes diz respeito: pensar que apenas o pessoal da manutenção é responsável por manter as máquinas a trabalhar corretamente é o primeiro problema a ultrapassar. Como foi referido, o TPM envolve todos, de todos os departamentos e em todos os níveis.

O TPM aposta na prevenção, em vez de só agir quando os problemas ocorrem. Para todos os operários serem envolvidos na manutenção, deve ser-lhes dado treino adequado. Os operários devem ser treinados de modo a entender quais são as condições normais de funcionamento das máquinas, para que possam detetar condições anormais. São responsáveis pela limpeza, correta lubrificação e inspeção das máquinas, podendo detetar se existem fugas de óleo ou parafusos soltos.

Deste modo, o pessoal da manutenção terá mais disponibilidade para resolver problemas mais complexos.

Os operários devem ser treinados na lubrificação das máquinas e em pequenos ajustamentos necessários ao correto funcionamento dos equipamentos, assim se evitando a deterioração forçada ou precoce das máquinas. Também devem ser formados sobre os procedimentos corretos de operação e sintomas de deterioração.

A manutenção assegura a função de formar os operários, para que estes executem tarefas de manutenção preventiva; auxilia-os quando necessário, uma vez que os pequenos ajustamentos e a manutenção preventiva serão realizados pelos operários.

Dennis (2007) identifica as maiores causas para as perdas de eficiência das máquinas, sendo estas:

- Avarias;
- Tempo para *setups* (gestão das mudanças dos equipamentos) e ajustamentos;
- Microparagens;
- Velocidade reduzida – ciclos mais lentos que o normal
- Defeituosos;

- Reduzido desempenho – desde o arranque até se atingir uma produção estável.

Muitas perdas têm origem em pequenas falhas ocultas, como parafusos soltos ou sujidade acumulada em locais pouco visíveis.

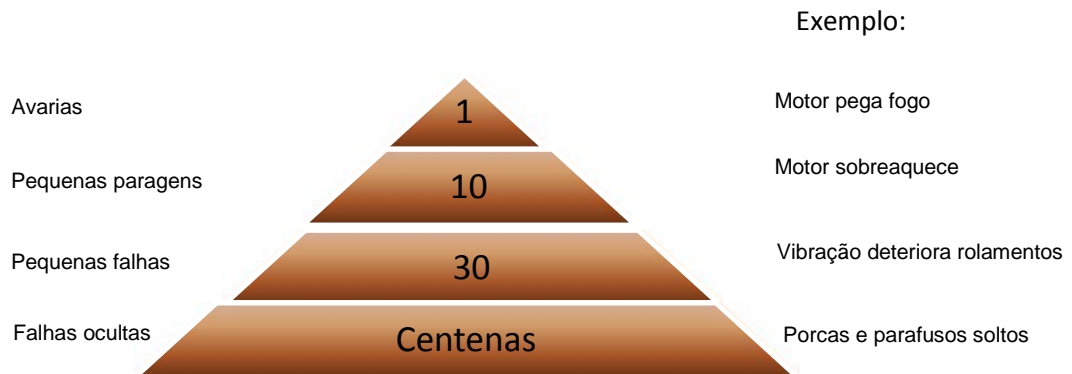


Figura 5 - Pirâmide de perdas de máquina. Elaboração própria, adaptado de Dennis (2007, p. 43).

Analisando a figura acima exposta, verifica-se que as avarias completas tendem a representar uma parte muito pequena das perdas das máquinas.

De modo a compreender melhor os conceitos expostos na figura, Dennis (2007, p. 43) define-os da seguinte forma:

Avarias – Pressupõem perda da função da máquina

Pequenas paragens – São normalmente resolvidas em pouco tempo e pressupõem uma redução da função da máquina; deve ser dada uma especial atenção a estas paragens pois se não forem resolvidas corretamente, facilmente originam avarias.

Pequenas falhas – Não causam uma redução das funções das máquinas, respeitando a situações que se desviam do padrão para o correto funcionamento da máquina e, prolongando-se, podem causar pequenas paragens.

Falhas ocultas – São condições que originam pequenas falhas, como deficiências na lubrificação ou parafusos desapertados.

As avarias são apenas o resultado final da acumulação de falhas ocultas, pequenas falhas e pequenas paragens. Ao aplicar o TPM as avarias são evitadas eliminando-se os fatores que as originam; por essa razão, a manutenção preventiva desempenha um papel crucial no aumento da eficiência das máquinas.

Contudo, o esforço dedicado ao TPM deve ser contínuo. Pequenas ações de limpeza e inspeção diárias evitam muitas avarias. Se a manutenção contínua não for levada a cabo, aumentam as reparações, introduzindo-se ineficiências no sistema.

Segundo Suzaki (2010, p. 153) a prevenção de avarias através do TPM pode ser separada em três fases distintas, sendo estas:

Manutenção da condição normal da máquina – a máquina deve permanecer sempre limpa, todos os parafusos devem estar corretamente apertados, a máquina deve estar corretamente lubrificada e deve ser operada corretamente, não se tentando forçá-la a trabalhar mais depressa que o devido. É nesta fase que o envolvimento de todo o pessoal e o treino se mostram essenciais: quando as condições normais de funcionamento da máquina são mantidas, as avarias ocorrem em muito menor número.

Deteção de anomalias prematuramente – de modo a detetar anomalias prematuramente, é necessário inspecionar as máquinas diariamente, por forma a concluir se a limpeza foi efetuada corretamente e se existem fugas de óleo ou parafusos por apertar; nesta fase, o treino dado aos operários permite que identifiquem mais facilmente as anomalias que causam avarias: devem, por exemplo, estar atentos a ruídos ou a cheiros estranhos. A inspeção mais complexa, utilizando equipamento de diagnóstico é levada a cabo pelo pessoal da manutenção.

Desenvolvimento e implementação de medidas para retomar a condição normal da máquina – Quando uma avaria se verifica, as respetivas causas devem ser prontamente determinadas. Apuradas as causas, há que corrigir e, se possível, implementar um novo padrão, por forma a evitar outras avarias do mesmo tipo.

7.2.3 Estabilidade Básica dos Materiais

Há que assegurar, neste aspeto, a estabilidade no abastecimento das linhas, em matérias-primas, peças e componentes.

Ao longo do percurso de melhoria contínua e eliminação de desperdícios, um dos pontos importantes é a redução dos níveis de *stock*, contudo, como já referido, a redução do nível de *stocks* expõe diversos “rochedos” até então ocultos. Problemas como atrasos nas entregas por parte de fornecedores podem conduzir a paragens de máquinas, uma vez que em ambiente Kaizen não devem existir níveis de *stock* (de “segurança”) que permitam a empresa suportar um atraso significativo nas entregas de matérias-primas.

Como também não são mantidos níveis elevados de produtos em curso de fabrico entre linhas ou processos, torna-se necessário garantir que as matérias-primas e esses produtos cheguem às linhas nas quantidades necessárias, aos locais e nos momentos devidos.

7.2.4 Estabilidade Básica dos Métodos

O princípio da estabilidade dos métodos relaciona-se com todos os problemas que atrasem ou parem o fluxo de produtos e não tenham a origem na mão-de-obra, máquinas ou materiais.

Garantir a estabilidade dos métodos visa assegurar que as tarefas e os processos são executados da forma mais correta, segura e eficiente, tendo a padronização dos métodos de trabalho um contributo essencial na estabilização.

Os métodos definem como o trabalho deve ser realizado, de modo a que seja desenvolvido de forma eficiente e segura. Por exemplo, definir a sequência do trabalho ao realizar uma tarefa conduz a que seja realizado sem perdas de tempo e observando regras de segurança.

Se não forem definidos os métodos mais adequados a aplicar nos diversos aspetos do sistema produtivo, seja na execução de processos, no armazenamento, limpeza, inspeção, entre outros, cada indivíduo aplicará o método que, em cada momento, achar mais conveniente, contribuindo para criar inúmeros procedimentos. E existindo uma grande variedade nos métodos aplicados, surgem com certeza problemas: produtos defeituosos, paragens de máquinas, perdas de tempo, falhas de segurança, etc.

7.3. Redução do tempo de Set-up (SMED)

A redução do tempo de *setup* (preparação dos equipamentos para se passar à produção de um lote de produtos com características distintas dos acabados de produzir) é fundamental para se conseguir dar resposta às exigências do mercado.

A redução do tempo de *setup* permite reduzir ao mesmo tempo o *lead time* e libertar tempo para a produção, aumentando a capacidade disponível e evitando investimento em novas máquinas.

Para além dessas vantagens, a redução do tempo de *setup* é fundamental para a produção em lotes mais reduzidos, uma vez que existe uma relação direta entre o tempo de *setup* e o tamanho dos lotes.

A metodologia SMED (“*Single Minute Exchange of Die*”) consiste na mudança de ferramentas num número de minutos de apenas um dígito, ou seja, menos de 10 minutos (Coimbra, 2009b).

O desenvolvimento da metodologia SMED é atribuído a Shingeo Shingo, engenheiro e consultor da Toyota. A Toyota iniciou a aplicação dessa metodologia na altura em que Taiichi Ohno procurava introduzir mudanças no sistema produtivo, procurando aplicar os princípios *just-in-time*. Ohno pretendia implementar uma produção em lotes mais pequenos e mais frequentes, de modo a criar um fluxo contínuo, eliminando assim muitos desperdícios (Coimbra, 2009b).

A partir do modelo da Quantidade Económica de Encomenda, desenvolvido por Wilson com o objetivo de determinar a quantidade a encomendar que optimize os custos relacionados com a encomenda e os custos de armazenagem, Coimbra (2009b) apresenta no seu livro uma adaptação deste modelo de modo a determinar a quantidade económica dos lotes a produzir. Para tal, em vez de custos com a encomenda, devemos considerar os custos relacionados com perdas de disponibilidade das máquinas, devido aos tempos de paragem para mudança de ferramentas e outros ajustamentos necessários ao início da produção de outro tipo de produto. No que respeita a custos de manutenção de *stock*, estes passam a respeitar à manutenção de produtos em curso de fabrico entre processos.

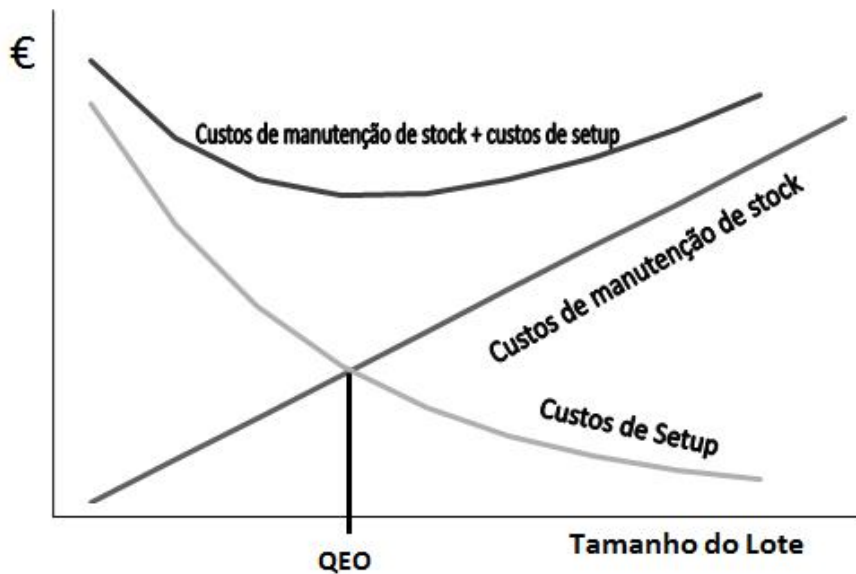


Figura 6 - Quantidade económica de ordem de produção. Elaboração própria, adaptado de Coimbra (2009b, p. 82).

Se nada for feito de modo a reduzir o tempo de *setup*, diminuindo os custos associados, nenhuma melhoria é atingida, assim os custos associados com a gestão das mudanças e de manutenção de *stock* mantêm-se constantes.

Na abordagem tradicional, o volume do lote mais económico, uma vez determinado, era aceite como fixo. O que sucedeu na Toyota foi, porém, que Ohno percebeu que a quantidade económica dos lotes em nada é fixa: pode ser reduzida através da redução dos custos com *setups* e, para tal, estes teriam de ser realizados em menos tempo e de forma mais simples (Coimbra, 2009b).

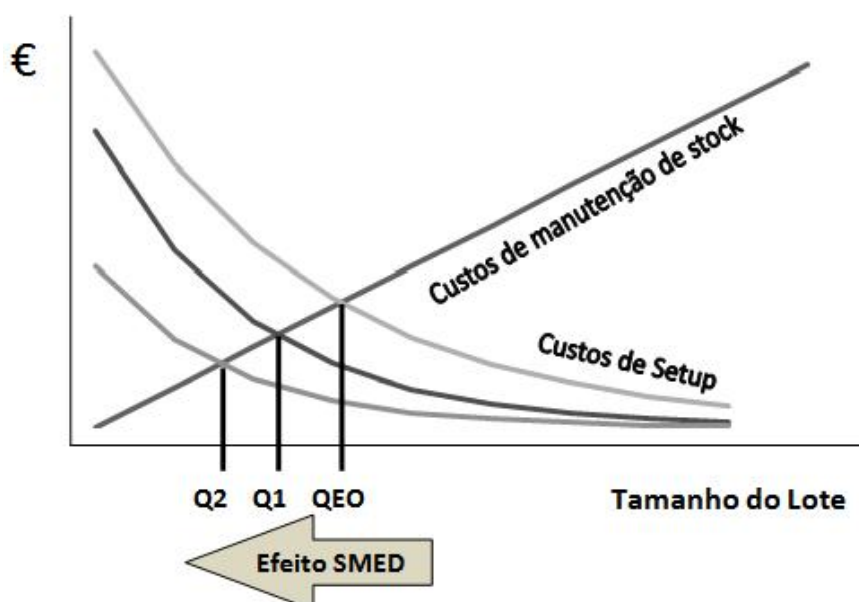


Figura 7 - Efeito do SMED. Elaboração própria, adaptado de Coimbra (2009b, p. 83).

Ao observar a figura acima exposta, percebe-se facilmente o efeito que a redução de custos associados a mudança de ferramentas das máquinas tem na redução da quantidade económica do lote a produzir.

A metodologia SMED permite a produção de lotes cada vez mais pequenos, assumindo-se o objetivo de a quantidade económica do lote corresponder a uma unidade.

7.3.1 Aplicar a metodologia SMED

De modo a aplicar a metodologia SMED e assim reduzir o tempo de *setup*, é necessário compreender em que consiste este tempo.

Coimbra (2009b) define o tempo de *setup* como o período que decorre entre a produção da última unidade de produto do lote anterior e a produção da primeira unidade de produto com boa qualidade do lote seguinte.

Devem ser considerados como tempo de *setup*, não só a mudança física de ferramentas, mas também o tempo dedicado às tarefas de preparação para esta mudança, limpeza e o tempo que a máquina trabalha a uma velocidade menor que a normal até atingir esta velocidade (perda de desempenho).

Segundo Coimbra (2009b) em situações onde o equipamento nunca foi analisado através do SMED, os trabalhadores que realizam a mudança de ferramentas não estão conscientes das perdas envolvidas e das enormes oportunidades para a melhoria. Em alguns casos é usual atingir uma redução de 50% simplesmente através da padronização e de algumas melhorias sem necessidade de investimentos adicionais em equipamento.

Coimbra (2009b, p. 84) define a aplicação da metodologia SMED separando-a em cinco fases:

- Estudo da atual situação - nesta fase, os métodos utilizados devem ser detalhadamente analisados; devem ser analisados os movimentos e o tempo necessário para realizar a mudança de ferramentas. O objetivo é conhecer a situação do processo, de modo a poder atingir melhorias, eliminando movimentos desnecessários e organizando os passos necessários na melhor sequência.
- Separar trabalho interno de trabalho externo - analisado o processo a melhorar, os elementos determinados como necessários para a realização do processo devem ser separados em duas categorias: trabalho interno e trabalho externo.

O trabalho interno é definido como aquele que apenas pode ser realizado quando a máquina estiver parada. O trabalho externo consiste sobretudo em atividades preparatórias da mudança, que podem ser feitas com a máquina a trabalhar. Separados os elementos nessas duas categorias, devem ser estabelecidos padrões que definam a sequência das tarefas a realizar e a forma como estas devem ser efetuadas, de modo a que o *setup* seja realizado com o mínimo de desperdício possível. Não deve executar-se nenhum elemento do trabalho externo quando a máquina estiver parada, porque o tempo de paragem seria prolongado desnecessariamente.

