



**Aplicação de Técnicas de Lean Manufacturing na Área de Produção
de Componentes na GE Power Controls Portugal**

Eduardo Emanuel da Silva Baptista

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. José Barros Basto

Orientador na Empresa: Engenheiro Fernando Braga



FEUP

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica**

Ano Lectivo 2009/2010

“Nada está feito enquanto resta alguma coisa para fazer”

Romain Rolland

(1866-1944)

Resumo

O objectivo deste projecto realizado na empresa GE Power Controls Portugal foi aplicar a metodologia *Lean* na área de fabricação de componentes.

Começou-se por estabelecer um *Value Stream Map* (VSM), com a finalidade de identificar oportunidades de melhoria e criar as condições para que fosse possível implementar um sistema de produção *Pull* em toda a área. Para isso foi necessário identificar e aplicar técnicas *Lean*, sendo que o controlo de produção por *Kanban* foi a mais importante. Outras técnicas tais como a Gestão Visual, a aplicação dos 5S e *Kaizen*, foram igualmente aplicadas.

Como consequência da implementação de uma produção *Pull* em toda a área, espera-se no fim deste projecto a melhoria do fluxo de produção, que resultará na redução dos prazos de entrega, redução de *Work In Progress* (WIP), e que, acima de tudo, os processos primem pela estabilidade.

Application of Lean Manufacturing Techniques in the Production of Components Area

Abstract

The aim of this project carried out in the company GE Power Controls Portugal was to apply Lean in the manufacturing of components.

It began by establishing a Value Stream Map (VSM), in order to identify opportunities for improvement and so that could be possible to implement Pull system in the area. This required identifying and implementing Lean techniques, the production control by Kanban was the most important. Other techniques such as Visual Management, the implementation of 5S and Kaizen, have been also applied.

As a result of implementing a Pull production in the whole area it is expected at the end of this project the improvement of the production flow, resulting in the reduction of delivery times, reduced Work In Progress (WIP), and meanwhile is also important keep stability in all process.

Agradecimentos

A todos os colaboradores da Ge Power Controls Portugal, pelo carinho, paciência, compreensão e pelo auxílio que me prestaram.

Ao Eng^o Fernando Braga, orientador na empresa, pelo apoio e transmissão de conhecimentos demonstrada e acima de tudo pelo entusiasmo, motivação e boa disposição que patenteou durante a realização deste projecto.

Ao Professor José Barros Basto, orientador da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, pela preocupação e disponibilidade demonstrada.

Ao grupo de alunos da Faculdade de Engenharia de Universidade do Porto, que realizaram projectos em simultâneo com este, nas instalações da empresa, o bom ambiente e o espírito de equipa, foram alicerces fundamentais para a realização deste projecto.

Ao grupo General Electric, pela oportunidade oferecida e pela remuneração financeira através de uma bolsa.

Aos meus pais, pelo incessante apoio.

A todos, o meu sincero e comovido obrigado!

Eduardo Baptista

Índice de Conteúdos

Glossário	1
1. Introdução.....	3
1.1 Apresentação da empresa.....	3
1.2 Contexto da realização do projecto.....	6
1.3 Metodologia seguida.....	7
2. Estado da Arte	8
2.1 VSM.....	8
2.2 Classificação dos itens.....	10
2.3 Sistema de Reaproveitamento	11
2.3.1 Revisão Contínua.....	11
2.3.2 Revisão Periódica	13
2.4 A importância do stock de segurança.....	13
2.5 Sistema Pull.....	14
2.5.1 Gestão de um Sistema Pull	17
2.6 <i>Kanban</i>	18
2.7 Gestão Visual	21
2.8 Os 7 Desperdícios.....	22
2.9 Os 5S.....	23
2.10 Kaizen	24
2.11 Controlo de Stocks.....	24
3. Análise da Situação Inicial na empresa	26
4. Soluções propostas e sua implementação.....	30
4.1 Implementação do sistema Pull em toda a área	30
4.1.2 Organização e constituição dos novos <i>Kanbans</i>	31
4.1.3 <i>Kanbans</i> especiais.....	34
4.2 Gestão Visual na Área	38
4.3 Implementação dos 5S; Kaizen	41
4.4 Redução de WIP na área	42
5. Resultados Obtidos.....	44
6. Conclusões e perspectivas de trabalhos futuros	48
Referências.....	50

Anexos A	52
Anexos B	64
Anexos C	68

Índice de Ilustrações

Ilustração 1 - Panorama Geral da empresa	3
Ilustração 2 - Disjuntor ELCB.....	3
Ilustração 3 – Wiring Device.....	3
Ilustração 4 – Metais: sector produtivo	4
Ilustração 5 – Plásticos: sector produtivo.....	4
Ilustração 6 – Soldadura: sector de montagem.....	5
Ilustração 7 – ELCB: sector de montagem.....	5
Ilustração 8 - WA/WD: sector de montagem	5
Ilustração 9 - Metodologia seguida na realização deste projecto.....	7
Ilustração 10 - Etapas na elaboração do VSM (Fonte: José Pedro Rodrigues da Silva, 2008).....	8
Ilustração 11 - Mapa VSM actual (Fonte: Mike Rother & John Shook, 2003).....	9
Ilustração 12 - Sistema <i>Pull</i> de Reabastecimento (Fonte: Art Smalley, 2004)	16
Ilustração 13 - Sistema <i>Pull</i> Sequencial (Fonte: Art Smalley, 2004)	17
Ilustração 14 - Sistema <i>Pull</i> Mix (Fonte: Art Smalley, 2004)	17
Ilustração 15 - Tipos de <i>Kanban</i> (Fonte: Gemba Research, 2007)	19
Ilustração 16 - <i>Kanban</i> triangular e <i>In-Process Kanban</i> (Fonte: GembaResearch, 2007)	20
Ilustração 17 - Quadro de dados de desempenho (Fonte: José Pedro Rodrigues da Silva, 2008)	21
Ilustração 18 - Quadro Objectivo/Realizado (Fonte: José Pedro Rodrigues da Silva, 2008)	21
Ilustração 19 - Utilização da metodologia 5S (Fonte: Apontamentos Gestão da Qualidade, 2006)	24
Ilustração 20 – VSM inicial na área dos plásticos e dos metais.....	26
Ilustração 21 - <i>Layout</i> do Piso térreo da fábrica.....	28
Ilustração 22 - Contentor para <i>Kanban</i> dos plásticos para ELCB	31
Ilustração 23 - Signal <i>Kanban</i> Triangular.....	32
Ilustração 24 - <i>Kanban</i> de um componente	32
Ilustração 25 - <i>Kanbans</i> de plásticos ELCB.....	32
Ilustração 26 - Etiqueta de stock de segurança	32

Ilustração 27 - <i>Kanban</i> com dois contentores já consumidos totalmente.....	33
Ilustração 28 - Posição do <i>Kanban Post</i> e da Instrução de Trabalho (plásticos).....	33
Ilustração 29 - <i>Kanban</i> Módulos.....	34
Ilustração 30 - <i>Kanban</i> Tampas.....	34
Ilustração 31 - Disposição dos <i>Kanbans</i> em palete.....	34
Ilustração 32 - <i>Signal Kanban</i> Triangular metais.....	35
Ilustração 33 - <i>Kanbans</i> de metais ELCB.....	35
Ilustração 34 - Posição do <i>Kanban Post</i> e da Instrução de Trabalho (metais).....	35
Ilustração 35 – <i>Kanbans</i> de plásticos (WAWD).....	36
Ilustração 36 – <i>Signal Kanban</i> plásticos (WAWD).....	36
Ilustração 37 - <i>Kanbans</i> de metais (WAWD).....	36
Ilustração 38 - <i>Signal Kanban</i> metais (WAWD).....	36
Ilustração 39 - Disposição dos MTO´S (plásticos).....	37
Ilustração 40 - Cartão MTO (plásticos).....	37
Ilustração 41 - Disposição dos MTO´S (metais).....	38
Ilustração 42 - Placard plásticos por sector.....	39
Ilustração 43 - Placard metais por sector.....	39
Ilustração 44 - Estante com posições definidas.....	39
Ilustração 45 - Etiqueta para estante.....	39
Ilustração 46 – Quadro informativo (plásticos e metais).....	40
Ilustração 47 - Quadro Objectivo plásticos.....	40
Ilustração 48 - Quadro Objectivo metais.....	40
Ilustração 49 - Quadro <i>Lean</i> 5S implementado em cada secção.....	41
Ilustração 50 - Doseador para <i>Kanbans</i> plásticos ELCB.....	42
Ilustração 51 - VSM actual na área dos plásticos e dos metais.....	45

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Classificação ABC itens [Fonte: Amarildo Nogueira,2007]	10
Gráfico 2 - Base do sistema de Revisão Contínua [Fonte: John F.M&David M. Boodman, 1967]	12
Gráfico 3 - Análise ABC inicial plásticos	28

Gráfico 4 - Análise ABC inicial metais.....	28
Gráfico 5 - Análise ABC actual plásticos.....	44
Gráfico 6 - Análise ABC actual metais.....	44
Gráfico 7 - Evolução do WIP ao longo do projecto.....	46
Tabela 1 - Opções <i>Pull</i> disponíveis para uma empresa (Fonte: Art Smalley, 2004).....	15
Tabela 2 - Situação Inicial em termos de WIP	27
Tabela 3 - Classificação ABC inicial plásticos... ..	29
Tabela 4 - Classificação ABC inicial metais	29
Tabela 5 - Classificação ABC plásticos... ..	44
Tabela 6 - Classificação ABC metais.....	44
Tabela 7 – Situação actual em termos de WIP	46

Glossário

A definição de alguns dos conceitos técnicos apresentados nesta secção são feitos com base no glossário apresentado em (James P. Womack & Daniel T. Jones, 2003).

Buffer – Quantidade de um bem mantido em reserva, utilizado para moderar eventuais flutuações do processo ou sistema.

Build to Order – O mesmo que Make To Order.

Changeover – A instalação de uma nova ferramenta numa máquina de produção de componentes metálicos, ou a instalação de um novo molde numa máquina de injeção de componentes plásticos.

Cycle Time – Tempo necessário para completar um ciclo de uma operação.

Heijunka – Criação de um planeamento, segundo uma sequência de ordens padronizadas, e suavização das variações do dia-a-dia da totalidade das ordens, de maneira a corresponder à procura de longo termo.

Just In Time – Sistema de produção e entrega dos termos certos no tempo certo, nas quantidades certas.

Lead Time – O tempo total que um cliente tem de esperar até receber um produto, depois de ter efectuado a ordem de encomenda.

Material Requirements Planning (MRP) – Sistema informático usado para determinar as quantidades e o tempo necessário para a produção de materiais.

Push – Sistema de produção, em que o output é empurrado para a operação seguinte, independentemente de ser ou não necessário naquele instante. Sistema oposto do Pull.

SAP – Sistema integrado de gestão empresarial.

Scrap – Termo utilizado para definir materiais recicláveis oriundos da actividade de uma empresa, ao contrário do desperdício, o Scrap, tem valor monetário para uma empresa.

Single Minute Exchange of Dies (SMED) – Série de técnicas cujo pioneiro foi Shingeo Shingo para mudanças de maquinaria de produção em menos de dez minutos.

Takt Time – Marca o ritmo que a produção terá de ter para acompanhar a taxa da procura.

Total Productive Maintenance (TPM) – Sistema desenvolvido no Japão a fim de eliminar perdas, reduzir paragens, garantir a qualidade e diminuir custos nas empresas com processos contínuos.

Water Spider – Pessoa que se movimenta pela fábrica ou pelas linhas de montagem, com o objectivo de fazer o abastecimento, permitindo o fluxo contínuo de materiais.

Work In Progress (WIP) – Material ao qual já foi acrescentado valor, estando o material numa situação intermédia entre matéria-prima e produto acabado.

1. Introdução

1.1 Apresentação da empresa

A *General Electric Power Controls Portugal Unipessoal Lda* situa-se em Vila Nova de Gaia. Trata-se de uma unidade fabril do ramo do material eléctrico e que se dedica à produção de produtos de baixa tensão, incluindo aparelhagem de manobra, aparelhagem industrial e residencial de corte e protecção, aparelhos de controlo, invólucros e quadros de distribuição.

Em mais de 100 países, e contando com mais de 300.000 colaboradores, a GE desenvolve mais de duas dezenas de negócios distintos que abrangem áreas tão diversas como as finanças, a medicina, a indústria dos plásticos, o fabrico de motores de aviões, os electrodomésticos, os sistemas de informação e material eléctrico diversificado.

A GE Power Controls Portugal conta com mais de 200 colaboradores, e possui uma delegação comercial em Lisboa. Esta empresa tem a sua produção dividida em 6 células produtivas: Metais, Plásticos, Mecanismos, Tomadas, Diferenciais, Espelhos/Discos. Destas, duas são células transformadoras de matéria-prima (Metais e Plásticos). Todos os componentes por elas produzidos são para fornecimento das restantes células, dedicadas unicamente a montagens. Actualmente o *Core Business* da empresa é a produção de ELCB (disjuntores) que representa uma fatia sensivelmente de 80% do volume de vendas. Os restantes 20% são destinados à produção de WA (*Wiring Accessories*) e WD (*Wiring Devices*).



Ilustração 1 - Panorama Geral da empresa



Ilustração 2 - Disjuntor ELCB



Ilustração 3 – Wiring Device

As diversas partes produtivas estão divididas nas seguintes áreas segundo (GE Power Controls, 2004):

“Metals: Este sector possui características típicas de uma empresa metalomecânica, onde são produzidos os componentes metálicos para incorporar em diversos produtos. Os equipamentos utilizados são máquinas de cravar, de dobrar, de rosca e prensas mecânicas. Os tratamentos superficiais utilizados, zincagem, estanhagem e niquelagem, por vezes necessários, são efectuados no exterior da empresa em fornecedores subcontratados.



Ilustração 4 – Metais: sector produtivo

Plásticos: Neste sector são produzidos os componentes plásticos que irão ser incorporados nos diversos produtos. Tudo isto consiste na transformação de materiais termoplásticos pelo processo de injeção e de matérias termo-endurecíveis pelo processo de injeção e de compressão. Os equipamentos existentes são máquinas de injeção e de compressão automática e manual, e possui ainda algum equipamento auxiliar para operações de acabamento como a rebarbagem.



Ilustração 5 – Plásticos: sector produtivo

Soldadura: Neste sector são produzidos os diversos conjuntos que irão ser montados nos disjuntores diferenciais na área do ELCB.



Ilustração 6 – Soldadura: sector de montagem

Disjuntores ELCB: Neste sector é efectuada a montagem de disjuntores diferenciais que são divididos em duas famílias distintas que são os disjuntores bipolares (2P) e disjuntores tetrapolares (4P).



Ilustração 7 – ELCB: sector de montagem

Wiring Accessories (WA) e Wiring Devices (WD): Neste sector são efectuadas as montagens das tomadas, mecanismos, acessórios, quadros e campainhas.”



Ilustração 8 - WA/WD: sector de montagem

1.2 Contexto da realização do projecto

Até ao início do Verão, a GE Power Controls Portugal era constituída por dois edifícios. No 1º edifício estavam concentrados os serviços administrativos, recursos humanos, financeiros. Num outro piso desse mesmo edifício estava a zona de montagem: ELCB, Soldadura, WA/WD. No outro edifício encontrava-se o armazém de matérias-primas e a área produtiva (plásticos e metais).

Este *layout* apresentava-se como sendo um *layout* pouco conseguido para as necessidades da empresa. Essa situação foi ao longo dos anos de certa forma esquecida, devido à grande actividade da empresa, graças a numerosas encomendas e uma conjectura internacional favorável. No entanto a grave crise financeira e económica a nível mundial que se abateu profundamente a partir de fins de 2008, fizeram a empresa pensar em soluções para ultrapassar este período mais difícil da melhor forma possível, garantido os postos de trabalhos aos seus colaboradores.

A empresa apostou num aumento da produtividade e numa redução de custos, nomeadamente custos fixos, para que isso fosse possível, o *layout* da fábrica teria de ser totalmente remodelado. A distância entre o edifício de produção e o edifício de montagem, era uma enorme barreira logística, e o valor para usufruir do espaço destinado às linhas de montagem era bastante elevado.

A solução então foi deslocar a zona de montagem para o piso superior do edifício que já incluía o armazém de matérias-primas e a área de produção.

Com esta mudança, gerou-se uma grande oportunidade para a empresa implementar a metodologia *Lean* nos seus processos, nomeadamente na área de produção de componentes.

Outro aspecto importante a referir foi o facto de que a empresa ao aplicar a metodologia *Lean* ficaria em condições de se candidatar a um prémio monetário encorajador que premiava a empresa que ao longo de cada trimestre mostrasse melhor desempenho na implementação da metodologia *Lean* nos seus processos.

1.3 Metodologia seguida

A **Ilustração 9** explica a metodologia seguida na realização deste projecto. Numa primeira fase, foi realizada uma pesquisa sobre o Estado da Arte em cada uma das fases de implementação do projecto. Foram consideradas três fases, todas elas ligadas entre si: Produção *Pull* em toda a área, Gestão Visual na área e Redução de WIP na área.

No fim do projecto, foi tempo de mostrar e comentar os resultados obtidos e sugerir quais as eventuais perspectivas de trabalho futuro a realizar.

Outras informações, documentos e trabalhos realizados durante o projecto podem ser consultados nos capítulos de anexos.

Para complemento desta dissertação, foi igualmente criada uma página na Internet, [<http://paginas.fe.up.pt/~em02059/>] onde se podem consultar informações adicionais, acerca da evolução cronológica do projecto realizado e elementos utilizados para a realização desta dissertação. Para ter acesso aos conteúdos da página, existe uma senha de acesso “*belenenses*”.

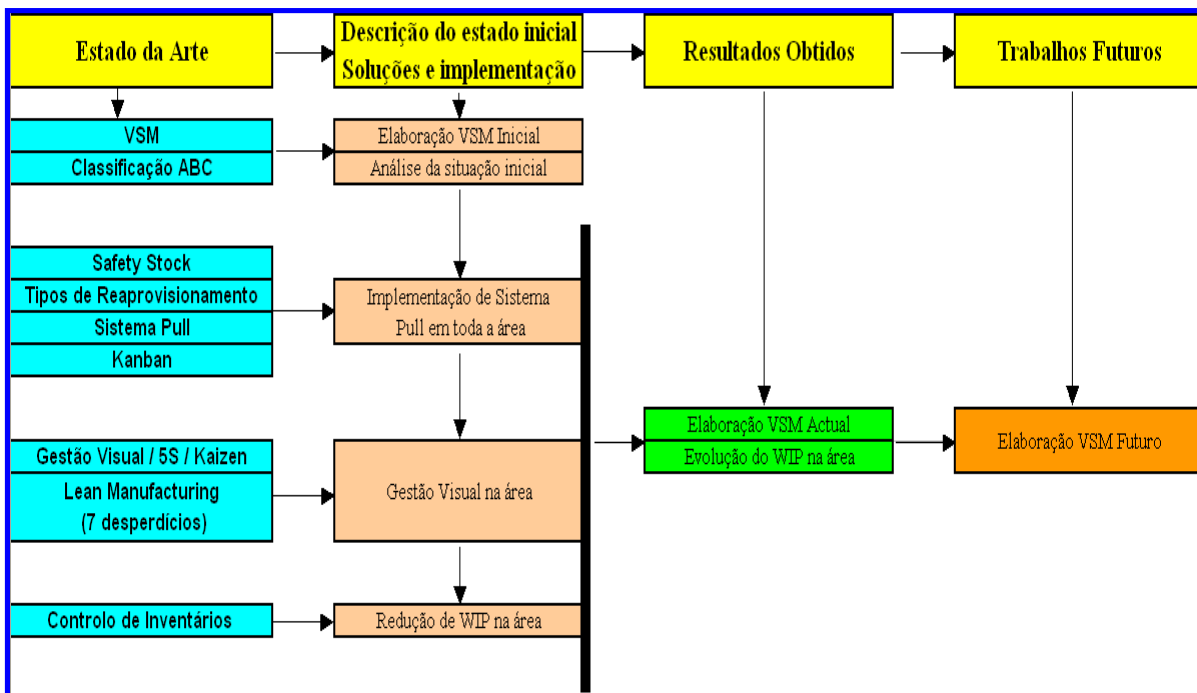


Ilustração 9 - Metodologia seguida na realização deste projecto

2. Estado da Arte

2.1 VSM

O Value Stream Map (VSM), é uma metodologia para identificar e desenhar os fluxos de informação, dos processos e dos materiais ao longo de toda a cadeia de abastecimento, desde os fornecedores de matérias-primas até à entrega do produto ao cliente, sendo que o VSM é considerado a porta de entrada para a implementação do *Lean Manufacturing*. O VSM permite identificar desperdícios e conceber soluções para eliminá-los.

Os benefícios do VSM são inúmeros tais como clarificar a dependência dos processos, identificar as oportunidades para aplicar as adequadas ferramentas de *Lean*, melhorar a compreensão de sistemas complexos e permitir conceber prioridades nas acções de melhoria a realizar.

Existem algumas dificuldades que o VSM pode encontrar, especialmente quando existe uma enorme variedade de produtos, cujo método de produção seja diferente. A relação do *layout* da área com os processos ou equipamentos é também um dos problemas do VSM. Contudo o principal problema é o carácter demasiado determinístico do VSM, que muitas vezes não presta a devida atenção á real variabilidade dos processos.

As principais etapas na elaboração do VSM são expressas na figura seguinte:

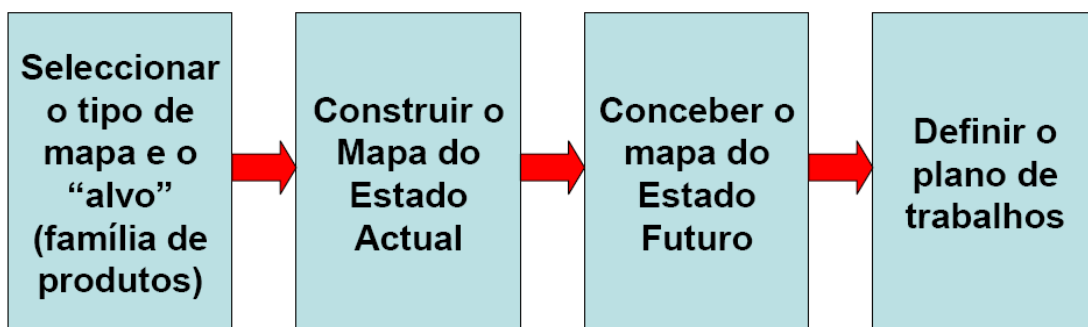


Ilustração 10 - Etapas na elaboração do VSM (Fonte: José Pedro Rodrigues da Silva, 2008)

Na elaboração do mapa do estado actual, é importante seguir alguns princípios: o mapa actual, deve ser construído num único dia, criado por uma equipa multi-disciplinar apta para implementar novas ideias. Esta equipa baseada na observação directa da realidade terá a necessidade de recolher dados fiáveis médios.

O mapa é um instrumento importante de visualização e deve permitir que haja interactividade na sua elaboração. Para isso, o mapa deve ser realizado num formato de grandes dimensões, e deve ser desenhado a lápis.

Após a escolha do tipo de VSM que se pretende construir, é necessário desenhar o mapa de fluxo do processo, indicando apenas as actividades principais ou críticas, sendo necessário igualmente adicionar os pontos onde existe stocks, os transportes e os dados do cliente e do fornecedor. Devem ser adicionadas as equipas de trabalho que realizam as actividades, desenhar os fluxos de informação e incluir os dados de todos os elementos do mapa, tais como *Lead Time*, *Cycle Time*, *Changeover*, transporte, distâncias e quantidades em stock, por exemplo. No fim da sua elaboração, o mapa deve ser validado por todos os intervenientes do processo, e como resultado, é possível ter uma fotografia do produto através dos processos.

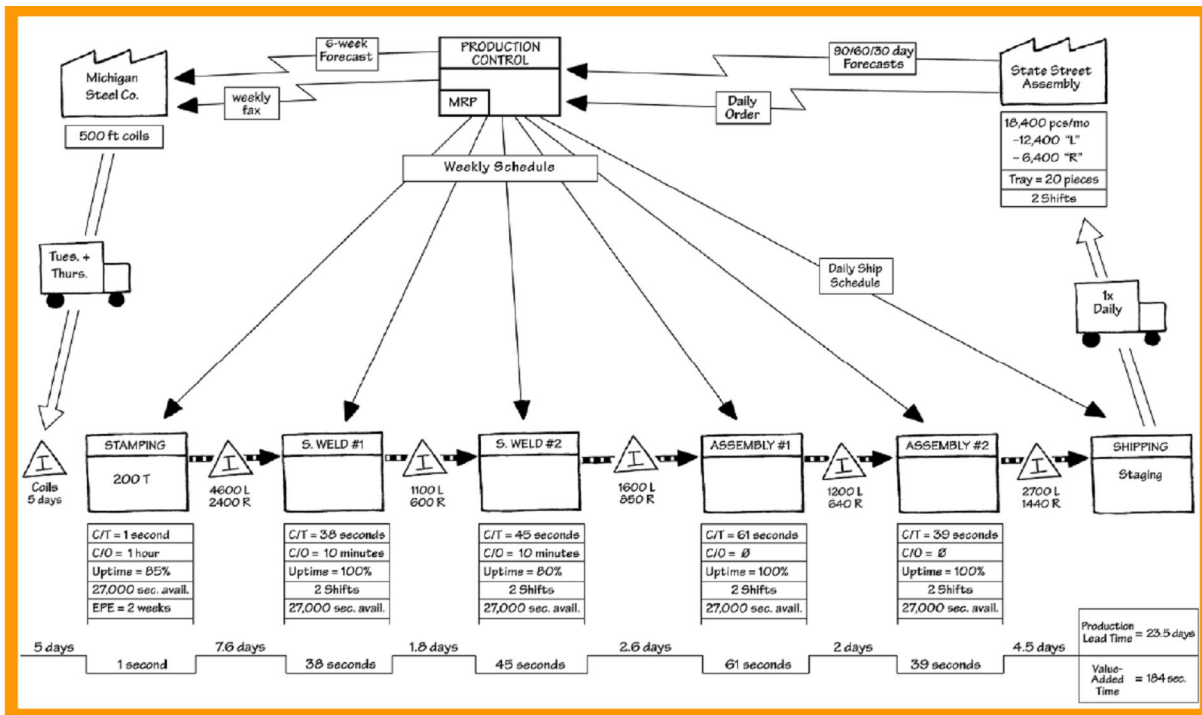


Ilustração 11 - Mapa VSM actual (Fonte: Mike Rother & John Shook, 2003)

Após a realização do mapa do estado actual, é possível elaborar o mapa do estado futuro, que permite reflectir a visão desejável e o futuro fluxo de valor. O ponto de partida para a sua elaboração é sempre o mapa do estado actual, que é percorrido elemento a elemento na procura de possíveis desperdícios, sendo registados os dados sobre a dimensão do desperdício.

De seguida, é necessário estudar a aplicação das ferramentas *Lean* e acrescentar ao mapa os dados previsionais de ganhos de produtividade. A alocação de recursos humanos e materiais necessários para executar as mudanças devem ser estimados, e devem ser escolhidas as acções de mais rápida implementação.

