



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

Departamento de Engenharia Electromecânica

**LEAN MANUFACTURING NUMA PRODUÇÃO DE
PEQUENAS SÉRIES**

Teresa Marina de Almeida Tavares

Dissertação para a obtenção de Grau de Mestre em

Engenharia e Gestão Industrial

Covilhã, 2009

UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Departamento de Engenharia Electromecânica

**LEAN MANUFACTURING NUMA PRODUÇÃO DE
PEQUENAS SÉRIES**

Teresa Marina de Almeida Tavares

Dissertação para a obtenção de Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Orientador: Professor Doutor Fernando Manuel Bigares Charrua Santos

RESUMO

Neste trabalho pretende-se estudar uma metodologia de Organização e Gestão da produção que permita às empresas olharem para si próprias de uma forma mais atenta e detalhada, com o objectivo de aumentar a sua produtividade e melhorarem a sua imagem no mercado face á concorrência, tanto em termos de serviço como de qualidade.

Este estudo é direccionado para empresas com uma produção em pequenas séries, com produtos muito diversificados e com uma produção organizada por centros de trabalho, produção intermitente (*Job Shop*).

O trabalho está dividido em três partes, na primeira parte são apresentados os conceitos teóricos de um sistema *Lean Manufacturing*. Na segunda apresenta-se uma classificação das empresas em termos do tipo de produção e na última parte do trabalho apresenta-se uma proposta de implementação de algumas ferramentas do sistema *Lean* num sector industrial.

Na primeira parte do trabalho pretende-se dar a conhecer as ferramentas de um sistema *Lean Manufacturing* e quais as vantagens da sua implementação.

O capítulo dois tem como objectivo contextualizar o tipo de empresa em estudo de acordo com uma classificação dos vários tipos de produção.

Esta parte do trabalho é importante para se pensar nas organizações e simultaneamente direccionar o trabalho prático, pois a implementação de um sistema *Lean* obriga a uma reflexão e a um estudo detalhado da empresa.

A última parte do trabalho é a aplicação das ferramentas estudadas anteriormente, mais do que isso é a adequação dessas ferramentas a uma realidade industrial concreta.

Uma das grandes preocupações deste trabalho é transmitir a toda a organização que a chave do sucesso na implementação de um projecto desta natureza obriga ao envolvimento e motivação de todos os colaboradores. Sem esse contributo não é possível obter resultados que justifiquem o investimento efectuado.

ABSTRACT

In this piece of work we pretend to study a methodology of Production's Organization and Management, that allows companies to look at themselves in a more accurate and detailed way, with the purpose to increase productivity and to improve its image in the market compared to the competition, not only in terms of service but also in terms of quality.

Is focus in companies with a production in small series, with products very diversified and a production organized in work centers, Job Shop (intermittent production).

The work is split in three parts, in the first one we present the theoretical concepts of a system Lean Manufacturing. In the second part, one classification of companies in terms of the type of production is exposed and in the last part of the work we propose the implementation of some tools of the Lean system in an industrial sector.

In the first part of the work we pretend to take to your acknowledge the tools of a system Lean Manufacturing and the advantages of its implementation.

The aim of the second chapter is to contextualize the type of company in study, according to one classification of different types of production.

This part of the work is important to help us to think about enterprises and simultaneously operationalize the work, since the implementation of a Lean system implies a reflection and a detailed study about the company.

The last part of the work is the application of the studied tools previously, furthermore is the adequacy of these tools in the reality industry.

One of the great preoccupations of this work is to transmit to all persons working at the company that the key for success in the implementation of this project, is the involvement and motivation of everyone. Without this engagement is impossible to get the results that justify this investment.

AGRADECIMENTOS

Após mais de dez anos afastada da vida universitária, terminei a minha licenciatura em Engenharia da Produção e Gestão Industrial na Universidade da Beira Interior em 1997, só foi possível concluir o presente trabalho com o apoio do meu orientador, Prof. Doutor Fernando Manuel Bigares Charrua Santos, a quem agradeço pela sua disponibilidade, colaboração, orientação e o interesse que depositou na execução deste trabalho, inclusive sacrificando algum do seu tempo de férias para me apoiar na conclusão desta dissertação.

Agradeço ainda à empresa onde trabalhei durante os últimos onze anos, não só pelos dados e informação concedida, que foram de grande utilidade para a elaboração deste trabalho, mas por todo o apoio prestado durante a execução do mesmo.

Destaco ainda o Sr. Eng.º Manuel Valente, Director Geral da empresa acima mencionada, pelas acções de formação que frequentei ao longo deste ano, que permitiram um crescente conhecimento, interesse e motivação para estudar um sistema *Lean Manufacturing*.

Por fim agradeço também à minha família, principalmente às minhas filhas pelo tempo que prescindiram da minha companhia, sem o qual não teria sido possível realizar este trabalho.

ÍNDICE

RESUMO	i
ABSTRACT	iv
AGRADECIMENTOS.....	vii
ÍNDICE	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABELAS.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
1- Lean Mufacturing.....	2
1.1 – Conceito de Lean Manufacturing.....	2
1.2 – Vantagens na utilização do “Lean”	9
1.3 – Princípios operacionais do “Lean”	9
CAPÍTULO II.....	30
2 – Sistemas de Produção	31
2.1 - Tipologia dos Sistemas de Produção	31
2.2 - Classificação quanto às características do produto	31
2.3 – Classificação quanto ao tipo de produção	35
2.4 – Conclusão	38
CAPÍTULO III	39
3 – Implementação de um sistema “Lean Manufacturing”	40
3.1 – Aplicação de células de fabrico e outras ferramentas <i>Lean</i>	53
3.2 – Situação actual da produção	55
CONCLUSÃO.....	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1 – Diagrama de Venn, Kenneth W. Dailey, (2003)	3
Fig.2 - Representação dos setes desperdícios	8
Fig.3 – Representação da Satisfação do cliente.....	8
Fig.4 - Representação de um sistema de produção Toyota.....	10
Fig.5 - Representação da utilização de uma ferramenta <i>Lean, jidoka</i>	12
Fig.6 – Representação esquemática da implementação de um Kanban	18
Fig.7 – Métodos e Ferramentas de Gestão Visual, JIT Implementation - Manual.....	21
Fig.8 – Significado dos 5'S, JIT Implementation - Manual.....	24
Fig.9 – Ordem dos processos de negócio numa produção por encomenda (Pires, 2004)	35
Fig.10 – Ordem dos processos de negócio numa produção para armazém (Pires, 2004)	37
Fig.11 – Evolução das encomendas das matrizes de parafuso	43
Fig.12 – Representação da análise SWOT da empresa.....	43
Fig.13 – Processo Produtivo, Catálogo da empresa, 2007.....	46
Fig.14 – Valorização das encomendas no período de um ano	48
Fig.15 – Representação dos dois tipos de produção	50
Fig.16 –Esquema representativo do <i>Layout</i> da área em análise.....	51
Fig.17 – Representação do novo Layout da área em estudo	53
Fig.18 – Produção de punções de prensagem em 2008	55
Fig.19 – Percurso dos punções de prensagem.....	57
Fig.20 – Gráfico representativo dos tempos face aos recursos	61
Fig.21 – Proposta de layout da célula de fabrico.....	62
Fig.22 – Representação dos recursos de acordo com o Takt Time	62
Fig.23 – Ilustração do inicio da implementação dos 5'S	64