- Converter trabalho interno em trabalho externo - os elementos do trabalho interno devem ser analisados cuidadosamente, de modo a determinar se existem possibilidades de converter trabalho interno em externo; um exemplo comum é o do pré-aquecimento de moldes para injeção: em vez de se introduzirem os moldes nas máquinas, aguardando-se que atinjam depois a temperatura adequada, há que aquecê-los enquanto a máquina estiver a trabalhar no lote anterior.

- Reduzir o trabalho interno - ao procurar reduzir o trabalho interno, deve ser dada uma especial atenção aos ajustamentos necessários para finalizar a troca de ferramentas. No processo de mudança de ferramentas, o tempo dedicado a ajustamentos pode ocupar entre 50% a 70% do tempo total do trabalho interno. De modo a eliminar a necessidade de realizar alguns ajustamentos, por exemplo, no caso de uma unidade que utilize moldes, a base na qual os moldes são fixados pode ser padronizada, assim como os encaixes. Outra forma de reduzir o trabalho interno passa pela realização de operações do trabalho interno em paralelo; assim, se for afetado mais pessoal no auxílio aos operadores que realizam trabalho interno, estes podem permanecer junto da máquina executando tarefas específicas, enquanto os ajudantes lhes fornecem as ferramentas necessárias. Isto permite que o operador responsável pela mudança se dedique à fixação e ajustamentos, reduzindo o tempo do trabalho interno necessário.

- Reduzir o trabalho externo - o tempo dedicado ao trabalho externo não afeta o tempo da mudança de ferramentas, visto que é realizado enquanto máquina se encontra a trabalhar; no entanto, se for despendido demasiado tempo no transporte ou na procura de ferramentas necessárias à mudança, ocorrem desperdícios. A aplicação de metodologia dos 5S's, anteriormente exposta, resolve estes problemas, uma vez que organiza e identifica tudo o que se encontra no Gomba, de modo a evitar desperdícios.

Conseguir reduzir o tempo de *setup* é um fator crítico no que toca à competitividade de uma empresa. Reduzindo o tempo de *setup* através da aplicação da metodologia SMED diminui-se o *lead time*, permitindo a produção económica de pequenos lotes, o que proporciona a redução de muitos desperdícios e flexibiliza o sistema produtivo.

A redução do tempo de *setup* também tem impacto na qualidade dos produtos, pois produzindo em lotes menores transferem-se para o processo seguinte menos componentes e com maior frequência, o que permite que a deteção de unidades defeituosas no processo seguinte seja mais eficaz, identificando-se, assim, defeituosos numa fase prematura e prevenindo-se a acumulação de ineficiências.

O SMED tem, portanto, um impacto decisivo nos três fatores muito importantes para a competitividade de uma empresa - a qualidade, o prazo de entrega e o custo.

7.4 Mecanismos anti-erro (*Poka Yoke*)

Aos dispositivos que detetam ou evitam que os erros aconteçam é dado o nome de *Poka Yoke*, expressão japonesa que significa “à prova de erro”.

Os *Poka Yoke* evitam que o operador cometa erros que conduzam à produção de defeituosos.

Ao evitar que os erros aconteçam, esses dispositivos têm impacto na qualidade dos produtos e na estabilidade da mão-de-obra, reduzindo assim a sua variabilidade, o que resulta num menor número de defeituosos. Ao mesmo tempo, eliminam-se dois desperdícios, a produção de defeituosos e o tempo que o trabalhador necessitaria para inspecionar unidades produzidas.

Os *Poka Yoke* são implementados de modo a detetar se existem desvios ao padrão definido. Dennis (2007, p. 101) define três categorias de *Poka Yoke*, que identificam desvios de diferentes tipos:

- Desvios de componente, este tipo de dispositivo deteta desvios ao nível do peso, forma e dimensão de dado componente;
- Desvios no método, de modo a detetar desvios no método de trabalho, devem ser verificados os movimentos a serem efetuados.

Exemplo: Um sensor conta o número de vezes que o braço do operador corta o raio do sensor; deste modo, um operador que deva instalar oito componentes quebrará o raio esse número de vezes.

- Desvios de valores definidos, este tipo de *Poka Yoke* consiste, por exemplo, em contadores que detetam a falta de componentes ou de certas características que o produto deve ter.

Exemplo: Um sensor de limite pode determinar se o número correto de furos foi efetuado em dado componente.

Ao detetar autonomamente os erros que possam ser cometidos, o trabalhador pode concentrar-se em acrescentar valor. De outro modo, o trabalhador teria de estar constantemente a inspecionar os produtos para verificar se algum erro foi cometido.

8. Criação do Fluxo Interno

A criação do fluxo interno tem dois objetivos principais:

- O primeiro, criar um fluxo contínuo de materiais e produtos desde a entrada em armazém das matérias-primas até a entrada em armazém dos produtos acabados;
- o segundo, criar um fluxo de informação, isto é, as encomendas dos clientes devem ser rapidamente transformadas em ordens de fabricação, que por sua vez dão origem a recolha de matérias no armazém e entre processos, numa sequência *Pull Flow*.

A logística interna integra produção e logística para que o sistema funcione de acordo com as necessidades dos consumidores numa forma sincronizada de fornecer produtos (*Just-in-Time*) (Coimbra, 2009b).

Os elementos essenciais para constituir um contínuo fluxo interno definidos por Coimbra (2009b, p. 100) são:

- Supermercados - consistem em áreas dentro da fábrica onde são mantidas pequenas quantidades de componentes e outros materiais, de modo a que as linhas sejam facilmente abastecidas da forma mais rápida e simples possível; os supermercados constituem um elo de ligação entre os armazéns e as linhas de produção ou entre as linhas de produção.
- *Mizusumashi* ou comboio logístico - o comboio logístico consiste num sistema de abastecimento constante dos supermercados para as linhas.
- Sincronização - a sincronização dos processos produtivos define como é iniciada a produção, bem como a recolha e entrega de materiais e componentes ao longo de todo o sistema produtivo.
- Nivelamento da produção - o nivelamento da produção define a programação das ordens de produção.
- Planeamento de produção *pull* - define como programar a capacidade produtiva e calcular as necessidades dos clientes.

Para iniciar este ponto é necessário estabelecer as diferenças entre a forma convencional de organizar os processos logísticos e a forma do *pull flow*.

Segundo Coimbra (2009b) Convencionalmente, a logística respeita os seguintes princípios:

- Procura minimizar o transporte interno abastecendo as linhas com grandes quantidades de materiais;
- Procura minimizar o espaço necessário de armazenagem, o que conduz ao armazenamento em altura e à necessidade de utilizar empilhadores e outros equipamentos;
- Minimiza o trabalho de embalagem e de remoção dos componentes das embalagens, empurrando essa tarefa para a produção;
- Planeia as ordens de produção em grandes quantidades, de modo a diminuir o número de *setups* e a diluir os respetivos tempos.

No entanto, por forma a criar um fluxo contínuo, Coimbra (2009b) estabelece os seguintes princípios:

- Abastecer contentores com tamanho certo, promovendo a flexibilidade e eficiência das linhas de produção;
- Utilizar os meios de transporte adequados, realizando entregas com espaços temporais definidos (comboio logístico);
- Colaborar com fornecedores e clientes, de modo a utilizar contentores do mesmo tamanho, e, caso isso não seja aplicável, a remover os materiais das embalagens, colocando-os nos contentores padrão da empresa; esta atividade deve ser efetuada antes de os materiais seguirem para as linhas, permitindo que os trabalhadores (nas linhas) concentrem em acrescentar valor ao produto;
- Planear as encomendas dos clientes de modo de modo a suavizar as entregas dos fornecedores através da nivelção.

8.1 Supermercados

Segundo Coimbra (2009b), um supermercado deve obedecer às seguintes regras:

- Ter uma localização fixa para cada componente ou material;

- Promover a recolha fácil de materiais; para isso, todos os materiais devem, sempre que possível, ser armazenados ao nível do solo;
- Permitir uma gestão visual, isto é, deve-se apenas através de olhar para o supermercado, tornar-se nítida a existência de problemas ou a necessidade de o reabastecer; pinta-se, por exemplo, a área do supermercado e estabelece-se o limite da área, de modo a que, quando o número de contentores definido como o que deve ser mantido for atingido, não se guarde nem mais um contentor.

8.1.1 Definir o tamanho do supermercado

Para se definir o tamanho de dado supermercado, Coimbra (2009b) defende que devem ser tidos em conta dois aspetos:

- o tamanho do lote de produção definido para a linha que irá abastecer ou do lote de transporte no caso de o supermercado se situar entre o armazém de produtos acabados e um linha de produção;
- o tempo necessário para reabastecer a linha ou o supermercado.

A quantidade de componentes e materiais que deve ser mantida num supermercado deve, com efeito, ser suficiente para manter uma dada linha abastecida durante o período em que a informação de que um reabastecimento é necessário é recebida e o material respetivo é transportado do armazém para o supermercado ou de um supermercado para outro. O sinal e a informação necessária para o reabastecimento são dados através do sistema *kanban*, que à frente será abordado.

8.2. Comboio Logístico

O comboio logístico é uma peça fundamental na criação de um bom fluxo interno, consistindo num veículo, ou num conjunto de veículos, por exemplo, um empilhador rebocando diversos contentores.

O comboio logístico é o elo de ligação entre os supermercados e as linhas ou armazéns; movimenta o material e a informação necessários para que a produção se mantenha

dentro da normalidade. A informação que o comboio movimenta está sob a forma de *kanban*, consistindo este num cartão que acompanha os contentores de materiais ou produtos, com informação sobre que material acompanha, isto é, em que quantidade e para que linha ou supermercado deve ser transportado o contentor.

A utilização de um comboio logístico visa o abastecimento de várias linhas de produção em ciclos pré-determinados, usualmente entre 20 a 60 minutos.

O percurso do comboio é pré-determinado, por forma a ser o mais eficiente possível. Durante o percurso, o operador do comboio deve verificar as necessidades das linhas de produção à medida que chega a cada uma delas. A informação sobre as necessidades das linhas é dada pelos *kanbans*. Verificada a necessidade de uma linha, removem-se os contentores vazios da linha, substituindo-os por contentores abastecidos.

Para calcular o ciclo do comboio logístico, há que considerar o tempo para recolher os *kanbans* e os contentores vazios dos bordos de linhas, para abastecer as linhas com contentores cheios, bem como o tempo para efetuar o percurso determinado.

A padronização do percurso a efetuar pelo comboio logístico, bem como os locais de paragem e o tempo previsto para cada um, desempenham um papel importante na melhoria da eficiência. De outra forma, esta metodologia dificilmente seria aplicável. As paragens e tempos de paragem encontram-se padronizados e o operador está devidamente treinado para observar o padrão de forma correta. O operador do comboio pode, com o devido treino, melhorar a produtividade do comboio, e o padrão anterior pode e deve ser revisto e melhorado.

Em muitas empresas que não operam em ambiente kaizen, ao não existir padronização nos percursos dos empilhadores, nem dos ciclos de abastecimento, o supervisor de linha é quem toma a decisão sobre a altura do abastecimento: um vai e vem constante, sem paragens definidas nem tempos de paragem, acontece com frequência, e perdas significativas de tempo e de outros recursos são gerados.

O comboio logístico permite, por seu turno, um abastecimento constante e regular das linhas, e constitui um método de transporte mais eficiente, pois em cada viagem abastecem-se todas as linhas. Outra vantagem do comboio logístico é que, enquanto um empilhador possui a capacidade de carga de um contentor do tamanho de uma paleta, o comboio pode rebocar vários contentores.

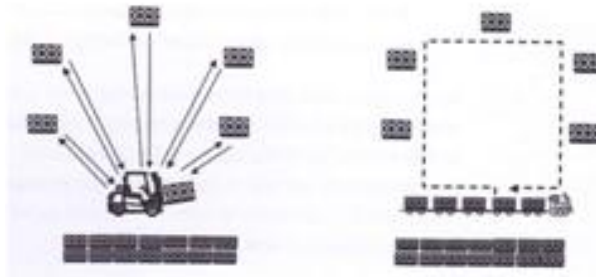


Figura 8 - Comboio logístico vs empilhador. Fonte: Coimbra (2009b, p. 114).

A figura acima exposta transmite a noção do desperdício que se gera quando o transporte interno não é regular nem padronizado.

8.3 Sincronização

A sincronização consiste no processo da transmissão de informação pelas linhas e processos, para que não se produza além das necessidades do processo seguinte.

Se houvesse produção para além das necessidades do processo seguinte, os *stocks* iriam rapidamente acumular-se entre processos, com os desperdícios e problemas inerentes.

Quando os processos são sincronizados, a produção, a recolha de componentes e a entrega no processo seguinte acontece na altura devida, na quantidade necessária e no local certo.

De modo a sincronizar os processos, foi desenvolvida uma forma de gestão visual, com a finalidade de gerir os processos de transporte de forma muito simples, bastando olhar para perceber o que é necessário. Podendo, inicialmente, parecer um sistema complexo, acaba por surpreender, porque parte de um princípio muito simples e utiliza apenas os chamados cartões *kanban*.

Antes de descrever a metodologia *kanban*, recordem-se os princípios base do sistema *pull flow* ou JIT, segundo Dennis (2007, p. 69) o sistema JIT assenta em:

- Não produzir nada para além do que é necessário - o *kanban* tem um papel ativo no controlo de produção pois funciona como ordem de produção e ordem de transporte;

- Nivelar a produção para que oscilações na procura não originem grandes alterações na produção;
- Estabelecer uma ligação entre a procura de todos os processos (“*Pull*”), ou seja, a produção baseia-se na procura real, e a ligação entre processos e a procura é estabelecida através de *kanban*'s;
- Maximizar a flexibilidade de pessoas e máquinas - a flexibilização das máquinas respeita à redução dos tempos de *setup*, de modo a que se possa dar uma resposta rápida quando ocorrem mudanças nas necessidades dos consumidores; a flexibilidade das pessoas respeita à capacidade de os trabalhadores desenvolverem diversas tarefas;
- Fluxo contínuo - o fluxo contínuo dos produtos consiste na eliminação de tarefas que não acrescentem valor, minimizando desperdícios e maximizando a utilização do tempo e recursos nas atividades que acrescentem valor; todos os desperdícios são obstáculos à criação de um fluxo contínuo no sistema; por exemplo, o desperdício da espera, originado por tempos de *setup* longos, *layouts* mal desenhados e processos mal conectados, impede a continuidade do fluxo.

8.3.1. *Kanban*

Kanban significa cartão ou sinal em japonês, representando o envio de um cartão *kanban* um pedido de reabastecimento de componentes de um processo a jusante (cliente) para um processo a montante (fornecedor). Os *kanban* constituem, assim, uma ferramenta simples e eficaz no controlo da produção e dos *stocks*.

A informação necessária que deve constar num *kanban* deve ser a seguinte:

- Código e identificação do material;
- Identificação do cliente (processo ou linha para a qual deve seguir);
- Identificação do fornecedor (processo ou linha de origem);
- Quantidade dos produtos ou componentes que o *kanban* acompanha;

Cada contentor que se movimenta no sistema deve ser sempre acompanhado de um *kanban*, podendo estar fixo ao contentor ou ser removível.

Aplicação do Kaizen em Empresa Industrial: Estudo de Caso

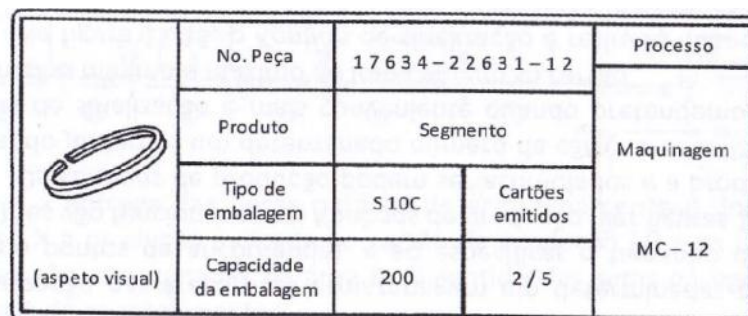
Um cartão *kanban* é parte integrante de um ciclo. Quando nos referimos a ciclo em relação aos cartões *kanban*, reportamo-nos ao percurso de informação e componentes, que ocorre entre o processo que requer os componentes e o processo que os fornece ou entre o supermercado e o processo.

Segundo Coimbra (2009b, p. 122) para que esta metodologia funcione corretamente, em cada ciclo devem ser respeitados os seguintes princípios:

- O *kanban* é parte do ciclo;
- O ciclo inicia-se no local onde são mantidos os *stocks* do processo cliente;
- Os componentes devem estar sempre disponíveis para serem entregues imediatamente ao cliente;
- Deve ser definido um nível de *stocks* a partir do qual é efetuado o reabastecimento;
- O nível do reabastecimento deve corresponder ao necessário para manter uma dada linha abastecida durante o tempo do reabastecimento, acrescido do *stock* de segurança.