Neste momento, já será possível redesenhar o mapa, com base nas mudanças escolhidas. As acções devem ser agrupadas em projectos que após a realização de um plano detalhado devem ser iniciados. Ao longo desses projectos existe um acompanhamento de maneira a ser possível analisar o seu progresso e se necessário proceder a alterações ao plano inicial. Após a

conclusão dos projectos, o mapa deve ser ajustado caso tenha existido alguma alteração ao previsto inicialmente, e o novo mapa passar a ser o mapa de estado actual. (José Pedro Rodrigues da Silva, 2008).

Informações adicionais podem ser consultadas em (Mike Rother & John Shook, 2003) ou em (Marcello Braglia, Marco Frosolini & Francesco Zammori, 2009); neste último é referido o carácter demasiado determinístico do VSM. Para investigar esse problema são referidos dois métodos baseados na estatística e no cálculo algébrico, que permitem reduzir essa variabilidade cujo impacto negativo nos processos poderá ser enorme.

2.2 Classificação dos itens

A gestão de stocks é um factor de grande importância para as empresas, sendo que uma boa gestão de stocks faz com que a empresa possa ser mais competitiva no mercado em que actua. Para manter um melhor controlo do stock e reduzir o seu custo, sem comprometer o nível de serviço, é importante classificar os itens de acordo com a sua importância relativa nos stocks..

Assim surge a importância da classificação dos stocks pela curva ABC. Este método é antigo, mas muito eficaz e baseia-se no raciocínio do diagrama de Pareto desenvolvido pelo economista italiano Vilfredo Pareto. A classificação da curva ABC permite determinar o grau de importância dos itens, permitindo assim diferentes níveis de controlo com base na importância relativa do item.

A representação gráfica demonstrada na figura a seguir, serve para ilustrar a metodologia para o cálculo da curva ABC.

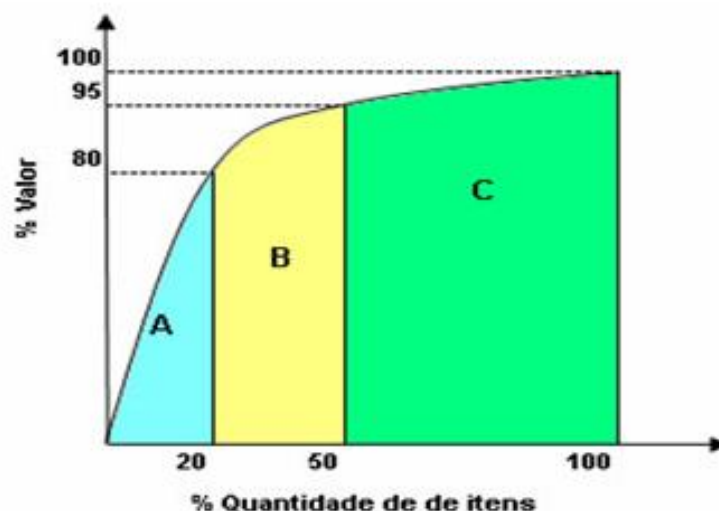


Gráfico 1 - Classificação ABC itens (Fonte: Amarildo Nogueira, 2007)

Classe A: No gráfico anterior, estes itens são representados pela área a azul, sendo os principais itens em stock, necessariamente o maior foco de atenção do gestor de materiais, pois são materiais com maior valor devido à sua importância económica. Estima-se que 20% dos itens em stock correspondem a 80% do valor em stock.

Classe B: Representados pela área a amarelo, compreendem os itens que ainda são considerados economicamente preciosos, logo após os itens pertencentes à Classe A. Estima-se que 30% dos itens em stock correspondem a 15% do valor em stock.

Classe C: Não deixam de ser importantes também, pois sua falta pode inviabilizar a continuidade do processo, no entanto o critério estabelece que o seu impacto económico não seja dramático, o que leva a merecerem menor atenção do que os anteriores. Estima-se que 50% dos itens em stock correspondem a 5% do valor em stock.

Para mais informações sobre o cálculo da curva ABC consultar (Amarildo Nogueira, 2007).

2.3 Sistema de Reaprovisionamento

Numa empresa, a gestão de stocks poderá se tornar uma tarefa extremamente difícil, caso seja necessário gerir stocks constituído por numerosos itens diferentes. Deste modo é necessário encontrar a melhor solução para simplificar a gestão de stocks e para enfrentar o problema da quantidade a encomendar e da frequência entre encomendas. Existem várias formas de reaprovionamento de stocks, e a sua escolha, depende da informação disponível e da performance desejada:

2.3.1 Revisão Contínua

É provavelmente o mais antigo e mais comum sistema de revisão, utiliza uma quantidade fixa de encomenda, e o tempo de revisão é variável.

Neste tipo de sistema existe um controlo contínuo sobre os stocks, isto quer dizer que cada movimento de stock precisa ser registado.

Os stocks podem ser divididos em dois segmentos independentes: stock normal e stock segurança. Num sistema de Revisão Contínua, é sempre encomendada a mesma quantidade de material. O tempo entre encomendas varia com a flutuação do consumo.

Este tipo de sistema de reaprovionamento tem uma relação próxima com um antigo sistema de controlo de stocks, o sistema *Two-Bin*. Este tipo de sistema, comumente usado em partes armazenadas, é utilizado quando existe uma grande quantidade de itens com pouco valor para controlar. O stock é fisicamente separado por dois contentores. O stock é consumido de um

contentor até ele ficar vazio. Quando o primeiro contentor ficar vazio é dada uma ordem de produção, a partir desse momento o segundo contentor passa a ser consumido. A quantidade do segundo contentor é a adequada para satisfazer a procura durante o período de reaprovisionamento de stock.

O sistema *Two-Bin* é muito simples de operar. Um sistema com quantidade fixa de reaprovisionamento pode ser especificado por um *Lead Time* “U” entre colocar e receber a ordem de produção, o tamanho da ordem “q”, o stock segurança “S” e a procura média esperada. O funcionamento deste sistema de reaprovisionamento pode ser visto no gráfico seguinte, em que uma ordem de produção é solicitada no momento em que a quantidade disponível é suficiente para satisfazer uma procura máxima razoável, tendo em conta o *Lead Time* de produção.

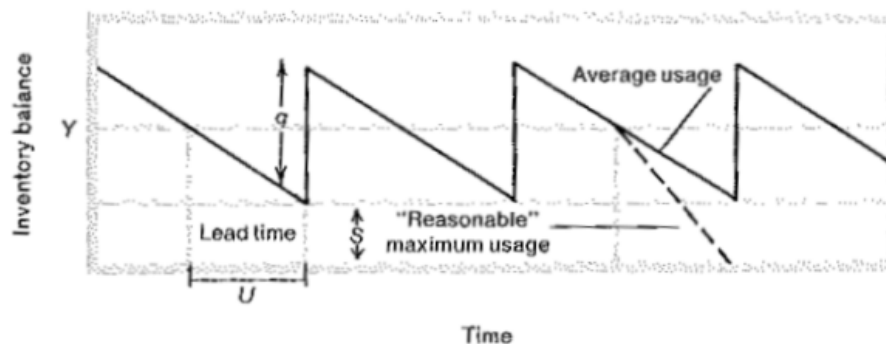


Gráfico 2 - Base do sistema de Revisão Contínua (Fonte: John F.Magee&David M. Boodman, 1967)

O Ponto de Reabastecimento “Y” é ponto do stock em que uma nova ordem de produção deve ser feita. O Ponto de Reabastecimento pode ser calculado através da seguinte expressão:

$$\text{Ponto de Reabastecimento} = \text{Procura} \times \text{Lead Time} + \text{Stock de Segurança}$$

Quando se utiliza o sistema de Revisão Contínua, é importante que a procura dos diversos componentes seja analisada com cuidado, de maneira que se obtenha uma constituição de stocks consistente com os pressupostos em que o sistema se baseie. Este tipo de sistema assume que haja uma procura homogénea. Quando a procura passa a ser heterogénea, como por exemplo, quando existe um componente que é usado em itens produzidos em grande escala, e é usado em produções especiais ocasionais, assumir tratar-se de stock singular e utilizando o sistema de Revisão Contínua, pode levar a um excesso de stock e a custos elevados de aprovisionamento. (John F. Magee & David M.Boodman, 1967)

2.3.2 Revisão Periódica

O uso de um ciclo fixo de revisão, com quantidades variáveis, é uma grande alternativa a uma revisão do tipo contínua. A Revisão Periódica é frequentemente utilizada onde seja conveniente examinar o stock num ciclo fixo de tempo, por exemplo, num controlo em armazém ou num sistema onde as ordens são colocadas mecanicamente.

Revisão Contínua do balanço do stock, tal como é requerido num sistema de quantidades fixas, pode ser inconveniente e extremamente caro. Como alternativa, um balanço de stocks de um item individual será periodicamente revisto, por exemplo, diariamente, semanalmente ou mensalmente. Uma variedade de regras ou procedimentos pode ser usada, contudo a ideia básica e que se sobrepõe a todas as outras é olhar para os stocks com uma frequência fixa, por exemplo, uma vez por mês, e dar a ordem de reaprovisionamento baseado no nível de enchimento pretendido. (John F. Magee & David M. Boodman, 1967).

O cálculo da quantidade a reaprovisionar “RS” é dado por $RS = D_{RP+L} + SS$, em que “ D_{RP+L} ” é a procura média no período de reaprovisionamento considerado “RP”, a que se deve adicionar o *Lead Time* de abastecimento “L”. Juntamente com este valor é necessário somar o stock de segurança “SS” constituído.

Mais informações sobre sistemas de reaprovisionamento, consultar (Ballou, R. H., 1999).

2.4 A importância do stock de segurança

O stock de segurança é normalmente utilizado pelas empresas, para garantir que exista quantidade suficiente de material em stock e para lidar com eventuais problemas. O stock de segurança é constituído de maneira a cobrir procuras inesperadas, problemas imprevistos no armazém, problemas de qualidade, ou avarias prolongadas na produção.

Para determinar o nível óptimo para o stock de segurança é necessário considerar alguns cenários. As empresas tomam em consideração os custos envolvidos em ter um certo nível de stock de segurança. Os custos incluem o custo inicial de aquisição ou de produção, o custo de armazenamento e a potencial depreciação do material ao longo do tempo, especialmente quando se considera materiais com um ciclo de vida curto. No entanto, existe igualmente um custo associado a não ter material em stock. A ruptura de stocks pode causar insatisfação dos clientes, quando os itens não são expedidos a tempo, ou a ausência de um determinado item, pode originar uma paragem de uma linha de montagem, sendo essa paragem um enorme encargo em termos de custos para uma empresa.

Existem três técnicas para se calcular a quantidade de stock de segurança a manter:

Base Estatística: diz que é possível matematicamente calcular o nível de stock necessário para que não ocorram rupturas indesejadas. Tradicionalmente, esta técnica recorre à utilização de uma distribuição normal, em que na curva da distribuição normal, o ponto médio é a previsão, que representa o valor médio. Esta técnica por vezes pode não ser a melhor solução, já que existem sempre situações que não podem ser previstas.

Quantidade Fixa: A utilização desta técnica exige que a empresa tenha um plano de produção para determinar o valor a constituir de stock de segurança. O valor estabelecido será mantido, até que seja actualizado esse plano. O stock de segurança de quantidade fixa pode ser redefinido para zero, quando a empresa pretende escoar totalmente o stock de determinado item.

Revisão num período de tempo: A revisão do nível de stock de segurança num período de tempo predefinido é usada para calcular o stock necessário durante um período fixo. Esta técnica necessita que seja feita uma previsão dos materiais a utilizar no futuro. A previsão inclui uma combinação da procura actual e uma previsão calculada através do histórico de vendas da empresa. (Martin Murray, 2010)

2.5 Sistema *Pull*

Uma questão importante a fazer a uma empresa é saber se a empresa tem estabilidade suficiente nas suas operações para avançar com um sistema *Pull* de controlo de produção. Em geral, se um processo individual tem uma percentagem de tempo operacional de 75-80%, é possível avançar com um sistema *Pull*. No entanto, se o período necessário para obtenção do produto desejado em muitos dos seus processos é menos estável e previsível, os prazos de entrega vão variar tremendamente e a produção *Pull* será muito difícil de implementar. Nestes casos, provavelmente o melhor a fazer é gastar um pouco mais de tempo e aplicar medidas *Kaizen* de maneira a melhorar a estabilidade, antes de se tentar dar o salto para uma produção *Pull*.

A Toyota lista os stocks como sendo um dos sete tipos de desperdício. As empresas, no entanto mantêm os stocks, pois a não existência de stock suficiente de um material, pode criar ainda mais desperdícios em termos de tempos de espera, horas extra e stock de produto semi-acabado.

A situação ideal seria ter um sistema *Build To Order* a funcionar a 100%, sem praticamente *Lead Time*, sem paragens de produção, e sem restrições de capacidade para responder a um aumento da procura e sem stocks de produto acabado. Contudo isto não é prático para a maioria das indústrias com clientes que exigem que o tempo de entrega seja curto. Os stocks constituídos na medida certa constituem uma poderosa ferramenta, funcionando como *Buffer* contra possíveis aumentos da procura externa, bem como contra possíveis aumentos de instabilidade dos processos internos. Até se desenvolver uma capacidade *Build To Order* a 100%, sem praticamente existir *Lead Time* de produção, e se negociar com os clientes um

equilíbrio em termos de procura, é provável que sejam necessários stocks de produto acabado para muitos itens de maneira a servirem de *Buffer*.

Capacidade extra e um tempo de resposta mais longo, podem igualmente actuar como *Buffer*, mas ambos acarretam custos, em forma de investimento extra, ou para o cliente na forma de tempo de espera.

As tentativas para reduzir dramaticamente todo o stock vão sair frustradas, a não ser que se eliminem em primeiro lugar os problemas que fazem com que seja necessário manter stocks.

Para aplicar um sistema de produção *Pull* é necessário responder a algumas questões: uma delas é saber quais os produtos acabados que se devem manter em stock, e os que se devem produzir somente quando é confirmada uma ordem de encomenda.

A primeira coisa a fazer é seguir a classificação de itens ABC definida anteriormente, e construir um quadro resumo das opções possíveis para uma empresa. (Art Smalley, 2004)

Tabela 1 - Opções *Pull* disponíveis para uma empresa (Fonte: Art Smalley, 2004)

Opções	Prós	Contras
1 - Manter stock de produto final de todo o tipo de produtos. Sistema <i>Pull</i> de Reabastecimento	Colocação de ordens de encomenda num curto espaço de tempo	Requer stock para todos os componentes, muito espaço e capital disponíveis
2 - Não manter stocks de produto final, apenas produzir após ordem de encomenda. Sistema <i>Pull</i> Sequencial	Menor stock, e custos associados	Requer elevada estabilidade dos processos e <i>Lead Time</i> de produção extremamente curto
3.1 - Manter apenas itens C em stock e produzir itens A e B após recepção de ordens de encomenda diárias. Sistema de <i>Pull</i> Misto	Menor stock, e custos associados	Requer um controlo de produção de componentes variados, e estabilidade diária
3.2 - Manter itens A e B em stock de produto final. Produzir itens C após ordem de encomenda. Sistema de <i>Pull</i> Misto	Stocks moderados	Requer um controlo de produção de componentes variados, e visibilidade dos itens C

Sistema Pull de Reabastecimento: A opção 1 permitiria responder rapidamente a todas as ordens de encomenda, contudo isso requer muito espaço e muito investimento monetário em stock de produto acabado. Outro aspecto negativo é o facto de os componentes, menos solicitados, mantidos em stock se virem a tornar obsoletos. Manter produto acabado de todos os tipos de produto, sendo o cliente a desencadear a ordem de produção tal como a opção 1 requer, é conhecido em *Lean Manufacturing* como um sistema de *Pull* de Reabastecimento, em que apenas o consumo dos itens finais desencadeia o reabastecimento do produto. Neste caso, a instrução de produção será enviada para o final da linha de montagem a partir do produto acabado através de um sistema de *Heijunka* ou *Kanban* estabelecido, até se regressar a jusante do processo através da linha da montagem. (Art Smalley, 2004)

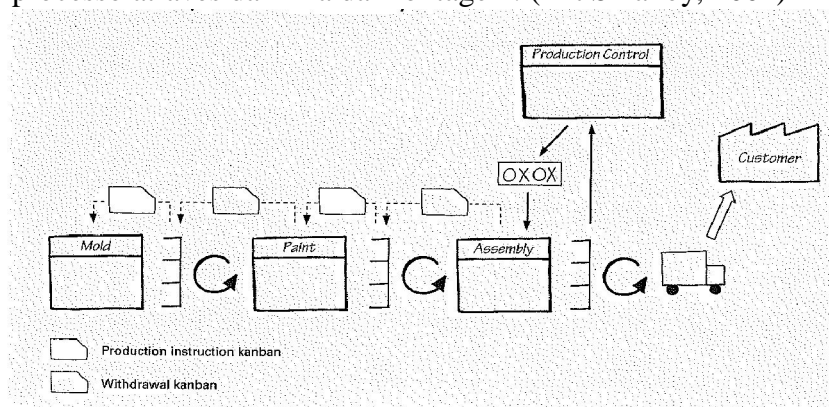


Ilustração 12 - Sistema Pull de Reabastecimento (Fonte: Art Smalley, 2004)

Sistema Pull Sequencial: Relativamente à 2ª opção, ou seja, produzir todos os itens, após uma ordem de encomenda do cliente, é conhecido como um sistema *Pull Sequencial*. Os itens são constituídos a um ritmo de acordo com a procura vigente, sendo a ordem de constituição enviada para o primeiro processo, no início da cadeia de valor. Este tipo de sistema *Pull* é mais exigente para gerir do que um simples sistema *Pull* de Reabastecimento, pois é difícil definir o ritmo do fluxo de operações para o pretendido, a não ser que os equipamentos tenham um pequeno e estável *Lead Time*. Contudo, esta opção é extremamente difícil de manter. Até mesmo em empresas Lean, tal como a Toyota, o *Pull Sequencial* foi empregue somente quando as operações tenham demonstrado grande capacidade de resposta, e em situações especiais de *Build To Order*, requeridos pelo processo seguinte ou pelo cliente. (Art Smalley, 2004)

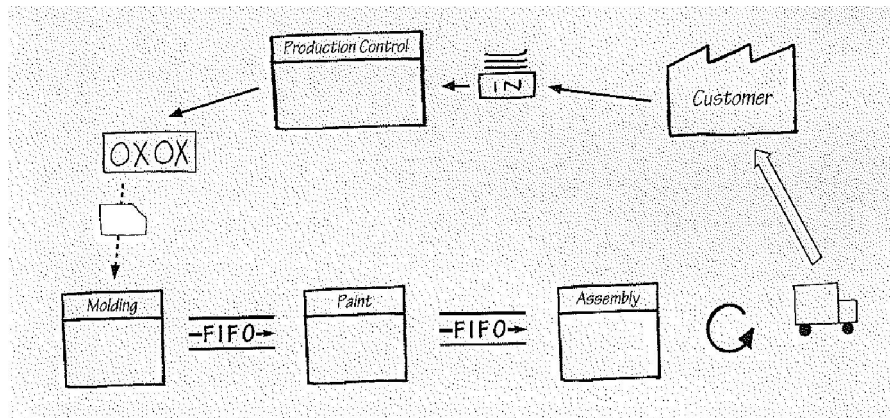


Ilustração 13 - Sistema Pull Sequencial (Fonte: Art Smalley, 2004)

Sistema Pull Mix: A opção 3 corresponde a outro tipo de sistema, em que os sistemas de Pull Sequencial e de Reabastecimento são utilizados em conjunto. Isto é particularmente útil, quando a maioria dos itens requeridos, são frequentemente ordens de encomenda repetidas, e muitos itens pouco frequentes são requeridos. (Art Smalley, 2004)

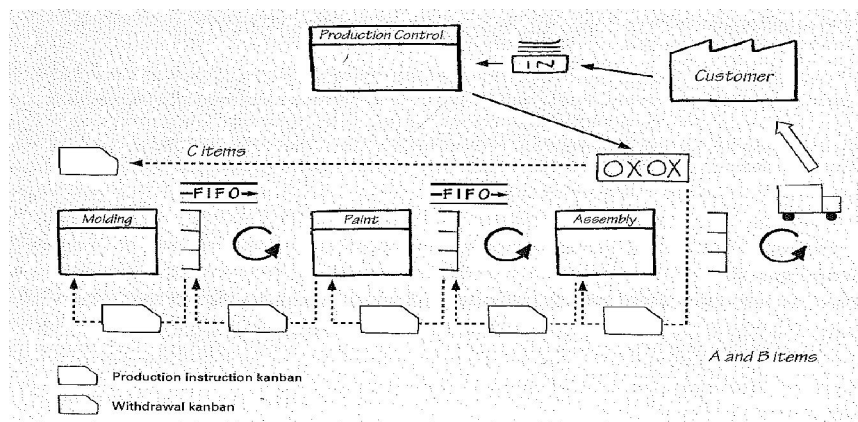


Ilustração 14 - Sistema Pull Mix (Fonte: Art Smalley, 2004)

2.5.1 Gestão de um Sistema Pull

É importante organizar e segmentar os stocks, sendo necessário aliar a um bom sistema informático de controlo, um método simples de visualização do stock inventariado. Para que isso aconteça, é necessário criar locais dedicados para cada componente, pensando sempre numa alternativa para aplicar o FIFO (*First In First Out*), ou seja, para que se garanta que os componentes mais antigos sejam consumidos em primeiro lugar, É também importante definir quantidades máximas de cada componente em stock.

Através desta organização é possível distinguir situações normais de situações anormais e isto é muito importante, pois passa a ser possível realçar para gestores e colaboradores da empresa, em tempo real, os principais problemas em termos de stocks da empresa. Adicionalmente, com este método pode ser eliminada a necessidade de realização de relatórios gerados por computador, que tipicamente apenas podem ser consultados por um pequeno conjunto de membros da empresa.

Na teoria, enviar o planeamento para cada departamento através de um sistema de *MRP* deveria manter todos informados e a trabalhar para a mesma cadência. Na realidade, raramente isso acontece. Problemas inevitáveis entram na equação, quando se assume *Lead Time*, *Scrap*, taxas de rendimento e outros dados, todos eles errados. Os *MRP* assumem que a capacidade é infinita no sistema, condição que nunca existe no mundo real. A área de produção é e será sempre um espaço dinâmico, que muda de minuto a minuto durante o dia, enquanto o sistema *MRP* tipicamente trabalha com intervalos de tempo superiores. O *MRP* precisa ser actualizado constantemente de acordo com o estado actual da produção, contudo isso é difícil de concretizar. Isto não quer dizer que os sistemas *MRP* sejam inúteis, mas as empresas devem ter a consciência das fraquezas e limitações inerentes ao sistema. (Art Smalley, 2004).

2.6 Kanban

Em *Lean Manufacturing*, o *Kanban*, é uma ferramenta específica para controlar informação e regular a movimentação de materiais entre processos produtivos. O termo tem origem no Japão, e significa cartão. O *Kanban* combinado com o *Takt Time*, o fluxo de processamento, uma produção *Pull* e um nivelamento programado, permite que seja possível atingir uma produção *Just in Time* ao longo da cadeia de valor. Tipicamente um *Kanban* é utilizado para assinalar quando o produto é consumido por um processo a jusante, gerando um sinal para reabastecer o produto no processo a montante.

O *Kanban* difere dos métodos tradicionais de controlo em vários aspectos importantes. Em empresas tradicionais, o plano de produção é fornecido a cada processo individual, e cada processo produz de acordo com o planeado (sem se obter um *feedback* dos processos a jusante em relação às necessidades exactas). O *Kanban* por sua vez, funciona como uma ferramenta de planeamento física que permite relacionar rigidamente e sincronizar, a produção entre o processo a jusante e o processo a montante. Esse planeamento é fortemente apoiado pelo aspecto visual. A vantagem da integração da Gestão Visual no método de planeamento, é que permite a todos os colaboradores da empresa terem facilmente acesso à informação acerca do momento e da quantidade a produzir de determinado componente controlado por *Kanban*.

Além disso, em empresas tradicionais, o movimento de materiais entre processos, ocorre quando o processo a montante completa a sua produção. Isto resulta numa produção *Push* de material para o próximo processo, independentemente das necessidades exactas do processo a jusante.

O *Kanban* permite o controlo sobre o movimento dos materiais, dando atenção ao timing e às quantidades sob a forma de um sinal vindo do processo a jusante. Deste modo, o *Kanban* controla a produção numa cadeia de valor através de um controlo do fluxo de materiais e de informação. (Art Smalley, 2004).

Os principais objectivos da utilização do *Kanban* são:

- Prevenir o excesso de produção e excesso de movimentações de material entre processos.
- Providenciar instruções específicas de produção entre processos, baseado nos princípios de reabastecimento. O *Kanban* alcança esse objectivo, gerindo quer o timing para movimento de materiais, quer a quantidade a movimentar.
- Servir como ferramenta de controlo visual para os gestores de produção, para determinar se a produção se encontra adiantada ou atrasada em relação ao planeado. Um rápido olhar sobre os dispositivos onde se alocam os cartões *Kanban* (*Kanban Post*), indica se o material e a informação estão a fluir na altura certa, de acordo com o plano estabelecido, ou se ocorreram anormalidades durante o processo.
- Estabelecer uma ferramenta para melhoria continua. Cada *Kanban* representa uma quantidade de stock na cadeia de valor. Ao longo do tempo, a redução planeada do número de *Kanbans* no sistema, é equiparada directamente com a redução dos stocks e de uma diminuição proporcional no *Lead Time* para o cliente. (Art Smalley, 2004)

Tipicamente existem dois tipos de *Kanban*, de Produção (*Production*) e de Movimentação (*Withdrawal*), sendo que dentro destes dois tipos de *Kanbans*, existem várias variações:

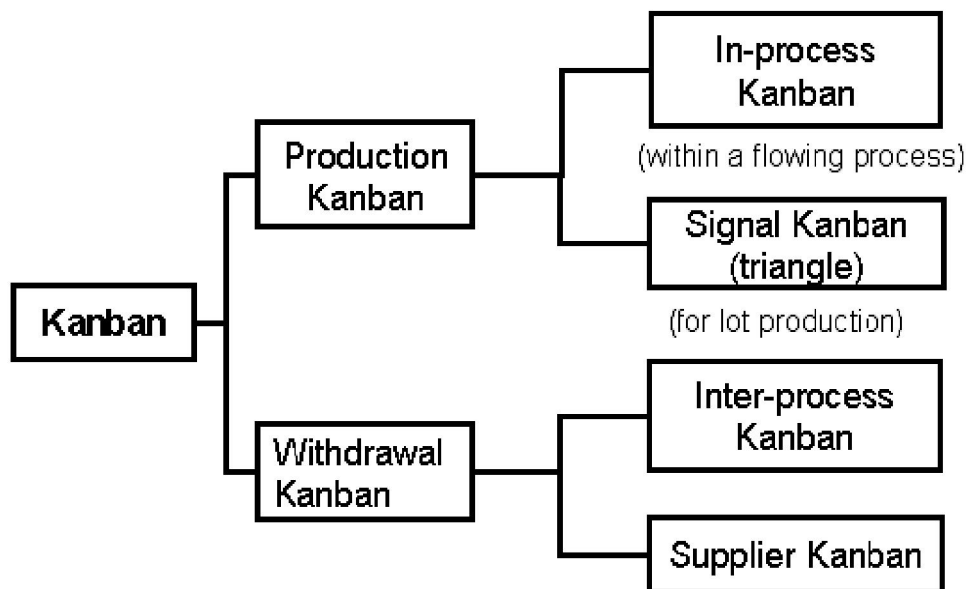


Ilustração 15 - Tipos de *Kanban* (Fonte: Gemba Research, 2007)

In-Process Kanban – O *Kanban In-Process*, é usado para permitir garantir que as quantidades produzidas a montante correspondam com as instruções transmitidas.