Fig.24 – Estante após intervenção dos 5'S.....	64
Fig.25 – Fotografia da célula dos punções após implementação dos 5'S.....	65

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Família dos Produtos	42
Tabela 2 – Necessidades dos clientes	49
Tabela 3 – Designação dos centros de trabalho.....	51
Tabela 4 – Representação das gamas operatórias de alguns produtos.....	52
Tabela 5 – Roteiro dos punções de prensagem	56
Tabela 6 – Recursos utilizados pela produção	58
Tabela 7 – Cálculo do nº de operadores e de máquinas.....	60
Tabela 8 – Quadro exemplificativo da carga de trabalho da célula.....	65
Tabela 9 – Tabela para acompanhamento da programação	66
Tabela 10 – Quadro exemplificativo da apresentação de resultados.....	66
Tabela 11 – Check list para implementação na célula.....	67

CAPITULO I

1 – *Lean manufacturing*

1.1 - Conceito de *Lean Manufacturing*

Os sinais da "crise", que se fazem sentir actualmente de forma evidente, tornam ainda mais imperativo que as organizações se concentrem na redução das actividades que não acrescentam valor – **menos desperdício**, incrementando, simultaneamente, o desenvolvimento de uma mentalidade aberta à criatividade e à inovação – **mais valor**, evitando estratégias de curto prazo, de forma a demonstrar a sustentabilidade do negócio a todos os *stakeholders* – **mais respeito pelas pessoas**.

O *Lean Management*, enquanto filosofia de gestão, coloca o seu *focus* na melhoria da produtividade, na redução ou eliminação de custos e tempos, promovendo as actividades que realmente acrescentam valor para o cliente. Este conceito ultrapassa as fronteiras da indústria e atinge os serviços na generalidade, sejam do domínio empresarial ou público (<http://www.unl.pt/eventos/geral/conferencia-lean-management>).

Na conjuntura económica e financeira actual a decisão e definição do preço é aplicada pelo próprio cliente, neste momento vivemos uma situação de baixo consumo provocando uma redução do poder negocial do produtor. O que leva a que as empresas para poderem estar no mercado necessitem de reduzir custos, reduzir tudo o que não acrescente valor, para desta forma serem mais eficientes economicamente. Reduzir custos significa eliminar todas as tarefas que não acrescentem valor, tudo o que é desperdício.

Lean é uma estratégia que permite aumentar a satisfação dos clientes, optimizando os recursos. A Gestão *Lean* tem como propósito fornecer consistentemente valor aos clientes com os custos mais baixos através da identificação de melhorias durante os processos por meio do envolvimento das pessoas qualificadas, motivadas e com iniciativa. Não esquecendo que o foco da implementação deve estar na necessidade do negócio e não na simples aplicação das ferramentas *Lean* (<http://www.Lean.org.br>))

De acordo com (Dalley, 2003) podemos considerar o *Lean Manufacturing* como um diagrama de *Venn*, em que temos dois círculos relacionados um com o outro. O círculo maior representa o valor acrescentado no decurso de todo o processo desde a avaliação do fornecedor até á utilização do produto no cliente final. O círculo pequeno representa o desperdício, tudo o que tem um custo e não traz benefício, como se representa na figura 1.

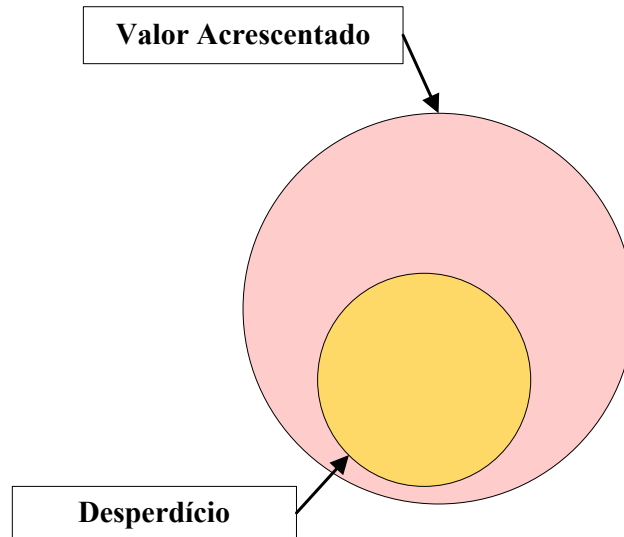


Fig.1 – Diagrama de Venn, (Dalley, 2003)

O *Lean Manufacturing* (Sistema de Produção Toyota) tem sido implementado em várias organizações desde a indústria automóvel, aeroespacial, metalomecânica e alimentar e tem como principal objectivo a eliminação de desperdício (MUDA, termo usado pela Toyota que significa todas as operações que não acrescentam valor ao produto final mas que ocupam tempo e têm um custo associado, como por exemplo o transporte), em toda a cadeia de transformação e informação, através de uma cultura de aperfeiçoamento constante e de melhoria contínua, com vista a atingirem-se as metas de “zero defeitos” nos produtos executados e de “zero stocks” desses mesmos produtos, na óptica de só existirem actividades com valor acrescentado (Revista de Manutenção, 2009).

Este modelo de organização surgiu com Taiichi Ohno e Eiji Toyoda que tinham como meta reestruturar a produção Japonesa (produção em pequenos lotes e muito variada) de forma a torná-la mais produtiva e assim poder compará-la com as organizações Americanas (produção em massa) e Alemãs.

De acordo com Taiichi Ohno “*os valores sociais mudaram. Agora não podemos vender os nossos produtos a não ser que nos coloquemos dentro dos corações dos nossos consumidores, cada um dos quais tem conceitos e gostos diferentes. Hoje, o mundo industrial foi forçado a dominar de verdade o sistema de produção múltiplo em pequenas quantidades.*” (<http://www.wikipédia>, Ohno, 1988)

Para isso pretendiam que cada operador transforma-se o desperdício da sua operação numa operação com valor acrescentado. E assim implementaram em todas as máquinas o sistema *Jidoka* (automação, criação de mecanismos que parassem as máquinas sempre que se produzisse uma peça defeituosa).