Ao analisar um sistema produtivo, podem ser identificados vários tipos de ciclo *kanban's* que se dividem em dois grupos: os que contemplam processos produtivos e os que não contemplam.

Os primeiros (*Kanban's* de produção) são utilizados como ordens de fabricação e, além da ordem de início de produção que transmitem, indicam as instruções de produção para processos específicos. Atente-se na figura que se segue:




 (aspecto visual)	No. Peça	1 7 6 3 4 - 2 2 6 3 1 - 1 2		Processo
	Produto	Segmento		Maquinagem
	Tipo de embalagem	S 10C	Cartões emitidos	
	Capacidade da embalagem	200	2 / 5	MC - 12

Figura 9 - *Kanban* de Produção. Fonte: Suzaki (2010, p. 196).

Aplicação do Kaizen em Empresa Industrial: Estudo de Caso

Os segundos (*Kanban's* de transporte) são utilizados para sincronizar fluxos de materiais, componentes ou produtos entre os supermercados dos diferentes processos ou entre o supermercado de um processo e o de ligação a um armazém.

Os *kanban's* deste tipo indicam o material, componente ou produto e a quantidade a transportar, bem como a linha de origem e de destino. Atente-se, a propósito, na figura que segue:

Processo (de)	Local de armazenagem	C-2-3		Processo (para)
Fábrica A	Código Peça	17634 - 22631 - 12		Fábrica B
Posto Origem	Descrição	Segmento		Posto Destino
Prensa 107	Tipo de embalagem	S 10	Nº Cartão	Montagem 18
	Capacidade da embalagem	200	3 / 5	

Figura 10 - *Kanban* de Transporte. Fonte: Suzuki (2010, p. 200).

Pode observar-se como funcionam os ciclos *kanban* num sistema produtivo, a partir da representação que se segue. No canto superior esquerdo, apresentam-se os fornecedores de componentes e no canto superior direito os clientes; os supermercados encontram-se representados como prateleiras.

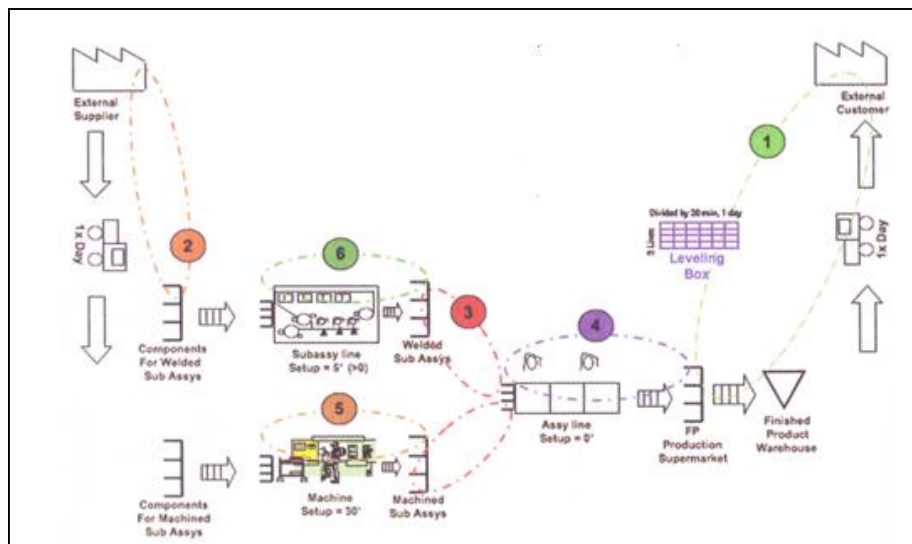


Figura 11 - Ciclos *kanban*. Fonte: Coimbra (2009b, p. 124).

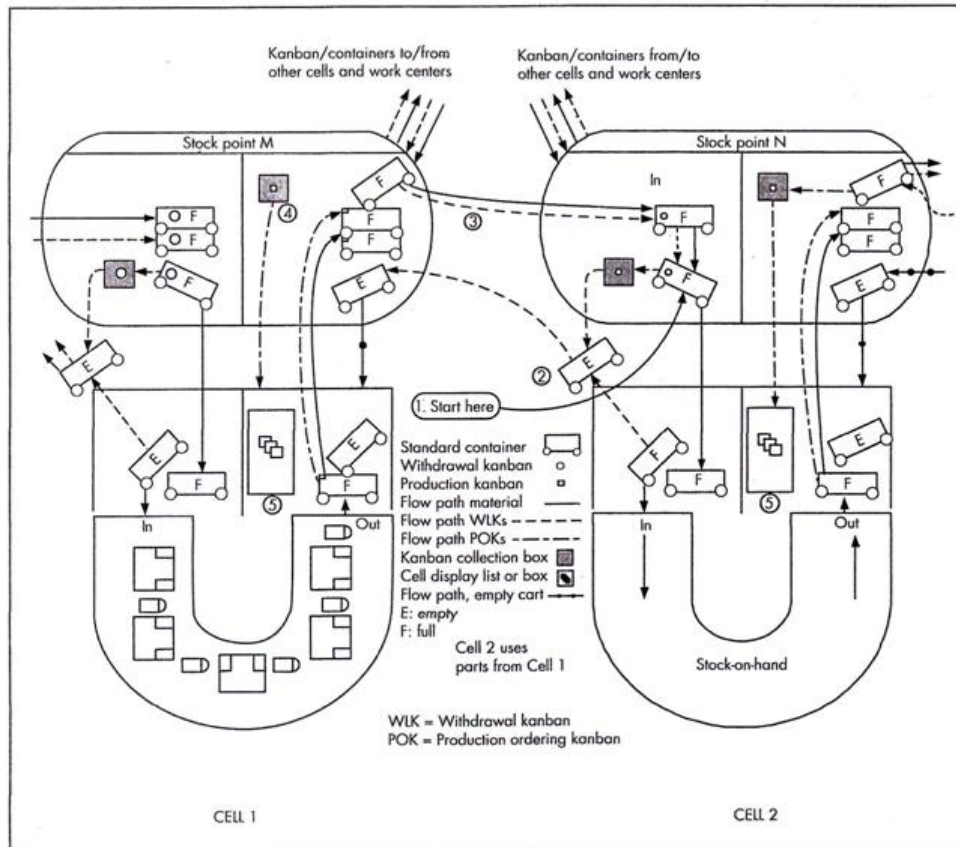


Figura 12 - Ciclo de Kanban's entre duas Células de Produção. Fonte: Black & Hunter (2003, p. 222).

De modo a compreender melhor como fluem os *kanban's* pelo sistema produtivo, a figura acima expõe a circulação de *kanban's* de transporte e de kanbans de produção. Na figura estão representadas duas células de produção e os seus pontos de armazenagem ou supermercados M e N.

Existem dois ciclos distintos de *kanban's* entre as células, o primeiro é o ciclo dos *kanban's* de transporte entre supermercados e o segundo é o ciclo do *kanban's* de produção entre a célula e o supermercado.

O fluxo de *kanban's* inicia-se neste exemplo quando um contentor cheio de componentes é enviado do supermercado M para o N. Os contentores abastecidos estão identificados na figura com F e os contentores vazios com E. Quando o contentor é retirado do supermercado e enviado para a célula, o respetivo *kanban* de transporte é retirado e colocado no quadro *kanban* do supermercado N (ponto 1).

No ponto 2, consumidos os componentes que continha, um contentor vazio é enviado para o supermercado N ao qual se junta um *kanban* de transporte, para depois ser enviado de volta para o supermercado M, servindo assim de requisição de componentes.

No ponto 3, ao contentor vazio enviado para o supermercado M, é retirado o respetivo *kanban* de transporte interno e colocado num contentor cheio, sendo este posteriormente transportado para o supermercado N. O *kanban* de transporte serve, assim, de requisição de componentes entre supermercados.

Antes de colocar os *kanban* de transporte referidos no parágrafo anterior, deve ser retirado o *kanban* de produção que acompanha os contentores cheios e colocado num quadro *kanban* do supermercado (ponto 4).

No ponto 5, os *kanban's* de produção mantidos no quadro *kanban* do supermercado são enviados para o quadro *kanban* da célula, de modo a servirem de ordem de fabricação para repor os componentes a serem enviados para a célula seguinte.

No ponto 6, os componentes são produzidos de acordo com o descrito nos *kanban*s de ordem de fabricação, respeitando a sequência de chegada dos *kanban's* ao quadro da célula. Após concluída a produção de um contentor, o *kanban* que deu origem à fabricação destes componentes é anexado ao contentor e enviado para o supermercado M, reiniciando-se o ciclo desde o ponto 1.

Da análise da figura 10.7, apercebemo-nos como a utilização de um sistema *kanban* permite sincronizar a produção, não se produzindo nem transportando nada sem que a célula ou o processo seguinte “puxem” componentes. A sobreprodução e a acumulação de *stocks* entre processos são, assim, eliminadas.

8.4. Nivelamento da Produção

Nivelar a produção consiste na distribuição do volume de produção e do “*mix*” de produtos de forma uniforme ao longo de tempo.

Usualmente, o planeamento de produção é efetuado para todas as seções ao longo do sistema produtivo. Uma grande vantagem do *pull flow* é, em contrapartida, a de apenas ser necessário planear para um processo a que se dá o nome de *pacemaker*, este processo é, em regra, o que se encontra mais próximo do cliente final.

O *pull flow* em conjunto com o *kanban* torna possível que planeando apenas para o *pacemaker* os componentes dos processos a montante sejam “puxados”, evitando-se o planeamento para cada processo. Consegue-se, além de outros aspetos, uma grande redução no planeamento da produção.

O nivelamento da produção associa-se à obtenção de pequenos lotes, de modo a que se possam produzir quantidades constantes de todas as referências numa base diária.

O processo de nivelamento consiste na conversão de diversos planeamentos de operações em lotes programáveis e define uma sequência otimizada para a produção, que respeite a capacidade e suavize as quantidades a produzir (Coimbra, 2009b).

No *Gemba*, de forma a nivelar a produção e após o planeamento para a linha *pacemaker*, são utilizados quadros de nivelamento: o planeamento fica visível, sendo os quadros utilizados para manter e sequenciar os *kanbans* em todos os processos ao longo do sistema produtivo.

A fim de nivelar a produção, devem ser definidas algumas particularidades do sistema produtivo, em especial:

- O processo ou máquina que receberá as ordens de produção, ou seja, a linha *pacemaker* deve ser identificada;
- Nivelar-se a variabilidade na procura, através da produção de quantidades previamente fixadas numa base constante;

Se o cliente encomendar, por exemplo, 35000 unidades de dado produto para serem entregues numa semana, sendo a capacidade diária da fábrica de 17500 unidades desse componente, sem nivelamento produzir-se-ia em dois dias, armazenando-se depois para entrega. O problema, neste caso, seria que durante dois dias a fábrica não produzia outros componentes, podendo sobrecarregar-se linhas com trabalho excessivo enquanto outras se encontravam quase paradas. Ao nivelar a produção, seriam obtidas 5000 unidades do produto por dia, distribuindo-se a capacidade por um *mix* de produtos que suavizasse a variabilidade na procura.

- Nivelar-se o *mix* dos diferentes produtos, conseguindo que a necessidade de trabalhadores nas linhas se mantenha constante e atenuando o “efeito chicote” na necessidade de componentes;

- Definir-se o tempo de ciclo do comboio logístico;
- Definir-se o tamanho do lote a ser produzido para cada tipo de produto;
- Definir-se a sequência de produção dos lotes, comunicando-a à linha *pacemaker*.

8.4.1 Decidir a linha *Pacemaker*

A linha *pacemaker* é a linha utilizada para definir a capacidade de um sistema produtivo ou de dada linha. Usualmente, a montagem ou a máquina que mais valor acrescenta são definidas com *pacemakers*.

Segundo Coimbra (2009b) a linha *pacemaker* é, geralmente, definida tendo em conta os seguintes aspetos:

- A linha que é utilizada para definir a capacidade da fábrica;
- A máquina ou linha que inicia as ordens de produção;
- A máquina ou linha que diferencia o produto;
- A máquina ou linha mais difícil de programar devido ao seu *setup* ou abastecimento de componentes.

9. Envolvimento no Kaizen

9.1 Grupo de atividade kaizen

Os grupos de atividade kaizen consistem em equipas nomeadas pela gestão para procurar soluções para dado problema ou melhorar em algum aspeto o sistema produtivo.

Os grupos são normalmente composto por seis a oito pessoas, que se encontram uma vez por semana, durante cerca de oito semanas, ou, se necessário, mais tempo, e culminam o trabalho com uma apresentação de resultados e conclusões (Dennis, 2007).

De acordo com Dennis (2007) para que os grupos possam atingir os resultados pretendidos, devem receber treino adequado e formação em aspetos como:

- “Brainstorming”, de modo a gerar ideias totalmente abertas, envolvendo os diversos elementos do grupo;
- Resolução de problemas;
- Apresentação dos resultados: os membros devem saber como preparar uma apresentação de modo a exporem resultados.

Para que os trabalhadores se interessem pela participação em grupos de atividade kaizen, as atividade dos grupos, objetivos a atingir, bem como os processos utilizados e os resultados conseguidos devem ser expostos em locais de grande circulação de pessoas (Dennis, 2007).

Atingido um determinado nível de envolvimento dos trabalhadores e após a criação de diversos grupos de atividade, podem ser gerar-se um ambiente de “rivalidade saudável” entre grupos, a fim de se motivar ainda mais o envolvimento.

9.2 Programa de sugestões

Um programa de sugestões bem implementado proporciona que os trabalhadores se expressem e exponham à gestão os problemas que encontram no local de trabalho. Ao implementar-se um programa de sugestões, surgem oportunidades para que todos

participem, criando-se um canal de comunicação que promove o diálogo entre trabalhadores e gestão, o que pode constituir importante fator de motivação.

Para que um programa de sugestões funcione devidamente é necessário que os trabalhadores se interessem, pelo que para Imai (1986, p. 113) o programa deve ser aplicado em três fases:

- Na fase inicial, deve promover-se a participação de todos; para tal, todas as sugestões devem ser aceites, por muito primárias que possam parecer, de modo a não gerar desmotivações;
- Numa fase intermédia, a formação dos trabalhadores deve ser uma preocupação da gestão; os trabalhadores devem ser capacitados com ferramentas e conhecimentos para analisarem problemas no *Gemba*.

Obs: Nas duas primeiras fases, o impacto económico das sugestões não deve ser a prioridade.

- Após a conclusão dessas fases, com os trabalhadores motivados e capacitados com ferramentas e conhecimentos para resolver problemas no *Gemba*, o impacto económico das sugestões pode passar a ter uma maior relevância; no entanto, todas as sugestões que contribuam para melhorar o local ou as condições de trabalho, a segurança dos trabalhadores, ou que promovam a preservação do ambiente, tenham, ou não, impacto económico mensurável devem ser consideradas.

Sem uma promoção capaz, o programa de sugestões pode permanecer aquém das expectativas. Deve, por isso, ser dada a devida importância à promoção do programa. Para o efeito, os resultados das sugestões aplicadas, bem como informações sobre o número de sugestões apresentadas e percentagens de sugestões aplicadas, podem ser destacados em quadros nas áreas em que os trabalhadores se reúnem.

Por fim e por forma a contribuir para a motivação dos trabalhadores, devem ser atribuídos prémios monetários ou de outro tipo (por exemplo, pequenas viagens). O reconhecimento do mérito também pode constituir um fator de grande motivação dos trabalhadores.

Um programa de sugestões supõe um período de tempo relativamente longo para produzir os devidos efeitos. Deve por isso introduzir-se, na respetiva conceção e aplicação, a perspetiva do médio-longo prazo.

10. Revisão bibliográfica

Abordamos, neste ponto, os resultados de diversos estudos e trabalhos efetuados sobre o *Kaizen* e os correspondentes resultados.

Num estudo realizado por Batista (2012), foram avaliados os resultados da implementação de diversas metodologias *Kaizen* como os 5'S ou a padronização do trabalho. Neste contexto, os resultados conseguidos ao nível da produtividade, qualidade e eficiência global dos equipamentos foram bastante positivos. Tendo a implementação de metodologias *Kaizen* sido iniciada em 2010, a evolução da produtividade global foi avaliada e desde o início do projeto aumentou consistentemente até 2012 em mais de 4% por ano. Ainda segundo o mesmo autor, e no que respeita à qualidade na empresa mencionada, esta foi avaliada através de um indicador que quantifica o número de encomendas rejeitadas pelos clientes, para as melhorias conseguidas no ano de 2012, as conclusões foram as seguintes, “Da sua observação pode-se concluir que houve uma redução de 35% relativamente a 2011, dos quais 36% ocorreram no 1º semestre e 64% ocorreram no 2º semestre, período em que decorreu este projeto” (Batista, L. (2012, p. 44).