Tipicamente o seu uso inclui o planeamento na área de produção final, baseado na retirada de stock de um supermercado, ou num sinal de reabastecimento directo de um cliente.

Signal Kanban – o *Signal Kanban* é utilizado para transmitir ao processo a montante, uma ordem de produção de grandes quantidades. *Kanbans* do tipo *In-Process* são menos efectivos nestas aplicações, devido ao grande número de cartões necessários e o tempo necessário para tratá-los. O *Signal Kanban* utiliza o tamanho do lote, juntamente com supermercados para abastecer os processos a jusante. O *Signal Kanban* mais utilizado é conhecido por *Kanban* triangular. O *Kanban* triangular é usado para planear a produção de um lote que tem substanciais tempos de “*Setup*” ou preparação de equipamentos e ciclos de máquina significativamente mais rápidos que o *Takt Time* de produção a jusante. Este tipo de *Kanban* utiliza um tamanho de lote para produção, juntamente com um Ponto de Reabastecimento para reabastecer o stock, sendo que é utilizado regularmente em processos que envolvam moldes de injeção, estampagem e processos similares. A grande vantagem da utilização do *Kanban* triangular é que é criado apenas um *Kanban* por componente, não sendo necessário gerir vários cartões por componente.

Interprocess Kanban – O *Interprocess Kanban* é usado para sinalizar a necessidade de movimentar componentes, de uma área de armazenamento para um processo a jusante dentro das instalações. Este tipo de *Kanban*, normalmente é empregue em conjunto com células de montagem de fluxo contínuo, que utilizam um grande número de componentes de origem interna e externa.

Supplier Kanban – O *Supplier Kanban* é usado para sinalizar a necessidade de movimentar componentes de um fornecedor externo para um supermercado de componentes adquiridos, ou um supermercado central no cliente a jusante. O *Supplier Kanban* difere do *Interprocess Kanban*, apenas no facto de que o *Supplier Kanban* é utilizado no contacto com fornecedores externos. (Art Smalley, 2004).

A utilização de *Kanbans* tradicionais poderá sofrer contrariades, num ambiente instável. Daí surge a importância da utilização de um sistema de *Kanbans* flexível onde o número de *Kanbans* e sua constituição possa variar consoante o nível de stock desejado. As vantagens da utilização de *Kanbans* flexíveis em relação à de *Kanbans* tradicionais, pode ser consultada em (A.F. Guneri, A. Kuzu & A. Taskin Gumus, 2009).

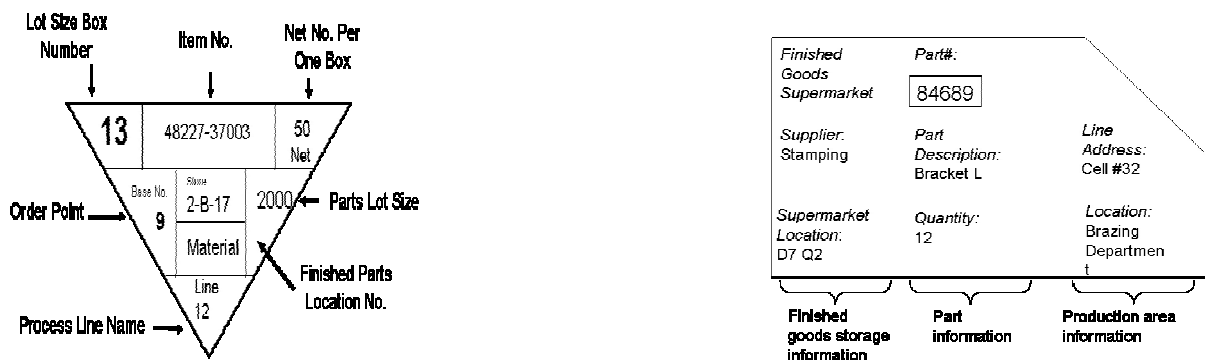


Ilustração 16 - *Kanban* triangular e *In-Process Kanban* (Fonte: GembaResearch, 2007)

2.7 Gestão Visual

A Gestão Visual é mais uma das ferramentas de que o *Lean* se serve. Permite aceder a informação sobre os processos de produção, instruções de manutenção ou actividades básicas diárias num formato visual, sendo esta informação normalmente afixada nos locais onde é necessária.

Os principais benefícios que se esperam são permitir o acesso a informação clara e fácil de interpretar, facilitar a comunicação entre equipas de trabalho, permitir uma resposta rápida a anomalias, uma maior autonomia dos colaboradores e pessoal da manutenção, redução de erros, mudar a cultura de todos os membros da empresa, e criar um ambiente dinâmico de melhoria.

A abordagem a tomar seguindo a teoria base da Gestão Visual, é que “tudo que é medido e divulgado é feito”, os dados do desempenho e os objectivos de uma empresa devem ser afixados em locais de grande visibilidade. Os dados são afixados em primeiro lugar, sendo os objectivos discutidos, bem como dadas as razões pelas quais esses objectivos são alcançáveis.

A Gestão Visual é uma potente ferramenta de longo prazo de apoio ao *Lean*, é importante que ela seja utilizada quer para melhorar, quer para manter o desempenho de uma empresa, e nunca deve ser vista só como um meio de exibição da própria empresa. (José Pedro Rodrigues da Silva, 2008). Mais informação sobre o tema consultar (Martin Neese, 2007) (**Anexos C.1**).

UNIDADE DE PRODUÇÃO XXXX					
Missão da Empresa					
Productividade	Qualidade	Custo	Disponibilidade dos produtos	Segurança	Moral
					Melhorias alcançadas
Projectos	Projectos	Projectos	Projectos	201 dias desde o último acidente	Melhorias em curso
					Sugestões

Ilustração 17 - Quadro de dados de desempenho (Fonte: José Pedro Rodrigues da Silva, 2008)

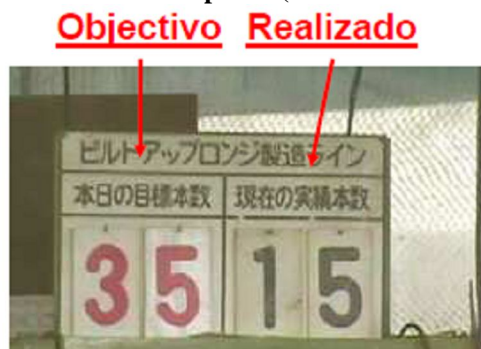


Ilustração 18 - Quadro Objectivo/Realizado (Fonte: José Pedro Rodrigues da Silva, 2008)

2.8 Os 7 Desperdícios

A definição de desperdício, segundo *Lean*, é que desperdício é qualquer actividade que consuma recursos e que não contribua com valor para o cliente.

Na prática numa empresa, esse desperdício é reflectido em qualquer actividade, material ou informação que não seja reconhecida pelo cliente interno ou final. Trata-se, pois de custos que a empresa não pode acarretar na factura ao cliente final e que deste modo, não trazem a respectiva compensação.

O desperdício tem de ser combatido, sendo ele um entrave ao desenvolvimento de qualquer instituição. A primeira grande medida a tomar é a de identificar claramente os desperdícios e de seguida tomar as iniciativas correctas para eliminá-los.

Neste ponto o objectivo de uma empresa intercepta-se com o objectivo do *Lean*, se uma empresa pretende criar valor, o *Lean* pretende eliminar o desperdício.

Numa análise ao *Lead Time* de um processo, tipicamente se chega à conclusão que cerca de 95% do *Lead Time* de produção resulta de actividades que não acrescentam valor.

No conceito *Lean*, os desperdícios que ocorrem numa empresa podem ser classificadas segundo (Taiichi Ohno, 1988) em sete tipos:

“Sobre-produção: *Quando se produz mais que o necessário, mais rápido que o necessário e antes que seja necessário, as principais consequências deste tipo de desperdício numa empresa são um consumo desnecessário de matérias-primas, ocupação de meios de armazenamento, ocupação dos meios de transporte, stock elevado e a correspondente mão-de-obra para controlá-lo. Por tudo isto, a sobre-produção é considerada o maior desperdício de uma empresa.*

Espera: *O tempo é um recurso limitado e não recuperável, sendo que no mundo empresarial tempo é dinheiro. As principais causas para que haja espera são avaria dos equipamentos, mudanças de ferramentas, atrasos ou falta de materiais ou mão-de-obra, layout deficiente, interrupção de sequência de operações, gargalos na produção.*

Transporte: *Layouts deficientes resultam em movimentação de materiais e pessoas mais que o necessário. Os materiais deverão fluir de uma etapa do processo para a seguinte o mais rápido possível, sem interrupções, sem armazenamento intermédio, sendo que as equipas de trabalho devem estar próximas umas das outras.*

Sobre-processamento: *O sobre-processamento é tão prejudicial como o sub-processamento. Trata-se de esforços redundantes que não acrescentam valor a um produto ou serviço. As principais causas para a ocorrência deste tipo de desperdício são instruções de trabalho pouco claras, requisitos dos clientes não definidos e especificações de qualidade mais rigorosas que o necessário.*

Stock: *Qualquer material ou produto em quantidade superior ao imediatamente necessário para o processo ou para o cliente é considerado como sendo um desperdício. As principais consequências são a utilização excessiva de recursos de movimentação, quer em termos de mão-obra como em termos de equipamentos, ocupação dos meios de armazenamento, produção de produtos fora de gama e problemas de qualidade.*

Movimento: *Qualquer movimento das pessoas que não contribua para gerar valor acrescentado ao produto ou serviço é considerado como sendo um desperdício. As principais causas podem ser falta de organização de trabalho, uma incorrecta disposição dos equipamentos, ou práticas de trabalho incorrectas.*

Defeitos: *São sempre resultado de problemas internos de qualidade. Uma empresa melhorando a qualidade do seu produto ou serviço terá sempre um impacto significativo na sua actividade empresarial. As principais consequências da falta de qualidade serão a existência de produtos rejeitados, produtos danificados por transporte ou armazenamento, necessidade de retrabalho para recuperar produtos, custos elevados, e por último, o nível de satisfação do cliente irá baixar drasticamente.”*

2.9 Os 5S

Trata-se de uma metodologia desenvolvida no Japão para organizar, limpar, desenvolver e manter um ambiente de trabalho produtivo. Segundo (Masaaki Imai, 1997), 5S é um método que se baseia em 5 etapas com designações começadas pela letra S:

“Seiri – Separar – Sort – Este S tem como objectivo fazer uma separação clara dos itens em causa, os itens úteis são separados dos itens inúteis que são eliminados.

Seiton – Arrumar – Set in order – Este S tem como objectivo organizar os locais de trabalho, é importante impor a regra que exista um lugar para cada coisa e que cada coisa esteja no seu lugar. Todos os materiais, ferramentas, utensílios e as respectivas localizações devem ser claramente identificados, sendo que a acessibilidade a cada item deve ser escolhida em função da sua frequência de utilização. Os materiais e utensílios de limpeza devem ser guardados nos locais de trabalho e cada posto de trabalho deve ter os seus. Deste modo pretende-se que seja evitada a partilha de materiais de limpeza.

Seiso – Limpar – Shine – Este S tem como objectivo limpar as áreas de trabalho, limpar os equipamentos, limpar todos os locais mesmo que não sejam locais de trabalho.

Seiktesu – Normalizar – Standardise – Este S tem como objectivo, a necessidade de se estabelecerem normas e instruções escritas para manter a ordem e a limpeza. É importante que no fim de cada dia de trabalho se reserve tempo para a limpeza dos postos de trabalho.

Shitsuke – Respeitar – Sustain – Este S é provavelmente o mais difícil de cumprir, ele exige que se mantenha e se respeite as normas através do treino, empenho e disciplina.”

Uma empresa que tenha a capacidade de implementar esta técnica integralmente, necessariamente terá grandes benefícios da sua correcta aplicação. A metodologia 5S permite criar um sentimento de posse do local de trabalho pelo colaborador, contribui para que todos se sintam melhor nos seus postos de trabalho, facilita e melhora a manutenção dos postos de trabalho com conseqüente aumento da produtividade, aumenta a segurança e as condições de higiene e saúde, permite que haja mais espaço nos locais de trabalho, e permite que a empresa esteja sempre pronta para as visitas de cliente e outros visitantes, ajudando a promover a actividade empresarial.

Para mais informações sobre o tema consultar (Vincent W. Howell, 2009) (**Anexo C.2**).



ANTES...



DEPOIS...

Ilustração 19 - Utilização da metodologia 5S (Fonte: Apontamentos Gestão da Qualidade, 2006)

2.10 Kaizen

Kaizen trata-se de uma filosofia de melhoria contínua que enfatiza a participação de todos, pelo qual cada processo é continuamente avaliado e melhorado em termos de tempo, recursos, qualidade e outros aspectos relevantes do processo. (Masaaki Imai, 1986)

Existem dois tipos de *Kaizen*, *Kaizen* de fluxo, em que se procura obter melhoria do fluxo de valor, e *Kaizen* pontual, em que se pretende eliminar qualquer tipo de desperdício.

O *Kaizen* tem a intenção de ser incorporado como uma abordagem normal, permanente e diária à melhoria de todo o fluxo de valor.

Para obter mais informações sobre o conceito *Kaizen* consultar (Jagdeep Singh & Harwinder Singh, 2009).

2.11 Controlo de Stocks

Para atingir os objectivos em termos de produção, o gestor deve simultaneamente manter os processos estáveis, garantir níveis de qualidade elevada para o cliente e manter o investimento em stocks e em equipamentos a um nível aceitável.

O gestor antes de mais terá de responder a algumas questões: Porque se tem stocks? O que afecta os stocks que se mantêm? Quais as consequências de manter os níveis actuais de stock?

A partir destas questões, pode ser reproduzida uma fotografia do problema do stock, que irá mostrar a influência no stock e o custo das várias alternativas que o gestor possa vir a considerar.

Desde a 2ª Guerra Mundial, uma combinação de influências, levou a um rápido desenvolvimento destas técnicas de maneira a cobrir uma enorme variedade de problemas relacionados com a produção de stocks. A pressão por obtenção de capitais e pelo aumento do retorno do investimento fez com que os gestores vissem os stocks como um elemento com um custo.

Os stocks se forem eficientemente utilizados, trazem retornos, um retorno expresso em termos de aumento de produtividade humana. Stocks podem significar menor trabalho e custos controlados, libertar meios para melhorar outros aspectos tal como a capacidade produtiva, ou melhorar a habilidade para satisfazer as necessidades do cliente.

Um acumular desinteressado de stock pode contribuir para a ruína de uma empresa, aliás, esse aumento, reconhecido tardiamente, foi considerado a maior causa para a depressão de 1920-1921.

Os stocks têm uma importante função, eles permitem, por exemplo, ao cliente optar por produtos similares ou por produtos totalmente diferentes, pois permitem ao gestor ter uma maior flexibilidade na hora de satisfazer as necessidades dos clientes.

Por vezes os problemas dos stocks advêm da tendência em isolar o stocks da produção e das vendas. Uma solução para estes problemas, que apenas tenha em conta o departamento em que possam existir esses problemas, sem ter em conta os restantes departamentos, pode ter consequências desastrosas para a empresa.

Os problemas podem ser mais complicados quando existe uma grande variedade de produtos finais, produtos especiais e excepções.

Métodos eficientes de controlo de stocks podem reduzir, mas não eliminar o risco na actividade empresarial. O poder de melhorar a gestão dos stocks está limitado pela natureza básica do conflito entre os objectivos propostos pela empresa: Mais vendas com conseqüente melhor serviço ao cliente, menores custos com conseqüentes produções menores e menor investimento com conseqüente redução de stocks, tudo isto são objectivos perfeitamente legítimos, porém estão permanentemente em conflito. O que de melhor pode fazer um controlo de stocks é tornar o conflito o mais evidente possível de maneira a forçar uma decisão equilibrada do gestor, decisão que terá de ser posta em prática no dia-a-dia de operações (John F. Magee & David M. Boodman, 1967).

Nomeadamente na área do controlo de stocks, a integração de métodos de análise de simulação, permite identificar estratégias para minimizar os custos de transporte, armazenamento e de stock, para satisfazer a procura esperada. Para uma consulta mais pormenorizada sobre esses métodos de análise, consultar (Jeremy F. Shapiro & Stephen N. Wagner, 2009).

3. Análise da Situação Inicial na empresa

Na parte inicial deste projecto, era importante “tirar uma fotografia” à situação actual da empresa. Para isso foi utilizada uma ferramenta *Lean*, o *Value Stream Map* (VSM). O VSM elaborado, (**Anexo A.1**), retrata a situação no instante inicial deste projecto na produção de ELCB. Foi elaborado por uma equipa multidisciplinar, deste modo foi possível traçar um mapa inicial com os processos envolvidos na produção de ELCB, com as dependências de cada processo devidamente assinaladas. Com a elaboração do VSM, foi possível identificar oportunidades de melhoria, aplicando as adequadas ferramentas *Lean*. O VSM inicial constituído na área dos plásticos e dos metais respectivamente, pode ser visto na seguinte ilustração:

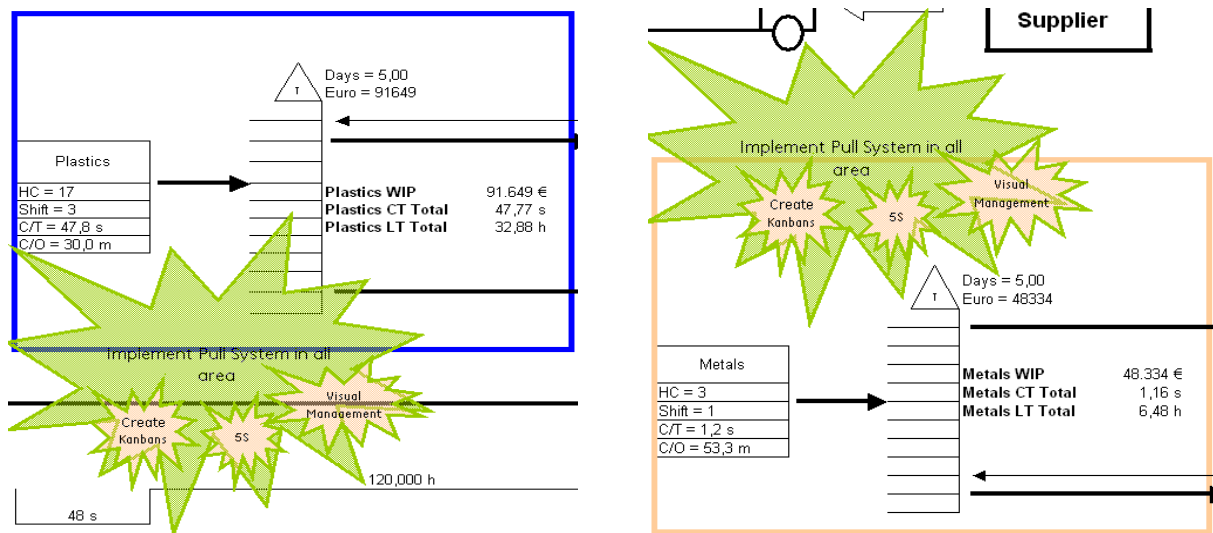


Ilustração 20 – VSM inicial na área dos plásticos e dos metais

Na área de produção de componentes, o principal foco de problema era a tendência existente para a realização de uma produção *Push*, ou seja os componentes eram produzidos sem efectivamente se obter um *feedback* dos processos a jusante em relação às suas necessidades exactas, o que iria provocar em maior parte dos casos ausência de estabilidade nos processos, certos componentes eram produzidos em quantidades exageradamente elevadas, certos componentes eram produzidos em quantidades exageradamente reduzidas de acordo com as necessidades, estas situações faziam com que os níveis de stocks fossem difíceis de controlar.

Seria necessário criar uma solução que permitisse ser a procura a ditar as ordens de produção. O espaço de armazenamento dos componentes teria de ser redefinido, fundamentalmente para permitir um melhor acesso e uma melhor identificação dos componentes.

Tudo isto implicava implementações de técnicas *Lean*. A motivação para que as implementações fossem avante foi sem dúvida o facto de como já foi referido a empresa estar a concorrer para

um prémio que premiava a empresa do grupo que apresentasse melhores resultados em termos de *Lean*.

Outra situação que merecia atenção era a necessidade de até ao fim do ano de 2009 cumprir as metas definidas para *Work In Progress (WIP)* nas diversas áreas em particular e na empresa em geral. Isto tendo em conta os valores no início deste projecto (**Tabela 2**), fazia com que fosse necessário tomar as devidas medidas para atingir os objectivos necessários no final do ano.

Tabela 2 - Situação Inicial em termos de WIP

		Diferença para Target
DATA	02-Set	
WIP Plásticos K€	91,65	27,29%
Target 2009 Plásticos K€	72,00	
WIP Metais K€	48,33	17,89%
Target 2009 Metais K€	41,00	
WIP ELCB K€	307,47	257,52%
Target 2009 ELCB K€	86,00	
WIP Total K€	556,15	105,22%
Target 2009 Total K€	271,00	

Como se pode constatar pela análise da **Tabela 2**, é no WIP do ELCB que existe a maior discrepância em relação ao objectivo. A principal causa para que isso acontecesse era o facto de ter ocorrido uma mudança no conceito de aparelho ELCB produzido, por consequência foi necessário proceder à mudança do tipo de materiais a utilizar.

A área de produção de componentes está inserida no Piso térreo das instalações da GE. O *layout* da área é o seguinte:

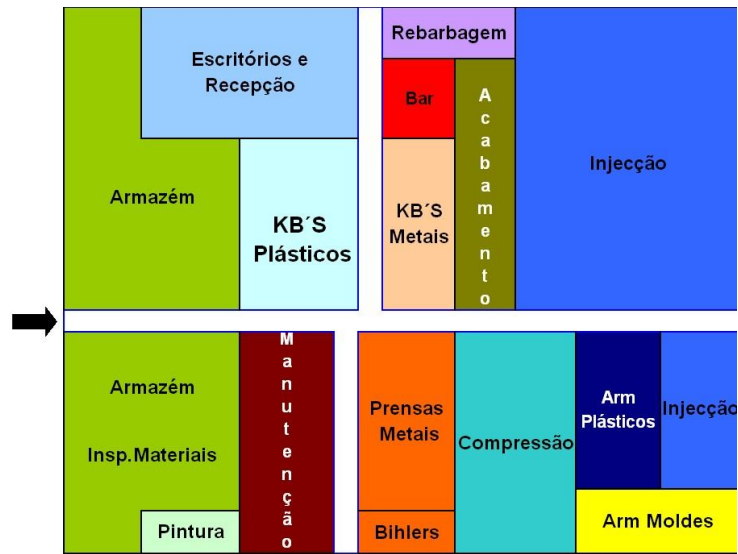


Ilustração 21 - Layout do Piso térreo da fábrica

Os gráficos seguintes mostram a análise ABC feita aos componentes plásticos e metálicos respectivamente. O código de cores utilizado é o referido em [Amarildo Nogueira, 2007].

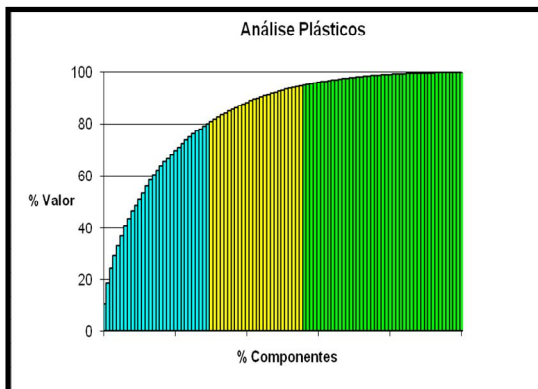


Gráfico 3 - Análise ABC inicial plásticos

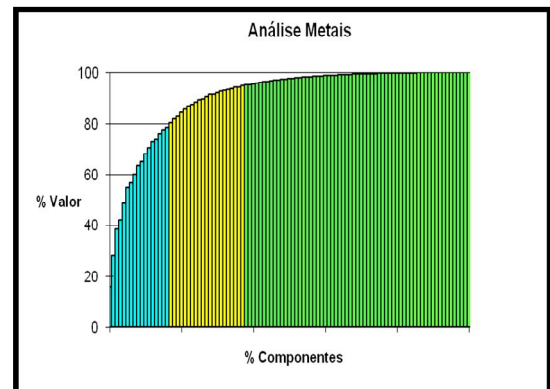


Gráfico 4 - Análise ABC inicial metais

Dos gráficos é possível definir a seguinte classificação ABC:

Tabela 3 - Classificação ABC inicial plásticos

Tipo	% Componentes	% Valor total Investimento
A	29%	79.75%
B	26%	15.16%
C	45%	5.09%

Tabela 4 - Classificação ABC inicial metais

Tipo	% Componentes	% Valor total Investimento
A	16%	79.64%
B	23%	15.29%
C	61%	5.07%

A análise ABC, indica que nos plásticos, no stock inicial, existiam cerca de 29% de componentes que são classificados como sendo pertencentes à classe A, e nos metais cerca de 16%, neste aspecto espera-se que ambos os valores tendam para sensivelmente 20%, segundo a classificação ABC já definida anteriormente.

As tabelas que estiveram na base da elaboração da classificação ABC e do VSM na área dos plásticos e dos metais, podem ser consultadas na secção (**Anexo A.2**). De referir que apenas os componentes pertencentes à classe A, foram considerados, para efeitos de cálculo na realização do VSM da área dos plásticos e dos metais respectivamente.

De referir que a realização deste projecto foi acompanhada desde inicio pelo departamento de Lean da empresa, chefiado pelo Engenheiro Fernando Braga. A equipa de Lean pretendeu na fase inicial reunir-se semanalmente, com o objectivo de permitir arrancar da melhor maneira com a implementação do projecto.

4. Soluções propostas e sua implementação

4.1 Implementação do sistema Pull em toda a área

O objectivo pretendido era implementar um sistema *Pull* em toda a área. Para isso foi analisada a **Tabela 1** para seleccionar o melhor sistema *Pull* a implementar.

Analisando as opções, a solução ideal seria a opção 2, aplicar um sistema de *Pull* Sequencial, contudo isso não é possível, para que isso acontecesse era necessário que o *Lead Time* dos processos fosse extremamente baixo, situação que não era a existente. (**Ilustração 20**)

A opção 1 seria uma excelente opção em termos de responder com maior velocidade às ordens de encomenda, contudo isso levaria a um elevado stock, que como se verá adiante será um dos problemas a combater.

Por isto tudo a melhor opção será a 3, na sua versão 3.2, ou seja após feita a análise ABC, constituir *Kanbans* para os itens A e B, e produzir os itens C após ordem de encomenda (*Make To Order*).