Este sistema de organização integra várias ferramentas de forma a focalizar-se na eliminação de desperdício e produzir produtos de acordo com as necessidades do cliente. O cliente está no vértice da pirâmide ao definir o que quer, como quer, quando quer e a que preço quer.

O *Lean* é um sistema de organização baseado em cinco princípios básicos: *Valor específico, Identificação do fluxo de valor, Fluxo e eliminação de desperdício, Puxar e Perseguir a perfeição.*

- 1- Valor específico:** este é o ponto de partida para a eliminação de desperdícios. Neste ponto pretendemos definir o que é Valor, e valor não é o que a empresa define mas sim o que o cliente quer. A necessidade proveniente do cliente gera o valor e são as empresas que têm que perceber qual é essa necessidade, procurar satisfazê-la e cobrar por isso um preço específico, aumentando os lucros através da melhoria contínua dos processos, reduzindo os custos e melhorando a qualidade.
- 2- Fluxo de valor:** fluxo de valor significa dissecar a cadeia produtiva e separar os processos em três tipos: aqueles que efectivamente geram valor, aqueles que não geram valor, mas são importantes para a manutenção dos processos e da qualidade, e por fim, aqueles que não agregam valor, devendo estes

serem eliminados imediatamente. Apesar de olharem para a sua cadeia produtiva, as empresas continuam focalizadas em reduzir os custos não acompanhadas pela geração de valor, pois olham apenas para números e indicadores, no curto prazo, ignorando os processos reais de fornecedores e distribuidores. As empresas devem olhar o processo como um todo, desde o desenvolvimento do produto até a venda final do produto (incluindo o serviço pós-venda).

3- Fluxo Contínuo: Neste momento pretende-se criar uma fluidez para os processos e actividades. Isto exige uma mudança na mentalidade das pessoas. É necessário deixar de lado a ideia da produção por departamentos como sendo a única e a mais produtiva. Constituir Fluxo Contínuo é uma tarefa difícil do processo, mas bastante estimulante. É necessário criar uma excelente inter-relação entre as várias funções e tarefas numa produção com pequenos lotes. O efeito imediato pode ser sentido na redução dos tempos de concepção de produtos, de processamento de pedidos e no stock. Ter a capacidade de desenvolver, produzir e distribuir rapidamente dá ao produto um conceito diferente: a empresa pode atender a necessidade (Valor) dos clientes quase instantaneamente.

4- Produção Puxada: Permite inverter o fluxo produtivo, as empresas deixam de empurrar os seus produtos para o consumidor (escoando os seus stocks) através de descontos e promoções. O consumidor passa a puxar o fluxo de valor, reduzindo a necessidade de stocks e valorizando o produto. Sempre que não se consegue estabelecer o fluxo contínuo, conectam-se os processos através de sistemas puxados.

Como refere (James P. Womack e Daniel T. Jones) “In other words, no one upstream function or department should produce a good or service until the customer downstream ask for it”.

5- Perfeição: O quinto e último princípio parece uma ideia demasiado ambiciosa, mas o que significa é que este sistema não é estático, mas

dinâmico, devemos evoluir cada vez mais para alcançar a perfeição, reduzindo sempre os erros existentes e corrigindo e alterando a organização de forma a responder à necessidade do cliente.

A procura do aperfeiçoamento contínuo em direcção a um estado ideal deve nortear todos os esforços da empresa, em processos transparentes onde todos os membros da cadeia tenham conhecimento profundo do processo como um todo, podendo dialogar e alcançar continuamente melhores formas de criar valor.

Após o mapeamento do fluxo de valor podemos identificar melhor os desperdícios. De acordo com James P. Womack e Daniel T. Jones existem sete desperdícios (ver figura 2) que podem ocorrer em qualquer organização e são estes que numa estratégia *Lean Manufacturing* devem ser eliminados:

- **Excesso de produção:** produção em excesso ou produzir antes do tempo é o resultado de um fluxo de produção mal definido ou excesso de stocks. Esta é a maior fonte de desperdício.

Que por vezes é o resultado da existência de automação em partes erradas do processo, partes do processo incapazes de manter o fluxo do produto constante, falta de comunicação, elevados tempos de setup e falta de planeamento. (Dalley, 2003)

- **Defeitos:** frequentes defeitos no produto resultantes de problemas de qualidade que mais tarde se traduzem em problemas de prazos de entrega/serviço e num aumento do custo do produto.

Estes defeitos são provenientes da utilização inadequada de certos equipamentos, da falta de formação dos colaboradores, erros de incompatibilidade do processo e de uma grande variação do processo de fabrico. (Dalley, 2003)

- **Stocks:** armazenamento excessivo e atraso de informação ou de produtos, resultando num excesso de custos que conduz a um mau serviço ao cliente.

Perdas de tempo no armazenamento e no processamento administrativo e logístico e existência de armazéns sobredimensionados face às necessidades.

Este é o resultado de uma incapacidade do processo, falta de optimização, elevados tempos para mudanças de produto e falta de balanceamento nos processos produtivos. (Dalley, 2003)

- ***Trabalhos sem Valor Acrescentado:*** utilização incorrecta de ferramentas, ou processos desadequados durante o fluxo produtivo.

A causa para este tipo de desperdício reside no facto de termos ineficiência no mapeamento do processo produtivo, falta de instruções de trabalho adequadas, erros de comunicação com o cliente para obtermos todos os requisitos do produto e ineficiente sistema de controlo e qualidade. (Dalley, 2003)

- ***Excesso de deslocações, transporte:*** excesso de movimentações de pessoas, informação e de produtos o que leva a um desperdício de tempo e aumento de custos.

Este é o resultado de um inadequado *layout* da produção, grandes lotes na produção, grandes lotes de compras e falta de planeamento. (Dalley, 2003)

- ***Tempo de espera:*** longos períodos de inactividade das pessoas, informação ou produtos, resultado de um fluxo desadequado. Aumento dos *lead-times* dos produtos.

Uma falta de controlo de métodos e tempos, longos setups, equipamentos em mau estado de manutenção e produção com *bottle necks* conduzem para a existência deste desperdício. (Dalley, 2003)

- ***Movimentações inúteis:*** resultado de um mau *layout* na organização

Este é o resultado de uma falta de sincronização entre os vários departamentos e serviços, o que leva a que colaboradores repitam tarefas e se desloquem para o fazer, porque não existe um sistema de documentação que permita a utilização de ferramentas como Gestão Visual e 5'S. (Dalley, 2003)



Fig.2 – Representação dos setes desperdícios

Após a identificação e mapeamento dos desperdícios é mais fácil implementar um sistema de organização de forma a aumentar a produtividade, reduzir tempos de produção e melhorar os prazos de entrega para podermos alcançar o objectivo, a Satisfação do Cliente, ver figura 3.