Quanto à eficiência global de equipamentos, foi realizado na Champcork um projeto, de modo a avaliar os resultados atingidos. Calculado e avaliado o indicador de eficiência global (OEE) para duas linhas de acabamento e calculada a sua média, as conclusões do autor foram:

...é possível concluir que desde o início do projeto houve um aumento médio do *OEE* em 20 pontos percentuais e, além disso, houve uma diminuição da instabilidade do processo, tendo o *OEE* estabilizado nos 70%. (...) Para finalizar, importa salientar que, apesar de ter ocorrido uma grande melhoria de *performance*, ainda existe margem para continuar a melhorar o processo de forma a atingir os 85/90% de *OEE*, pelo que seria interessante dar continuidade à metodologia até agora adotada e que provou trazer resultados satisfatórios e informação útil sobre o setor. (Batista 2012, p. 30)

De acordo com um outro estudo realizado numa linha de produção de uma empresa cosmética, realizado por (Netto & Marins, 2010), os resultados atingidos após aplicação de metodologias *Kaizen* foram encorajadores, apesar do estudo se limitar apenas a uma linha. As melhorias alcançadas foram a redução do número de operadores necessários na linha em 50%, o aumento da produtividade em 100%, os *stocks* intermédios foram reduzidos em 47% e o *lead time* da linha foi diminuído em 43%. Uma das conclusões do referido estudo foi: “Observou-se que a utilização correta de uma metodologia de melhoria continua tem como principal resultado a potencialização dos resultados perante os casos que não se utilize metodologia específica.” (Netto & Marins, 2010, p. 9)

Num estudo de caso, realizado na empresa de componentes automóveis MJN, realizado por (Nogueira, 2010), foram analisado os resultados da aplicação de metodologias *Kaizen* no processo de montagem final da empresa. Os resultados conseguidos foram um aumento em 50% da produtividade, a redução em 98% dos stock intermédio, a redução em 40% da mão-de-obra necessária, a redução de 30% da área de trabalho e a redução do *lead time* do processo em cerca de 33%.

As conclusões da autora do estudo quanto à aplicação do *Kaizen* foram:

“Através da implementação das ferramentas e metodologias *Lean*, nomeadamente, o mapeamento do fluxo de valor, os 5“S”, um *Kaizen* e o balanceamento de linhas, foi possível melhorar o fluxo de valor do processo de produção da organização alvo de estudo.” (Nogueira, 2010, p. 81)

Após a realização do estudo, conclui-se ser importante que a MJN continue a tomar atitudes preventivas com o objectivo de melhorar continuamente os seus processos, identificando e reduzindo/eliminando os desperdícios através de uma análise detalhada do seu fluxo de valor, a fim de aumentar continuamente o nível de satisfação dos seus clientes e *stakeholders*. Neste contexto, deve também ter-se em consideração que o sucesso da implementação da filosofia *Lean Production* depende dos esforços de todos os colaboradores, tanto na fase inicial de implementação, bem como em todas as fases seguintes de melhoria contínua. (Nogueira 2010, p. 82)

Foi utilizado para implementação de melhorias numa empresa indiana de componentes para locomotivas, um VSM (“Value Stream Mapping”), este mapa, ferramenta muito utilizada em *Kaizen*, representa o sistema produtivo, identificando com o auxílio de símbolos, os processos, pontos de armazenagem e os fluxos de informação e materiais. Esta ferramenta possibilita uma melhor compreensão do funcionamento do sistema, procurando-se, a partir do mapa, identificar e planejar melhorias a implementar. Após a primeira análise, outro mapa é desenhado com as melhorias a implementar.

A implementação das melhorias no âmbito Kaizen foi acompanhada por B. Singh, Garg, Sharma, & Grewal (2010), concluindo-se que da implementação do *Lean* numa indústria de produção com o auxílio do VSM resultaram em benefícios diversos tais como uma redução dos *stocks* intermédios em 89,47%, do *stock* de produtos acabados em 17,85%, do *lead time* em 83,14% uma redução da mão-de-obra necessária em 30% e um aumento da produtividade em 42,86%.

Em meados de 1997, foi realizada uma campanha de introdução da metodologia dos 5's na região de Hong Kong, promovida pelo governo regional, de forma a avaliar como receberam as empresas os 5'S. Encarregaram Sam Ho dessa tarefa, e, no trabalho de Ho (1999) foram publicados as opiniões de 10 diretores executivos de empresas onde se deu a aplicação do 5'S, sendo algumas destas as seguintes:

At C&K, we are always concerned about the quality of our products and the quality of the working life of our employees. Over the last few years, we have found that the 5-S can and has delivered to us what we want. Not only are our products now considered by our customers as world-class, but also our employees enjoy working in the pleasant and cheerful environment. (Ho, 1999, p. 314)

Many people would think that textile is textile, we can never be as clean as the electronic industries. However, through our determination and concerted effort, we have been trying to make the impossible possible. Today, cleaning and tidying up things are done round-the-clock at Central textile. We have found 5-S useful for our continuous improvement and strive for excellence in quality. (Ho, 1999, p. 314)

Neatness and tidiness have always been our principles for creating a comfortable and safe working environment for our staff. The 5-S has provided us with a framework for implementing our principles effectively and systematically. (...) The 5-S lays a foundation for our quality

programmes and enables us to continuously improve our services to the customers. Staff can easily understand the simple and effective tools under the 5-S and apply them in their daily work with improved results. (Ho, 1999, p. 315)

O TPM também é uma ferramenta importante na melhoria da competitividade da empresa, aumentando a estabilidade do sistema produtivo e reduzindo os tempos de avaria das máquinas. Num estudo de caso realizado numa empresa indiana ligada ao fabrico de aço, os autores avaliaram os benefícios conseguidos pelo TPM. Segundo Ahuja & Khamba (2007), a aplicação do TPM resultou numa significativa redução das perdas de desempenho das máquinas. Os resultados conseguidos com aplicação do TPM foram uma melhoria do OEE em 45%, uma redução dos *stocks* no sistema produtivo de 58%, uma redução de 75% das devoluções de clientes, a redução dos custos de manutenção em 45%, a redução dos defeituosos e do retrabalho de produtos em 80%, a redução dos custos energéticos em 27% e de 78% das avarias.

Num estudo de caso numa fundição indiana sobre a aplicação do SMED, realizado por, B. J. Singh & Khanduja (2010), são avaliadas as reduções no tempo necessário para a realização das mudanças de ferramentas após aplicação do SMED. As conclusões a que os autores chegaram foram as seguintes: de uma total de 600 horas necessárias à atividade de mudança de ferramentas torna-se possível com a aplicação do SMED um ganho de 48%, reduzindo o tempo necessário para 328 horas. Quanto aos tempos dedicados a reajustamentos nas ferramentas, a poupança pode chegar a 73%, passando de 600 horas para 160.

Segundo B. J. Singh & Khanduja (2010), uma vez que os níveis de produtividade e rentabilidade devem ser os principais indicadores para a sustentabilidade no ambiente competitivo e dinâmico dos dias de hoje, técnicas como o SMED oferecem um grande potencial na redução dos tempos de mudança, promovendo desta forma a competitividade. Concluindo, assim, que se deu um grande redução no tempo de mudança da produção de um produto para outro, melhorando os níveis de produtividade e rentabilidade da organização.

Num estudo de caso sobre a aplicação de metodologias *Kaizen* no processo de carregamento ferroviário de enxofre da empresa de fertilizantes Ultrafertil realizado por, Assunção, Moura, Mamedes, & Simões (2013), após a aplicação de metodologias *Kaizen*, o tempo de carregamento de um vagão foi reduzido em mais de 33%, passando

o tempo necessário para cada carregamento de 30 para 20 minutos. Outra melhoria conseguida foi o aumento em 50% da quantidade mensal de enxofre carregado. “Pode-se visualizar um aumento de 50% no desempenho do carregamento de enxofre, tornando evidente o sucesso do *KAIZEN* na empresa analisada.” (Assunção et al., 2013, p. 5)

Assim, conclui-se que através da aplicação do modelo de melhoria contínua, *KAIZEN*, o setor do carregamento rodoferroviário de enxofre obteve uma mudança significativa em seu método de trabalho, obtendo eliminação de retrabalho, redução do tempo e dos custos, e aumento da produtividade. (Assunção et al., 2013, p. 6)

11. Estudo de Caso - Costa Verde

O estudo de caso realizado tem como objetivo avaliar os resultados conseguidos através da implementação da metodologia kaizen numa primeira fase, e se ao longo dos anos seguintes foi conseguida uma melhoria contínua ou se os resultados verificados inicialmente seguiram uma tendência de estagnação.

O objeto de estudo foi a empresa “Porcelanas da Costa Verde, S.A.” (a seguir designada por Costa Verde), que se dedica ao fabrico de louça cerâmica em porcelana para uso doméstico, hotelaria e restauração.

A Costa Verde estabeleceu-se em Vagos, tendo iniciado a sua atividade em 1992. Conta atualmente com cerca de 275 trabalhadores e o seu volume de negócios no ano de 2012 cifrou-se em 11.509.248€

Os produtos da empresa têm já uma sólida presença internacional: 65% das vendas têm como destino mercados externos, em especial a Inglaterra, Espanha, Holanda, Bélgica e Itália.

11.1 Análise Financeira

De modo a compreender melhor a situação financeira da Costa Verde S.A., será exposta alguma informação respeitante aos anos de 2010 a 2012, bem como a sua evolução.

Aplicação do Kaizen em Empresa Industrial: Estudo de Caso

Balço Costa Verde, S.A.							
	2012	Variação		2011	Variação		2010
		Valor	%		Valor	%	
Ativo não Corrente	2.898.709	-307.873	-10,6%	3.206.582	-240.804	-7,0%	3.447.386
Ativo Corrente	9.983.220	-415.444	-4,2%	10.398.664	-431.344	-4,0%	10.830.008
Total do Ativo	12.881.929	-723.317	-5,6%	13.605.246	-672.147	-4,7%	14.277.393
Capital próprio	6.349.463	179.797	2,8%	6.169.666	354.796	6,1%	5.814.870
Resultado líquido do exercício	310.076	-31.172	-10,1%	341.248	-175.033	-33,9%	516.281
Total do Capital Próprio	6.659.539	148.625	2,2%	6.510.914	179.763	2,8%	6.331.151
Passivo Não corrente	1.897.076	586.413	30,9%	1.310.663	-2.107.346	-61,7%	3.418.009
Passivo Corrente	4.325.314	-1.458.356	-33,7%	5.783.670	1.255.436	27,7%	4.528.234
Total do Passivo	6.222.390	-871.942	-14,0%	7.094.332	-851.910	-10,7%	7.946.242
Total do Capital Próprio e Passivo	12.881.929	-723.317	-5,6%	13.605.246	-672.147	-4,7%	14.277.393

Tabela 1 – Balço Costa Verde. Elaboração Própria.

Rendimentos e Ganhos							
	2012	Variação		2011	Variação		2010
		Valor	%		Valor	%	
Vendas e Serviços Prestados	10.880.810	-629.038	-5,5%	11.509.848	445.944	4,0%	11.063.904
Variação nos Inventários da Produção	41.025	104.550	164,6%	-63.525	87.518	57,9%	-151.043
Trabalhos p/ Própria Entidade	53.636	49.263	1126,5%	4.373	-	-	-
Imparidades	53.625	28.084	110,0%	25.541	-41.130	-61,7%	66.671
Subsídios á exploração	23.224	-58.542	-71,6%	81.766	2.647	3,3%	79.119
Outros Rendimentos e Ganhos	190.078	60.664	46,9%	129.414	-2.039	-1,6%	131.453
Juros e Rendimentos Similares	124.690	6.081	5,1%	118.609	61.449	107,5%	57.160
Total	11.367.088	-438.938	-3,7%	11.806.026	558.762	5,0%	11.247.264

Tabela 2 - Rendimentos e ganhos Costa Verde. Elaboração própria.

Aplicação do Kaizen em Empresa Industrial: Estudo de Caso

Gastos e perdas							
	2012	Variação		2011	Variação		2010
		Valor	%		Valor	%	
CMVMC	3.601.813	-143.706	-3,8%	3.745.519	458.137	13,9%	3.287.382
Fornecimentos e serviços externos	1.969.594	-38.732	-1,9%	2.008.326	125.226	6,6%	1.883.100
Gastos com pessoal	4.186.557	-29.254	-0,7%	4.215.811	137.073	3,4%	4.078.738
Outros gastos e perdas	131.577	34.180	35,1%	97.397	-34.360	-26,1%	131.757
Gastos de depreciação e amortização	832.091	-111.123	-11,8%	943.214	-129.953	-12,1%	1.073.167
Juros e gastos similares obtidos	268.336	84.582	46,0%	183.754	10.583	6,1%	173.171
imparidades	0	-149.008	-100,0%	149.008	147.500	9781,2%	1.508
Total	10.989.968	-353.061	-3,1%	11.343.029	714.206	6,7%	10.628.823

Tabela 3 - Gastos e perdas Costa Verde. Elaboração própria

Demonstração de Resultados Costa verde, S.A.							
	2012	Variação		2011	Variação		2010
		Valor	%		Valor	%	
Vendas e Serviços Prestados	10.880.810	-629.038	-5,5%	11.509.848	445.944	4,0%	11.063.904
Subsídios à Exploração	23.224	-58.542	-71,6%	81.766	2.647	3,3%	79.119
Variação nos inventários da produção	41.025	104.550	-164,6%	-63.525	87.518	-57,9%	-151.043
Trabalhos para a própria entidade	53.636	49.263	1126,5%	4.373	-	-	-
Custo das mercadorias vendidas e das matérias consumidas	-3.601.813	143.706	-3,8%	-3.745.519	-458.137	13,9%	-3.287.382
Fornecimentos e serviços externos	-1.969.594	38.732	-1,9%	-2.008.326	-125.226	6,6%	-1.883.100
Gastos com pessoal	-4.186.557	29.254	-0,7%	-4.215.811	-137.073	3,4%	-4.078.738
Imparidade de inventários	25.946	405	1,6%	25.541	-41.130	-61,7%	66.671
Imparidade de dívidas a receber	27.679	176.687	-118,6%	-149.008	-147.500	9781,2%	-1.508
Outros rendimentos e ganhos	190.078	60.664	46,9%	129.414	-2.039	-1,6%	131.453
Outros gastos e perdas	-131.577	-33.640	34,3%	-97.937	33.820	-25,7%	-131.757
Resultado antes de depreciações, gastos de financiamento e impostos	1.352.858	-118.499	-8,1%	1.471.357	-336.261	-18,6%	1.807.618
Gastos de depreciação e amortização	-832.091	111.123	-11,8%	-943.214	129.953	-12,1%	-1.073.167
Imparidade de investimentos	-	-	-	-	-	-	-
Resultado operacional (antes de gastos de financiamento e impostos)	520.767	-7.376	-1,4%	528.143	-206.309	-28,1%	734.452
Juros e rendimentos similares obtidos	124.690	6.081	5,1%	118.609	61.449	107,5%	57.160
Juros e gastos similares obtidos	-268.336	-84.582	46,0%	-183.754	-10.583	6,1%	-173.171
Resultados antes de impostos	377.121	-85.878	-18,5%	462.999	-155.441	-25,1%	618.440
Imposto sobre o rendimento do período	-67.045	54.706	-44,9%	-121.751	-19.592	19,2%	-102.159
Resultado líquido do período	310.076	-31.172	-9,1%	341.248	-175.033	-33,9%	516.281

Tabela 4 - Demonstração de resultados Costa Verde. Elaboração própria.

No ano de 2011 a Costa Verde conseguiu apesar do seu resultado líquido ter diminuído 33% consolidar a sua saúde financeira, reduzido o total do seu passivo em mais de 10%, aumentando ao mesmo tempo os seus capitais próprios em quase 3% em relação ao ano anterior.

A diminuição dos resultados conseguidos em 2011, apesar do aumento das vendas, foi devida ao aumento dos custos operacionais, sobretudo do gás, da eletricidade, de alguma matérias-primas e de decalques utilizados.

Apesar de se ter verificado um aumento no total das vendas de 4%, deu-se em 2011 uma quebra no mercado nacional de mais de 16%, esta foi compensada por um aumento das vendas para os mercados externos de cerca de 19%, as vendas para os mercados externos passaram a representar em 2011 cerca de 65% do volume de negócios da empresa.