4.1.1 Definição de *Kanbans* na área dos plásticos (ELCB)

Feita a análise ABC, foi possível separar os diferentes componentes, segundo a sua importância em termos de investimento em stock. Da observação dos componentes que mais contribuem para o investimento em stock, como se previa estão incluídos grande parte dos componentes necessários à produção do ELCB.

Para a constituição dos *Kanbans* de plásticos para o ELCB, era necessário escolher o método de reaprovisionamento que melhor se ajustasse. O método de Revisão Contínua foi o escolhido, visto ser aquele que permite uma gestão mais eficaz de cada componente individualmente. Além disso, as quantidades de stock serão mais reduzidas e o risco de ruptura de stock é mais reduzido, visto o grau de controlo ser mais elevado. Isto obriga a uma atenção permanente à situação dos stocks de cada componente, ao contrário da Revisão Periódica em que apenas é necessário prestar atenção aos stocks num período devidamente estipulado.

Posto isto, foi determinado o *Kanban* correspondente para os 36 componentes plásticos necessários para a produção do ELCB, sendo que se pretende que cada *Kanban* corresponda pelo menos a 3 dias de consumo médio do ELCB. O stock de segurança para cada componente foi definido, como sendo a quantidade correspondente a 1 dia de consumo médio do ELCB. Com as quantidades de *Kanban* e de stock de segurança determinadas, e com a informação do consumo diário médio previsto, é possível determinar o Ponto de Reabastecimento, que pode ser calculado pela fórmula já vista anteriormente. A tabela com a constituição dos *Kanbans* dos componentes plásticos para o ELCB pode ser consultada na secção (**Anexo A.3**).

4.1.2 Organização e constituição dos novos *Kanbans*

O que se pretendeu nesta fase foi a constituição física dos *Kanbans* previamente definidos. Em termos visuais era importante encontrar soluções, para que os *Kanbans* dos plásticos para ELCB fossem devidamente identificados. Para isso cada contentor foi identificado com uma fita adesiva de cor azul (**Ilustração 22**), e com uma etiqueta com informações acerca do componente, tais como código **SAP**, código Local, Designação, foto e quantidade por contentor.



Ilustração 22 - Contentor para *Kanban* dos plásticos para ELCB

Com todos os contentores devidamente assinalados, foi necessário escolher o tipo de *Kanban* que se pretendia, ou seja, o tipo de cartão que se iria utilizar. Tratando-se de *Kanbans* de produção, a escolha foi o *Signal Kanban* triangular (**Ilustração 23**), pois além de ser um cartão que indica uma grande quantidade de informação importante, apenas se pretende constituir um *Kanban* por componente.

Para que um sistema de *Kanban* possa funcionar correctamente, é necessário que o *Kanban* esteja disposto de maneira a que todas as suas vantagens sejam optimizadas ao máximo. Após o cálculo realizado da quantidade de *Kanban*, da quantidade de stock de segurança e do Ponto de Reabastecimento, foi necessário redimensionar esses valores, tendo em conta a capacidade dos contentores que se utilizaram. No caso do Ponto de Reabastecimento, foi redefinido como sendo o contentor a partir do qual fosse necessário dar ordem de produção desse componente, esse contentor irá ter sempre o cartão de *Signal Kanban*, que é um dos principais elementos para a implementação deste sistema (**Ilustração 24**). Os diferentes componentes foram organizados nas estantes por ordem crescente do seu código SAP (**Ilustração 25**).

Tamanho do Lote	Código SAP	Góglido Local	R/P
4000	40139864	4301902093	1
Caixas/Lote	Máquina de fabrico	QTT Caixa	
2	PH 29/PH 26	2000	
	Linha de Produção		
	ELCB		



Ilustração 23 - Signal *Kanban* Triangular

Ilustração 24 - *Kanban* de um componente



Ilustração 25 - *Kanbans* de plásticos ELCB

Como foi possível observar na **Ilustração 24**, o contentor na posição mais baixa, tem uma etiqueta adicional, essa etiqueta indica que esse contentor é o contentor de stock de segurança (**Ilustração 26**), esse contentor apenas deve ser utilizado em situações de emergência.



Ilustração 26 - Etiqueta de stock de segurança

O consumo do *Kanban* começa sempre pelo contentor na posição mais alta, deste modo, o FIFO é garantido, há medida que os contentores vão sendo consumidos, são virados ao

contrário. O consumo desses contentores é facilmente visível, pois a fita adesiva azul colada nos contentores muda de posição (**Ilustração 27**).



Ilustração 27 - *Kanban* com dois contentores já consumidos totalmente

Quando se dá início ao consumo do contentor marcado com o *Signal Kanban*, terá de ser dada ordem de produção do *Kanban*, para isso o *Signal Kanban* é colocado no *Kanban Post* da área (**Ilustração 28**), sempre de cima para baixo, para definir prioridades. Por fim, foi necessário elucidar os colaboradores sobre o procedimento a seguir para operar com este sistema.

Os colaboradores tiveram formação específica sobre o tema, e foi criada uma instrução de trabalho (**Anexo A.4**), com a explicação dos passos a seguir para a utilização correcta do *Signal Kanban*. Essa Instrução de Trabalho foi colocada junto ao *Kanban Post* (**Ilustração 28**), para assim estar disponível para rápida consulta.



Ilustração 28 - Posição do *Kanban Post* e da Instrução de Trabalho (plásticos)

4.1.3 Kanbans especiais

Alguns componentes plásticos para o ELCB, antes de serem utilizados nas linhas de montagem, necessitam de ir para o exterior (subcontracto) para realizar operações adicionais. Desse modo, alguns componentes, nomeadamente módulos e tampas, foram alocadas em *Kanbans* especiais. Os contentores além da fita adesiva de cor azul no lado direito, foram identificados com um cartão, que pode ser o cartão *Kanban* para Módulos (**Ilustração 29**), que tem a indicação dos tipos de Módulos existentes, com correspondente quantidade e código SAP, ou então o cartão *Kanban* para Tampas (**Ilustração 30**) com o mesmo tipo de informação. Assim a única distinção que se fará nos contentores será entre Módulos e Tampas. Estes componentes devido a serem dos mais utilizados no ELCB e devido às suas grandes dimensões os seus *Kanbans* tiveram de ser alocados em paletes devidamente assinaladas (**Ilustração 31**).

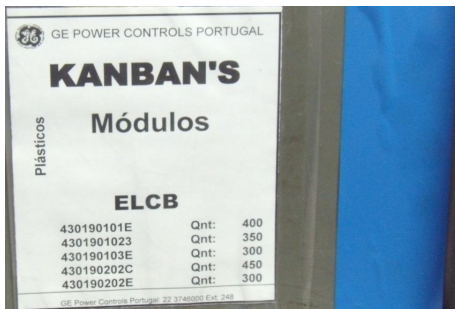


Ilustração 29 - Kanban Módulos

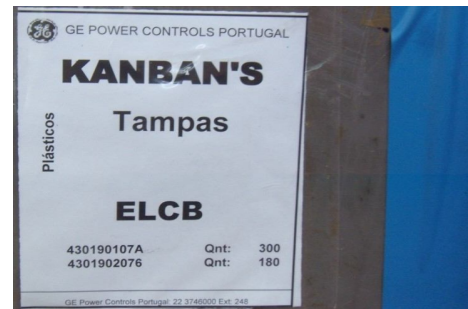


Ilustração 30 - Kanban Tampas



Ilustração 31 - Disposição dos *Kanbans* em palete

4.1.4 Definição de *Kanbans* na área dos metais (ELCB)

Em relação aos componentes metálicos, a situação no início do projecto era idêntica à encontrada nos plásticos.

O cartão *Signal Kanban* utilizado para os metais tem outra cor (**Ilustração 32**). O armazenamento dos componentes (**Ilustração 33**) e colocação do *Kanban Post* e da Instrução de Trabalho para os metais (**Ilustração 34**), seguiu o procedimento definido para os plásticos. A tabela com a constituição dos *Kanbans* dos componentes metálicos para o ELCB, pode ser consultada igualmente na secção (**Anexos A.3**).

Tamanho do Lote	Código SAP	Descrição	R/P
10000	40139924	PSQ 1003	1
Caixas/Lote	Máquina de fabrico	QTT Caixa	
2	PM41/PM42	5000	
Linha de Produção			
ELCB			



Ilustração 32 - *Signal Kanban* Triangular metais

Ilustração 33 - *Kanbans* de metais ELCB



Ilustração 34 - Posição do *Kanban Post* e da Instrução de Trabalho (metais)

4.1.5 Definição de *Kanbans* na área dos plásticos (WA\WD)

Em termos do WA\WD, a situação no início do projecto era que os *Kanbans* estavam implementados de maneira incorrecta, e os locais e contentores não estavam devidamente identificados.

O número de componentes é extremamente vasto e o espaço disponível limita a formação de *Kanbans* tal e qual se constituiu para os componentes para o ELCB, isso fez com que a utilização do *Signal Kanban* fosse simplificada à utilização de um sistema do tipo *Two Bin System*.

Os contentores foram identificados desta vez com uma fita adesiva de cor amarela, e com uma etiqueta com informações acerca do componente, tais como código SAP, código Local, Designação, foto e quantidade por contentor (**Ilustração 35**).

Os cartões *Signal Kanban* foram criados, apenas com a informação essencial como código SAP, descrição, quantidade do *Kanban*, quantidade do contentor e foto, sendo facilmente perceptível serem diferentes dos cartões *Signal Kanban* dos componentes para o ELCB (**Ilustração 36**). Todo o procedimento a seguir é completamente idêntico ao já referido anteriormente.



Ilustração 35 – *Kanbans* de plásticos (WA\WD)



Ilustração 36 – *Signal Kanban* plásticos (WA\WD)

4.1.6 Definição de *Kanbans* na área dos metais (WA\WD)

Nos metais, inicialmente não existia qualquer tipo de *Kanban* em funcionamento. Deste modo, foi implementado o *Signal Kanban*, o funcionamento é idêntico ao implementado na área dos plásticos para WA\WD (**Ilustração 37**). Mais uma vez, a única diferença é que o cartão *Signal Kanban* utilizado tem outra cor (**Ilustração 38**).



Ilustração 37 - *Kanbans* de metais (WA\WD)



Ilustração 38 - *Signal Kanban* metais (WA\WD)

4.1.7 Os *Make to Order* (plásticos)

Os itens pertencentes à classe C, serão produzidos após ordem de encomenda, sendo denominados componentes *Make To Order* (MTO). Não sendo o objectivo armazenar os componentes por muito tempo, o seu armazenamento terá de ser necessariamente diferente. No início do projecto, a área para armazenamento de MTO'S no caso dos plásticos já estava previamente definida (**Ilustração 39**), porém havia a necessidade de estabelecer uma identificação normalizada para os componentes aí armazenados. Para isso foram criados cartões para todos os componentes, com a descrição e código SAP do componente (**Ilustração 40**).

Os contentores foram assinalados com uma fita adesiva de cor branca, e foi colocada uma bolsa plástica em cada contentor, isto com o intuito de permitir que haja uma etiquetagem dinâmica dos contentores, ou seja, assim que o conteúdo de um contentor seja realmente consumido, um novo componente irá ser colocado nesse contentor, e o cartão do componente anterior, substituído pelo cartão do novo componente.



Ilustração 39 - Disposição dos MTO'S (plásticos)

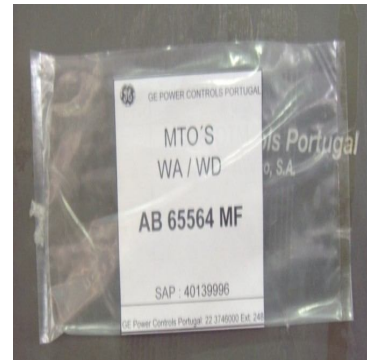


Ilustração 40 - Cartão MTO (plásticos)

4.1.8 Os *Make to Order* (metais)

Em relação aos metais, o espaço disponível é mais reduzido. Contudo o número de componentes metálicos é inferior ao número de componentes plásticos, o que permite que o número de componentes MTO neste caso a armazenar seja mais curto.

No início do projecto, não havia nenhum espaço destinado a MTO'S. Decidiu-se implementar na mesma área dos *Kanbans* de metais para o WA\WD, devidamente separados (**Ilustração 41**). Os contentores para componentes metálicos MTO, foram assinalados com uma fita adesiva de cor branca (**Ilustração 41**).



Ilustração 41 - Disposição dos MTO'S (metais)

4.2 Gestão Visual na Área

Para que a implementação do sistema *Pull* anteriormente sugerido tenha sucesso, é necessária a contribuição de outra ferramenta utilizada em *Lean*, a Gestão Visual. No caso presente, na área de *Kanbans*, era necessário identificar claramente a disposição dos componentes: em primeiro lugar, identificar os sectores onde se encontravam, e, em segundo lugar, identificar em cada sector o espaço onde alocar os componentes.

Para identificar os componentes por sector, a solução encontrada foi colocar placards à entrada de cada secção (**Ilustração 42**), (**Ilustração 43**). Cada placard contém informação acerca do tipo de componente que aí existe, plástico ou metal, e o código SAP correspondente de cada componente alocado nesse sector. Para sectores em que possa existir um grande número de componentes alocados, devido à ausência de espaço, foi colocado no placard o código SAP dos componentes mais utilizados, os MTO são identificados globalmente sector por sector caso existam.

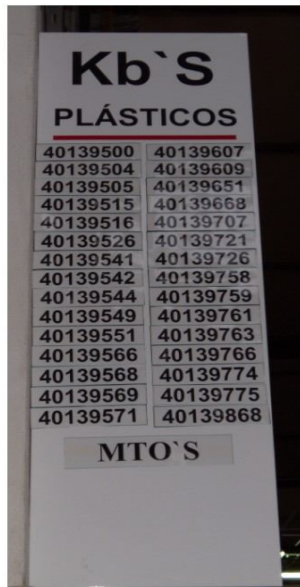


Ilustração 42 - Placard plásticos por sector



Ilustração 43 - Placard metais por sector

Tendo a informação clara e fácil de interpretar por todos, do sector onde se encontra determinado componente, é necessário localizá-lo nesse sector. Para isso, segundo um dos 5S (Arrumar), deve existir um lugar para cada componente, e cada componente deve estar no seu lugar. Foram criadas etiquetas que permitem a identificação do local de alocação de cada componente. Essas etiquetas contêm informação acerca do código SAP, a descrição do componente, foto, quantidade do *Kanban* e a quantidade que cada contentor suporta (Ilustração 44), (Ilustração 45).



Ilustração 44 - Estante com posições definidas

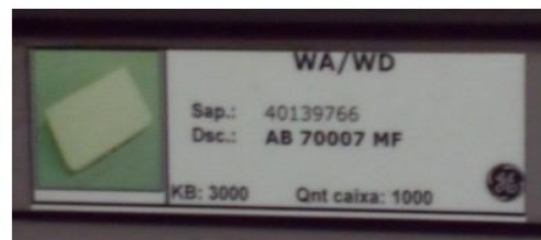


Ilustração 45 - Etiqueta para estante

Os dados de desempenho e os objectivos da empresa devem estar sempre afixados e permanentemente actualizados. Felizmente esta prática tinha sido implementada mesmo antes do início deste projecto, pelo que, o procedimento a seguir foi apenas garantir que os quadros informativos estivessem afixados em locais de grande visibilidade, e, obviamente, garantir que os quadros fossem actualizados regularmente (**Ilustração 46**).



Ilustração 46 – Quadro informativo (plásticos e metais)

Uma forma interessante de demonstrar de uma maneira clara, simples e objectiva, os objectivos da empresa em determinada área, são os quadros (Realizado/Objectivo). No caso presente foram implementados na área dos plásticos e dos metais estes quadros, de maneira a informar sobre a evolução diária do WIP (**Ilustração 47**), (**Ilustração 48**).

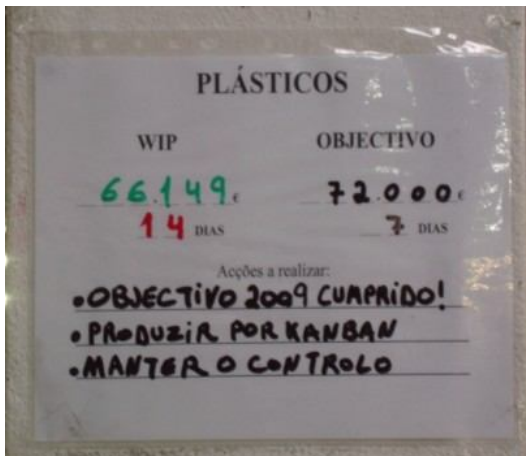


Ilustração 47 - Quadro Objectivo plásticos

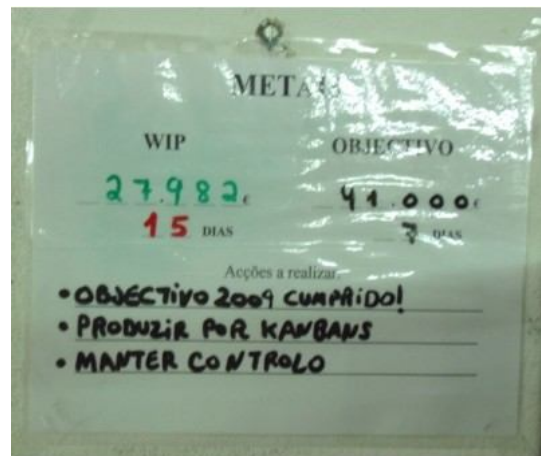


Ilustração 48 - Quadro Objectivo metais

4.3 Implementação dos 5S; *Kaizen*

Nos numerosos contactos com os colaboradores de cada área, é possível perceber que muitas vezes são eles próprios que encontram as soluções para os diferentes problemas. São eles que se apercebem mais rapidamente das situações menos correctas que possam estar a acontecer.

Em situações como estas, o mais importante depois de identificar o possível problema é colocar à disposição de todos, a informação sobre o possível problema sobre a forma de registo. O que acontece muitas vezes é que esse tipo de registo se revela como uma barreira, pois pode envolver alguns aspectos burocráticos.

Para este tipo de situação existe uma ferramenta *Lean* que pode ser uma grande ajuda, pois os 5S permitem criar um sentimento de posse do local de trabalho de cada colaborador.

Deste modo e para registar de antemão de uma forma muito simples e rápida as situações identificadas como problemáticas ou mesmo como desperdícios, foi implementado um quadro em cada secção (**Ilustração 49**) que permite aos colaboradores registar o possível problema ou situação de desperdício. Esse quadro permite identificar o desperdício como sendo um dos sete desperdícios definidos pelo *Lean*. Finalmente, o colaborador indica nesse quadro qual dos 5S procurará utilizar, de maneira a resolver a situação identificada.

Deste modo é pretendido seguir a filosofia *Kaizen*, ou seja, garantir que existe uma procura da melhoria contínua e que é dada ênfase à participação de todos os colaboradores.

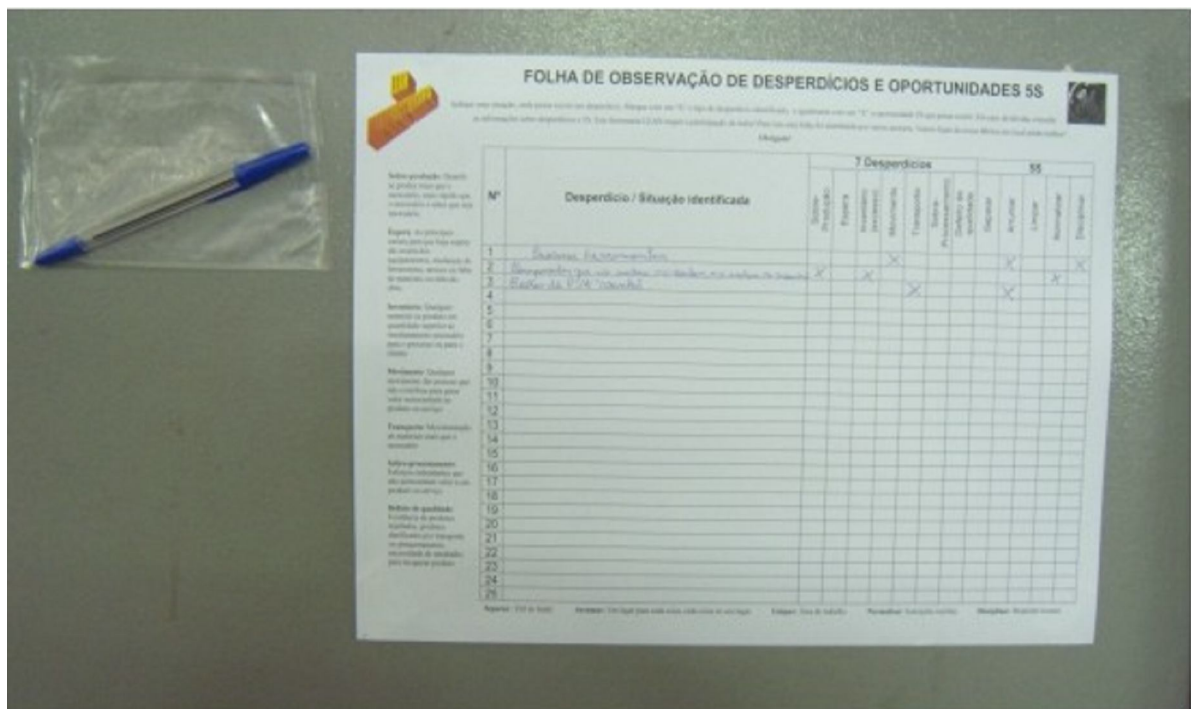


Ilustração 49 - Quadro *Lean* 5S implementado em cada secção

4.4 Redução de WIP na área

Um dos objectivos deste projecto era a redução de WIP na área de produção de componentes. Para isso foi definido para cada área um objectivo para ser cumprido até ao final do ano de 2009.

A produção *Pull* em toda área, apoiada numa Gestão Visual da área bem conseguida, leva a que seja possível uma redução de stocks na área. Porém, as medidas implantadas mencionadas anteriormente podem não chegar por si só. Os *Kanbans* definidos contribuem para a estabilidade em termos de stocks, sendo o *Kanban* uma ferramenta que permite a melhoria contínua, já que uma redução das quantidades de cada *Kanban* será equiparada directamente com a redução dos stocks.

Um dos problemas constatados foi o facto de o cartão *Signal Kanban* estar a ser accionado mais cedo do que efectivamente necessário. Como consequência, os stocks tinham tendência para aumentar.

A origem do problema foi encontrada: tratava-se do abastecimento para a linha de montagem realizado por um *WaterSpider*. O abastecimento era realizado com a ajuda de contentores de dimensões mais reduzidos, sendo depois esses contentores distribuídos pelas linhas de montagem do ELCB. Como os contentores estavam mal dimensionados, as quantidades em cada abastecimento, eram constantemente superiores ao que realmente era necessário abastecer, especialmente quando se tratava de componentes de pequena dimensão.

A solução encontrada na área de produção de plásticos passou por nos *Kanbans* de componentes com dimensões reduzidas implementar doseadores (**Ilustração 50**), dimensionados para comportarem a quantidade que cada contentor redimensionado de linha de montagem necessite aproximadamente. Cada doseador possui uma etiqueta que indica o componente pelo seu código SAP, Descrição, foto e quantidade aproximada de componentes que alberga.



Ilustração 50 - Doseador para *Kanbans* plásticos ELCB

Os doseadores permitiram ter maior controlo dos *Kanbans* de plásticos para ELCB. Contudo, existem muitos componentes que após serem produzidos, seguem para o exterior da empresa, para fornecedores subcontratados. A situação encontrada assentava em que esses fornecedores possuíam um stock numeroso de grande parte dos componentes, pelo que novamente o funcionamento correcto dos *Kanbans* estivesse a ser afectado. A solução correctiva tomada foi deixar de produzir e abastecer aos fornecedores subcontratados componentes que esses tivessem em stock nas suas instalações. Com esta medida, foi possível controlar de maneira mais precisa o stock total dos componentes graças ao sistema *Pull* de produção implementado.

Os MTO'S afiguravam-se como sendo outro foco de problema em termos de stocks. Existia uma grande quantidade de componentes MTO'S em stock, o que por si só era um paradoxo. Para combater esta anormalidade foram analisados os MTO'S existentes em stock, e foi criada uma lista com os produtos acabados possíveis de produzir, (**Anexo B.1**), a partir desses mesmos componentes MTO em stock. Essa lista foi endereçada aos responsáveis pelo plano de produção, que se encarregaram de incluir sempre que possível esses produtos acabados no plano de produção. Outra medida implementada foi o controlo visual na área de MTO'S. Foi estabelecido que cada componente considerado MTO, apenas teria direito a um contentor, ou seja sempre que exista uma quantidade de um componente que supere a capacidade de um contentor, instantaneamente se entende que existe um problema de sobre-produção desse mesmo componente.

Como já foi visto, quando se falou em Gestão Visual da área, os quadros Realizado/Objectivo (**Ilustração 47**), (**Ilustração 48**), permitiram partilhar com todos os colaboradores da área dos plásticos e dos metais a evolução diária do WIP; os quadros informam igualmente, das acções que estão de momento a ser tomadas em cada um dos sectores de forma a atingir os objectivos pretendidos.

5. Resultados Obtidos

Após a implementação de todas as acções mencionadas anteriormente, neste capítulo pretendeu-se fazer uma análise à situação actual da empresa, nomeadamente na área de produção de componentes.

Tal como no início da realização deste projecto, nesta fase de apresentação de resultados, foi realizada a classificação ABC:

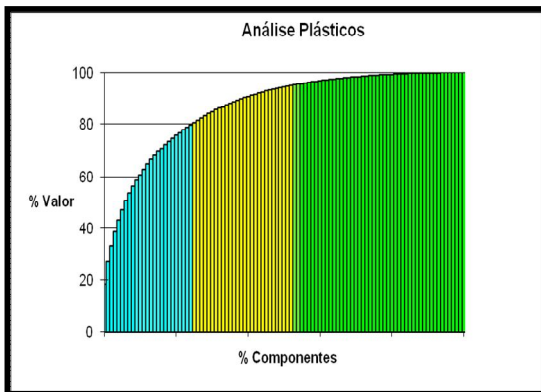


Gráfico 5 - Análise ABC actual plásticos

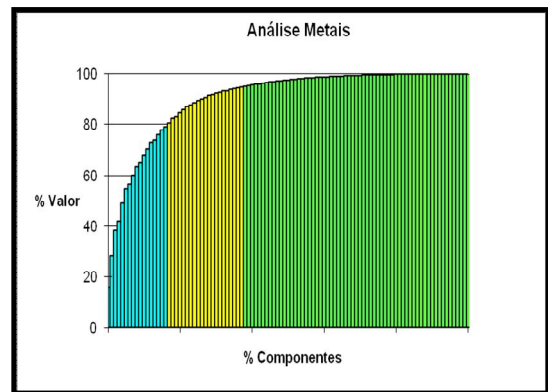


Gráfico 6 - Análise ABC actual metais

Tabela 5 - Classificação ABC plásticos

Tipo	% Componentes	% Valor total Investimento
A	25%	79.99%
B	28%	15.00%
C	47%	5.01%

Tabela 6 - Classificação ABC metais

Tipo	% Componentes	% Valor total Investimento
A	17%	79.73%
B	21%	15.18%
C	62%	5.09%

A análise ABC actual, permite constatar que a percentagem dos itens da classe A convergiu, ainda que de forma muito ligeira para os 20%.