Fig.3 – Representação da Satisfação do Cliente

1.2 - Vantagens na utilização do *Lean*

- Redução de activos circundantes, (stocks e trabalhos em curso): redução dos capitais utilizados, aumento de tesouraria, melhoria do retorno sobre o investimento;
- Redução de custos de produção;
- Redução de investimentos para produção igual;
- Aumento da produção com investimento constante;
- Produção ecológica, fábrica mais compacta;
- Melhoria da qualidade;
- Produção adaptada à necessidade do cliente;
- Redução dos prazos de entrega;
- Aumento da satisfação do cliente.

1.3 – Princípios operacionais do *Lean*

Cultura das pessoas: Menos *Staff*, *Empowerment*, flexibilidade dos colaboradores e organizações mais planas.

Produção: utilização de alguns princípios de organização: *Kaizen*, *5'S*, *Jidoka*, *SMED*, *Poka-Yoke*, *Kanban*, Gestão Visual e Processos estandardizados.

Supply chain: Menos fornecedores seleccionados de acordo com as exigências e necessidades do cliente, relações estáveis e mais fortes (SCM).

Com uma perfeita ligação entre estes três pilares é possível levar “o navio para bom porto”. Mas antes de iniciarmos este processo de organização temos de nos consciencializar e alterar alguns paradigmas existentes dentro de cada um de nós. É necessário perseguir o objectivo principal que é a *Satisfação do cliente*,

proporcionando-lhe um produto e/ou serviço de acordo com as suas exigências ao mais baixo custo e no menor tempo possível (figura 4).

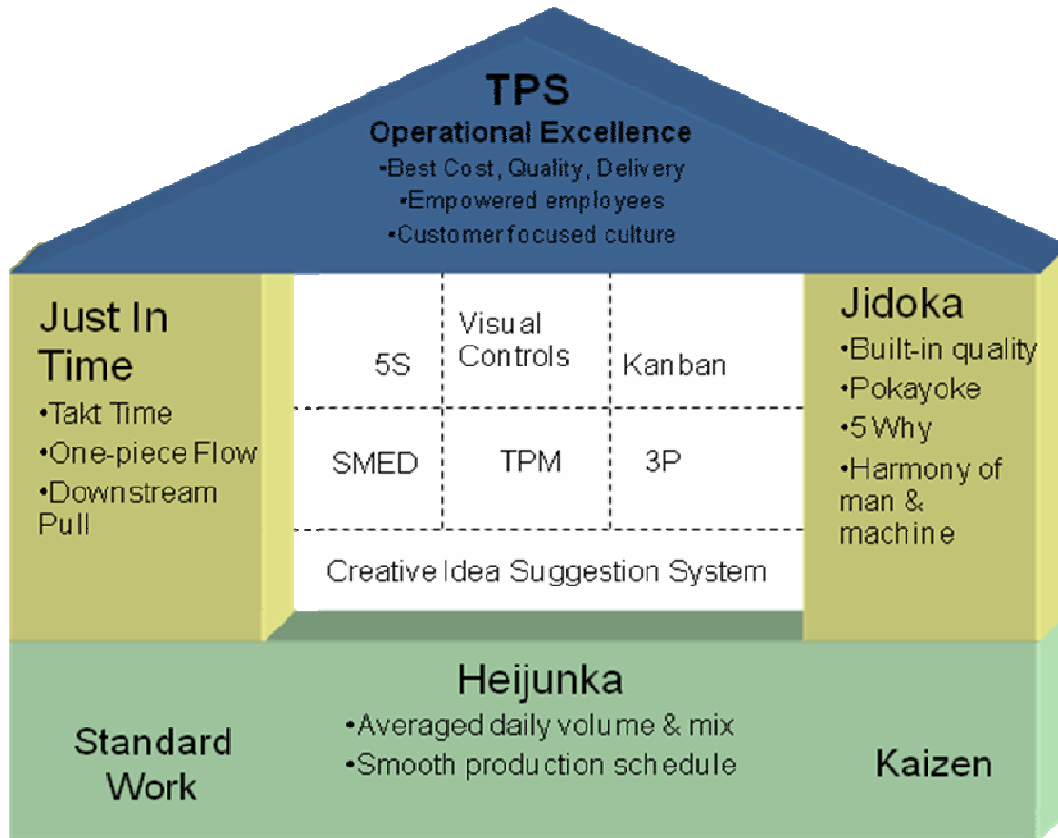


Fig.4 – Representação de um sistema de produção Toyota

Jidoka é definido como “automação com o toque humano”, isto é, criando uma automação nas máquinas conseguimos parar a produção sem ter necessidade de ter a intervenção do Homem para proceder a esta paragem.

Um dos objectivos do sistema *Lean* é a procura sistemática pela eliminação de desperdícios. A qualidade do produto, trabalho ou serviço constitui factor determinante nesta procura. Sendo assim *Jidoka* tem uma interacção muito importante, pois através da sua compreensão e implementação conseguimos alcançar a qualidade.

É um sistema de automação do equipamento ou do processo produtivo, seja ele humano ou não. Esta automação conduz a uma paragem da produção sempre que seja detectada uma anormalidade.

“A palavra *Jidoka*, significa simplesmente automação. *Ninben no tsuita jidoka* ou *Ninben no aru Jidoka* expressam o verdadeiro significado do conceito, ou seja, a máquina é dotada de inteligência e toque humano. No entanto, dentro do contexto de Engenharia Industrial da Toyota, *Jidoka* consagrou-se como sinónimo de automação com toque humano” (<http://www.leanway>).

O objectivo principal deste sistema é eliminar os erros que podem ser detectados nos equipamentos ou no processo produtivo. Sempre que o equipamento ou o operador pára a linha de produção, torna-se evidente para todos qual o problema que está em causa, forçando assim, uma intervenção imediata para a detecção e resolução da causa. Esta análise torna o equipamento e/ou o processo produtivo com uma maior capacidade de produção, uma vez que se consegue reduzir a probabilidade de futuras rupturas na produção.

Com o *Jidoka* (ver figura 5) podemos aumentar a nossa produtividade, automatizando as máquinas podemos colocar um operador com mais de uma máquina. Este conceito permite a separação Homem-Máquina, aqui a máquina torna-se mais independente e o operador reduz a sua função a “carregador” de peças na máquina.



Fig.5 - Representação da utilização de uma ferramenta *Lean, jidoka*

Taichi Ohno considerou o *Jidoka* um dos dois pilares do sistema Toyota de Produção.