O decréscimo nos resultados continuou em 2012, tendo sido de 10% em relação a 2011, contudo verificou-se, tal como em 2011, uma diminuição de 14% do passivo total da empresa e um aumento dos capitais próprios em 2,2%, contribuindo desta forma para uma melhoria na saúde financeira.

No ano de 2012, apesar de se ter verificado uma redução no total dos gastos de 3,1%, deu-se uma quebra na carteira de encomendas, o que levou a uma redução do volume de negócios, originando assim, um decréscimo nos resultados conseguidos. Outro fator que prejudicou os resultados foi o grande aumento nos gastos de financiamento de cerca de 46% devido a grandes aumentos nos *spreads* exigidos pelos bancos, isto apesar de o endividamento ter sido reduzido.

A diminuição do volume de negócios em 2012 foi de 5,4%, devendo-se à redução das vendas no mercado nacional e intracomunitário que só não foi mais acentuada devido ao comportamento positivo das vendas nos mercados extracomunitários.

Rácios Financeiros			
	2012	2011	2010
Autonomia Financeira	52%	48%	44%
Solvabilidade	107%	92%	80%
Liquidez Geral	231%	180%	239%
Liquidez Reduzida	123%	98%	130%
Autofinanciamento	1.142.167	1.284.462	1.589.448
Rentabilidade dos Capitais Próprios	4,70%	5,20%	8,20%
Rentabilidade do Ativo	4%	3,90%	5,10%
Rentabilidade Operacional das Vendas	4,8%	4,6%	6,6%
Rotação do Ativo	84,5%	84,6%	77,5%
Valor dos Inventários	4.655.227	4.708.196	4.958.191
Tempo Médio de Rotação de Invetários	472	459	551

Tabela 5 – Rácios Financeiro. Elaboração própria

Analisando os rácios financeiros da empresa, é possível concluir que a Costa Verde, S.A. apresenta uma boa autonomia financeira, que desde 2010 tendo vindo a melhorar devido ao gradual aumento dos capitais próprios da empresa, sendo que em 2012, 52% do financiamento do ativo da empresa era suportado por capitais próprios.

Em termos de solvabilidade, o rácio é bastante positivo, este indicador também tem melhorado desde 2010 atingindo em 2012 107%, o que indica que a empresa consegue liquidar todo o seu passivo apenas com capitais próprios, esta evolução deve-se ao já referido aumento dos capitais próprios, bem como à redução do passivo total da empresa.

O rácio de liquidez geral indica que ao logo dos três anos apresentados, a empresa não teve dificuldades em fazer face aos seus compromissos no curto prazo sendo que, em 2012, o ativo corrente representava mais do dobro do passivo corrente, não tendo deste modo de recorrer a capitais alheios para pagar as suas dívidas de curto prazo. Da mesma forma, o rácio de liquidez reduzida tem-se mantido sólido ao longo dos três anos analisados sendo em 2012 de 123%, este indica que mesmo descontando o valor dos inventários do ativo corrente, este continua a ser suficiente para saldar todas as dívidas de curto prazo.

A empresa tem apresentado em todos os anos analisados, uma capacidade de autofinanciar novos investimentos superior a um milhão de euros, tratando-se assim de um fator muito positivo, devido à fase de contração do financiamento dado pela banca e do aumento dos custos de financiamento que o país atravessa.

No que diz respeito aos rácios de rentabilidade, seja do ativo, das vendas ou dos capitais próprios, a sua evolução tem sido negativa, devido à já referida redução dos resultados obtidos pela empresa, justificada por uma quebra nas vendas e aumentos de custos operacionais, no entanto estes rácios são positivos.

Quanto aos rácios de atividade, o rácio de rotação do ativo tem apresentado uma evolução positiva desde 2010, o que pode sugerir uma maior eficiência na utilização dos ativos, este situou-se nos 84% em 2012.

O valor dos inventários detidos pela Costa Verde, S.A. tem diminuído gradualmente desde 2010, demonstrando a redução dos níveis de stock no sistema produtivo da empresa, diminuindo desta forma o tempo de rotação dos mesmos de 551 dias em 2010 para 472 em 2012.

11.2 Kaizen na Costa Verde

A Costa Verde optou em 2007 por implementar metodologias Kaizen no seu sistema produtivo, a fim de aumentar a competitividade. A empresa apercebeu-se que os principais aspetos a melhorar residiam no fato do processo produtivo da louça cerâmica requerer muita mão-de-obra e operações de movimentação, tudo isso representando uma boa parte dos custos operacionais.

Com vista a aumentar a produtividade, a Costa Verde procurou melhorar o fluxo dos produtos, otimizando as movimentações de materiais e informação, reduzindo ou eliminando ao mesmo tempo os desperdícios existentes.

Um princípio definido pela Costa Verde ao iniciar a implementação do projeto, foi o da eliminação dos desperdícios em todas as tarefas necessárias ao fabrico dos produtos, de modo a que os recursos disponíveis fossem aplicados apenas em tarefas que lhes acrescentassem valor.

O projeto foi planeado para ser implementado no período de 2007 a 2011.

Os objetivos que se pretenderam atingir com a implementação do Kaizen foram:

- Melhorar em 30% o indicador de produtividade global, desde a secção de escolha do produto em branco até a expedição; este indicador é calculado com base no número de peças produzidas por dia e por pessoa;
- Melhorar em 25% o indicador de produtividade global na secção de vidragem;
- Melhorar a produtividade em 10% na secção de enchimento manual, 25% na secção de fabrico de asas, 20% na secção de enchimento de alta pressão, 10% na secção de acabamento manual e 10% na secção de fabrico de moldes;
- Reduzir os tempos de “set-up” em 30%, através da aplicação da metodologia SMED;
- Aumentar o indicador de eficiência geral das máquinas (OEE) em 10%.

As principais áreas de intervenção no sistema produtivo foram:

- Estamparia;
- Embalagem;
- Armazém de expedição;
- Produção de asas;
- Olaria-Acabamento;
- Vidragem;
- Escolha;
- Logística interna;

A primeira fase da implementação do projeto kaizen consistiu na elaboração do VSM (“Value Stream Mapping”) do processo produtivo daquela altura, por forma a analisar-se a situação de partida, identificando-se, de seguida, as áreas onde pudessem obter ser obtidas melhorias.

O processo produtivo da Costa Verde assenta nas seguintes secções:



A produção inicia-se nesta secção. São processadas diversas matérias-primas, de modo a produzir-se a pasta que será utilizada nos processos seguintes.

Figura 13 - Preparação de pasta. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.



Neste processo, utilizando a pasta preparada anteriormente, é dada a forma à pasta, obtendo-se as peças pretendidas.

Figura 14 - Coformação. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.



As peças já formadas passam para o forno, de modo a ganharem consistência.

Figura 15 - Forno de chacota. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.



O processo efetuado na secção de vidragem, consiste num banho dado as peças numa solução específica para posteriormente passarem pelo forno de vidragem.

Figura 16 – Vidragem. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.



Após terem sido banhadas numa solução específica, as peças passam pelo forno de vidragem, adquirindo o aspeto branco e reluzente da porcelana.

Figura 17 - Forno de vidragem. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.



Este processo consiste na escolha e separação das peças em função da conformidade. As peças com impurezas que permitam o “retoque” são retrabalhadas e voltam a passar pelo forno de vidragem.

Figura 18 - Escolha, retoque e limpeza de frete. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.

Aplicação do Kaizen em Empresa Industrial: Estudo de Caso



Após passarem pelo processo de escolha, os produtos são mantidos no armazém de branco até seguirem para a secção de decorado.

Figura 19 - Armazém de branco. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.



Nesta fase do processo produtivo adicionam-se aos produtos em branco as decorações e logotipos adequados.

Figura 20 – Decorado. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.



Aplicadas as decorações e logotipos, as peças passam pelo forno de decorado, de modo a fixarem-se as decorações.

Figura 21 - Forno de decorado. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.

Aplicação do Kaizen em Empresa Industrial: Estudo de Caso



Decorados os produtos, estes são escolhidos e embalados, seguindo depois para a armazém de expedição.

Figura 22 - Escolha de decorado e Embalagem. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.



Na expedição, os produtos são armazenados e organizados. O armazém é dividido em zonas, em função dos clientes a que os produtos se destinam.

Figura 23 – Expedição. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.

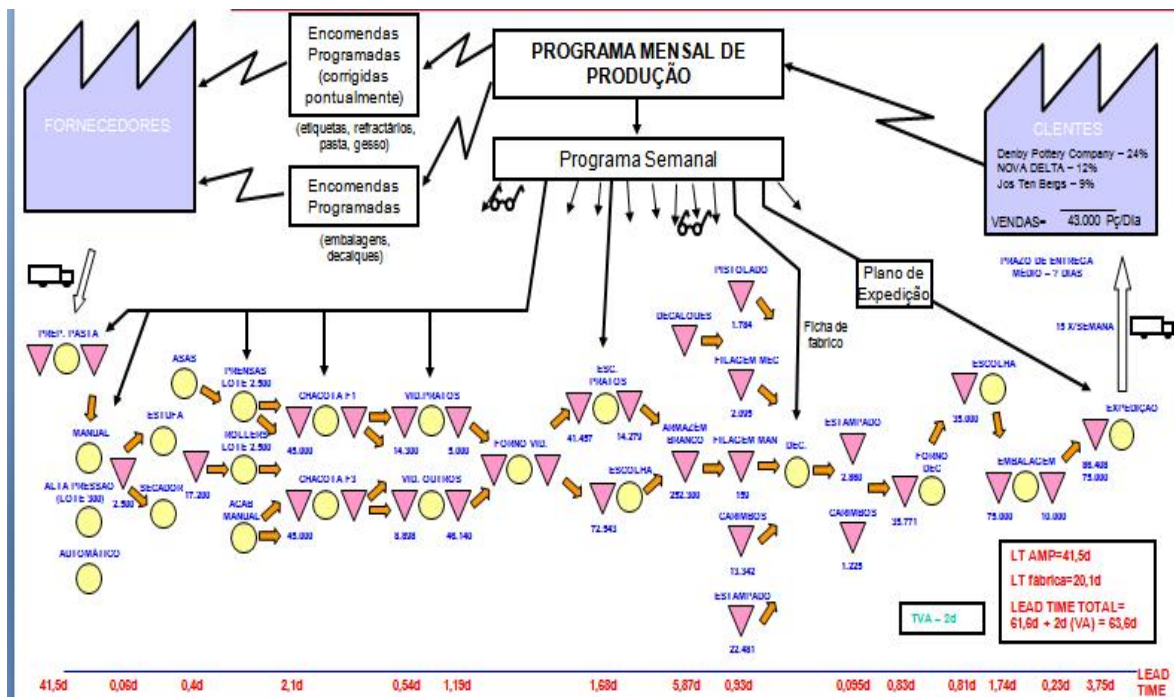


Figura 24 - Value Stream Mapping antes da implementação de medidas. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.

Aplicação do Kaizen em Empresa Industrial: Estudo de Caso

Ao analisar o mapa acima apresentado, é possível perceber de forma global como funcionava o sistema produtivo da Costa Verde. Os processos anteriormente mencionados encontram-se identificados com um círculo, os locais de armazenamento com um triângulo, representando as setas as movimentações de materiais e produtos.

O processo produtivo inicia-se com a informação obtida das encomendas de clientes; com essa informação, o planeamento das necessidades de matérias-primas, embalagens, decalques e outros meios necessários à produção é realizado. As encomendas são confirmadas junto dos fornecedores numa base mensal, também sendo mensal o planeamento da produção.

O programa mensal de fabricação era repartido semanalmente, dando origem a ordens de produção enviadas para a secção de decoração, que acompanhavam os produtos até a expedição. Com base nas necessidades de produção e tendo em conta o *stock* existente no armazém de branco, era emitida outra ordem de produção, enviada para a as secções onde os produtos eram formados e que os acompanhava até ao armazém de branco.

Realizada uma primeira análise do sistema produtivo, do “*lead time*”, dos processos necessários e do fluxo dos produtos e materiais pelo sistema, iniciou-se a procura de melhorias ao nível do fluxo, por forma a reduzir o “*lead time*”, evitando que os produtos em curso de fabrico aguardassem entre processos, sem que nenhum valor lhes fosse acrescentado, dando origem a desperdícios.

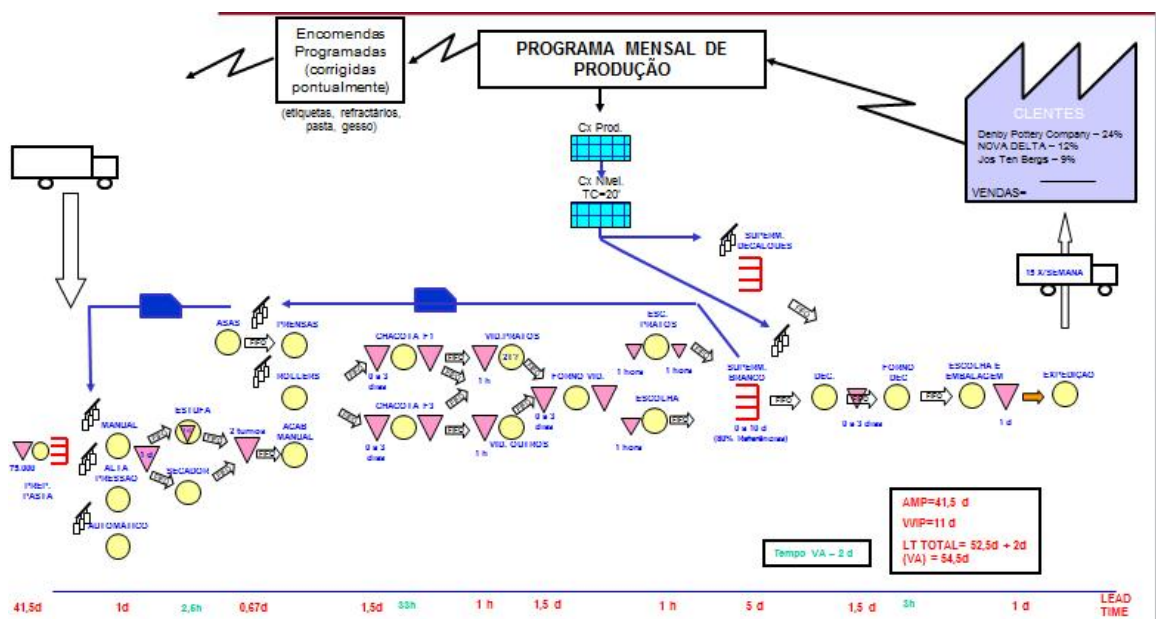


Figura 25 - Value Stream Mapping após planeamento de melhorias. Fonte: Porcelanas da Costa Verde, S.A.

As alterações realizadas, logo de início, assentaram na introdução de uma caixa de nivelamento, para onde foram encaminhadas as ordens de produção (para a secção de decoração) em ciclos de 20 minutos. Essa alteração permitiu melhorar o fluxo dos produtos do armazém de branco até a expedição, reduzindo o “*lead time*”, bem como o *stock* entre processos; outra alteração visível no VSM foi a integração dos processos de escolha e embalagem.

11.3 Melhorias implementadas por secção

Efetuada melhorias na sincronização de processos em todo o sistema produtivo, foram também implementadas medidas específicas em cada secção.

Ao transformar o sistema produtivo da Costa Verde num sistema que funciona em parte como “*pull*”, as melhorias implementadas nas secções começaram por ser aplicadas a partir do fim do sistema, tendo sido a expedição a primeira secção na qual foram implementadas melhorias.

11.3.1 Expedição

A secção de expedição, antes de implementadas as melhorias, tinha como principais problemas:

- Falta de organização;
- Falta de gestão visual, ou seja, não era possível verificar se tudo se encontrava devidamente organizado olhando apenas para secção, nem era possível identificar facilmente a quem se destinavam os produtos armazenados;
- Não existia controlo *online* das movimentações dos produtos na expedição;
- Verificavam-se desperdícios de *stocks* e transportes; o armazenamento em altura utilizando *racks* permitia que se acumulassem níveis de *stock* demasiado elevados, sendo mantidos na secção produtos não expedidos num curto espaço de tempo; elevados níveis de *stock* geram, como se sabe, desperdícios de transporte e manuseamento; com o armazenamento em altura, o manuseamento era dificultado;
- Reclamações dos clientes, motivadas por trocas e outros erros na expedição;

Por forma eliminar os problemas e desperdícios identificados, o espaço foi organizado de forma flexível, utilizando-se a metodologia dos 5'S; os *racks* foram eliminados e o armazenamento dos produtos a expedir passou a ser realizado ao nível do solo.