Para facilitar a interpretação dos resultados obtidos, foi elaborado o VSM actual (**Anexo A.5**), sendo que o VSM actual da área dos plásticos e dos metais, respectivamente, pode ser consultado na ilustração seguinte:

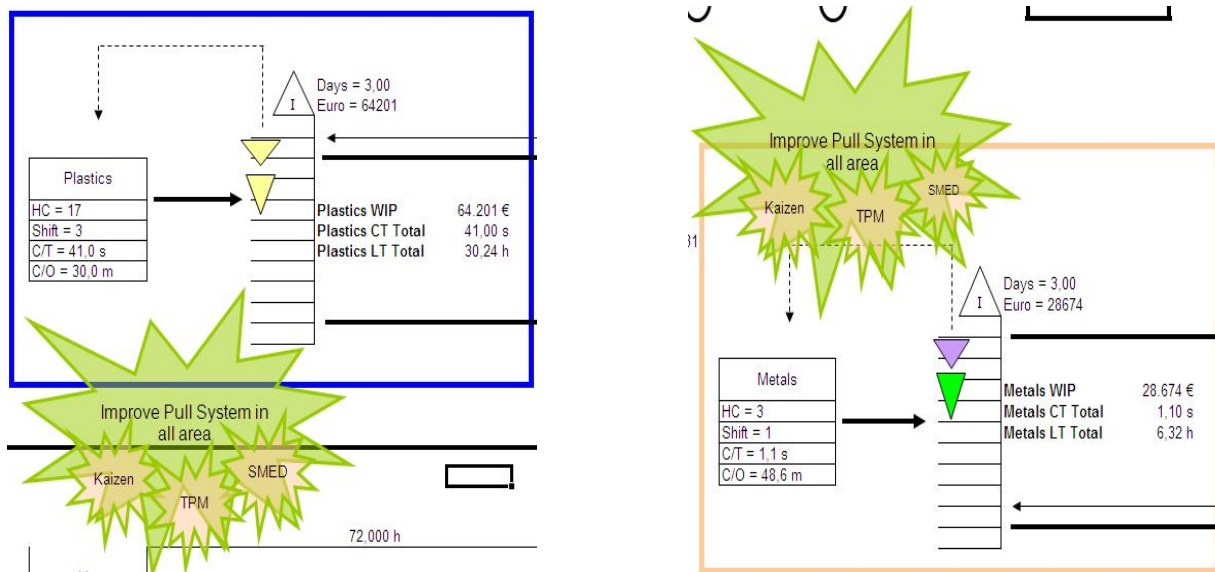


Ilustração 51 - VSM actual na área dos plásticos e dos metais

Como foi possível ver no VSM actual, foi implementado o sistema *Signal Kanban* em ambas as áreas de produção. A nova distribuição de componentes pertencentes à classe A, permitiu com que o *Cycle Time (C/T)* médio total pudesse baixar aproximadamente 15% nos plásticos e 5% nos metais. O *Lead Time* médio total dos plásticos baixou cerca de 8%, em grande parte devido à diminuição da quantidade de componentes plásticos. O *Lead Time* médio total dos metais diminuiu apenas cerca de 3%, isto devido ao facto de em termos médios ter havido uma variação nos componentes que representam cerca de 80% da totalidade dos metais, essa variação de componentes, não se apresentou muito favorável à diminuição do *Lead Time*. O *Changeover (C/O)* não sofreu variações consideráveis, visto não ser um parâmetro ao qual se aplicaram na totalidade técnicas de *Lean Manufacturing*. As tabelas que estiveram na base da elaboração da actual classificação ABC e do VSM actual na área dos plásticos e dos metais, podem ser consultadas na secção **(Anexo A.6)**.

Em termos de WIP, nos metais houve uma redução de cerca de 40% e nos plásticos uma redução de cerca de 30%.

A tabela seguinte permite identificar o estado actual em termos de WIP da área dos plásticos e dos metais, bem como o estado actual na área de produção de ELCB, e o WIP Total da empresa. Na **Tabela 7** é possível relacionar o estado actual de cada área com o objectivo a cumprir no final do ano de 2009.

Tabela 7 – Situação actual em termos de WIP

DATA	04-Jan	Diferença para Objectivo
WIP Plásticos K€	64,20	10,83%
Target 2009 Plásticos K€	72,00	
WIP Metais K€	28,67	30,07%
Target 2009 Metais K€	41,00	
WIP ELCB K€	50,282	41,53%
Target ELCB K€	86,00	
WIP Total K€	229,80	15,20%
Target 2009 Total K€	271,00	

Como facilmente se constata, quer na totalidade, quer na área dos plásticos, dos metais e na produção de ELCB, o objectivo foi cumprido.

A evolução do WIP ao longo do decorrer deste projecto na área dos plásticos e dos metais pode ser observada no gráfico seguinte:

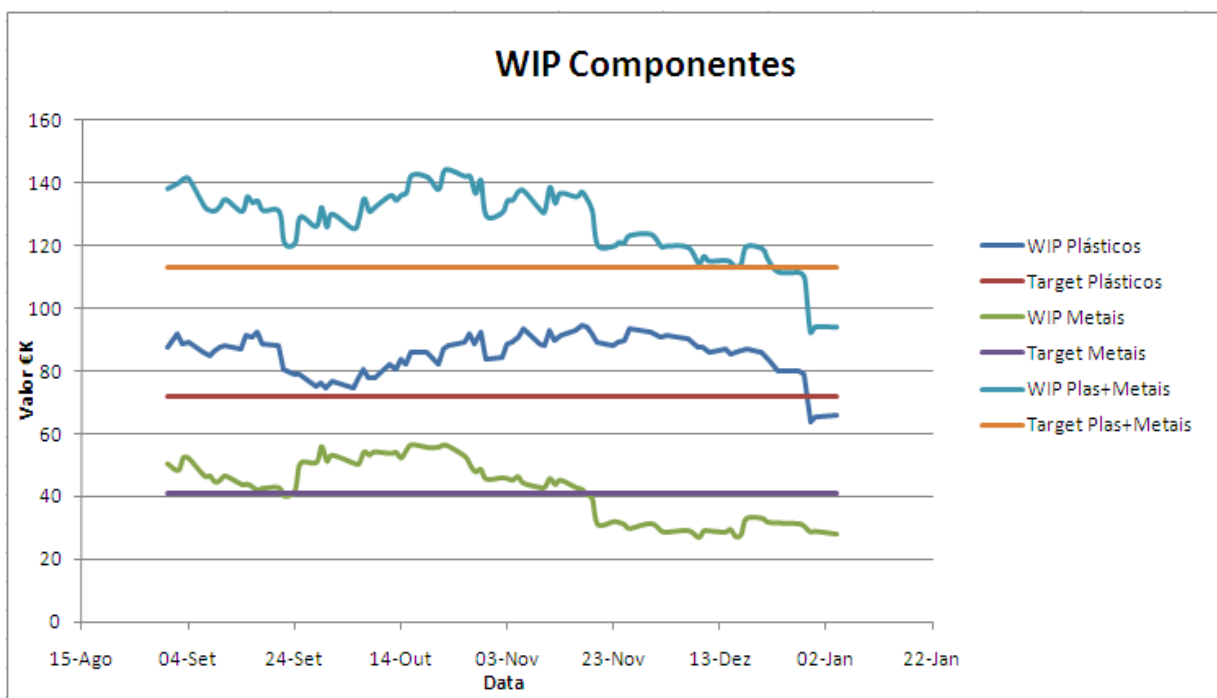


Gráfico 7 - Evolução do WIP ao longo do projecto

Como se pode constatar pelo gráfico, foi possível cumprir as metas pretendidas no final de 2009, embora como também se pode constatar, a tarefa não foi fácil. O gráfico indica que o WIP baixou na generalidade na fase inicial da implementação de *Kanbans*, contudo e devido às situações já referidas, deu-se um aumento até sensivelmente meados de Outubro, altura em que se puseram em prática as medidas já referidas para permitir a redução do WIP. Se a redução do WIP dos metais se realizou de maneira tranquila após a adopção das medidas apropriadas, no caso dos plásticos a redução foi mais tardia devido ao número de componentes plásticos ser muito superior ao número de componentes metálicos e, por esse motivo, existirem muito mais componentes plásticos em fornecedores subcontratados.

A eficácia da utilização do novo sistema *Pull* implantado e a missão de reduzir o WIP foi sempre apoiada pela Gestão Visual implementada e em alguns casos consolidada.

Os 5S e o *Kaizen* são ferramentas *Lean*, que devem fazer parte do dia-a-dia da empresa e acima de tudo devem se tornar um hábito para todos os colaboradores da empresa.

O *layout* após a realização deste projecto da área de armazenamento de plásticos e de metais pode ser consultado na secção (**Anexo A.7**).

6. Conclusões e perspectivas de trabalhos futuros

Aplicar técnicas de *Lean Manufacturing* terá de ser visto como sendo a metodologia a seguir, caso se pretenda distinguir actividades que geram valor para o cliente final e as actividades que por si só são um desperdício, pois não geram valor. O *Lean Manufacturing* procura eliminar essas actividades definidas como desperdício. Até este ponto não existe nenhum entrave, pois a finalidade da aplicação das técnicas de *Lean* é universalmente aceite por todos.

Contudo, se essas técnicas forem vistas como única exclusivamente fonte de conhecimento, sem aplicação prática, não farão com que a empresa tenha progressos a todos os níveis, nem que seja possível premiar o esforço da utilização dessas técnicas. Implementar, em *Lean*, é a palavra mágica, que irá permitir fazer uma distinção entre as empresas. No caso presente a GE Portugal venceu o prémio relativo ao terceiro trimestre, para a empresa do grupo com melhores progressos em termos da aplicação das técnicas *Lean*. Um prémio que deve ser visto como a recompensa para o trabalho desenvolvido por todos os seus colaboradores, e que acima de tudo deixa a importante mensagem que o esforço desenvolvido tem e terá a sua recompensa.

Um dos principais fundamentos para que a filosofia *Lean* não se deixe absorver, é a ideia de que o sentimento de melhoria contínua (*Kaizen*) terá de estar sempre presente, citando Juran “*um ano sem evoluir, é um ano ganho pela concorrência*”. Uma implementação conseguida das técnicas *Lean*, terá de ser vista sempre como o ponto de partida para se obter uma situação melhor que a que se encontrava anteriormente, e nunca como o ponto de partida para se obter a solução ideal ou óptima, isto porque estas não existem.

No caso presente deste projecto, numa situação inicial, existia um problema bem identificado, a tendência para a realização de uma produção *Push*, onde existiam falhas de sincronização entre os processos a jusante e a montante. A produção de componentes não correspondia com as reais necessidades.

O ponto de partida na realização deste projecto foi a elaboração do *Value Stream Map* (VSM). A sua elaboração permitiu retratar a situação inicial na empresa e identificar oportunidades de melhoria.

A criação de um sistema de produção *Pull* passou em 1º lugar, pela escolha do sistema de *Pull* mais apropriado para a situação da empresa. A escolha de um sistema de *Pull* Misto, exigiu a implementação de um sistema de controlo por *Kanbans*, tendo sido escolhido a opção de *Signal Kanban* triangular, para os itens A e B, definidos pela classificação ABC. Os itens da Classe C foram classificados como *Make to Order*, apenas produzidos após ordem de encomenda, sendo que a sua área de alocação e método de alocação foram pensados e constituídos de maneira a permitir a sua perfeita visibilidade. Todo este sistema de produção *Pull* implementado foi apoiado fortemente por acções de Gestão Visual.

Para que o controlo sobre os stocks fosse mais eficaz, o método de reaprovisionamento teria de se ajustar às características do tipo de stock da empresa. A enorme diversidade de componentes exigia um método de revisão que permitisse uma gestão mais eficaz de cada componente individualmente, e que ao mesmo tempo se reduzisse o risco de ruptura de stock

e que o stock fosse reduzido ao máximo. Por estes motivos, o método de reaprovisionamento escolhido foi o método de Revisão Contínua.

Como em todas as empresas, os problemas existem, sendo necessário tomar as devidas medidas, para que não se façam sentir na actividade da empresa. Cobrir procuras inesperadas, problemas imprevistos no armazém, problemas de qualidade, ou avarias prolongadas na produção, podem ser atenuadas através do stock de segurança criado para garantir 1 dia de consumo médio.

A implementação da metodologia 5S permitiu a todos os colaboradores intervirem directamente no processo de resolução de problemas identificados.

Ao longo do projecto, ocorreram situações causadoras de problemas, tendo sido necessária a intervenção e interacção de diversos departamentos da empresa, nomeadamente na questão de abastecimento aos sectores de montagem e no abastecimento de componentes para fornecedores subcontratados. As devidas medidas foram tomadas de maneira a permitir que as situações se resolvessem em todos as áreas dos departamentos intervenientes.

No final deste projecto, foi possível cumprir os objectivos essenciais. Foi implementado um sistema de produção *Pull* em toda a área de produção de componentes, sendo que os prazos de entrega foram reduzidos, como se constata pela diminuição do *Lead Time* dos plásticos em cerca de 8% e do *Lead Time* dos metais em 3%. A redução do *Work In Progress* (WIP) foi conseguida, tendo sido possível cumprir os objectivos definidos para o final de 2009. Em 4 meses houve uma diminuição nos plásticos de cerca de 30% e nos metais de 40%.

Existem ainda assim situações que merecem ser revistas. Numa perspectiva de trabalhos futuros, foi realizado um VSM que caracteriza os objectivos pretendidos futuramente (**Anexo A.8**). Foram identificadas as técnicas *Lean* que se devem utilizar, além do *Kaizen*, que terá de estar sempre presente como se viu, será necessário investir em práticas de *TPM*, consultar (Mary Aichlmayr, 2009) (**Anexo C.3**). O *SMED* foi identificado igualmente, como sendo um dos próximos passos a cumprir no processo de melhoria contínua dos processos. Embora tivesse sido abordado durante este projecto, nomeadamente na área dos metais (**Anexo B.2**), e na parte dos plásticos com a realização de uma instrução normalizada de substituição de molde (**Anexo B.3**) não foi possível aplicar por completo esta técnica, o que iria permitir uma redução do *Changeover* em cada área de produção e conseqüentemente maior flexibilidade para permitir a redução do tamanho dos *Kanbans*. A aplicação desta técnica pode ser consultada em [Peter L. King, 2009] (**Anexo C.4**).

Na parte dos *Kanbans*, algumas situações devem merecer atenção, como seja o caso de certos componentes que são enviados para fornecedores subcontratados. Uma possível solução será converter o *Kanban* destes componentes num *Kanban* do tipo *Supplier Kanban*, sendo possível deste modo, um maior controlo sobre estes componentes. Em relação aos MTO, a sua constituição terá de ser reduzida ao máximo possível, embora a sua contribuição em termos de WIP não seja demasiado elevada. Em termos de dias de stock médio, a sua contribuição é excessivamente elevada actualmente.

Referências

A. F. Guneri, A. Kuzu, A. Taskin Gumus (2008), “International Journal of Production Research” Vol. 47, No. 24, 15 December 2009

AccountingforManagement.com (2009), “Re-order Level or Ordering Point or Ordering Level”, último acesso Janeiro 2010

http://www.accountingformanagement.com/reordering_level.htm#Formula%20of%20Re-order%20Level%20or%20Ordering%20Point

Amarildo Nogueira (2007), “Classificação ABC para Melhor Gestão do Estoque”, 4 Abril 2007, último acesso Janeiro 2010

http://www.ogerente.com.br/novo/colunas_ler.php?canal=11&canallocal=41&canalsub2=132&id=180

Apontamentos da Disciplina Gestão da Qualidade Total da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Dezembro de 2006

Art Smalley (2004), “Creating Level Pull”, The Lean Enterprise Institute, Cambridge, Massachusetts

Ge Power Controls (2004), “Quem Somos Porto: Documento Interno”

Gemba Research (2007), “Types of Kanban”, último acesso Janeiro 2010

<http://www.gemba.com/tool-kit.cfm?id=190>

Jagdeep Singh, Harwinder Singh (2009), “Kaizen Philosophy: A Review of Literature”, The Icfai Journal of Operations Management, 2009

James P. Womack & Daniel T. Jones (2003), “Lean Thinking Banish Waste And Create Wealth In Your Corporation”, Simon & Shuster, 2003

Jeremy F. Shapiro, Stephen N. Wagner (2009), “Journal of Business Logistics”, Vol. 30, No. 2, 2009

John F. Magee, David M. Boodman (1967), “Production Planning and Inventory Control”, 2nd Edition, McGraw-Hill Book Company, NY 1967”

José Pedro Rodrigues da Silva (2008), “Lean Manufacturing”, último acesso Janeiro 2010
<http://www.freewebs.com/leanempportugal>

Marcelo Braglia, Marco Frosolini, Francesco Zammori (2008) “Internacional Journal of Logistics: Reseach and Aplications” Vol 6 No.12 Dezembro 2009

Martin Murray, “Calculating Safety Stock”, último acesso Janeiro 2010
http://logistics.about.com/od/strategicsupplychain/a/Safety_Stock.htm

Martin Neese (2007), “Driving Lean through the Visual Factory”, Circuits Assembly, Setembro 2007

Mary Aichlmayr (2009), “TPM Healthcare for Equipment”, Material Handling Management, Outubro 2009

Masaaki Imai (1997), “Gemba Kaizen: A Commonsense Low-Cost Approach to Management”, 1st Edition, McGraw-Hill Book Company, NY, March 1997

Masaaki Imai (1986), “Kaizen: The Key to Japan’s Competitive Success”, 1st Edition, McGraw-Hill Book Company, NY, November 1986

Mike Rothen, John Shook (2003), “Learning to See”, The Lean Enterprise Institute, Cambridge, Massachusetts, 2003

Peter L. King (2009), “SMED In The Process Industries”, Industrial Engineer, Setembro 2009

Ronald H. Ballou (1999), “Business Logistics Management”, Prentice Hall, 1999

Supply Chain Management (2006), “Periodic Review System”, último acesso Janeiro 2010
<http://scm.ncsu.edu/public/inventory/4periodic.html>

Taiichi Ohno (1988), “Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production”, Productivity Press; 1st Edition, March 1988

Vincent W. Howell (2009), “5S For Success”, Ceramic Industry, Agosto/Setembro 2009

Anexos A

A.2 – Tabelas na origem da elaboração do VSM e da Classificação ABC

Plásticos

Ont itens	Mtrl Ho	Mtrl Desc	Total Qty	Total Value EUR	%	% acumulado	Classe ABC	Tempo arranque(s)	Rendimento	n° cavidades	Tempo ciclo(s)	Lead time dias
1	40139804	AB 80442 CZ	6.459	5.198,85	6,03	6,03	A	1800	0,85	1	83	6,23
2	40139819	AB 81712 CZ	4.541	3.906,17	4,53	10,56	A	1800	0,85	1	65	3,44
3	40139803	AB 80441 CZ	8.684	2.993,37	3,47	14,03	A	1800	0,85	2	23,5	1,21
4	40153632	SUB CONJ. BA	15.229	1.991,95	2,31	16,33	A	1800	0,85	2	22	1,96
5	40153634	SUB CONJ. BA	16.415	1.941,89	2,25	18,59	A	1800	0,85	2	25	2,40
6	40153633	SUB CONJ. BA	13.103	1.715,20	1,99	20,57	A	1800	0,85	2	23	1,77
7	40139845	AB 90121	46.595	1.686,72	1,96	22,53	A	1800	0,85	4	22	2,99
8	40139670	AB 60201	10.728	1.639,23	1,90	24,43	A	1800	0,85	4	50	1,58
9	40140349	PAL 16	15.148	1.349,66	1,56	26,00	A	1800	0,85	3	48	2,83
10	40139710	AB 65301	14.992	1.341,79	1,56	27,55	A	1800	0,85	4	76	3,32
11	40139717	AB 65401 BR	3.857	1.277,05	1,48	29,03	A	1800	0,85	1	74	3,33
12	40139844	AB 90119	39.900	1.185,03	1,37	30,40	A	1800	0,85	7	18,5	1,24
13	40139439	PLACA DE CC	775	1.183,19	1,37	31,78	A	1800	0,85	2	50	0,25
14	40139763	AB 70006 MF	12.363	1.133,69	1,31	33,09	A	1800	0,85	4	75,4	2,72
15	40139827	AB 90102	11.219	1.127,52	1,31	34,40	A	1800	0,85	2	23	1,52
16	40139619	AB 51803 BR	2.966	1.103,35	1,28	35,68	A	1800	0,85	1	74	2,56
17	40139438	PLACA DE CC	779	1.086,40	1,26	36,94	A	1800	0,85	3	45	0,16
18	40024893	A BASIS	1.206	1.083,95	1,26	38,19	A	1800	0,85	2	48	0,36
19	40139831	AB 90107A M	7.841	1.035,01	1,20	39,39	A	1800	0,85	4	27	0,84
20	40139862	AB 90207 MF	4.747	1.016,34	1,18	40,57	A	1800	0,85	2	51	1,43
21	40139537	AB 45120 >	2.901	890,90	1,03	41,60	A	1800	0,85	3	47	0,55
22	40139810	AB 80782	913	889,36	1,03	42,64	A	1800	0,85	1	36	0,40
23	40139673	AB 65102 BR	9.082	852,80	0,99	43,62	A	1800	0,85	4	65	1,73
24	40139761	AB 70006 BR	9.124	836,68	0,97	44,59	A	1800	0,85	4	75,4	2,02
25	40139903	B 562	1.595	823,66	0,95	45,55	A	1800	0,85	6	50	0,18
26	40139852	AB 90129 CA	6.799	817,94	0,95	46,50	A	1800	0,85	1	21	1,68
27	40024890	A BASIS	1.974	804,59	0,93	47,43	A	1800	0,85	3	48	0,39
.....
161	40139541	BASE - AB 45	3.823	91,37	0,11	94,81	B	.....	.....	Médias	47,77	1,37
.....
289	40139851	AB 90129 CA	1	0,05	0,00	100,00	C	.....	.....	.....	.....	.....

Metais

Ont Rens	Mtrl Ho	Mtrl Desc	Total Qty	Total Value EUR	%	% acumulado	Classe ABC	Tempo arranque(s)	Rendimento	n° cavidades	Tempo ciclo(s)	Lead time dias
1	40154918	PLP1004 SHU	27.944,00	6.231,51	15,32	15,32	A	1800	0,85	1	1,5	1,79
2	40139923	PSQ 1001 BM	40.507,00	3.540,30	8,71	24,03	A	1800	0,85	1	0,75	1,31
3	40154916	PLP1002 SHU	10.054,00	2.487,37	6,12	30,15	A	1800	0,85	1	1,5	0,69
4	40155341	PLP1007NN S	8.771,00	1.915,59	4,71	34,86	A	1800	0,85	1	1,5	0,61
5	40154919	PLP1005 SHU	6.121,00	1.514,33	3,72	38,58	A	1800	0,85	1	1,5	0,45
6	40025069	07403168602	47.868,00	1.445,66	3,56	42,14	A	3600	0,85	1	1,25	2,59
7	40155340	PLP1006NN S	6.308,00	1.406,69	3,46	45,60	A	1800	0,85	1	1,5	0,46
8	40025015	07403019000	7.795,00	1.385,95	3,41	49,01	A	3600	0,85	1	1,25	0,55
9	40140012	AB60001 PINT	10.721,00	1.352,99	3,33	52,33	A	3600	0,85	1	1,25	0,69
10	40139936	PSQ 1021 BM	9.673,00	1.205,26	2,96	55,30	A	1800	0,85	1	0,75	0,37
11	40139924	PSQ 1003 BM	10.169,00	874,53	2,15	57,45	A	1800	0,85	1	0,75	0,39
12	40139929	PSQ 1015 BM	10.061,00	845,12	2,08	59,53	A	1800	0,85	1	0,75	0,38
13	40154917	PLP1003 SHU	3.398,00	794,80	1,95	61,48	A	1800	0,85	1	1,5	0,28
14	40139926	PSQ 1005 BM	5.993,00	678,41	1,67	63,15	A	1800	0,85	1	0,75	0,26
15	40139934	PSQ 1020 BM	4.897,00	643,48	1,58	64,73	A	1800	0,85	1	0,75	0,22
16	40139950	PSW 84 >	13.126,00	613,00	1,51	66,24	A	3600	0,85	1	1,25	0,82
17	40140311	TECLA LARG.	4.257,00	586,61	1,44	67,68	A	3600	0,85	1	1,25	0,36
18	40139981	CONJ PKM 1	17.716,00	540,33	1,33	69,01	A	10600	0,85	1	1,25	1,34
19	40139927	PSQ 1011 BM	7.440,00	531,96	1,31	70,32	A	1800	0,85	1	0,75	0,30
20	40139947	PSW 74 R >	11.120,00	517,08	1,27	71,59	A	3600	0,85	1	1,25	0,71
21	40139429	AB45112 -TA	4.582,00	502,19	1,23	72,82	A	3600	0,85	1	1,25	0,38
22	40139931	PSQ 1019 BM	8.566,00	455,71	1,12	73,95	A	1800	0,85	1	0,75	0,34
23	40139980	CONJ PKM 1	25.314,00	435,39	1,07	75,02	A	10600	0,85	1	1,25	1,73
24	40139966	PYZ 29	41.969,00	419,69	1,03	76,05	A	3600	0,85	1	1,25	2,29
25	40139956	PTI 73	27.894,00	407,25	1,00	77,05	A	3600	0,85	1	1,25	1,57
26	40140358	PKM 223	10.915,00	362,38	0,89	77,94	A	3600	0,85	1	1,25	0,70
27	40139978	PKB 201	9.820,00	347,64	0,85	78,80	A	3600	0,85	1	1,25	0,65
28	40139946	PSW 74 >	7.499,00	344,20	0,85	79,64	A	3600	0,85	1	1,25	0,53
29	40139430	AB45112 -TA	3.006,00	329,46	0,81	80,45	B	.....	.....	Médias	1,16	0,81
30	40139932	PSQ 1019 BM	4.127,00	320,25	0,79	81,24	B	.....	.....	.....	.....	.....
.....
176	40140049	PKW106 COR	40,00	0,36	0,00	100,00	C	.....	.....	.....	.....	.....