Andon é um sistema de informação, que transmite os problemas que decorrem numa linha de produção. É como um painel de bordo que através de luzes, alarmes ou *displays* luminosos informa onde se encontra o problema no decurso do fluxo produtivo.

Esta informação permite que qualquer pessoa possa parar a produção e contribuir para não aumentar o índice de rejeições de qualidade.

O *Andon* é o principal mecanismo usado no sistema *Jidoka*, o que o torna numa ferramenta indispensável num processo de implementação do *Lean manufacturing*.

Os sistemas mais modernos incluem alertas com vários sons diferentes de forma a localizar de uma forma rápida e eficiente qual o problema e onde este se localiza.

Poka-Yoke, são mecanismos que previnem descuidos e erros inadvertidos. São dispositivos colocados nas ferramentas, em cada máquina ou em cada centro de trabalho para evitar que uma peça com defeito vá para a operação seguinte.

Este conceito foi desenvolvido por Shigeo Shingo, a partir do princípio do “não custo”. “Segundo Shingo, inspeção sucessiva, auto-inspeção e inspeção da fonte podem ser todas alcançadas através do uso de métodos *Poka-Yoke*. O *Poka-Yoke* possibilita a inspeção a 100% através do controlo físico ou mecânico.” Este dispositivo não é um método de inspeção, mas sim de detecção de defeitos, a inspeção surge como objectivo.

5 Porquês, é um método usado para determinar a causa/efeito. Usa-se na determinação do caminho para atingirmos a causa raiz dos problemas.

Esta técnica foi desenvolvida por Sakichi Toyoda e mais tarde foi usada durante o processo de evolução do sistema Toyota, como uma ferramenta muito importante para analisarmos os problemas. Fazemos cinco vezes a pergunta porquê e conseguimos alcançar a solução do problema de uma forma clara e natural. (<http://www.wikipedia.com>)

O *Just in Time* é uma filosofia de produção puxada na qual todos os outputs são feitos no momento certo, na quantidade exacta e no local correcto.

Por sua vez, a produção puxada é uma técnica de gestão contrária ao pensamento de fabricar, fazer stock e depois vender. Nela, montam-se os produtos de uma forma muito

rápida, começando a produzi-los momentos antes da data em que os mesmos devem ser entregues e concluindo-os apenas no dia exacto. Ou seja, vende, produz e não armazena.

O *JIT* procura favorecer a instalação do chão de fábrica com base nos produtos, através da definição das famílias dos produtos que partilham as mesmas características de concepção e fabrico.

O sucesso do *JIT*, depende entre outros factores de uma mão-de-obra altamente motivada e principalmente multifuncional. De facto, essa multifuncionalidade é apenas um dos pré-requisitos para se obter a elevada flexibilidade de volume, do *mix* de produtos e de diferentes prazos de entrega requeridos pelo sistema.

Takt-Time é definido como o ritmo da produção necessário para atender o consumo. Pode ser obtido através da divisão entre o tempo disponível para a produção e o número de unidades a serem produzidas no intervalo correspondente. Ainda deverão ser subtraídos do tempo disponível para produção, todas as paragens programadas, como o tempo necessário para descanso do funcionário e manutenção preventiva, por exemplo.

A palavra alemã *takt* refere-se ao compasso de uma composição musical, tendo sido introduzida pelos engenheiros japoneses como o ritmo de produção ([http://www.luiz Freire](http://www.luizfreire.com)).

O ***tempo de ciclo*** pode ser definido como sendo o tempo necessário para execução de uma peça, corresponde ao tempo transcorrido entre o início ou o término da produção da peça nas condições normais de trabalho.

Desta forma, podemos concluir que caso o tempo de ciclo seja superior ao takt-time, ocorrem atrasos nas entregas. Em situação inversa, os produtos serão entregues antes do

momento necessário, ocasionando perda por produção antecipada. Logo o ideal é que estes dois tempos sejam sempre muito próximos.

One-piece-flow é uma técnica de produção onde a peça flui pela linha de máquinas de produção sem parar, do início ao fim. Também conhecida como sistemas de lote unitário ou células de fabrico.

Célula de fabrico (CFF) consiste num módulo, constituído por uma ou várias máquinas e um sistema de manipulação de peças e ferramentas, organizado num sistema flexível de fabrico de acordo com a exigência de produção de cada produto.

A Produção Celular é um dos mais importantes sistemas de produção existentes. Ele baseia-se nos conceitos de Tecnologia de Grupo, através da formação de famílias de peças e na formação de células de produção. A família de peças é constituída por um conjunto de peças que possuem características e atributos similares, sejam estes de forma geométrica e/ou de processos de fabricação. A célula de produção é constituída por um agrupamento de máquinas e/ou equipamentos que possuem capacidade para o processamento de uma dada família de peças. As principais vantagens da produção celular são: menor ciclo de fabricação, redução de *setup*, isto é, na maioria dos casos o *setup* é considerado tempo morto e irreversível, ou seja, um mal necessário, redução em transporte e movimentação, fluxo de fabricação simplificado, controle de produção simplificado, redução de refugos e de repetição de trabalhos, melhoria da qualidade, menor número de operadores e, finalmente, menores custos.

O ***Kanban*** surgiu na Toyota Motor Company no Japão e foi desenvolvido pelo ex-vice presidente, Taiichi Ohno, com base no princípio do supermercado, onde as prateleiras apenas são restabelecidas quando estão vazias e apenas se preenche com a quantidade necessária.

Este sistema permite agilizar a entrega e a produção das peças. É um dos instrumentos essenciais para a implantação do sistema de produção Just in Time (A. Courtois, 1997). Utiliza um cartão de sinalização que controla os fluxos de produção duma forma visual em qualquer momento.

Desta forma é possível reduzir o tempo de espera, diminuindo o stock, melhorando a produtividade e interligando todas as operações num fluxo uniforme e ininterrupto, tendo como principal objectivo a conversão da matéria-prima em produtos acabados, com tempos de espera iguais aos tempos de processamento, eliminando todo o tempo de espera e todo o stock.

Kanban é basicamente um sistema de informação desenvolvido para coordenar os vários departamentos do processo interligando-os de uma forma correcta.

Num sistema destes encontramos numa primeira etapa, uma redução significativa dos stocks, dos tempos de fabricação e da área necessária para o stock. Em seguida, um aumento da capacidade de produção pela eliminação de gargalos de produção e correcção das causas de baixa produtividade.

Funções do *Kanban*:

- Acciona o processo de fabricação, sempre que necessário;
- Não permite a produção para stock;
- Paralisa a linha de produção sempre que surjam problemas não solucionados;
- Permite o controlo visual do processo;
- Pode ser accionado pelo próprio operador;

- Garante a distribuição programada das ordens de produção;
- Evita o excesso ou falta de produção/entrega de peças;
- Controla o stock intermédio;
- Diagnostica as fraquezas do processo;
- Produção com base em pequenos lotes;
- Entrega das peças de acordo com as necessidades;
- Identificação das peças. (A. Courtois, 1997).