Foram implementados também princípios de gestão visual, dividindo a secção em zonas de armazenagem por cliente. Foi também colocado um quadro na secção, transmitindo a correspondência entre áreas e clientes.

Estabeleceu-se que apenas os produtos que fossem expedidos para o cliente num curto período de tempo eram enviados para a expedição; esta medida evita que os produtos sejam transportados e manuseados sem necessidade, combatendo desperdícios. O armazenamento ao nível do solo facilita a gestão visual, pois não permite que se acumule demasiado *stock* na secção. Por fim, foi implementado o controlo *online* das movimentações de produtos na expedição, evitando erros.

11.3.2 Embalagem

Na secção de embalagem foram identificados os seguintes aspetos a melhorar:

- Divisão funcional do trabalho; as funções de escolha e embalagem eram realizadas por operários diferentes, implicando um maior manuseamento de produtos e prejudicando o fluxo dos produtos;
- Falta de organização e reduzida preocupação com a ergonomia nos postos de trabalho;
- Abastecimento não normalizado das células, chegando os produtos e embalagens às células em paletes, o que dificultava o manuseamento dos materiais e produtos na secção, bem como o trabalho dos operários;
- Falta de gestão visual.

Por forma a melhorar a secção de embalagem, as funções escolha e embalagem foram integradas numa única célula, aumentando-se o fluxo e a produtividade.

O desenho das células foi alterado para que os operários tivessem “à sua frente” o que necessitam, facilitando-se o manuseamento; esta alteração também conduziu a melhorias na ergonomia das células, pois os operários alcançam mais facilmente os materiais, fazendo-o com maior rapidez e menor esforço, reduzindo movimentos desnecessários e dedicando-se a acrescentar valor aos produtos.

O abastecimento das células, anteriormente efetuado com recurso a paletes, passou a ser realizado com carrinhos com estantes, o que facilitou o manuseamento dos produtos e materiais e permitiu a implementação de um abastecimento normalizado com recurso a um comboio logístico, que abastece as células em ciclos de 20 minutos. A utilização dos carrinhos com estantes também tornou o manuseamento de produtos e materiais por parte do operador mais ergonómico, não sendo preciso fazer movimentos em sobre esforço, como acontecia com o abastecimento com paletes.

O abastecimento dos produtos por embalar passou a ser realizado pelo lado esquerdo da célula, passando os produtos embalados a ser colocados em carrinhos do lado direito.

Por forma a promover a gestão visual nas células, foi estabelecido que o número máximo de carrinhos que poderiam estar em cada célula seria dois carrinhos de produtos por embalar e dois carrinhos com produtos embalados. Foram delimitadas as áreas onde devem permanecer e onde apenas cabem dois de cada lado; desta forma, o operador do comboio logístico sabe exatamente onde deve deixar os carrinhos e quantos deixar e qualquer situação fora da normalidade (como carros fora das suas áreas) pode ser imediatamente detetada e corrigida.

11.3.3 Decoração

Os problemas detetados na secção de decoração foram os seguintes:

- Falta de uma correta identificação das células, o que gerava confusão, pois a cada célula correspondiam diferentes motivos;
- Divisão funcional entre lavagem e decoração; havia, além disso, uma máquina de lavagem que servia todas as células, o que originava perdas de tempo e transportes desnecessários da lavagem para as diversas células;
- Abastecimentos não normalizados; as quantidades que chegavam às células bem como a frequência dos abastecimentos não estavam definidas, o que resultava na acumulação de *stock* nas células.

O trabalho na secção de decoração para a preparação do decalque era pouco produtivo, pois não estava definido o respetivo método; à medida que as decorações eram

necessárias, os operários deslocavam-se ao armazém de decorações, acumulando idas e voltas gerando assim desperdícios.

As melhorias implementadas foram as seguintes:

- Introdução da gestão visual na secção, identificando devidamente as células; tornou-se fácil identificar que tipo de decoração e decalque deve seguir para cada célula, evitando perdas de tempo e libertando os operários para acrescentar valor aos produtos;
- A divisão funcional entre a lavagem e a decoração dos produtos foi ultrapassada, com a integração da lavagem em cada célula; esta integração permitiu que o trabalho fosse realizado de forma mais eficiente, reduzindo desperdícios;
- Com abastecimentos normalizados, os fornecimentos passaram a fazer-se em ciclos de 20 minutos, correspondendo ao ciclo do comboio logístico; as quantidades enviadas para as células devem ser suficientes para 20 minutos de trabalho, evitando a acumulação de *stocks* na secção e contribuindo para a melhoria do fluxo;
- O método de trabalho na preparação do decalque foi alterado, através da introdução de uma caixa de nivelamento contendo as ordens de produção; as operárias afetas à preparação do decalque recolhem as ordens de produção de nivelamento e preparam as decorações para cada ordem, colocando-as de seguida noutra caixa de nivelamento com separações para cada célula da secção; desta forma, os membros das células apenas têm de recolher as ordens reservadas para os próximos 20 minutos de trabalho, com as decorações necessárias junto destas, e recolher, do armazém de branco, os produtos a decorar.

11.3.4 Armazém de Branco

Antes das melhorias implementadas no armazém de branco foram identificadas as seguintes situações que causavam ineficiências:

- Excesso de *stock* no armazém;
- Falta de organização; as prateleiras onde os produtos eram mantidos não se encontravam devidamente identificadas, os produtos não eram armazenados numa localização fixa, e muitos produtos, devido ao excesso de *stocks*, eram mantidos em paletes no chão;

- Falta de gestão visual.

De forma a melhorar o funcionamento do armazém de branco as alterações implementadas foram:

- Aumento do fluxo de produtos e triagem; estas medidas permitiram reduzir o nível de *stock* em armazém, ao abastecer-se a secção de decoração em ciclos de 20 minutos; o fluxo foi aumentado, permitindo reduzir o nível de *stock* em armazém; a triagem dos produtos também contribuiu para essa redução, pois nem todos os produtos são armazenados após escolha: os produtos necessários para a secção de decoração são mantidos em carrinhos junto do armazém para serem transportados diretamente (evitando o armazenamento para voltarem a ser retirados do armazém), reduzindo-se desperdícios com transportes e manuseamentos;

- Para melhorar a organização do armazém, os produtos passaram a ser organizados por localização fixa, tendo em conta a rotatividade bem como a família; uma melhor organização dos produtos, juntamente com a introdução de um parque de carrinhos, permitiu que fossem mantidos menos produtos no armazém, o que facilitou as tarefas aos trabalhadores que retiram produtos do armazém; a localização fixa dos produtos permitiu que os operários não desperdicem tempos na procura; uma vez que não foi possível armazenar todos os produtos ao nível do solo, os que têm maior rotatividade foram localizados mais perto do solo, por forma a facilitar o manuseamento;

- Introdução de um parque de carrinhos; esta medida consistiu em criar um parque de carrinhos junto ao armazém de branco, onde são mantidos os produtos após o processo de escolha, organizados por família, antes de seguirem para a secção de decoração; melhorou-se o fluxo dos produtos, pois foi eliminado grande parte do manuseamento, transporte e tempo perdido na procura de produtos: os que não passam pelo armazém de branco são mantidos em carrinhos para serem transportados pelo comboio logístico, não havendo manuseamentos e bastando atrelar os carros ao comboio para seguirem para a decoração; os produtos não imediatamente necessários ao processo seguinte, esses sim, são armazenados no armazém de branco.

11.3.5 Escolha

Na secção de escolha foram identificados os seguintes aspetos a melhorar:

- Divisão funcional do trabalho; havia divisão entre as tarefas de retirar os produtos do tapete após passagem pelo forno de vidragem, colocando-os em paletes, e as tarefas de roçagem, escolha e colocação em carros; a divisão dessas tarefas originava desperdícios de espera e manuseamento;
- Processo desintegrado do fluxo do forno; devido à louça ser escolhida em mesas redondas distantes do tapete de saída do forno, originavam-se perdas de tempo e desperdícios de transporte e manuseamento, bem como acumulações de produtos por escolher.

As melhorias implementadas na secção foram:

- Eliminação da divisão do trabalho: os produtos são roçados, escolhidos e retocados imediatamente, evitando-se perdas de tempo e manuseamentos desnecessários;
- Integração do processo com o forno; as mesas circulares utilizadas para escolha foram eliminadas, decorrendo o processo de roçagem e escolha em mesas ao longo do tapete à saída do forno; as peças são colocadas no carrinho e, de seguida, são conduzidas ao parque junto do armazém de branco; as peças não conformes são, por seu turno, imediatamente enviadas para retocagem.

11.3.6 Vidragem

Na secção de vidragem foram identificados os seguintes aspetos a melhorar:

- Tal como na escolha, o processo de vidragem encontrava-se desintegrado da enforna; os produtos chegavam do forno de chacota para serem vidrados e eram colocados em carros, de novo, para depois serem enforcados; esta situação originava desperdícios com o excessivo manuseamento, o que, por sua vez, causava muitos produtos defeituosos, bem como acumulações de *stock*.

Por forma a ultrapassar os problemas identificados na secção, foi melhorada a integração do processo de vidragem com a enforna: os produtos passaram a ser vidrados e enforcados imediatamente, eliminando-se os desperdícios que a desintegração causava.

11.3.7 TPM

Antes da implementação do TPM, não era efetuada a manutenção autônoma das máquinas: a manutenção não era realizada preventivamente pelos próprios operadores das máquinas, estando inteiramente a cargo de pessoal especializado; era essencialmente corretiva.

Para envolver os operadores das máquinas na manutenção, foi-lhes proporcionada formação básica, de modo a que pudessem desenvolver tarefas de limpeza e lubrificação, deixando as mais complexas para os trabalhadores da manutenção.

Foi implementado para o efeito um plano de manutenção, por máquina, para os operadores da manutenção e para os operadores das máquinas.

As atividades a que os operadores da manutenção se dedicam são desenvolvidas num período mais alargado (anual ou semestralmente) e exigem maior conhecimento técnico. Já as tarefas de manutenção dos operadores das máquinas são efetuadas com grande frequência (sendo diárias, semanais ou mensais), consistindo basicamente na limpeza, lubrificação e verificação dos equipamentos.

11.3.8 SMED

Na mudança de ferramentas das máquinas, os métodos utilizados eram pouco organizados e morosos.

Os métodos de mudança foram analisados e a metodologia SMED foi aplicada. Uma das alterações introduzidas consistiu na arrumação de moldes por prateleiras codificadas, a fim de que os moldes pretendidos fossem rapidamente encontrados.

11.3.9 Logística Interna

A logística interna é um fator muito importante na melhoria do fluxo dos produtos pelo sistema produtivo.

Anteriormente às melhorias implementadas a esse nível, os produtos eram transportados em paletes ou em carros grandes e pouco móveis, o que tornava o transporte demorado

11.4 Resultados atingidos após implementação de métodos Kaizen

Por forma a concluir o estudo de caso, foram recolhidos dados acerca da evolução de determinadas variáveis, a fim de se extraírem conclusões sobre o impacto da aplicação da metodologia Kaizen na “Porcelanas da Costa Verde, S.A.”

As variáveis analisadas foram a produtividade, o *lead time*, *stocks* entre processos ou produtos em curso de fabrico, produtos não conformes ou defeituosos, tempos de mudança de ferramentas das máquinas, bem como tempos de avarias de máquinas.

Em relação à produtividade, foram avaliadas quatro secções: prensa (conformação), decoração, escolha e embalagem. Foi comparada a evolução da produtividade nestas secções, de 2007 a 2012, com exceção da secção de prensa, para a qual só existem dados desde 2009.

De 2007 a 2012, a evolução da produtividade das secções analisadas foi bastante favorável.

Na secção de prensa, a produtividade aumentou de 2009 a 2011 mais de 6% ao ano, estabilizando em 2012, aumentando apenas 0,5% nesse ano. Nos quatro anos analisados (2009 a 2012), as melhorias atingidas representaram um aumento de cerca de 15% na produtividade.

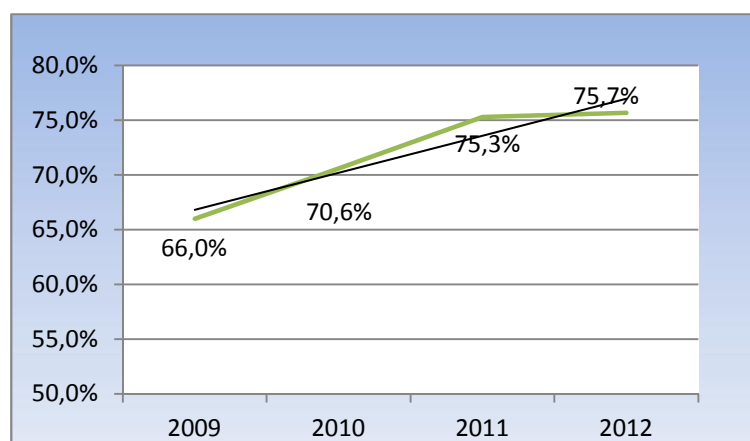


Gráfico 1 - Produtividade Prensa

Aplicação do Kaizen em Empresa Industrial: Estudo de Caso

Quanto à evolução da produtividade na decoração, verificou-se o aumento de cerca de 8% no primeiro ano após o início da aplicação do Kaizen. O aumento foi mais ligeiro nos anos seguintes, até estabilizar a partir de 2011, no nível de cerca de 98%. Note-se que o padrão de avaliação da produtividade deve ser alterado a partir deste ponto, de modo a que as melhorias atingidas não estagnem no nível inicial. Desde 2007 até 2012, a produtividade da secção aumentou mais de 17%.

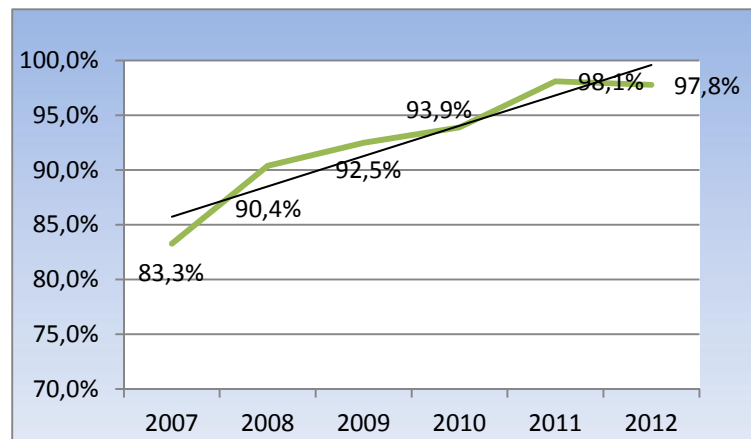


Gráfico 2 - Produtividade Decoração (Estamparia)

Na produtividade da secção de escolha também se conseguiu um impacto positivo, apesar de a evolução não ser tão linear como nas secções anteriores, devido ao facto de os padrões de avaliação terem sido várias vezes revistos. Pode, porém, verificar-se que houve uma tendência claramente positiva: apesar de no primeiro ano se ter registado uma redução na produtividade em 8%, assistiu-se a uma inversão, aumentando a produtividade mais de 19% de 2008 para 2009 e acabando por estabilizar em 2012 no nível de 86%. Desde 2007, o aumento foi superior a 15%.

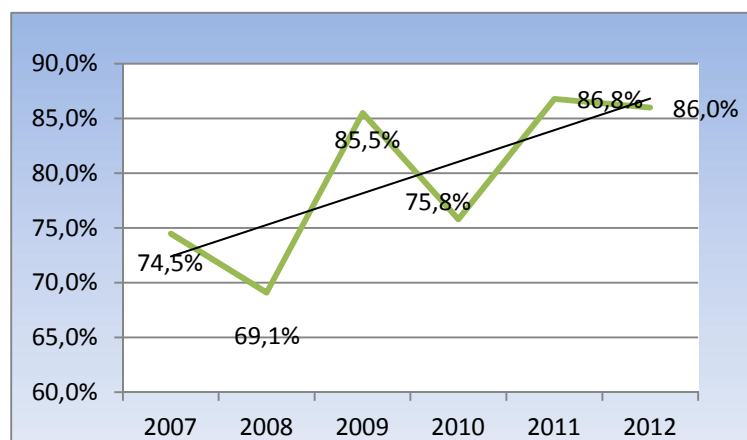


Gráfico 3 - Produtividade Escolha

A produtividade da secção de embalagem registou também uma tendência positiva, aumentando gradualmente. No primeiro ano, foi conseguido um aumento de mais de 11%, tendo caído 1,5% no ano de 2009 e voltado a aumentar em mais de 4% no ano seguinte. Manteve-se, depois, sensivelmente em 95%. O nível da produtividade estabilizou de 2010 a 2012, o que indica que os padrões de avaliação devem ser revistos, sendo planeadas novas melhorias, de modo a que não parem no patamar conseguido.