A.3 – Tabelas com cálculo para constituição de Kanbans (ELCB)


Plásticos

Descrição Material	Qt. Por Embalagem	Qt. de caixas	Tempo ciclo seg	Tempo arranque seg	Nº Cavidades	Rendimento	QT. Kanban	Tempo de ocupação Dias	ROP	Safety QT	Safety QT corrig	Consumo diario esperado	Dias de stock esperado
AB 90185	10000	3	20	1800	8	0,85	30000	1,04	18656	9136	10000	9136	3,28
NJ.BASE AB 90103	300	48	22	1800	2	0,85	14400	2,18	15571	4900	5100	4900	2,94
AB 90186	10000	3	20	1800	8	0,85	30000	1,04	9802	4800	10000	4800	6,25
AB 90134 PT	3500	5	14	1800	3	0,85	17500	1,13	7465	3500	3500	3500	5,00
AB 90116 PT	4000	4	15	1800	8	0,85	16000	0,43	5003	3500	4000	3500	4,57
AB 90131	4000	4	23	1800	7	0,85	16000	0,74	5905	3400	4000	3400	4,71
AB 90121	5000	4	25	1800	4	0,85	20000	1,72	9258	3400	5000	3400	5,88
AB 90107A MF 2P	300	23	27	1800	4	0,85	6900	0,66	3310	2000	2100	2000	3,45
AB 90208 MF	2500	4	20	1800	2	0,85	10000	1,38	4272	1793	2500	1793	5,58
AB 90207 MF	180	32	51	1800	2	0,85	5760	2,02	5269	1744	1800	1744	3,30
AB 90188	2500	4	26	1800	4	0,85	10000	0,91	3311	1737	2500	1737	5,76
AB 90135	2500	4	18	1800	4	0,85	10000	0,63	2767	1694	2500	1694	5,90
AB 90108	2500	4	18	1800	3	0,85	10000	0,84	3113	1694	2500	1694	5,90
AB 90110	2500	4	23	1800	4	0,85	10000	0,80	2976	1650	2500	1650	6,06
AB 90112	2500	4	20	1800	4	0,85	10000	0,70	2695	1584	2500	1584	6,31
AB 90104	750	8	19	1800	2	0,85	6000	0,80	2846	1584	2250	1584	3,79
AB 90111 PT	2500	4	13	1800	4	0,85	10000	0,46	2317	1584	2500	1584	6,31
AB 90114 PT	2500	4	14	1800	4	0,85	10000	0,50	2371	1584	2500	1584	6,31
AB 90122 PT	2500	4	16	1800	4	0,85	10000	0,57	2479	1584	2500	1584	6,31
AB 90113	2500	4	15	1800	4	0,85	10000	0,53	2425	1584	2500	1584	6,31
NJ.BASE AB 90101	400	20	25	1800	2	0,85	8000	1,38	3502	1470	1600	1470	5,44
AB 90123	1500	5	29	1800	4	0,85	7500	0,76	2559	1453	1500	1453	5,16
AB 90115	2500	4	17	1800	4	0,85	10000	0,60	2276	1423	2500	1423	7,03
90128-BOTAo TES	2500	4	10	1800	2	0,85	10000	0,70	2343	1377	2500	1377	7,26
AB 90220	1000	4	22	1800	2	0,85	4000	0,62	1452	897	1000	897	4,46
AB 90129 CA7 7	1000	4	21	1800	1	0,85	4000	1,16	1785	825	1000	825	4,85
AB 90209	2000	2	26	1800	2	0,85	4000	0,73	1426	825	2000	825	4,85
AB 90218	1000	5	29	1800	2	0,85	5000	1,01	1584	789	1000	789	6,34
AB 90124 MF	1500	2	13	1800	2	0,85	3000	0,29	1012	787	1500	787	3,81
NJ.BASE AB 90202	300	10	21	1800	2	0,85	3000	0,45	1138	785	900	785	3,82
AB 90109	2000	2	16	1800	2	0,85	4000	0,46	1091	749	2000	749	5,34
AB 90102	350	15	23	1800	2	0,85	5250	0,84	1287	698	700	698	7,52
AB 90202C	450	8	21	1800	2	0,85	3600	0,54	1060	690	900	690	5,22
AB 90107 MF	300	10	32	1800	4	0,85	3000	0,35	565	419	600	419	7,16
PA BORNES AB 901	700	3	18	1800	4	0,85	2100	0,15	408	355	700	355	5,92
AB 90318 PT	500	3	30	1800	1	0,85	1500	0,63	408	250	500	250	6,00
Médias			21,44					0,83					5,39

Metais



Descrição Material	Qt. Por Embalagem	Qt. de Caixas	Tempo ciclo seg	Tempo arranque seg	Nº Cavidades	Rendimento	QT. Kanban	Tempo de ocupação Dias	ROP	Safety QT	Safety QT corrig	Consumo diario esperado	Dias de stock esperado
PZL0003 (10039270	10000	4	0,75	1800	1	0,85	40000	1,29	12965	5667	10000	5667	7,06
PSQ 1001 BIMETAL	3000	2	0,75	1800	1	0,85	6000	0,25	1780	1429	1000	1429	4,20
PLP1003 SHUNT 3 1	3000	2	1,50	1800	1	0,85	6000	0,43	1566	1095	2000	1095	5,48
PSQ 1019 BIMETAL	3000	2	0,75	1800	1	0,85	6000	0,25	1246	1000	2000	1000	6,00
PSQ 1003 BIMETAL	3000	2	0,75	1800	1	0,85	6000	0,25	1187	952	2000	952	6,30
PLP1004 SHUNT 4P	3000	2	1,50	1800	1	0,85	6000	0,43	1022	714	2000	714	8,40
PSQ 1021 BIMETAL	3000	2	0,75	1800	1	0,85	6000	0,25	831	667	2000	667	9,00
PSQ 1015 BIM PRINC	2000	2	0,75	1800	1	0,85	4000	0,19	621	524	1000	524	7,84
PLP1006NN SHUNT	3000	2	1,50	1800	1	0,85	6000	0,43	613	429	2000	429	14,00
PLP1005 SHUNT 2P	1500	2	1,50	1800	1	0,85	3000	0,25	445	357	1000	357	8,40
PSQ 1018-BIMETAL	3000	2	0,75	1800	1	0,85	6000	0,25	392	314	2000	314	19,09
PSQ 1011 BIMETAL	3000	2	0,75	1800	1	0,85	6000	0,25	344	276	2000	276	21,72
PLP1007NN SHUNT	3000	2	1,50	1800	1	0,85	6000	0,43	306	214	2000	214	28,00
PSQ 1020 BIM N 2P	1000	2	0,75	1800	1	0,85	2000	0,12	177	152	1000	200	10,00
PLP1002 SHUNT 2P	1500	2	1,50	1800	1	0,85	3000	0,25	189	143	1000	187	16,04
PSQ 1005 BIMETAL	1500	2	0,75	1800	1	0,85	3000	0,15	152	129	1000	150	20,00
PSQ 1013 BIMETAL	1000	1	0,75	1800	1	0,85	1000	0,09	19	10	1000	100	10,00
Médias			1,01					0,33					11,84

A.4 – Instrução de Trabalho para utilização do *Signal Kanban*

		GE Power Controls Portugal Unipessoal Lda "Uma Equipa Comprometida com o Sucesso do Cliente"	
OM 0014			
IT PL 6610		INSTRUÇÃO DE TRABALHO	
PAG. 1/3	Departamento: MONTAGEM DE COMPONENTES		
Peça/Produto: SIGNAL KANBAN			Cód. SAP: KANBAN Cód. Local: KANBAN
OP. N.º:	Designação: Utilização do Signal Kanban		

EHS: Uso obrigatório de: - Óculos e Calçado de Protecção

Tamanho do Lote	Código SAP	Código Local	R/P
4000	40139864	4301902093	1
Caixas/Lote	Máquina de fabrico		QTT Caixa
2	PH 29/PH 26		2000
Linha de Produção			
ELCB			

1	Os contentores referentes aos componentes plásticos para o ELCB foram devidamente assinalados com uma fita azul no lado direito. Além disso, todos os contentores foram assinalados com etiquetas que indicam qual o componente, e qual a capacidade de cada contentor.	
2	O funcionário/a responsável pelo abastecimento, deve retirar os componentes que necessita, sempre do contentor que está na posição mais elevada.	







GE Power Controls Portugal Unipessoal Lda

"Uma Equipa Comprometida com o Sucesso do Cliente"

OM 0014

IT PL 661.0	INSTRUÇÃO DE TRABALHO	
PAG. 2/3	Departamento: MONTAGEM DE COMPONENTES	
Peça/Produto: SIGNAL KANBAN		Cód. SAP: KANBAN Cód. Local: KANBAN
OP. N°:	Designação: Utilização do Signal Kanban	

3	Quando o contentor ficar vazio, o funcionário/a responsável pelo abastecimento, tem de virar o contentor de forma a que a fita azul fique virada para o lado esquerdo.	
4	Sempre que se comece a consumir o conteúdo de um contentor marcado com a bandeira Signal Kanban, o funcionário/a responsável pelo abastecimento, tem de colocar a bandeira no Kanban Post mais próximo do local onde se encontra o contentor. Tendo o cuidado de preencher o Kanban Post sempre de cima para baixo	
5	O funcionário/a responsável pelas ordens de produção, ao encontrar a bandeira Signal Kanban no Kanban Post, tem de dar ordem de produção desse mesmo componente, a quantidade a produzir, será a quantidade previamente estipulada para esse Kanban. O funcionário/a coloca a bandeira Signal Kanban no Kanban Post existente junto da máquina de fabrico do componente em causa.	
6	Após estar produzida a totalidade do Kanban, o funcionário responsável pela máquina, coloca os contentores sempre no mesmo local. A totalidade do Kanban vai para a zona de pesagem, onde existe um Kanban Post, colocar neste, a bandeira Signal Kanban	






GE Power Controls Portugal Unipessoal Lda

"Uma Equipa Comprometida com o Sucesso do Cliente"

OM 0014

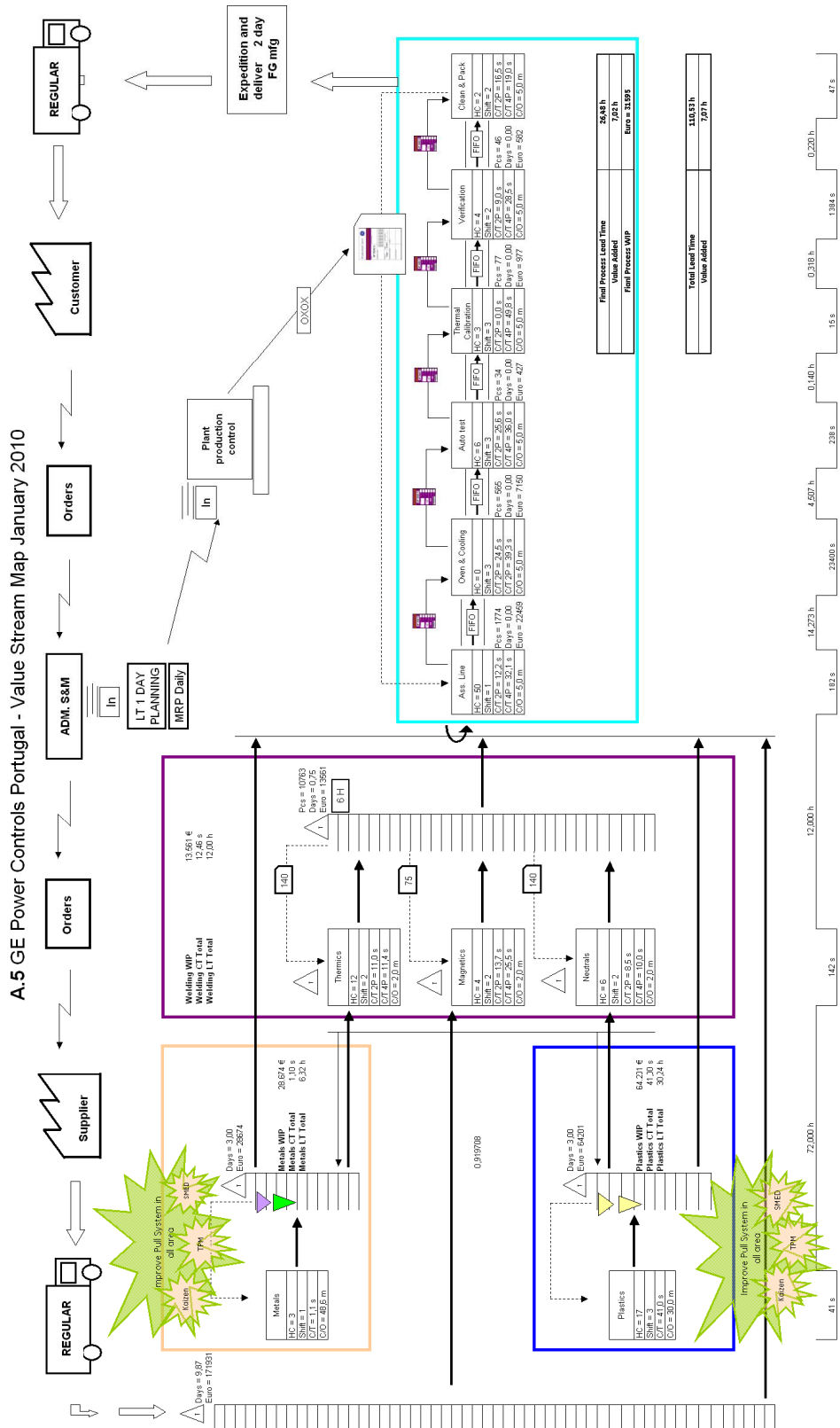
IT PL 661.0	INSTRUÇÃO DE TRABALHO	
PAG. 3/3	Departamento: MONTAGEM DE COMPONENTES	
Peça/Produto: SIGNAL KANBAN		Cód. SAP: KANBAN Cód. Local: KANBAN
OP. N°:	Designação: Utilização do Signal Kanban	

7	Após a pesagem e realizadas as operações necessárias, o funcionário/a responsável, tem de fazer a distribuição da totalidade do Kanban pelos contentores, voltando a colocar a bandeira Signal Kanban, no contentor em que se encontrava no início do processo, pondo fim à ordem de produção.	
8	O último contentor é o de segurança (safety stock), esse por norma nunca deve ser utilizado, se for o caso de apenas existir esse contentor com componentes disponíveis, o funcionário/a responsável pelo abastecimento, tem de pedir autorização ao gestor de produção para utilizar o safety stock. Normalmente o procedimento que se realiza é passar o conteúdo do Safety Stock para o contentor que se encontra na posição mais elevada.	
9	Em casos em que haja rutura total de stocks, tem de ser colocada uma bandeira vermelha de forma a assinalar que existe uma situação de prioridade elevada no fabrico desse componente , tendo em atenção que nesse caso a ordem de produção terá de satisfazer além da quantidade de Kanban estipulada, a quantidade para preencher o safety stock.	
Anexo 1	Este procedimento é de extrema importância, nomeadamente no controlo de stocks, a constituição de Kanbans, é uma ferramenta que permite, através de um processo de optimização contínua, constituir lotes, em que o risco de rutura de stock ou de excesso de stock seja reduzido ao máximo, como benefícios, espera-se uma rentabilização monetária e uma melhor gestão visual da área.	
Anexo 2	O cálculo do contentor em que se tem de dar ordem de produção, é feito tendo em conta o consumo diário previsto para cada componente, tendo também em conta o lead time, ou seja o tempo necessário para a produção da totalidade do Kanban, ao qual se adiciona a quantidade do contentor safety stock.	

Elaborada por:

OM	PL	EP	Q	EHS	Data: 21-09-2009
----	----	----	---	-----	------------------

A.5 – VSM Produção ELCB Janeiro 2010



A.6 – Tabelas na origem da elaboração do VSM e da Classificação ABC actual

Plásticos

Ont Itens	Mtrl Ho	Mtrl Desc	Total Qty	Total Value EUR	%	% acumulado	Classe ABC	Tempo arranque(s)	Rendimento	nº cavidades	Tempo ciclo(s)	Lead time dias
1	40139845	AB 90121	180,000	8.560,00	13,32	13,32	A	1800	0,85	4	20	12,28
2	40140447	TAMPA LATE	9.869	3.163,01	4,823	18,25	A	1800	0,85	6	45	1,03
3	40139823	AB 81752 CZ	1.818	2.049,98	3,191	21,44	A	1800	0,85	8	65	0,23
4	40139827	AB 90102	19.506	1.938,90	3,018	24,45	A	1800	0,85	2	23	3,08
5	40140443	TAMPA LATE	6.786	1.681,57	2,617	27,07	A	1800	0,85	4	30	0,72
6	40153632	SUB CONJ. BA	13.312	1.490,94	2,32	29,39	A	1800	0,85	2	22	2,02
7	40139861	AB 90202C	18.105	1.267,27	2,003	31,39	A	1800	0,85	2	21	2,61
8	40153634	SUB CONJ. BA	11.922	1.207,70	1,88	33,27	A	1800	0,85	2	25	2,05
9	40139858	AB 90186	67.153	1.202,04	1,871	35,14	A	1800	0,85	8	14	1,62
10	40139803	AB 80441 CZ	6.008	1.126,50	1,753	36,90	A	1800	0,85	2	23,5	0,99
11	40139857	AB 90185	62.762	1.123,44	1,748	38,65	A	1800	0,85	8	14	1,52
12	40139441	TAMPA SUPE	644	1.012,95	1,577	40,22	A	1800	0,85	3	45	0,16
13	40139804	AB 80442 CZ	1.901	975,02	1,517	41,74	A	1800	0,85	1	83	2,17
14	40140349	PAL 16	14.975	894,01	1,391	43,13	A	1800	0,85	3	48	3,29
15	40139862	AB 90207 MF	4.579	865,43	1,347	44,48	A	1800	0,85	2	51	1,61
16	40139670	AB 60201	6.918	853,68	1,329	45,81	A	1800	0,85	4	50	1,20
17	40139609	AB 51101	10.735	821,23	1,278	47,09	A	1800	0,85	4	75	2,77
18	40153633	SUB CONJ. BA	7.096	797,59	1,241	48,33	A	1800	0,85	2	23	1,14
19	40139707	AB 65201	8.230	788,43	1,227	49,55	A	1800	0,85	2	60	3,39
20	40139854	AB 90131	17.331	707,10	1,101	50,65	A	1800	0,85	7	23	0,80
21	40139674	AB 65102	8.533	659,60	1,027	51,68	A	1800	0,85	4	65	1,91
22	40139876	D 2008	843	605,86	0,943	52,62	A	1800	0,85	4	45	0,15
23	40139717	AB 65401 BR	3.222	588,66	0,916	53,54	A	1800	0,85	1	74	3,27
24	40139831	AB 90107A M	4.743	583,39	0,908	54,45	A	1800	0,85	4	27	0,46
25	40139439	PLACA DE CC	419	580,69	0,904	55,35	A	1800	0,85	2	50	0,17
26	40139438	PLACA DE CC	544	565,87	0,881	56,23	A	1800	0,85	3	45	0,14
27	40139830	AB 90107 MF	4.619	497,93	0,775	57,01	A	1800	0,85	4	32	0,53
.....
161	40139542	ARO - AB 45	1.543	50,92	0,079	95,50	B			Médias	41,00	1,26
.....
294	40139522	AB 45112 »	4,00	0,26	0,00	100,00	C					

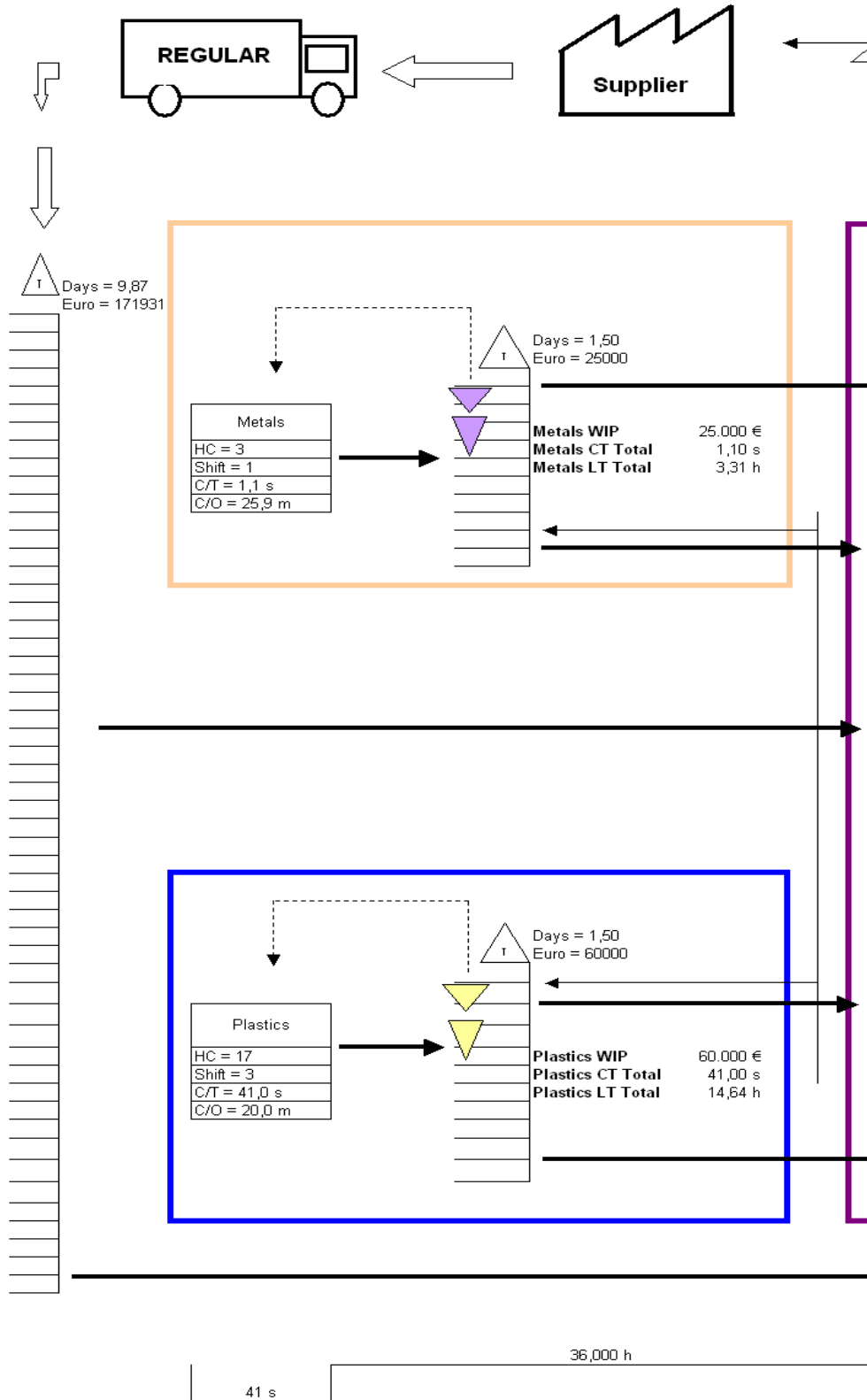
Metais

Ont Itens	Mtrl Ho	Mtrl Desc	Total Qty	Total Value EUR	%	% acumulado	Class ABC	Tempo arranque(s)	Rendimento	tempo ciclo(s)	lead time dias	
1	40154917	PLP1003 SHU	23.367,00	4.554,23	15,88	15,88	A	1800	0,85	1,50	1,51	
2	40154918	PLP1004 SHU	10.623,00	1.795,29	6,26	22,14	A	1800	0,85	1,50	0,72	
3	40155340	PLP1006NN SI	10.748,00	1.750,85	6,11	28,25	A	1800	0,85	1,50	0,73	
4	40155341	PLP1007NN SI	7.207,00	1.594,91	5,56	33,81	A	1800	0,85	1,50	0,52	
5	40154916	PLP1002 SHU	6.726,00	1.301,48	4,54	38,35	A	1800	0,85	1,50	0,49	
6	40139924	PSQ 1003 BIM	12.500,00	1.066,25	3,72	42,07	A	1800	0,85	0,75	0,46	
7	40139936	PSQ 1021 BIM	7.100,00	1.052,22	3,67	45,74	A	1800	0,85	0,75	0,29	
8	40158952	PSW 200	8.550,00	908,87	3,17	48,91	A	3600	0,85	1,00	0,50	
9	40140012	AB60001 PINT	6.859,00	871,78	3,04	51,95	A	3600	0,85	1,25	0,50	
10	40025069	07403168602	35.412,00	833,19	2,91	54,85	A	1800	0,85	1,25	1,88	
11	40139978	PKB 201	14.451,00	523,13	1,82	56,68	A	3600	0,85	1,00	0,74	
12	40139929	PSQ 1015 BIM	4.961,00	517,93	1,81	58,48	A	1800	0,85	0,75	0,23	
13	40139922	PZL0003 (100	46.665,00	494,85	1,73	60,21	A	1800	0,85	0,75	1,50	
14	40139980	CONJ PKM 11	37.383,00	459,81	1,60	61,81	A	10800	0,85	1,25	2,35	
15	40139934	PSQ 1020 BIM	2.963,00	448,89	1,57	63,38	A	1800	0,85	0,75	0,16	
16	40139927	PSQ 1011 BIM	5.707,00	441,15	1,54	64,92	A	1800	0,85	0,75	0,25	
17	40139946	PSW 74 »	11.067,00	429,40	1,50	66,41	A	3600	0,85	1,25	0,71	
18	40139430	AB45112 -TA	5.297,00	424,82	1,48	67,90	A	3600	0,85	1,25	0,42	
19	40139932	PSQ 1019 BIM	4.400,00	368,72	1,29	69,18	A	1800	0,85	0,75	0,21	
20	40139972	PTI 111	20.631,00	352,79	1,23	70,41	A	3600	0,85	1,25	1,20	
21	40139956	PTI 73	35.477,00	347,67	1,21	71,62	A	3600	0,85	1,25	1,96	
22	40139914	PKM 222	8.053,00	335,00	1,17	72,79	A	3600	0,85	1,25	0,56	
23	40140037	PFZ 313Z- R0	34.708,00	315,84	1,10	73,89	A	3600	0,85	1,25	1,92	
24	40139950	PSW 84 »	7.452,00	292,86	1,02	74,92	A	3600	0,85	1,25	0,53	
25	40139966	PYZ 29	29.200,00	292,00	1,02	75,93	A	3600	0,85	1,25	1,64	
26	40139930	PSQ 1018-BIM	4.950,00	283,64	0,99	76,92	A	1800	0,85	0,75	0,23	
27	40139947	PSW 74 R »	7.160,00	280,67	0,98	77,90	A	3600	0,85	1,25	0,51	
28	40139923	PSQ 1001 BIM	3.039,00	266,22	0,93	78,83	A	1800	0,85	0,75	0,17	
29	40139928	PSQ 1013 BIM	3.396,00	258,44	0,90	79,73	A	1800	0,85	0,75	0,18	
30	40140358	PKM 223	10.039,00	248,97	0,87	80,60	B			Médias	1,10	0,79
31	40139931	PSQ 1019 BIM	4.471,00	232,94	0,81	81,41	B					
.....
170	40139937	PST 35	18,00	0,21	0,00	100	C					

A.7 – Layout actual do armazenamento de componentes (Plásticos/Metals)