O *Kanban* opera através do sistema de "puxar" a produção: ao invés de uma programação de produção que "empurra" as matérias-primas e produtos pela fábrica até a expedição, através do *Kanban* é o cliente quem "puxa" os produtos do sector de embalagem, e este da produção, etc., de trás para a frente.

Mecanismos simples de gestão através dos cartões permitem ao fornecedor periodizar as suas actividades em função das necessidades do cliente, garantindo a sincronização e o alinhamento da produção. Tal gestão visual expõe então a visualização da carga de trabalho de cada sector e conseqüentemente a presença de atrasos ou gargalos na produção, favorecendo a tomada antecipada de providências correctivas. Permite ainda a percepção de folgas, criando oportunidades de paragens para correcções de problemas ou implantação de melhorias, impossíveis com uma programação fixa de trabalho do sistema de "empurrar" a produção.

As informações que constam numa etiqueta *Kanban* variam bastante de empresa para empresa, no entanto existem determinadas informações que constam em todas:

- Referência da peça fabricada

- Quantidade a produzir
- Designação do posto do fornecedor
- Designação do posto do cliente

Este sistema deve ser evolutivo e continuamente melhorado de forma a permitir ser mais reactivo e flexível para assim poder reduzir a quantidade por contentor.

O objectivo é conseguir a situação óptima que se designa por *one piece flow*.

O *Kanban* para ser realmente eficaz exige uma maior polivalência, autonomia e flexibilidade por parte dos colaboradores (figura 6).

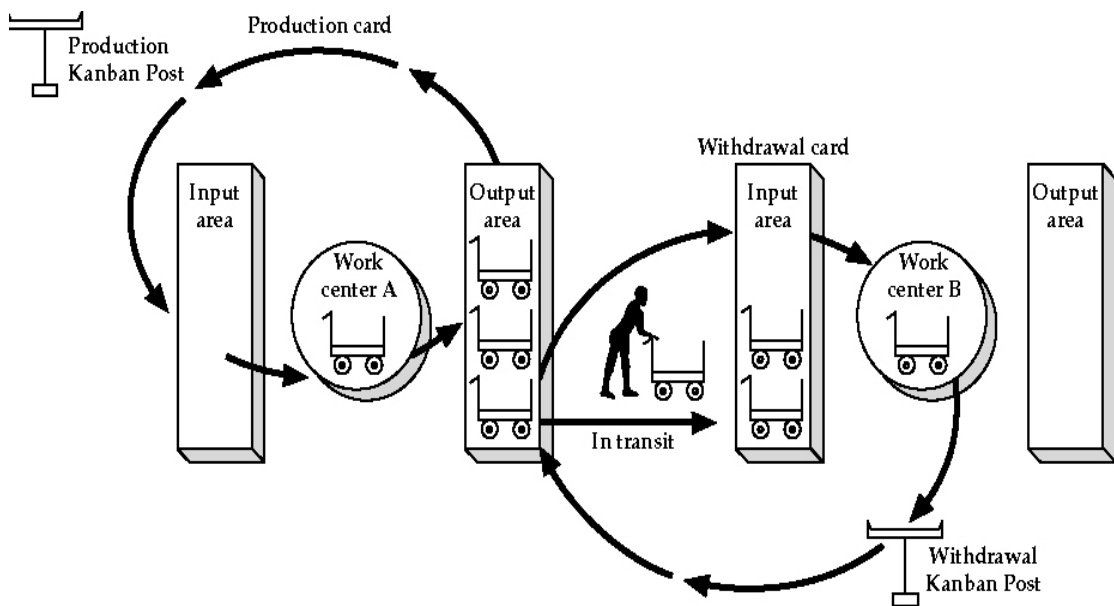


Fig.6 – Representação esquemática da implementação de um *Kanban*

SMED são as iniciais de *Single Minute Exchange of Dies* que pode ser traduzido para *Mudança Rápida de Ferramentas*.

É uma ferramenta que visa reduzir os tempos de paragem das máquinas através da optimização das mudanças de ferramentas, respondendo assim a uma maior exigência do mercado em termos de prazos de entrega e diversidade de produtos.

Esta redução dos tempos de setup pode ser realizada usando ferramentas que permitam a eliminação deste tempo ou executando esta actividade em paralelo com outras actividades produtivas.

Permite realizar pequenas séries de produtos sem afectar os custos, evitando o aumento dos stocks de segurança e eliminando os desperdícios de espaço.

O **TPM (Manutenção Produtiva Total)** é um sistema desenvolvido com o objectivo de eliminar perdas, reduzir paragens, garantir a qualidade e diminuir custos nas empresas com processos contínuos.

É uma estratégia para criar automatismos e rotinas nos equipamentos de forma a tornar os colaboradores mais independentes nas suas tarefas. Alguns destes automatismos podem ser ferramentas de fixação que contribuem para uma redução do tempo de setup.

3P (Production Preparation Process) é uma ferramenta muito poderosa na eliminação de desperdícios, consiste na obtenção das necessidades do cliente de uma forma muito clara e na tentativa de encontrar o melhor processo para executar a necessidade decorrente do cliente.

Este método envolve uma equipa multidisciplinar que tem como objectivo conhecer as necessidades do cliente e definirem o produto ou processo mais rápido, mais económico e mais simples, ou seja, o processo com menos desperdícios.

Existem várias etapas que devem ser consideradas na implementação desta ferramenta:

- ***Definição das necessidades e objectivos do produto e/ou processo:*** esta equipa procura conhecer as necessidades do cliente, define o protótipo e quais os materiais a usar;
- ***Análise através de diagrama:*** o diagrama de peixe ou outro tipo de análise é usado para visualizar o fluxo desde a matéria-prima ao produto final. A equipa analisa cada um dos efeitos e através de um *brainstorming* definem-se novas alterações ao projecto inicial;
- ***Encontrar e analisar exemplos:*** estes exemplos devem ser encontrados em situações do dia-a-dia, o mais natural possível;
- ***Desenhar e avaliar o processo:*** ([http://www. Epa.com](http://www.Epa.com), 01-05-09)

Gestão Visual, é uma estratégia que conduz a uma transparência das acções para que todos consigam interpretar e implementar. Muitas vezes esta ferramenta é aplicada juntamente com os 5'S para comunicar de uma forma clara as tarefas e resultados resultantes das acções de organização e limpeza.

Existem dois métodos diferentes de gestão visual, um pretende ajudar a identificar os desperdícios e o outro a transparecer os problemas, ou seja, identificar e trazer os problemas á superfície.