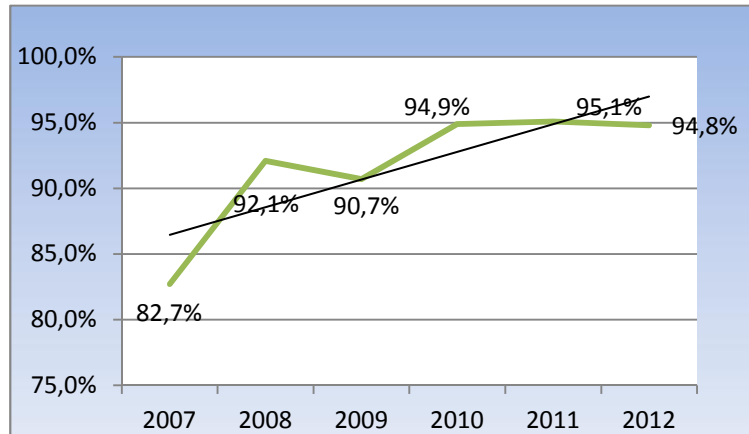


Gráfico 4 – Produtividade Embalagem

Como já referido, um importante fator que influencia a competitividade de uma empresa é o prazo de entrega dos produtos, sendo necessárias melhorias no fluxo dos produtos. Avaliando a evolução do *lead time* ou tempo que um produto demora a percorrer todo o sistema produtivo desde o armazém de matérias-primas, a sua evolução desde o início da aplicação do *Kaizen* foi muito positiva: em 2007 o *lead time* situava-se nos 32 dias; nos anos seguintes e até 2011 foi conseguido um prazo de entrega mais curto; em 2012 o *lead time* fixou-se nos 21 dias, equivalendo a uma redução de mais de 34% em relação a 2007.

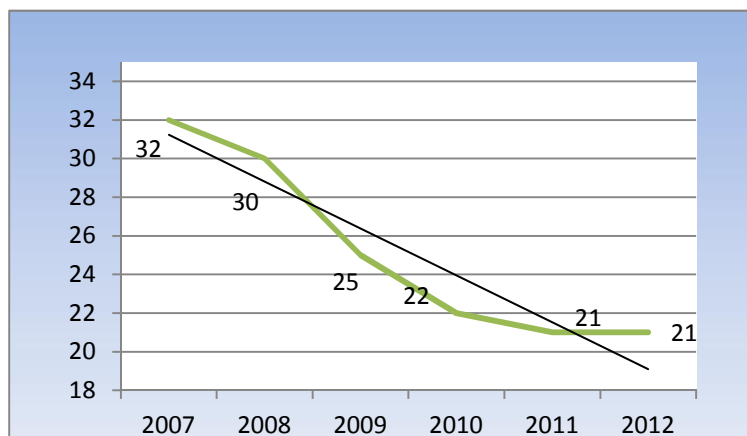


Gráfico 5 – Lead Time (dias)

Aplicação do Kaizen em Empresa Industrial: Estudo de Caso

A melhoria do fluxo interno permite a redução de *stocks* entre processos e essa redução conduz a menos desperdícios. Para avaliar o impacto do *Kaizen* na redução de *stocks* entre processos, analisaram-se os níveis de *stocks* desde o forno de chacota ao armazém de branco, no armazém de branco e na secção de embalagem.

O nível de *stocks* desde a chacota até ao armazém de branco em 2007 era de 100.000 produtos. No ano seguinte, houve a redução deste nível em 20%, reduzindo-se nos dois anos posteriores em 50% ao ano e situando-se em 2010 nas 20.000 unidades, assim se mantendo até 2012, representando a redução de 80% desde 2007.

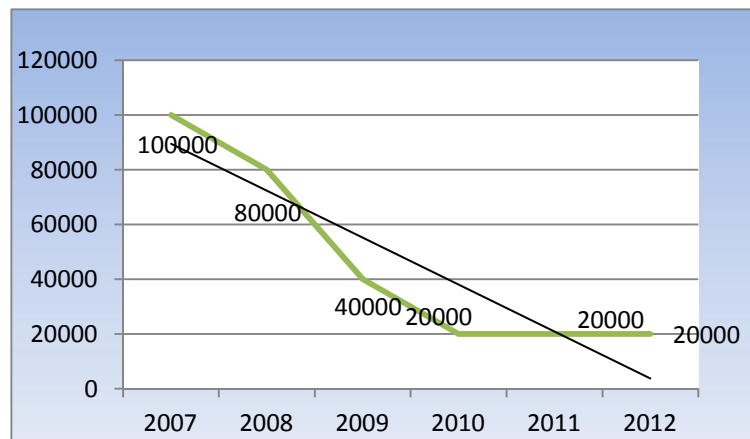


Gráfico 6 – WIP de Chacota até armazém de branco

No armazém de branco os *stocks* foram gradualmente reduzidos: de 150.000 unidades em 2007, em mais de 26% no primeiro ano (para 110.000), e mais de 36%, de 2008 para 2009, isto é, para 70.000 unidades. Nos anos seguintes e até 2012 estabilizaram em 60.000 produtos, representando desde 2007 a redução de 60%.

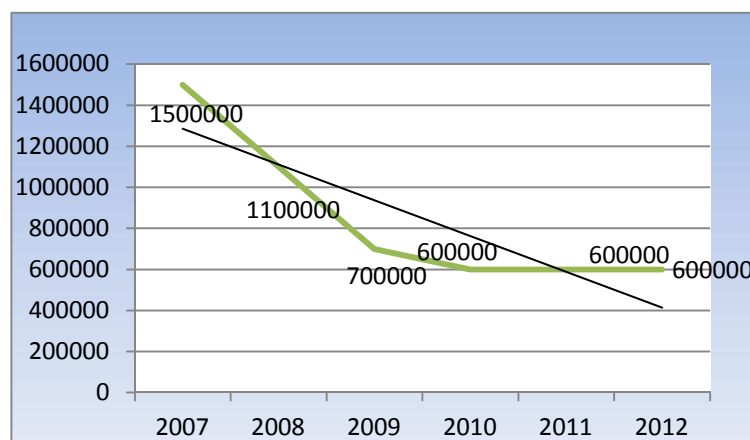


Gráfico 7 - WIP Armazém de Branco

Em relação à embalagem, o nível de *stocks* em 2007 era de 200.000 unidades, tendo após o primeiro ano sido reduzido em 40%. De 2008 para 2009, a redução foi de mais de 16%, fixando-se então e até 2012 nas 100.000 unidades, o que totaliza, desde 2007, a redução de 50%.

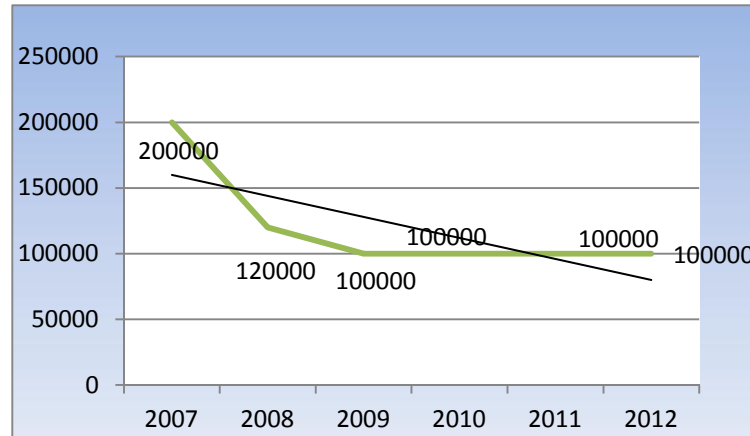


Gráfico 8 - WIP Embalagem

A qualidade dos produtos é um dos fatores mais importantes em ambiente *Kaizen*, não apenas pelos desperdícios que os produtos defeituosos ou não conformes acarretam, mas também pelo que representam para a imagem da própria empresa.

Recolheram-se assim, dados sobre o número de defeituosos ou não conformes, detetados entre o forno de chacota e o armazém de branco, no processo de escolha e no processo de decoração.

Desde o forno de chacota até ao armazém de branco, no ano de 2007 a percentagem de defeituosos detetados situava-se nos 7%. De 2007 a 2008 os resultados conseguidos foram bastante positivos: a percentagem foi reduzida em mais de 32% (para 4,7%). No ano seguinte, foi conseguida mais uma redução considerável, de novo em 32%. De 2009 a 2012, os resultados foram mais modestos, mas a percentagem de defeituosos não deixou de ser diminuída continuamente até atingir 2,4% no ano de 2012. No total, desde 2007 até 2012, a percentagem de defeituosos e não conformes detetados foi reduzida em mais de 65%.

Aplicação do Kaizen em Empresa Industrial: Estudo de Caso

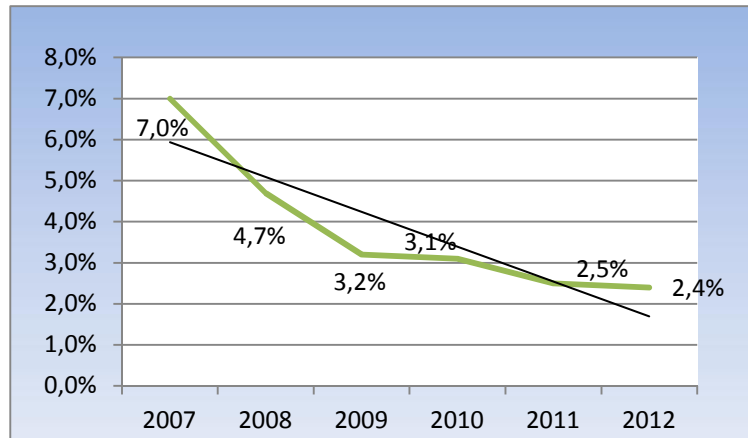


Gráfico 9 - Defeituosos Chacota até Armazém de branco

Na secção de escolha, a percentagem de defeituosos detetados em 2007 era bastante elevada, situando-se nos 19,5%. Inicialmente, foi conseguida uma redução dos defeituosos detetados em 19%, situando-os em 15,8%. A percentagem continuou a baixar, mas aumentou, de 2009 para 2010, para 14,0%; no entanto, de 2010 para 2011, foi conseguida a redução da taxa em 30% (para 9,8%), mantendo-se a nível idêntico em 2012. A redução de defeituosos no processo foi, de 2007 a 2012, de mais de 49%.

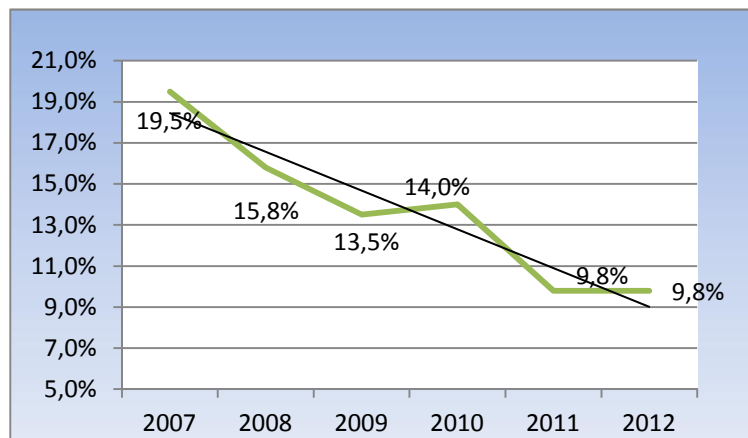


Gráfico 10 - Defeituosos Escolha

Tal como nas secções já analisadas, a secção de decoração também obteve melhorias, reduzindo no primeiro ano a percentagem de defeituosos detetados em 16%. As melhorias não se ficaram, no entanto, por esses valores: de 2008 para 2009 houve nova redução em mais de 9%; nos anos seguintes, a percentagem de defeituosos detetados fixou-se nos 3,5%. De 2010 a 2012, os valores mantiveram-se estáveis. Desde 2007 a 2012 a os defeituosos detetados foram reduzidos em 30%.

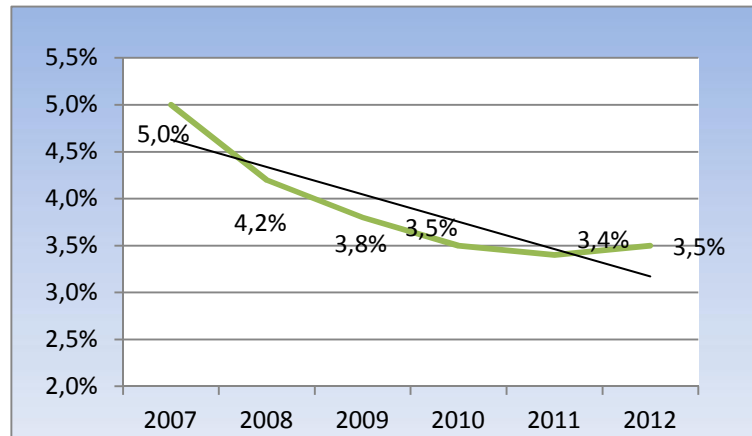


Gráfico 11 – Defeituosos Decoração

Analisado a totalidade dos defeituosos detetados pelo processo produtivo, verifica-se que foram conseguidas reduções significativas ao longo dos anos e desde 2007: de um valor de 31,5% em 2007 passou-se para 15,8% em 2012; foi assim conseguida uma significativa redução, de 50%, nos produtos defeituosos detetados.

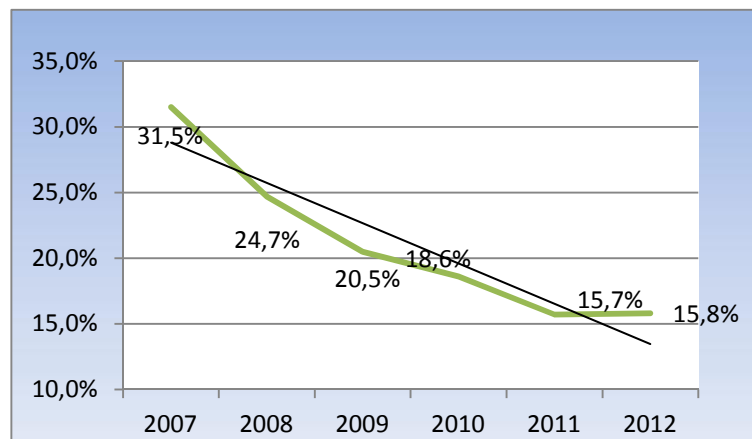


Gráfico 12 – Total de não conformes/defeituosos

Por forma a possibilitar a produção em lotes mais reduzidos, é necessário que se consigam efetuar as mudanças das ferramentas das máquinas num tempo mais reduzido. Como já foi referido, foi aplicada a metodologia SMED, a fim de se diminuir os tempos de mudanças, permitindo a produção em lotes mais reduzidos, o que, por sua vez, conduz a que se acumulem menores níveis de stock entre processos. Para verificar os resultados conseguidos, foram obtidos os tempos de mudança de ferramentas de

duas máquinas, sendo estas a MR1 e a P2; contudo, quanto à máquina P2, só existem dados desde 2010.

A máquina MR1 necessitava, em 2007, de 80 minutos para que um novo “set-up” fosse efetuado. Após o primeiro ano de implementação do SMED, o tempo foi reduzido em 35% (para 52 minutos) e, nos anos seguintes, foi gradualmente diminuído, atingindo 37 minutos em 2012: redução, portanto, de 54% desde 2007.