90101		90102		90103		90202C		90202EIX		90107		90207		
WA/WD												MTO'S		
90218	90123	EXC										MTO'S		
90219	90123													
90218	90123	EXC										MTO'S		
90219	90123													
90218 SS	90123 SS													
90129	90134	90185	90187	90220	90209	90104	90104		90208	90108		MTO'S		
90129	90134	90185	90187	90220										
90129	90134	90185	90187	90220										
90129	90134	90185 SS	90187 SS	90220										
90129 SS	90134		90188	90220 SS	90209	90104	90104		90208	90107		MTO'S		
90131	90135	90186	90188	90318										
90131	90135	90186	90188	90318										
90131	90135	90186	90188	90318	90209 SS									
90131	90135	90186 SS	90188 SS	90318 SS										
90131 SS	90135 SS			90184 SS										
90110	90112	90114	90116	90122	90109	90104	90104	90124	90208	90108	90107	MTO'S		
90110	90112	90114	90116	90122										
90110	90112	90114	90116	90122										
90110	90112	90114	90116	90122										
90110 SS	90112 SS	90114 SS	90116 SS	90122 SS	90109	90104	90104	90124	90208	90107	90107	MTO'S		
90111	90113	90115	90121	90128										
90111	90113	90115	90121	90128										
90111	90113	90115	90121	90128	90109 SS	90104 SS	90104 SS	90124 SS	90208 SS	90107 SS	90107 SS	MTO'S		
90111	90113	90115	90121	90128										
90111 SS	90113 SS	90115 SS	90121 SS	90128 SS										
WA/WD	PLP 1001	PLP 1003	PSQ 1020	PSQ 1019	PSQ 1011	PSQ 1001						EXC		
	PLP 1004	PLP 1005	PSQ 1020	PSQ 1019	PSQ 1011	PSQ 1001								
	PLP 1006	PLP 1003	PSQ 1020	PSQ 1019	PSQ 1011	PSQ 1001								
	P2L 003	PLP 1004	PSQ 1021	PSQ 1018	PSQ 1013	PSQ 1003								
	P2L 003	PLP 1004	PSQ 1021	PSQ 1018	PSQ 1013	PSQ 1003								
	P2L 003	PLP 1004	PSQ 1021	PSQ 1018		PSQ 1003								
	P2L 003	PLP 1005	PLP 1002	PSQ 1019		PSQ 1005								
	PLP 1005	PLP 1002	PSQ 1019		PSQ 1005									
		PLP 1002	PSQ 1019		PSQ 1005									
WA/WD		MTO'S					EXC							

A.8 – VSM Produção ELCB Futuro



A.9 – Tabelas na origem da elaboração do VSM Futuro

Plásticos

Mtrl Ilo	Mtrl Desc	Total Qty Future	Total Value Future EUR	Tempo arranque(s)	Rendimento	n° cavidades	Tempo ciclo(s)	Lead time dias
40139845	AB 90121	10000	468,00	1800	0,85	4	20	0,7
40140447	TAMPA LATERAL 4	9869	3163,01	1800	0,85	3	45	1,02
40139823	AB 81752 CZ	300	338,28	1800	0,85	1	65	0,05
40139827	AB 90102	3850	382,69	1800	0,85	2	23	0,62
40140443	TAMPA LATERAL 2	6786	1681,57	1800	0,85	2	30	0,71
40153632	SUB CONJ. BASE A	4500	504,00	1800	0,85	2	22	0,69
40139861	AB 90202C	3600	255,96	1800	0,85	2	21	0,53
40153634	SUB CONJ. BASE A	6000	607,80	1800	0,85	2	25	1,04
40139858	AB 90186	20000	358,00	1800	0,85	8	14	0,49
40139803	AB 80441 CZ	3000	562,50	1800	0,85	2	23,5	0,5
40139857	AB 90185	20000	358,00	1800	0,85	8	14	0,49
40139441	TAMPA SUPERIOR	300	471,87	1800	0,85	3	45	0,08
40139804	AB 80442 CZ	3200	1641,28	1800	0,85	1	83	3,63
40140349	PAL 16	14975	894,01	1800	0,85	3	48	3,28
40139862	AB 90207 MF	4860	918,54	1800	0,85	2	51	1,7
40139670	AB 60201	6000	740,40	1800	0,85	4	50	1,04
40139609	AB 51101	1000	76,50	1800	0,85	4	75	0,27
40153633	SUB CONJ. BASE A	1500	168,60	1800	0,85	2	23	0,25
40139707	AB 65201	1000	95,80	1800	0,85	2	60	0,42
40139854	AB 90131	12000	489,60	1800	0,85	7	23	0,55
40139674	AB 65102	9600	742,08	1800	0,85	4	65	2,14
40139876	D 2008	843	605,86	1800	0,85	1	45	0,15
40139717	AB 65401 BR	3222	588,66	1800	0,85	1	74	3,26
40139831	AB 90107A MF 2P	6900	848,70	1800	0,85	4	27	0,65
40139439	PLACA DE COBERT	419	580,69	1800	0,85	2	50	0,165
40139438	PLACA DE COBERT	544	565,87	1800	0,85	3	45	0,13
40139830	AB 90107 MF	1800	194,04	1800	0,85	4	32	0,21
						
Médias				1800,00			41,00	0,61

Metals


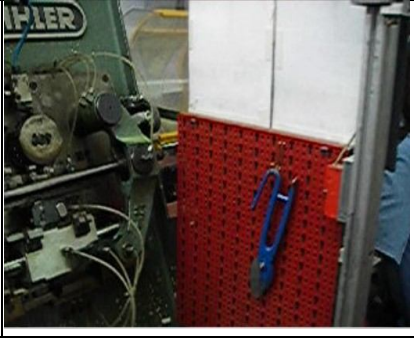
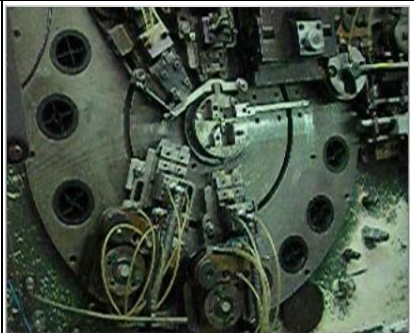
Mtrl Ilo	Mtrl Desc	Total Qty Future	Total Value Future EUR	Tempo Arranque(s)	Rendimento	n° cavidades	Tempo ciclo(s)	Lead time dias
40154917	PLP1003 SHUNT 3	6000	1169,40	1200	0,85	1	1,5	0,31
40154918	PLP1004 SHUNT 4F	2000	338,00	1200	0,85	1	1,5	0,10
40155340	PLP1006NN SHUNT	2000	325,80	1200	0,85	1	1,5	0,10
40155341	PLP1007NN SHUNT	1000	221,30	1200	0,85	1	1,5	0,05
40154916	PLP1002 SHUNT 2F	1000	193,50	1200	0,85	1	1,5	0,05
40139924	PSQ 1003 BIMETAL	3000	255,90	1200	0,85	1	0,75	0,08
40139936	PSQ 1021 BIMETAL	2000	296,40	1200	0,85	1	0,75	0,05
40158952	PSW 200	8550	908,87	1800	0,85	1	1	0,30
40140012	AB60001 PINTADO	6859	871,78	1800	0,85	1	1,25	0,30
40025069	074031686025 E-I	41044	833,19	1800	0,85	1	1,25	1,78
40139978	PKB 201	1000	36,20	1800	0,85	1	1	0,03
40139929	PSQ 1015 BIM PRIN	2000	208,80	1200	0,85	1	0,75	0,05
40139922	PZL0003 (1003927	24000	254,40	1200	0,85	1	0,75	0,63
40139980	CONJ PKM 125 »	70000	861,00	3600	0,85	1	1,25	3,04
40139934	PSQ 1020 BIM N 2F	1000	151,50	1200	0,85	1	0,75	0,03
40139927	PSQ 1011 BIMETAL	1000	77,30	1200	0,85	1	0,75	0,03
40139946	PSW 74 »	6000	232,80	1800	0,85	1	1,25	0,26
40139430	AB45112 -TAMPO	5297	424,82	1800	0,85	1	1,25	0,23
40139932	PSQ 1019 BIMETAL	3000	251,40	1200	0,85	1	0,75	0,08
40139972	PTI 111	20000	342,00	1800	0,85	1	1,25	0,87
40139956	PTI 73	4000	39,20	1800	0,85	1	1,25	0,17
40139914	PKM 222	8053	335,00	1800	0,85	1	1,25	0,35
40140037	PFZ 313Z- ROSCA	30000	273,00	1800	0,85	1	1,25	1,30
40139950	PSW 84 »	3000	117,90	1800	0,85	1	1,25	0,13
40139966	PYZ 29	29200	292,00	1800	0,85	1	1,25	1,27
40139930	PSQ 1018-BIMETAL	1000	57,30	1200	0,85	1	0,75	0,03
40139947	PSW 74 R »	4500	176,40	1800	0,85	1	1,25	0,20
40139923	PSQ 1001 BIMETAL	6000	525,61	1200	0,85	1	0,75	0,16
40139928	PSQ 1013 BIMETAL	1000	76,10	1200	0,85	1	0,75	0,03
Médias				1551,72			1,10	0,41

Anexos B

B.1 – Lista de Possíveis Produtos Acabados a produzir

Material / Produto Acabado						
Mtrl No	Mtrl Desc	Quantidade em stock	Valor €	Quantidade Total	Quantidade em Subcont.	Produto Acabado
40139674	AB 65102	9168	836 €	9600	56€ Subcontr X ; 67€ Subcontr Y	582449
40139717	AB 65401 BR	3148	1.042 €	3150	118€ Subcontr X	585732 / 586989 / 587524 / 583942
40139619	AB 51803 BR	2816	1.048 €	2779	55€ Subcontr Z	583249 / 583311 / 583961
40139438	PLACA DE COBERTURA PROD PLAST	703	980 €	640	106€ Subcontr Y	600796
40139438	PLACA DE COBERTURA PROD PLAST	703	1.086 €	703		600796
40024842	068030816005 BASIS	700	929 €	700		60012 / 60013
40139810	AB 80782	913	889 €	913		600513 / 600512
40139537	AB 45120 »	2561	786 €	2561		583078
40139439	PLACA DE COBERTURA PROD PLAST	551	841 €	551		600797 / 600782
40139903	B 562	1581	816 €	1581		581002
40139791	AB 80202	638	759 €	638		600782
40139792	AB 80261	1173	720 €	1173		600782
40139440	TAMPA INTERMEDIA PROD PLAST	375	620 €	375		600798
40140311	TECLA LARGA BR 0-1	4267	588 €	4267		584755
40024891	A BASIS L31102	940	558 €	940		600792
40139901	A 271	3423	539 €	3423		581301
40139585	AB 45621 MF	1525	481 €	1525		586945
40024851	AGR BASIS L31268	1113	436 €	1113		600783
40139966	PYZ 29	42389	424 €	42389		586091
40139535	AB 45120 BR »	1505	401 €	1505		583278
40139523	AB 45113	13023	371 €	13023		583078

B.2 – SMED realizado na área dos Metais, numa Máquina Bihler

Situação Identificada	Possível Solução	Ilustração
Limpeza da Máquina	Utilização de aspirador, criação de tabuleiro de limpeza totalmente amovível	
Procura de Ferramentas	Utilizar o espaço já disponível para colocar ferramentas da melhor maneira	
Sistemas de Fixação e Aperto	Utilização de encaixes rápidos em vez de roscas, trocar parafusos, por pinos fixadores sempre que possível, usar gabaris de marcação de ferramanta	

B.3 – Instrução para Substituição de Molde numa Máquina de Injecção

Task	Descrição	Time(s)
0	Parar máquina	0
1	Desconectar extracção	30
2	Desligar manguerias óleo	30
3	Buscar molde	300
4	Buscar ABS para purgar cilindro	60
5	Purgar cilindro (Baixa temperatura)	300
6	Aumentar temperatura	20
7	Limpeza máquina e área	300
8	Buscar material ULTEM Caramelo	60
9	Aspirar Material	60
10	Aplicar prisioneiro no molde	60
11	Desapertar molde	60
12	Ligar guincho	60
13	Tirar molde máquina	60
14	Limpeza máquina	60
15	Colocar novo molde	120
16	Apertar o molde	300
17	Retirar o guincho	30
18	Acrescentar placa batente molde	120
19	Libertar prisioneiro	60
20	Apertar parte móvel molde	300
21	Ligar e afinar extracção	180
22	Ajustar fecho e abertura molde	120
23	Ajustar posição do cilindro em relação ao molde	180
24	Ligar mangueria e óleo a 120°C	60
25	Purgar cilindro com Lexan	300
26	Iniciar produção após injecção estabilizar	180

Anexos C

C.1 – Artigo sobre Gestão Visual

Getting
Lean

Driving Lean through the Visual Factory

Visual instructions offer the simplicity employees need.

Imagine arriving at work and viewing a visual display for concise directions on your tasks for the day. Through a standard, visual work order, you instantly know exactly where to go and what to do. This information enables you to begin your duties almost immediately, resulting in improved efficiency and productivity throughout your shift.

While most companies have already adopted a Lean strategy, which inherently includes visual tools, a true “visual factory” goes further. Companies that leverage the visual factory model as the foundation of their Lean practices will find greater opportunities for productivity enhancements.

In reality, the visual factory concept predates Lean manufacturing. And, as the first companies went Lean some 70 years ago, visual tools were a fundamental part of the initial movement. Yet they often aren't discussed or used to their full potential.

In its most simple form, a visual factory uses visual cues and tools to provide all workers with clear and concise communication, which is easily understood across languages and cultural differences. As visual management tools evolve, manufacturers should continuously evaluate and use them as part of any Lean strategy and drive for continuous improvement.

The underlying concept behind the visual factory is tools aimed to provide shop floor employees with the unambiguous information needed to best perform their jobs. Providing employees with verbal and written instructions can sometimes cause confusion. Without clear direction, it can be difficult for employees to work most effectively and make well-informed decisions. Visual instructions offer the simplicity employees need.

The first visual tools were manual, paper-based systems, with much of the work done on a spreadsheet at the front of a line. If a *jidoka* (problem on the line) occurred, a line worker might have rung a bell to signal for help.

While visual factory tools and techniques have changed tremendously throughout the decades, their objectives remain the same today: Deliver information simply and visually, so employees can clearly understand the overall performance health of a line/area; ensure employees have access to needed information, so they don't have to hunt for data; and provide a system for managers to quickly respond to and resolve problems.

As companies first adopted the 5Ss of Lean, manufacturers created visual tools to help employees maintain an orderly workplace and sustain efficiency. The 5Ss include sort – eliminate clutter; set in order – organize; shine – keep area clean; standardize – implement best practices; sustain – maintain processes.

One simple implementation of the 5Ss can be found with mechanic tools such as wrenches. At Solectron, every tool has a specific location, and an outline of the instrument is painted. This makes it obvious if a tool is missing and where it belongs. Space is organized, clean, easily replicated and sustainable.

Modern visual management tools have matured as companies have progressed through the Lean journey. Common visual management tools include:

Production andons display real-time line performance to goals, citing target quantity compared to actual production. This provides managers with a quick way to track line performance and prevents surprises at shift-end.

Jidoka lights can be turned on by shop floor employees if an abnormality occurs on the line, such as a product defect. The light is located strategically above the machines to assist supervisors in immediately identifying and addressing any issues.

Sequencing boards provide customer focus teams, operators and managers with a view of the current shop floor status, including information flow, materials availability, readiness and abnormalities. This ensures employees load lines in accordance to customer demand in sequential order.

Baywatch towers are a more recent addition. They give supervisors an eagle's-eye view of the whole floor. Blinking *Jidoka* lights visible from the tower alert supervisors to problems or abnormalities so they can take immediate action.

Other common visual tools used at Solectron are u-cell manufacturing assembly; parts supermarket to easily and quickly find materials; color-coded smocks to identify unique capabilities of associates; arrows on the floor to guide the production flow, and green labeling for lead-free production lines.

Creating new visual tools to bring more supply chain efficiencies is a continuous process. One way to do this is through *Kaizen* workshops, which give shop floor employees more empowerment and are proven to bring effective visual tools to the shop floor.

Marty Neese is a corporate officer and executive vice president operations at Solectron Corp. (solectron.com), and responsible for global manufacturing, materials management and new product introduction.



C.2 – Artigo sobre 5S



5S FOR SUCCESS

by Vincent W. Howell, CMfgE,
Engineering Project Portfolio
Manager, Corning Inc., Display
Technologies, Corning, N.Y.

► 5S is widely used as a starting place for continuous improvement efforts.

Not a day passes that we don't see the impact of the worldwide economic downturn on the manufacturing industry, including the glass and ceramic sectors. As such, manufacturing leadership is challenged not only with producing superior products, but also with cost control and process efficiencies. These days, the elimination of waste in all aspects of the organization is imperative. Common thinking within process manufacturing is that there are three types of waste: defects, over-processing and waiting (lost time).

Lean manufacturing, or the use of lean tools, has long been a hallmark for continuous improvement strategy. According to the 2003 *Industry Week/Manufacturing Institute Census of manufacturers*, about one-third (36%) of U.S. manufacturers identified lean as their primary improvement strategy. Practitioners, including those who have studied the Toyota (the originator of lean) manufacturing system, frequently highlight benefits such as repetitive order characteristics; just-in-time materials/pull scheduling; short cycle times; quick changeovers; continuous flow; collocated machines, equipment, tools and people; efficient space utilization; a multi-skilled, flexible workforce; waste reduction (in time, materials and other process variables); and high first-pass yields/reductions in defects.

These results can be achieved by the effective use of such lean tools as value stream mapping, error proofing (Poka Yoke), Kaizen (continuous improvement), self-directed work teams, quality system certification, total productive maintenance (TPM) and 5S. Many others are available, but these key tools can help resolve many manufacturing issues, whether in process or discrete manufacturing industries. Though the benefits can be significant, the current reality is that some companies feel cost constrained in making the investment in a full-blown lean strategy.

As a result, the question often is, "Where can we begin to lay a foundation for lean manufacturing in the future?" One good starting point is the use of the 5S concept, which originated in Japan and is widely used in the U.S. as a starting place for continuous improvement efforts. The concept has gained popularity because "5S creates a work environment that is clean, well-organized and efficient. It provides your organization with a rapid, visible achievement while preparing your workforce for other advanced improvement efforts."¹

What is 5S?

A process industry is commonly referred to as a manufacturing process where a chemical change has taken place, and it includes segments such as glass and ceramics, as well as industries associated with the manufac-

ture of chemicals, minerals, coal, metal, and consumables, to name just a few.

The philosophy of 5S is built around the following five terms (see Figure 1, p. 18):

- Sort (Japanese translation, *Seiri*)
- Set in Order (*Seiton*)
- Shine (*Seiso*)
- Standardize (*Seiketsu*)
- Sustain (*Shitsuke*)

Sort (Seiri)

Sorting is the first step of 5S. The importance of this concept lies in looking at items (i.e., tools, lubricants, items used for job changes) in the work setting and deciding what is really needed to get the job done efficiently and effectively. If it is essential for the job, it is tagged; if it is not necessary, it should be discarded.

Set in Order (Seiton)

Think of this concept as determining where everything that is needed to do the job should be placed for easy access. Every item needed for the job—every tool, every SOP, even the MSDS manual—must have a home where it can always be found when it is needed. In most process industry job changeovers, the time can be long and changeovers can be frequent. Line downtime (waste) is increased if equipment needed for the job must be found because it is not in its place.

The benefit of Set in Order is that everything needed for the job is clearly visible in

5S FOR SUCCESS



Figure 1. The philosophy of 5S is built around these five terms.

a designated location. A good example of this concept is a maintenance shop that has a board on the wall with an outline of every tool that belongs there. Every tool is visible; if it is not in the appro-

appropriate spot, the user can recognize the need to take corrective action ahead of time. Therefore, knowing where to look is the first step in the beginning of a standardized process, as pointed out in the *Journal of the Institute for Quality Assurance*.²

Shine (Seiso)

This third concept is based on the fact that the process has now eliminated what is not needed and organized the required tools and equipment for efficient use. As a result, the next step is to keep the work area and process equipment—everything else used to make the product—clean. A dirty production process increases the potential for process variability.

For example, consider dirt getting into a batch or coating process and causing rejects down the line due to “foreign material.” A dirty process often requires more time for changeovers due to cleanup-related issues, with the ultimate result being a loss of production or equipment failure. Again, this lost time is considered waste and non-value-added time. Another issue worth considering is that an unclean area is more susceptible to safety issues that could potentially cause worker injury.



This ASI unloader was designed to handle 40,000 modular brick per hour.



ASI Unloading Systems are the most efficient and productive unloaders you can find anywhere. Designed and manufactured in the USA, our unloaders feature a unique counting/split system

for reliable counting of *all* brick sizes, *even split pavers*.

Call us today to learn more about the most efficient, productive and easily maintained systems of their kind.

P.O. Box 520 Knoxville, AR 72845 • 800-541-2468
www.asideas.com

No Matter How You Stack It

ASI Unloading Systems Are Up To The Challenge!

Standardize (Seiketsu)

The focus of this term is to have a standardized process for maintaining the system. One lean industry group maintains that this fourth concept “consists of defining the standards by which personnel must measure and maintain ‘cleanliness.’ [For the work environment], visual management is an important ingredient of SEIKETSU. Color-coding and standardized coloration of surroundings are used for easier visual identification of anomalies in the surroundings. Personnel are trained to detect abnormalities using their five senses and to correct such abnormalities immediately.”³

Sustain (Shitsuke)

Most users and research on the implementation of 5S often say this is the most challenging step. It involves making the 5S philosophy a way of life so that the organization can maintain the gains that have been achieved. The concept revolves around practicing the new habits that are being learned. It entails that everyone who is involved feels empowered to maintain order, cleanliness and the standard operating procedures as a normal way of life—as opposed to as a response from an audit finding. As user experience points out, this step “focuses on defining a new status quo and standard of work place.”⁴

Lessons Learned

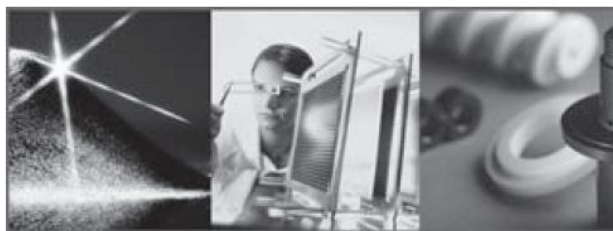
Numerous process industry companies have begun the process of implementing lean manufacturing. Some have even made it an integral part of their business strategy, and many began their journey using 5S. For those contemplating methods for the elimination of waste, as well as positioning their organization for long-term improvement, many lessons can be shared from those who successfully use 5S.

A maker of glass X-ray tubes implemented several lean initiatives, including 5S and Design for Six Sigma. The company applied 5S throughout its facility as a first step in going lean, but they also used the gains from 5S to put emphasis on elimination of wait-time and non-value-added activity.⁵

In another example, one pharmaceutical manufacturer set up Kaizen (continuous improvement) teams to improve safety, documentation, equipment startup and implementation of a 5S program. When the teams met their goals, the company also found that operators “readily take ownership

of problems and offer opinions on how processes can be improved.”⁶

A state government ecology agency and a paint manufacturer conducted a joint study that focused on the linkages of lean and environmental control.⁷ The research study included implementation of 5S to develop and organize a visual and cen-



Materials | Development | Solutions

Advanced Ceramic Powders

H.C. Starck produces a full range of Advanced Ceramic Powders, from Aluminum Boride to Zirconium Nitride. Besides providing standard grades, H.C. Starck can also produce powders to individual customer requirements.

	MAIN PRODUCTS	TYPICAL APPLICATIONS
NITRIDES	Aluminum Nitride (AlN)	> Substrates, Fillers for Polymers, Heat Sinks
	Boron Nitride (BN)	> Lubricants, c-BN, Fillers, Evaporation Boats
	Silicon Nitride (Si ₃ N ₄)	> Wear Parts, Ball Bearings, Cutting Tools
CARBIDES	Boron Carbide (B ₄ C)	> Additives, Thermoelements, Armor
	Silicon Carbide (SiC)	> Additives, Sliding Bearings, Seal Rings, Wear Parts
BORIDES	Titanium Diboride (TiB ₂)	> Evaporation Boats, MMCs, Crucible Materials
SILICIDES	Molybdenum Disilicide (MoSi ₂)	> Ceramic Composites, Heating Elements
BORON	Amorphous + Crystalline (B)	> Neutron Absorbers, Igniter in Airbags, Additives
OXIDES	Yttrium Oxide (Y ₂ O ₃)	> Additives
	Lanthanum-Strontium-Manganese Oxide (LSM)	> Solid Oxide Fuel Cells
	Stabilized Zirconia (YSZ)	> Solid Oxide Fuel Cells

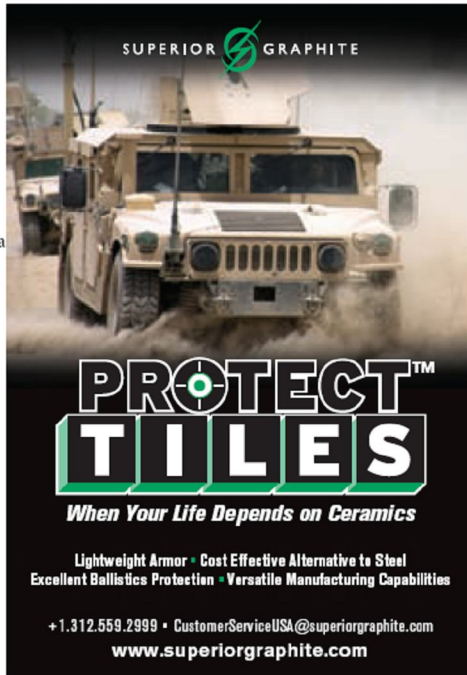
H.C. Starck Inc.
8050 Beckett Center Dr, Suite 304
West Chester, OH 45069
USA
T +1.513.942.2815
F +1.513.942.2825
karsten.beck
@hcstarck.com

H.C. Starck GmbH
Im Schleeke 78-91
38642 Goslar
Germany
T +49 5321 751-3755
F +49 5321 751-4145
michael.drost
@hcstarck.com

H.C. Starck Ltd.
1-30-5 Hamamatsucho
Minato-ku, Tokyo 105-0013
Japan
T +81 3 5776 5021
F +81 3 5402 0071
toshihiro.ejima
@hcstarck.com

www.hcstarck.com
info@hcstarck.com





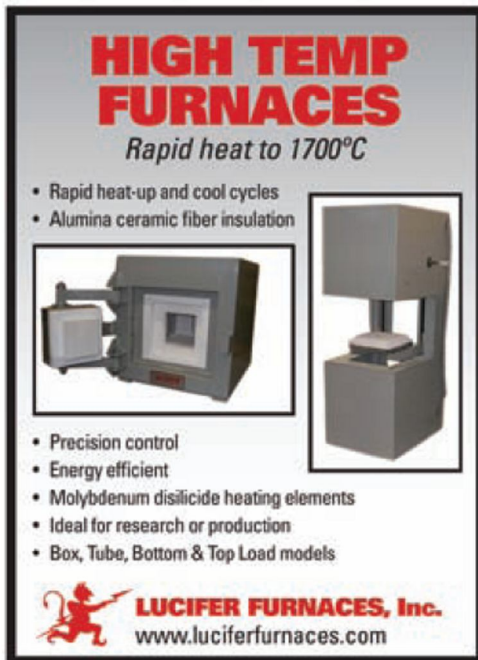
SUPERIOR GRAPHITE

**PROTECT™
TILES**

When Your Life Depends on Ceramics

Lightweight Armor • Cost Effective Alternative to Steel
Excellent Ballistics Protection • Versatile Manufacturing Capabilities



+1.312.559.2999 • CustomerServiceUSA@superiorgraphite.com
www.superiorgraphite.com




**HIGH TEMP
FURNACES**

Rapid heat to 1700°C

- Rapid heat-up and cool cycles
- Alumina ceramic fiber insulation

- Precision control
- Energy efficient
- Molybdenum disilicide heating elements
- Ideal for research or production
- Box, Tube, Bottom & Top Load models

 **LUCIFER FURNACES, Inc.**
www.luciferfurnaces.com

5S FOR SUCCESS

tralized workstation approach. In addition, the study focused on improving the layout of equipment, materials and product flow. The combined efforts resulted not only in waste reduction from 5S efforts, but also a reduction in hazardous waste disposal costs and decrease in the amount of wasted paint solvent.