Em cada operação temos métodos diferentes para aplicação da Gestão Visual, como refere Hiroyuki Hirano na figura 7:

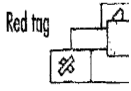
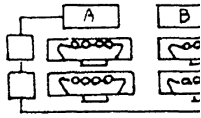

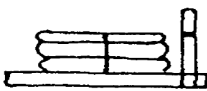
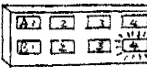
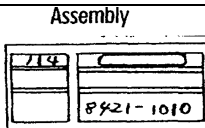
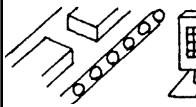


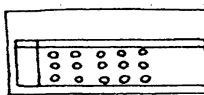
Nome	Ilustração	Descrição
"Red Tag Strategy"		sinaliza as ferramentas que interessam ou não durante o dia num determinado projecto.
"Signboard strategy"		identificação das ferramentas e/ou equipamento, de forma que qualquer pessoa consiga identificar.
"White line demarcators"		demarcação dos caminhos e zonas de armazenagem para que não coloquem os produtos em sitios errados.
"Red line demarcators"		serve essencialmente para marcar estantes de armazém e locais de stock. Algumas vezes também é usado para identificar os níveis.
"Andon"		criação de alertas para avisar o superior em caso de uma anomalia.
"Kanban"		ferramenta que ajuda na implementação do sistema "Pull"
"Production management boards"		divulga os resultados obtivos pela produção, tanto em qualidade como em quantidade
"Standard operations charts"		são roteiros onde estão definidos os processos e sequência das operações
"Defective item display"		gráfico representativo dos resultados da quantidade de peças com defeito, por exemplo curva de Pareto
"error prevention"		divulgação do motivo das rejeições, o que implica que os trabalhadores estejam mais atentos pelo menos para não repetir o erro

Fig.7 – Métodos e ferramentas de Gestão Visual, JIT Implementation - Manual

Os **5'S** são uma ferramenta de apoio à melhoria dos processos e métodos de trabalho, promovendo um espírito de rigor e disciplina.

Os 5'S simbolizam cinco palavras japonesas, como refere Hiroyuki Hirano:

- *Seiri*,
- *Seiton*,
- *Seiso*,
- *Seiketsu*,
- *Shitsuke*.

Seiri – utilização adequada, analisar quais as ferramentas necessárias e utilizar apenas as adequadas á tarefa. As ferramentas que não são necessárias ou que temos dúvidas devem deitar-se fora. Este princípio conduz a uma redução de desperdício pois não corremos o erro de utilizar a ferramenta errada.

Seiton – organização, colocar em ordem as ferramentas e/ou equipamentos de forma a garantir o melhor fluxo de trabalho. Esta definição está muito associada á primeira porque se conseguirmos definir quais as ferramentas necessárias são mais fácil depois organiza-las.

Seiso – limpeza, manter o local de trabalho sempre limpo. É importante ter-se o local limpo e arejado, torna-se mais fácil trabalhar.

Seiketsu – padronização, procedimento de criação de regras e de rotinas para melhor o ambiente de trabalho. É a conjugação das definições anteriores.

Shitsuke – auto-disciplina, revisão das práticas definidas durante a padronização e garantir o seu cumprimento. É importante criar-se condições para proporcionar esta prática, que pode ser através de painéis que lembrem e descrevam essas tarefas.

Actualmente existe mais um S, *Sukan*, que caracteriza a criação de hábitos necessários para manter este método de organização.

Os 5'S são uma ferramenta aparentemente simples de implementar, no entanto como se refere a aplicação de tarefas rotineiras e simples do chão de fábrica exigem um controlo maior até se tornarem práticas diárias.

No entanto e como refere (Hirano, 1990), esta metodologia conduz a aumentos de qualidade.

- “Uma fábrica pura e limpa aumentará a sua produtividade;
- Uma fábrica pura e limpa despejará poucos produtos defeituosos;
- Uma fábrica pura e limpa fará entregas em tempo mais curto e adequado.”

A utilização desta ferramenta pode trazer muitos benefícios às organizações porque conduz a uma eliminação de desperdício, ver figura 8.

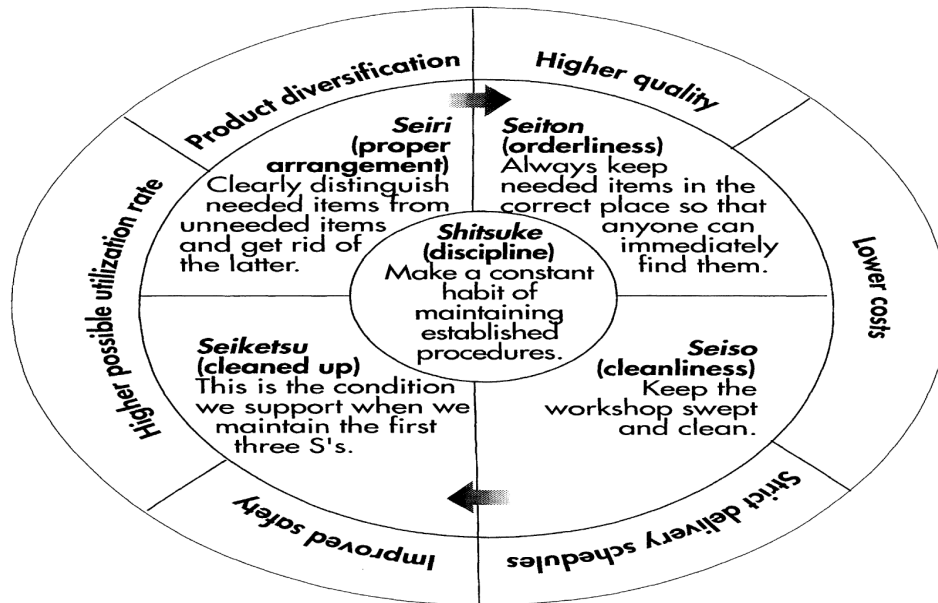


Fig.8 - Significado dos 5'S, JIT Implementation - Manual

A implementação desta ferramenta traz os seguintes benefícios para as organizações, de acordo com Hiroyuki Hirano:

- *Redução dos custos e aumento da capacidade;* através da eliminação dos desperdícios no chão de fábrica e no armazém. Tais como desperdícios na procura de ferramenta e utilização de equipamento não apropriado. Aumentamos o espaço livre, através da eliminação de ferramentas não necessárias. E por fim conseguimos eliminar acções que não acrescentam valor tais como carregar, apanhar e procurar ferramentas.
- *Aumento da segurança;* com o equipamento limpo torna-se mais fácil detectar as falhas mecânicas que possam surgir e minimizar o tempo de manutenção.