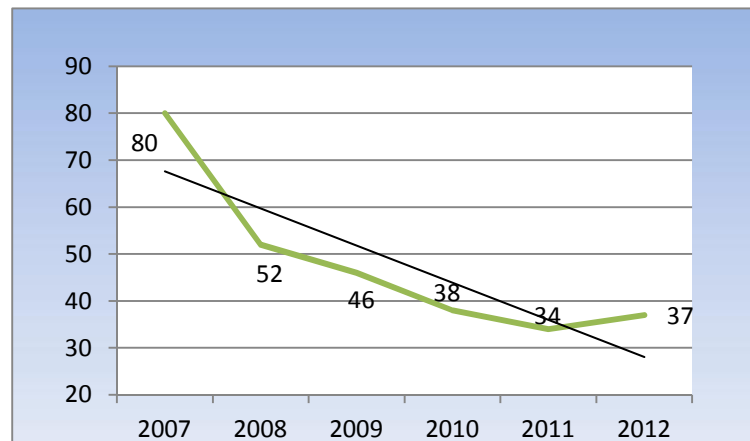


Gráfico 13 - Setup da Máquina MR1 (minutos)

Quanto à máquina P2, desde 2010 o tempo de mudança também foi reduzido: 102 minutos necessários em 2010 para 90 minutos em 2011, e 76 minutos em 2012, totalizando desde 2010 uma redução de mais de 25% no tempo de mudança

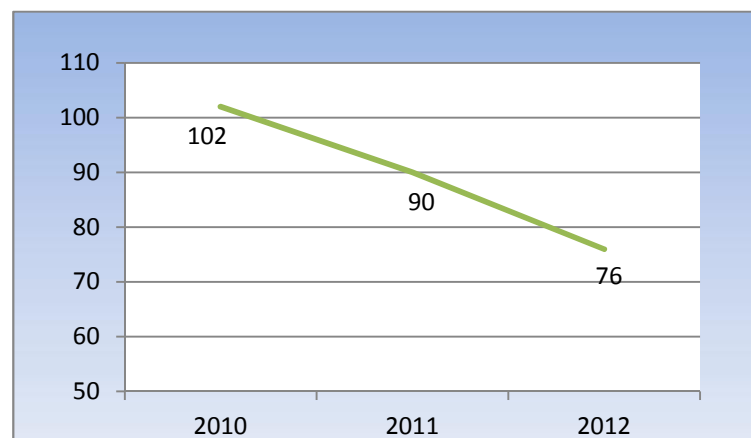


Gráfico 14 - Setup da Máquina P2 (minutos)

Para se trabalhar com *stocks* reduzidos, é necessário que o sistema tenha estabilidade, pois as seguranças para fazer face a defeituosos ou avarias de máquinas também se reduzem. Foi, por isso, preciso avaliar a estabilidade das máquinas, conseguida através da manutenção preventiva, segundo a metodologia TPM.

Recolheram-se, assim, dados de três máquinas, sobre tempos de avaria. Tendo presente que os tempos de paragem originam-se em dois tipos de avaria, mecânica e elétrica, analisaram-se dados sobre as máquinas MR1, Prensa 2 (P2) e OMAP3.

A máquina MR1 passou, de 2009 para 2010, de dois para três turnos. A avaliação dos tempos de avaria para esta máquina será, assim, feita separadamente para os períodos de 2007 a 2009 e de 2010 a 2012.

No período de 2007 a 2009, nos tempos de avaria da máquina MR1, resultantes de avarias elétricas, foi conseguida a redução de 67 para 55 horas, totalizando a diminuição de mais de 17%. Não se verificaram, contudo, melhorias nas avarias mecânicas, mantendo-se em 2009 em valores quase idênticos aos de 2007. Foi conseguida, no total, uma ligeira redução, 5%, dos tempos de avarias.

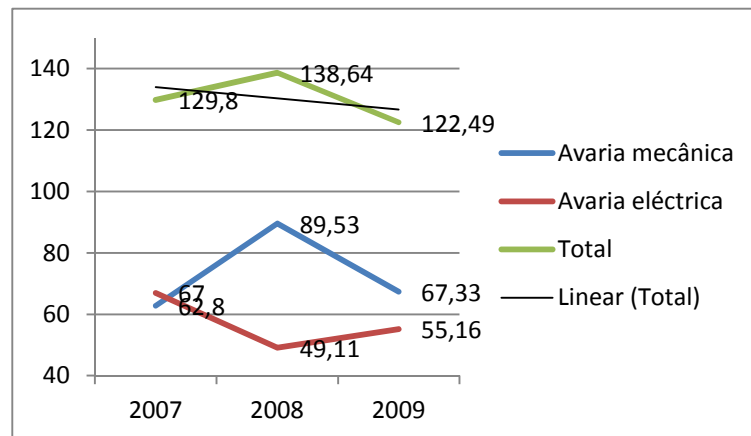


Gráfico 15 - Tempos de avaria da máquina MR1 em horas (2 turnos)

No período de 2010 a 2012, deu-se um aumento das avarias elétricas em 25%; no entanto, a redução no tempo de avarias mecânicas em mais de 16% permitiu uma ligeira redução no tempo total, isto é, em pouco mais de 3%.

Apesar de a evolução dos tempos de avarias ser instável ao longo dos dois períodos, em termos totais, quer no período de 2007 a 2009, quer no de 2010 a 2012, foram conseguidas ligeiras melhorias.

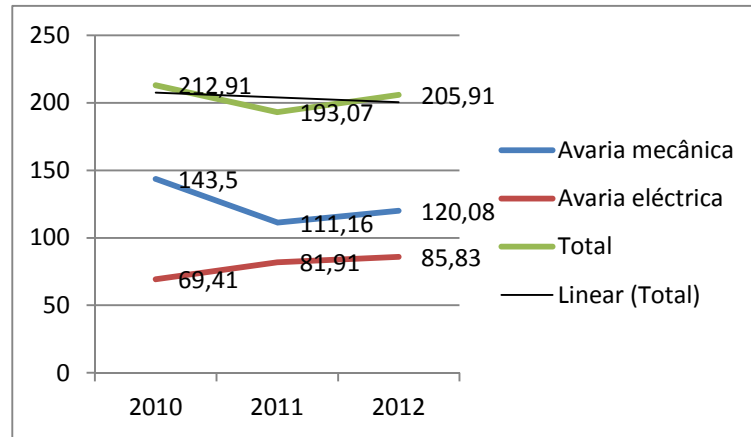


Gráfico 16 - Tempos de avaria da máquina MR1 em horas (3 turnos)

Na evolução dos tempos de avaria da máquina Prensa 2, foram conseguidos resultados bastante satisfatórios. Os tempos das avarias mecânicas não desceram de forma constante ao longo dos anos, tendo de 2008 para 2009 e de 2010 para 2011 aumentado. Mas, globalmente e de 2007 a 2012, a tendência foi positiva, diminuindo o tempo das avarias mecânicas de 30 para 6 horas, totalizando uma redução de 80%. Nas avarias eléctricas, também foi conseguida uma redução significativa ao longo dos anos, com exceção de 2011. De 2007 a 2012 o tempos de avarias eléctricas passaram de 34 horas para poucos mais de 3, equivalendo a uma redução de mais de 89%. Em termos totais, foi conseguida desde 2007 uma redução nos tempos de avaria de 85%.

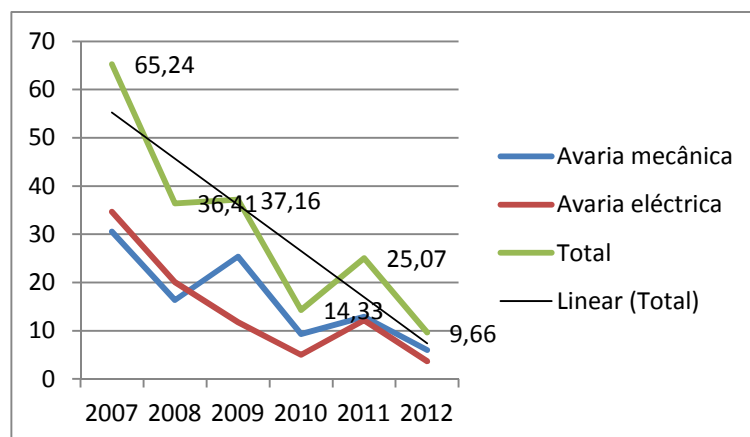


Gráfico 17 - Tempos de avaria da máquina Prensa 2 em horas

Aplicação do Kaizen em Empresa Industrial: Estudo de Caso

No que diz respeito à máquina OMAP 3, os tempos de avarias relacionados com avarias elétricas praticamente não existem, correspondendo, por isso, na quase totalidade, aos tempos de avaria os tempos de avaria mecânica.

Os tempos totais de avaria para a OMAP 3 foram reduzidos das 123 horas em 2007 para 51 horas em 2008, correspondendo a uma redução de cerca de 58%. Resultados semelhantes foram conseguidos no ano seguinte, com uma redução para cerca de 24 horas, reduzindo-se em mais 53% os tempos de paragem. Nos anos de 2010 e 2011 verificou-se o retrocesso nas melhorias atingidas, mas em 2012 os tempos de avaria diminuíram bastante, totalizando desde 2007 a redução de 87%.

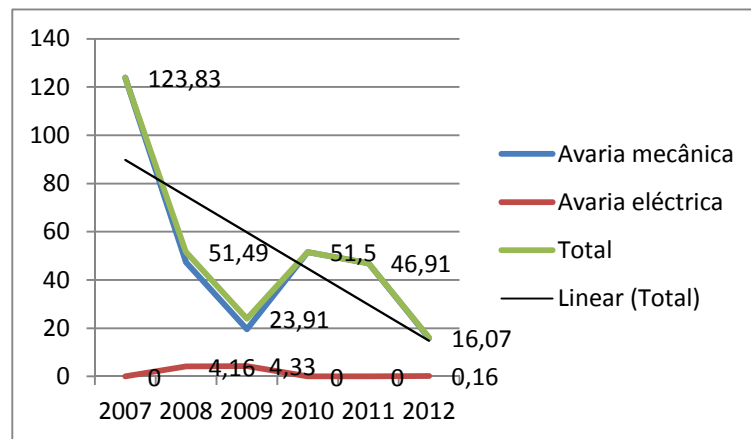


Gráfico 18 - Tempos de avaria da máquina OMAP 3 em horas

12. Conclusão

Analisando de forma global a evolução dos indicadores de produtividade, *lead time*, níveis de *stock* entre processos, defeituosos, tempos de mudança de ferramentas e tempos de avarias desde 2007, pode concluir-se que:

- Desde o início da aplicação de metodologias *Kaizen* na “Porcelanas da Costa Verde, S.A.”, os indicadores referidos melhoraram significativamente;
- As melhorias conseguidas não se verificaram apenas nos primeiros anos;
- Na maioria dos indicadores, o impacto foi maior no primeiro ano, mas não se verificou estagnação, bem pelo contrário.

Dos fatores considerados basilares na filosofia *Kaizen* - recorde-se, a qualidade, os prazos de entrega e o custo -, sobressaem desde logo melhorias consideráveis num deles, isto é, na qualidade dos produtos.

Com efeito, a redução nos níveis dos produtos defeituosos detetados nas secções do forno de chacota até ao armazém de branco, decoração e escolha, refletem melhorias muito positivas, com a consequência de a qualidade dos produtos ser superior à de 2007.

Quanto aos prazos de entrega, a redução no *lead time* de 32 dias em 2007 para 21 dias em 2012 resulta no cumprimento das entregas aos clientes de forma muito mais rápida.

Aquela redução (no *lead time*) provém das melhorias conseguidas em diversos domínios, em particular:

- Da melhoria do fluxo dos produtos pelo sistema produtivo, a qual permitiu, por sua vez, a redução no nível dos *stocks*;
- Da redução dos tempos de mudança das ferramentas;
- Da redução nos tempos das avarias.

Todos esses fatores convergiram no sentido de as encomendas dos clientes terem passado a ser satisfeitas mais rapidamente, promovendo-se a competitividade da empresa.

No fator custo, não foi possível recolher dados sobre o custo dos produtos. No entanto, partindo de indicadores como a produtividade, redução de *stocks*, redução de produtos

defeituosos, de tempos de mudança de ferramenta e redução de avarias, pode concluir-se que todos esses indicadores denotam melhorias que, seguramente, foram decisivas na diminuição do custo dos produtos.

Através das melhorias na qualidade e do custo dos produtos, bem como pela via da realização de entregas aos clientes num espaço temporal mais reduzido, a “Porcelanas da Costa Verde, S.A.” conseguiu alcançar um patamar mais elevado na competitividade.

Este é, porém, um caminho nunca percorrido, com metas nunca definitivamente atingidas, como transparece da filosofia *Kaizen* - “melhoria contínua”.

O objetivo deste estudo foi determinar o impacto conseguido no sistema produtivo da empresa e avaliar a sua tendência ao longo do tempo. Os dados recolhidos na Porcelanas da Costa Verde permitem concluir que com a aplicação do Kaizen na empresa, foram conseguidos resultados positivos a todos os níveis e a tendência verificado ao longo dos 5 anos analisados desde o início do projeto Kaizen aponta no sentido das melhorias não se estagnarem ao longo do tempo.

Contudo, cada empresa tem a suas particularidades e cabe a quem pretender aplicar o *Kaizen*, perceber qual a melhor forma de melhorar o seu sistema, o *Kaizen* fornece as ferramentas e a mentalidade com que se deve enfrentar os problemas envolvendo todos nesse processo. Nem sempre os resultados atingidos em outros casos, poderão ser tão evidentes e positivos como os analisados neste estudo, mas com compromisso na melhoria contínua e envolvimento de todos, desde o *Gemba* até aos gestores de topo será sempre conseguido algum resultado positivo.

Além dos já apresentados, há outros resultados menos visíveis (intangíveis), mas, decisivos, que a empresa terá conseguido desde 2007. Entre esses resultados avulta, sem qualquer dúvida, o reforço de uma cultura organizacional e industrial, num meio social (Concelho de Vagos) em que, à partida, os trabalhadores apresentavam, nesses domínios, carências a serem superadas.

13. Bibliografia

- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2007). An evaluation of TPM implementation initiatives in an Indian manufacturing enterprise. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 13(4), 338–352. doi:10.1108/13552510710829443.
- Askin, R. G., & Goldberg, J. B. (2002). *Design and Analysis of Lean Production Systems* (p. 523). John Wiley & Sons, Inc.
- Assis, R., & Figueira, M. (1992). *Microflow - Produção just-in-Time* (p. 92). IAPMEI.
- Assunção, D. S., Moura, L. B., Mamedes, T. C., & Simões, T. F. (2013). Modelo de Gestão KAIZEN e Sua Aplicação no Setor de Fertilizantes. In *4th International Workshop Advances in Cleaner: "Integrating Cleaner production into Sustainability Strategies* (pp. 1–7). São Paulo: Universidade Paulista. Disponível em http://www.advancesincleanerproduction.net/fourth/files/sessoes/6A/5/assuncao_et_al_work.pdf.
- Batista, L. (2012). *Estabilidade operacional assegurada por metodologias Kaizen Lean na*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Industrial e Gestão da Faculdade de Engenharia da universidade do Porto. Disponível em <http://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/65502>.
- Black, J. T., & Hunter, S. L. (2003). *Lean manufacturing Systems and Cell Design* (p. 325). Society of Manufacturing Engineers.
- Coimbra, E. A. (2009a). *Lean Inovation News*. 14, (14), 4. Disponível em http://pt.kaizen.com/publicacoes/lean-innovation-news/file/kaizen-forum-nr-14/action/preview.html?no_cache=1.
- Coimbra, E. A. (2009b). *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean supply Chains* (p. 280). Kaizen Institute.
- Dennis, P. (2007). *Lean Production Simplified* (Second Edi., p. 192). Productivity Press.
- Ho, S. K. M. (1999). Japanese 5-S – where TQM begins. *The TQM Magazine*, 11(5), 311–321. doi:10.1108/09544789910282345.
- Imai, M. (1986). *Kaizen - The Key to Japan's Competitive Success*. (T. K. Institute, Ed.) (p. 259). McGraw-HILL.
- Imai, M. (1997). *Gamba Kaizen: A Commonsense, low-Cost Approach to Management* (p. 384). McGraw-HILL.
- Netto, O., & Marins, E. (2010). Melhoria Contínua de Produtividade no Chão de Fábrica Utilizando Metodologia Kaizen - Estudo de Caso em Indústria Cosmética. In *XIII Simpósio de Administração da produção, Logística e Operações Internacionais* (pp. 1–9). São Paulo: FGV-EAESP. Disponível em http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2010/artigos/E2010_T00026_PCN64305.pdf.

- Nogueira, M. A. A. (2010). *Implementação da gestão da produção Lean: estudo de caso*. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Disponível em <http://run.unl.pt/handle/10362/4095>.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System - Beyond Large-Scale Production* (p. 137). Productivity Press.
- Singh, B., Garg, S. K., Sharma, S. K., & Grewal, C. (2010). Lean implementation and its benefits to production industry. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(2), 157–168. doi:10.1108/20401461011049520.
- Singh, B. J., & Khanduja, D. (2010). *SMED: for quick changeovers in foundry SMEs*. *International Journal of Productivity and Performance Management*. doi:10.1108/17410401011006130.
- Suzaki, K. (2010). *Gestão de Operações Lean - metodologias Kaizen para a Melhorias Contínua* (p. 303). LeanOp Press.
- Team, T. P. P. D. (2002). *Kanban For the Shopfloor* (p. 96). Press, Productivity.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking* (p. 379). Free Press.