Since they have a similar chemical process orientation to the paint industry, the glass and ceramic industry can clearly benefit from a similar reduction in environmental risk. Glass manufacturing produces large amounts of raw materials to produce batches within specialized facilities. In various stages of manufacture, handling finished products, chemicals, equipment and processes poses significant hazards.

A crystal manufacturer based in Scotland set out to improve its glass melting and forming operation in order to reduce fuel consumption and improve manufacturing efficiency. Though not necessarily termed as lean, the company also implemented a small work team structure. In addition, a best-practice program based on the 5S system was also implemented. The changes and new systems were welcomed by the department's staff, and the result has not only involved teams taking ownership for their working environment, its cleanliness and operations, but also the implementation of improved planned preventative maintenance programming.⁸

Continuous Improvement

The process industry offers numerous success stories based on the implementation of 5S, and the current state of manufacturing demands continuous improvement and waste reduction, even in the midst of change. 5S is a good starting point. The utilization of 5S methodologies provides appropriate tools for adapting to change and preparing for a successful future. ☺

For additional information, contact the author at (607) 974-8179 or howellvw@corning.com.

References

1. "5S-Visual Workplace," <http://www.tpslean.com/5s.htm>.
2. "The Five Ss: Number 4: Seiketsu (Standardization)," *Journal of the Institute for Quality Assurance*, http://syque.com/quality_tools/tools/Tools47.htm.
3. "The 5 'S' Process: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke," <http://www.siliconfareast.com/552.htm>.
4. Skaggs, Todd, "Essential in Lean Manufacturing is The 5-S Philosophy," http://www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance-leanmfg/5sphilosophy.htm.
5. Wichelecki, Steve, "Making It in Medical," *Quality Magazine*, December 30, 2008, http://www.qualitymag.com/Articles/Cover_Story/BNP_GUID_9-5-2006_A_10000000000000494922.
6. "Alza: Kaizen, 5-S Drive Development of Combination Product," <http://www.pharmamanufacturing.com/articles/2005/248.html>.
7. "Lean & Environmental Case Study: Columbia Paint & Coatings," <http://www.ecy.wa.gov/pubs/0704032.pdf>.
8. "Crystalmaker continues to move onwards and upwards," <http://www.allbusiness.com/nonmetallic-mineral/glass-glass-manufacturing/545686-1.html>.

C.3– Artigo sobre TPM

Cover Feature | Maintenance

TPM: Healthcare

Total productive maintenance is helping material handlers keep their equipment healthy while it's running, instead of waiting until it breaks.

By Mary Aichlmayr

Anyone following the U.S. healthcare debate may have noticed that medical professionals, while differing on solutions, seem to agree there's a problem with the current system. Physicians and other healthcare experts point to ever-climbing costs of a system based on "reactive medicine." For too long, they say, we've been fixing diseases rather than preventing them in the first place. They point to an aging population and the impending retirement of baby boomers as proof that a major shift in the way we think about medicine is long overdue.

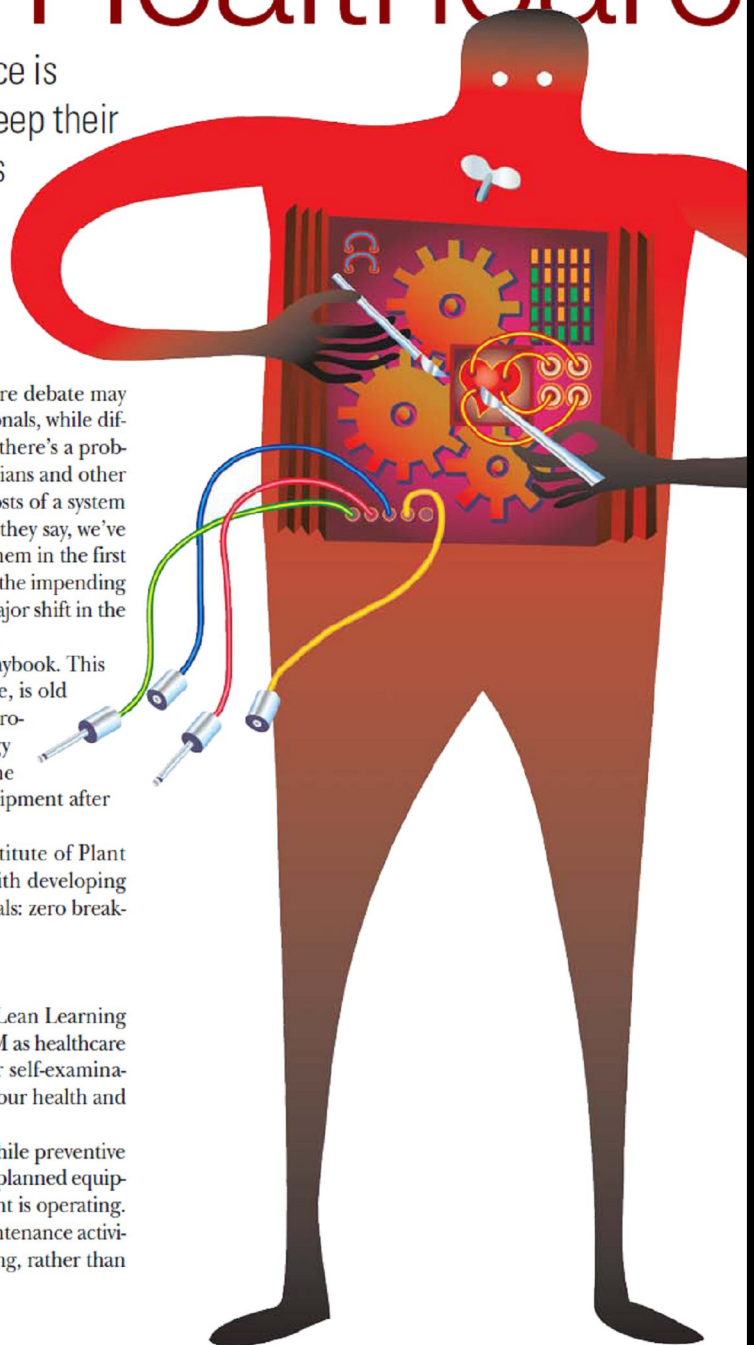
They should take a page from the lean playbook. This shift in thinking, from reactive to preventive, is old news for lean organizations. Consider total productive maintenance (TPM), a lean strategy that focuses on eliminating costly downtime caused by reactive maintenance—fixing equipment after it breaks.

Seiichi Nakajima, an officer with the Institute of Plant Maintenance in Japan, is usually credited with developing and defining TPM, which has three main goals: zero breakdowns, zero defects and zero accidents.

More Than Prevention

Andy Carlino, co-founder and partner at Lean Learning Center (www.leanlearningcenter.com), views TPM as healthcare for equipment. "It's similar to doing regular self-examinations and monitoring your diet to maintain your health and prevent sickness before it happens," he says.

But prevention is just one part of TPM. While preventive maintenance (PM) procedures coincide with planned equipment downtime, TPM occurs while equipment is operating. "The 'productive' in TPM means routine maintenance activities are performed while equipment is running, rather than



for Equipment

waiting for planned or unplanned maintenance,” Carlino explains.

“These activities could involve oiling a chain, listening for motor noise or just making sure equipment is operating the way it’s supposed to.”

The “total” in TPM means all employees, not just maintenance workers, are responsible for equipment health, he adds. “With TPM, problems are detected earlier because of operator involvement. Operators notice small problems, which eventually become big problems if unchecked. With TPM, everyone is engaged in the health-care system for equipment,” Carlino says. “Think of it as you, your spouse, your doctor and your dietician all being engaged in your health, rather than just the doctor.”

TPM Basics

Carlino believes many organizations have a narrow view of TPM. “They see it as just another tool in the lean toolbox,” he says. “They don’t recognize TPM is a manifestation of lean thinking.” Carlino explains that TPM can help an operation eliminate many, if not all, of the Eight Wastes which, according to lean thinking, companies tend to have: excessive inventory, overproduction, over-processing, defects, idle time/waiting, excessive transportation, unnecessary motion and unused employee knowledge.

“Lean means having systems in place to solve problems,” he says. “With TPM, an operation subscribes to problem solving as a principle of lean.”

Material handling operations, in both manufacturing and distribution settings, can begin to practice TPM with a few small steps. “Start from a stable environment by cleaning and inspecting equipment,” suggests Carlino. Then, create operator checklists and a tagging system. “Similar to an airline pilot



A technician uses a predictive maintenance handheld tool to perform an asset conformance check with overall and frequency-based vibration readings.

PHOTO COURTESY OF SKF USA INC.

performing pre-flight, in-flight and post-flight checklists, there are many activities an operator can perform before, while and after running equipment,” Carlino notes. “Operators don’t replace maintenance people, but they should understand how the equipment runs so they can identify potential problems.”

He describes how a tagging system could work: “A yellow tag means an operator identified a potential problem in need of repair, and management schedules maintenance. A red tag means maintenance must respond immediately to prevent safety-related problems or equipment breakdown.”

According to Carlino, TPM takes a comprehensive, total approach to maintenance. “Operators contribute

their expertise in running the equipment, and maintenance contributes technical knowledge about repairing it. TPM encourages employee engagement. The traditional, us-against-them mindset is rejected. Everyone in the operation works collectively to maintain the health of the equipment.”

The Missing Piece

Michael J. Trainor, senior consultant at bearings manufacturer SKF Asset Management Services in the company’s service division (www.skf.com/reliability), sees TPM a little differently. “Organizations have been doing classical TPM for years,” he says, “but they missed the reliability piece.”

Trainor believes TPM is more effective when it’s tied to reliability-centered maintenance (RCM). The overall equipment effectiveness of RCM, combined with the cultural changes of TPM, results in a hybrid approach that eliminates everything that is not necessary to achieve reliability, he says.

RCM is a structured process, originally developed in the airline industry, to determine the equipment maintenance strategies required for a physical asset to ensure it fulfills its

Cover Feature | Maintenance

intended functions in its present operating context, Trainor explains. RCM supports the planned maintenance and autonomous maintenance pillars of TPM and therefore facilitates continuous improvement.

TPM alone can lead to over-maintaining equipment, says Trainor. "Traditional TPM relies on operator inspections and checks that may not be necessary if a

more proactive approach is taken," he says. "The hybrid approach incorporates preventive and predictive maintenance to diagnose and determine exactly when action needs to be taken."

"Up to 40% of manufacturing costs can be contributed to maintenance," Trainor adds. "Downtime, breakdowns and repairs can cost three times as much and take three to five times lon-

ger than proactive maintenance procedures."

Here again, the healthcare analogy seems appropriate. Preventing disease through simple lifestyle changes is much less expensive than treating the body once it's broken. How much money could be saved if all material handling industries embraced TPM? **MHM**

From Reactive Maintenance to Total Productive Maintenance

TPM requires a group effort led by dedicated managers.

By Anthony Manos

It's hard to believe that, in today's world, there are still many companies using reactive maintenance (RM) as their main way of responding to machine issues. At one company, we discovered that 95% of the maintenance time on a machine was breakdown maintenance, and only 5% was preventive maintenance (PM). We didn't even trust those numbers because maintenance personnel didn't fill out work orders accurately and completely.

Even if the number was much higher, say 50/50, would you want to run a maintenance system this way? How could you possibly have an effective program if you cannot plan for 50% of your time?

From RM to TPM

Some companies have moved up to PM or even predictive maintenance (PdM). But how many have effective autonomous maintenance systems, track overall equipment effectiveness (OEE) and employ maintenance prevention and total productive maintenance (TPM) practices?

I was surprised to see that one of the most publicized subjects in lean is TPM. If TPM has more books devoted to it than other lean topics like 5S, quick changeover, pull systems and kanban, then why don't more people know about it and more organizations practice it?

I have probably heard every excuse in the book. But excuses won't work in today's global marketplace. If you can't keep your equipment running and producing quality items, but your competition can, your market share will quickly decrease.

Involve Four Groups

To move your maintenance system forward, from RM to TPM, four groups must be actively involved in keeping equipment in good working order: operators, maintenance

personnel, engineers and managers.

Operators must be trained in basic maintenance and help collect data and information for OEE calculations. Once, when I tried introducing a company to autonomous maintenance, in which operators do some of the basic maintenance, I was astounded to hear a maintenance person say, "We don't want the operators touching the machines!"

I was perplexed by this statement. First of all, operators usually touch the machines more than maintenance personnel. There is also a benefit for the operators to know the machines better by doing basic maintenance. Third, this would free up maintenance personnel to do more important things, like PM or PdM or even filling out the record sheets they never seem to have time to do. I think the person was really trying to say that he didn't want untrained people doing harm to the machines he had to work on. That makes sense. So, operators must be trained to do basic maintenance.

It is imperative to help maintenance personnel get out of the reactive, fire-fighting mode. They must work on developing an effective and efficient PM program and should also be spearheading a PdM program. Managers should tap their expertise to train operators and work with engineers to create better equipment.

Engineers must actively participate in maintaining the equipment and even making it better. They should design equipment for easy maintenance or maintenance prevention. They should also focus on rightsizing equipment and analyzing total lifecycle costs for each machine. Most engineers fail to realize they need to think about ease of maintenance, quick changeover, layout and flow in addition to cost and speed. Engineers should have the attitude that a new piece of equipment is in the worst condition it will ever be in on the day it arrives at the facility. They should be constantly thinking of ways

C.4 – Artigo sobre SMED

FOR ANY MANUFACTURING STEP FOR PROCESSING A VARIETY of product types or materials, determining the total campaign length for each product type is a key operations management decision. If product changeovers (setups, transitions) are long or costly, there is a tendency to run long campaigns before changing to the next product to minimize the overall penalty incurred with changeovers. This drives higher inventory in work-in-progress and finished product inventory. It also tends to create other forms of waste: movement waste may be created if the extra material must be conveyed to a remote storage location instead of flowing to the next step. Yield losses may be increased if any of the material is out of specification; it may take longer to get to the point in the process where defects are recognized, so more out-of-spec material will be produced before the problem is discovered. And since material is being produced for which there is no immediate downstream need, overproduction waste is created. Long campaigns also reduce operational flexibility, and make the process less responsive to changes in customer needs. Of course, long changeovers steal capacity away from profitable production, too.

For all of these reasons, it is critical that product changes be accomplished as quickly as possible so that short campaigns are feasible and valuable capacity can be used to meet customer needs.

Toyota recognized this in the early 1950s as the Toyota Production System began to evolve. One of the most time-consuming changeovers they faced was the replacement of the dies on the large presses used to stamp out auto body parts, which took several hours. Shigeo Shingo, an industrial engineer consulting with Toyota, developed a methodology for examining all setup operations and modifying the setup process to reduce the overall time. Using Shingo's techniques, Toyota shortened the die changes from three hours to 15 minutes by 1962 and to an average of three minutes by 1971. In recognition of this tremendous accomplishment, Shingo's methods and techniques have become the standard for changeover reduction and have come to be known by the acronym SMED for single-minute exchange of dies.

Changeover and campaign length are even more of an issue in process industry plants, plants that produce materials like paints, paper products, foods, beverages, personal care items and fibers and apparel rather than assembled products such as refrigerators, cell phones or automobiles. The equipment found in process plants is often large enough and expensive enough that dedicating a line to each specific product or product family is not economically viable. A given process line must be shared by a wide variety of product types, often with

vastly different operating conditions and settings.

Changeover complexity is another challenge for process lines. In addition to the mechanical and electrical changes that may be necessary when changing to a different product, there are often chemistry and physics changes that are required as the process is reaching equilibrium on the new product and reaching specified properties. Thus, the traditional SMED methodology must be broadened to address these additional changeover challenges.

SMED concepts

Four of the fundamental ideas that SMED promotes are:

- Identify external tasks and move them outside of the changeover time. Recognize that some of the tasks normally done during a changeover can be done before the equipment is turned off and production stopped or after the process is running successfully on the next product. These are called external tasks and include things like bringing all of the necessary tools and new parts to the equipment. As the setup nears completion, moving parts or assemblies disjointed from the equipment and other housekeeping tasks can often be performed after the equipment is turned back on. These external tasks can consume a lot of time so moving them outside of the time window when the machine is not producing can shorten changeover time dramatically.
- Determine if any of the remaining internal tasks can be modified so that they are done as external tasks, such as



Adapted from Lean for the Process Industries - Dealing with Complexity by Peter L. King. © 2009 CRC Press.

SMED in the process industries

pre-assembly of any apparatus or tooling required, and any required preheating of new components that could be done before being installed on the equipment.

- Simplify the remaining internal tasks. Use dowels, locating pins, fixtures and visual marks to speed the time required to get new parts in place. Standardize bolts where possible to minimize the number of wrenches required. Use quick-disconnect fasteners where possible. Use poka-yoke (mistake-proofing) techniques to ensure that the apparatus cannot be installed incorrectly.
- Where feasible, perform internal tasks in parallel. If two operators can perform tasks concurrently, the time can often be reduced without increasing the total labor content of the setup.

The key to SMED is analyzing everything that happens during a changeover to understand what can be moved to be done outside the changeover window and how the remaining internal tasks can be simplified, shortened and perhaps done in parallel, as shown in Figure 1. Developing a detailed process map and timing diagram is a good way to start the SMED analysis. Video recording also provides a valuable view of what actually happens during the changeover. Point-to-point diagrams (“spaghetti

charts”) can highlight opportunities to reduce the time operators spend walking, by relocating tools, parts and even control panels. Cross-functional process maps (“swim lane charts”) are another effective tool to clarify changeover tasks, particularly to see where tasks can be done in parallel.

A value stream map provides insight into where SMED can have the biggest benefit. These are not necessarily the steps with the longest changeover times, but may be the steps with large changeover losses, especially those where changeover losses rather than time cause long campaigns and high inventory. In process plants, material lost during changeover is often much more of a concern than time lost.

After a successful SMED process, it is critical that campaign length be re-examined and shortened to take advantage of the changeover time reduction, so that all of the wastes described above can be reduced.

Product transitions in the process industries

In parts manufacturing plants, setups generally consist of mechanical and/or electrical modifications to the equipment, subsequent calibration and adjustment steps, and often creation of a test part to check dimensions against

CHANGEOVER WINDOW

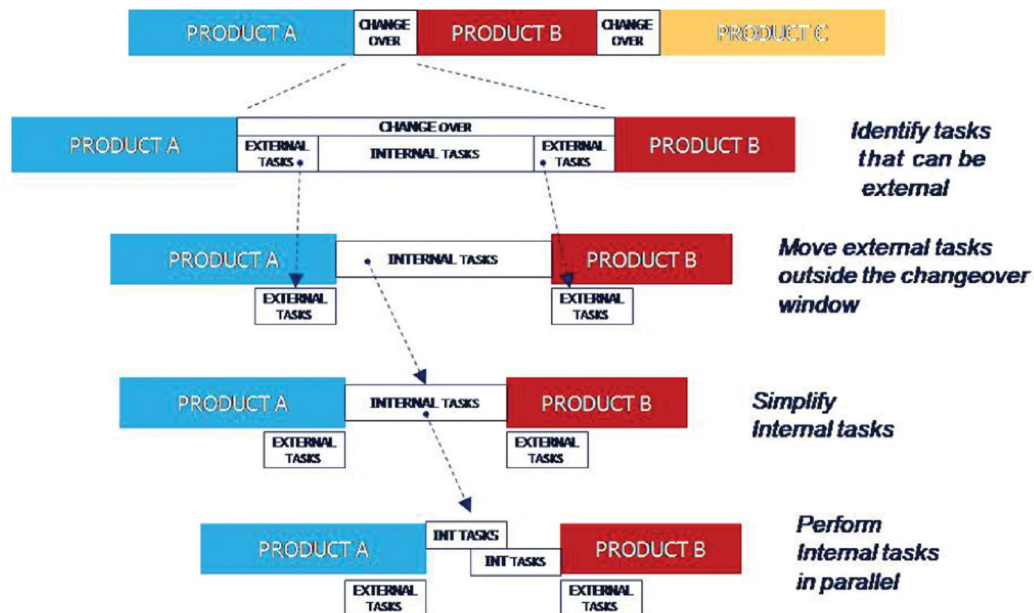


Figure 1. Remaining internal tasks may be simplified, shortened and done in parallel.

STABILIZATION



Figure 2. A transition where the changes include a combination of manual tasks and chemistry and physics

acceptable tolerances. Changeovers in process plants also include tasks of this nature, such as resetting the width of the die in a sheet casting process or changing the extrusion die shape in a breakfast cereal extrusion process. However, it is frequently the case that more of the time is spent in cleaning out the raw material feed systems and the processing equipment to prevent cross-contamination. In many food processing plants, for example, equipment is shared among several product varieties, which may or may not contain allergens such as peanuts. This can pose very stringent requirements for cleaning between products.

But there are often additional changeover issues to be resolved in process operations, as shown in Figure 2. In extrusion, sheet good and batch chemical processes, much of the time lost is the time required to bring the line to the appropriate temperature, pressure, speed, thickness and viscosity, after all the mechanical tasks have been performed. Therefore, the SMED process must also deal with these so that the total time for the changeover including the time for process conditions to stabilize is reduced. Since these components of the transition are more dependent on the process chemistry or physics than on manual tasks, more technology-related solutions are often employed. These may include techniques like adaptive process control to speed up ramping back to first grade product and thus also reduce the accompanying yield losses.

A summary of the kinds of tasks often required in a process line include:

- Getting tools
- Getting replacement parts (gaskets, filters, guides)
- Cooling the equipment down
- Mechanical modifications
- Calibrating, adjusting
- Heating the process equipment
- Discarding spent parts
- Putting tools away
- Getting material temperature, pressure and viscosity back to process conditions
- Getting properties back within product specifications

Let's examine different changeover situations typical of process lines. Paper and film production operations often include a slitting step, where the large master roll, which may be 10 to 12 feet wide, is cut to narrower widths to meet customer needs. Changing knife positions on a slitter typically requires only manual tasks. When a new roll with a different cutting pattern is placed on the slitter, all that needs to be done is to relocate the rotating knives to the new positions along their shaft. Once that operation, requiring less than five minutes, is done, the machine can be restarted. SMED should be used to examine the specific steps in loosening

MANUAL QUALITY



Figure 3. A changeover where all tasks are completely manual

SMED in the process industries



Extreme process changeover

The process step that applies photosensitive emulsion in the manufacture of X-ray films represents the most complex type of process changeover. The base film for X-ray products is typically cast and wound onto wide (8 to 12 feet) rolls, several feet in diameter. At some later time, these cast rolls are removed from storage, unwound and moved through a coating operation where the emulsion flows through a long narrow die lip onto the base film. The coated film is then rewound and stored for later slitting, chopping and packaging. The specific emulsion differs by product type and end use: the photosensitive characteristics of films used to X-ray welded structures to detect cracks are quite different from the properties required to X-ray teeth and gums.

When product changes occur, the emulsion type must be changed, and the die lip removed and cleaned. Once these manual tasks have been completed and the line restarted, the film must be run for enough time to allow the emulsion flow to stabilize. Then samples must be collected and taken to a lab to be tested to ensure that the photographic properties are within specifications. The lab procedure involves exposing the film under very carefully controlled conditions, developing the film and then testing its properties. This procedure can take several hours, and during that time the film being produced must be put on "quality hold." If any properties are out of spec, the rolls must be scrapped. Only after receiving acceptable test results can the product be released as first grade.

An SMED activity would address the die replacement and cleaning operations. It may even be suggested that a second die be purchased so that a clean die is always ready to install; the cleaning operation then becomes external to the changeover.

Since most of the changeover time depends on lead-time through the lab, SMED would also focus very specifically on lab operations. What may then be discovered is that the lab has been managing performance to ensure quality, accuracy and repeatability of test results, and to optimize laboratory costs, with little regard for impact on flow or lead-time in the manufacturing process.

When this is found to be the case, SMED focuses sharply on flow through the lab and on lab scheduling processes. It may be appropriate to prepare a value stream map of the testing lab, including the information flow. Opportunities would include improving information flow between the coater area and the lab, prioritizing testing sequence, providing technicians for lunch relief, increased staffing during critical periods and perhaps buying more analyzers to do more testing in parallel. It may be that samples are batched; i.e., gathered into groups before testing, causing additional delays. In that case, single-piece flow should be evaluated.



COMBINATION CHANGEOVER



Figure 4. A transition where the changes are completely in chemistry or physics

the knives, repositioning them and re-tightening them to decide if a different locking technique would be appropriate, or if a second operator working in parallel would speed up the task. If there is any possibility that knives can be positioned incorrectly, then a more positive positioning mechanism involving detents, pins or precise markings should be considered. Poka-yoke mistake proofing techniques could be employed.

Changing the size of the bag or box in a cereal, snack food or fertilizer packaging line is another changeover with only manual tasks; cleaning out pneumatic lines, loading the new bag stock and performing mechanical settings and adjustments are all that is required. Conventional SMED methodology can have great value in improving these setups.

In a food-processing plant, products being baked as they are conveyed through an oven may require different oven temperatures or different belt speeds for different products. Thus, the only time-consuming change to be made during the transition is to raise or lower oven temperature; belt speed changes can be done very quickly. The SMED process should include people who are very knowledgeable in heating and ventilating, in heat transfer, and in the physics and chemistry of baking processes.

These structured brainstorming sessions have proven to be a very effective way to generate novel concepts for resolving complex chemical and physical problems, and are often done as part of SMED in the more difficult situations. They are most effective when done as a kaizen event, with everyone who has knowledge of the problem and potential solutions represented in the event.

SMED beyond product changes

Although SMED can be quite valuable in optimizing product transitions, it has additional uses in process plants. In many process operations, equipment must be changed not because of a product change but because some part of the equipment has become fouled, corroded, eroded or spent.

Even in completely continuous chemical processes that produce a single product 24 hours a day, 365 days per year and therefore never undergo a product change, the equipment must be taken off line periodically to replace a catalyst bed, replace a corroded part, clean residue off of vessel walls or resurface precision equipment. For example, in extrusion processes like plastic film casting, fiber spinning, plastic pellet forming and cereal dough extrusion, the extrusion head, die or spinneret can become constricted because of accumulated material and require cleaning or replacement well before a product change is scheduled.

If not managed well, and executed in the minimum possible time, these changes incur most of the waste that product changes do. Inventory (waste) is needed to maintain flow during the scheduled outage and to protect against the possibility of a longer than planned outage. Bringing tools and replacement parts to the equipment creates movement waste. Yield losses can follow the replacement as the process is getting back within acceptable performance limits. SMED, therefore, has value in analyzing and optimizing all of these tasks, even though they are not specifically related to a product changeover.

Just as SMED has been very successful in dramatically shortening changeovers in assembly operations, it has seen equal success in process operations. When structured brainstorming activities, involving chemists, mechanical specialists and process experts, are added to the more traditional SMED process, dramatic breakthroughs can be achieved. ~

Peter L. King has extensive experience in process industries, including 40 years with the DuPont Co. applying lean and other manufacturing systems improvements to a wide variety of product types. He has also consulted with food, carpet and apparel companies. King is currently president of the Process Industry Division of IIE. He is also the president of Lean Dynamics LLC and author of Lean for the Process Industries – Dealing with Complexity, from which this article was adapted.