- *Aumento da qualidade, zero defeitos;* num local limpo e organizado os trabalhadores tornam-se mais conscientes relativamente às suas tarefas.
- *Aumento da diversificação do produto;* com a padronização das tarefas consegue-se analisar o processo de uma forma clara e criar novos produtos.
- *Redução dos atrasos;* quando reduzimos os defeitos, automaticamente melhoramos a entrega do produto.
- *Aumento da confiança;* com aumento da qualidade e do serviço forçosamente aumenta-se a confiança das nossas acções. Os clientes ficam satisfeitos por terem como parceiro empresas organizadas e limpas.
- *Aumento do trabalho colectivo;* Os trabalhadores sentem-se mais satisfeitos por colaborarem em acções que contribuem para a organização e crescimento da empresa.

Os 5'S são uma ponte para a implementação de outras ferramentas de organização como Gestão visual.

No entanto, nunca é demais lembrar que esta ferramenta só tem sucesso se houver uma grande envolvimento por parte dos trabalhadores, são eles que tem de compreender bem esta metodologia para adaptá-la á sua realidade.

Heijunka é uma ferramenta usada num sistema *Lean Manufacturing*, que nivela a produção de forma a podermos estabilizar o processo. É um nivelamento das quantidades e dos tipos de produtos permitindo a combinação de itens diferentes de forma a garantir um fluxo contínuo de produção, nivelando também o consumo dos recursos da produção. Esta ferramenta permite que se programe em pequenos lotes e minimize assim os stocks. ([http://www. Epa.com](http://www.Epa.com))

O objectivo desta ferramenta é amortecer as irregularidades da procura produzindo por pequenos lotes vários produtos diferentes na mesma linha. É o princípio do *one pice flow*. Desta forma também conseguimos eliminar as mudas e estandardizar a produção o que permite uma redução da mão-de-obra no *shop-flow*.

As vantagens na utilização desta ferramenta são as seguintes:

- Uma maior rapidez na satisfação da procura dos clientes;
- Diminuição de stocks;
- Redução de espaço;
- Fabricação de grandes quantidades de produtos diferentes ao mesmo tempo.
(<http://www.Wikipedia>)

Dada a actual situação os investimentos devem ser amortizados num período de tempo mais curto e para isso é necessário transformar uma linha específica de um único produto numa linha flexível capaz de produzir vários produtos diferentes. As variações de consumo de um produto podem ser amortizadas pela flexibilidade da ferramenta de produção.

Heijunka permite alisar a carga das linhas de produção misturando a ordem de fabrico dos produtos, o que facilita a estabilidade e a estandardização do trabalho. Permite também montar modelos diferentes na mesma linha eliminando os desperdícios devido à estandardização do trabalho. Para além disso, permite produzir por ordem da encomenda. A prática desta ferramenta leva a uma partilha e equilíbrio da produção no conjunto dos meios disponíveis, em vez de submeter os meios específicos às irregularidades da procura.

Ou seja, um trabalho mais importante num produto é compensado por um trabalho mais simples no seguinte: as tarefas elementares são multiplicadas, fraccionadas, o que permite a divisão em unidades elementares de forma a utilizar melhor o tempo disponível e a acrescentar mais valor ao produto. (<http://www.vision-lean>)

“O comportamento *Kaizen* é o motor da empresa na luta contra os Mudanças.”
(<http://www.visio-lean>)

Definição corrente do japonês é *Kai* significa mudança e *Zen* significa bom, mudança boa.

Kaizen vai para além de um sistema de melhoria contínua do processo. É uma crença de que a criatividade das pessoas é infinita, é nunca estar satisfeito com as coisas como elas são.

“Nenhum problema descoberto quando a linha parar, deve esperar mais do que a manhã do dia seguinte para ser consertada”. (Taiicho Ohno)

Para o *Kaizen* nenhum dia deve passar sem que seja implementada uma melhoria seja ela na estrutura da empresa ou no indivíduo. Esta metodologia traz resultados concretos, tanto quantitativamente, como qualitativamente num curto espaço de tempo, reunindo as sinergias provenientes de uma equipa de trabalho.

A metodologia *Kaizen* leva à implementação de um novo paradigma de organização de trabalho focalizado na criação de fluxo (movimentação) de materiais e informação, no trabalho puxado em função das necessidades do cliente, no zero defeitos.
(<http://www.pt.kaizen>)

“Making the new Way become the standard way”. (<http://www.lean.state>)

Standard Work é definido com um método bastante exigente porque obriga à padronização, simplificação e repetição das actividades de forma a obtermos a melhor adaptabilidade dos equipamentos, recursos humanos e processo. Todas as actividades devem estar devidamente definidas para caso haja uma repetição durante o processo esta actividade seja feita da mesma forma, reduzindo a não qualidade que muitas vezes é provocada pela variedade no processo.

Esta ferramenta é uma das mais difíceis de implementar num sistema *Lean* porque após uma implementação de um sistema *Pull* e de células na produção, devemos criar a disciplina de escrevermos e documentarmos todas as alterações executadas durante o processo. (<http://www.gatlineducation.com>)

Etapas para implementar esta ferramenta:

- 1- Definição da extensão do processo, podendo ser uma actividade inserida num processo complexo ou processo na sua globalidade;
- 2- Determinação dos requisitos necessários, área de trabalho, *Takt time*, *cycle time*, sequência do processo e aprovações do processo;
- 3- Recolha de informação, é importante obtermos informação das melhores práticas decorridas no processo. Inclusive observarmos vários operadores a executar a mesma tarefa de forma a percebermos quais as variações existentes entre os operadores;
- 4- Elaboração da documentação;
- 5- Formação ao chefe que coordena a equipa, este é um estágio muito importante porque se não tivermos o coordenador interessado, motivado e envolvido torna-se difícil passar a mensagem;

- 6- Formação dos operadores para o trabalho Standard;
- 7- Início do trabalho e verificação. Nesta etapa é importante observar se a formação foi suficiente, melhorias a implementar no processo e a adequação dos recursos humanos ao trabalho;
- 8- Ajustamentos do processo e reedição dos documentos.

No fim destas oito etapas estamos em condições de aplicar no processo o *Standard Work*, sem deixar a preocupação de tornar o processo mais simples, mais claro e definido em documentos. (<http://www.gatlineducation.com>)

CAPITULO II

2 – Sistemas de Produção

2.1 – Tipologia dos Sistemas de Produção

Para podermos definir a melhor forma de implementação de um sistema *Lean Manufacturing* devemos perceber qual o tipo de produção existente dentro da organização.

As empresas tornam-se únicas pela sua complexidade e ao mesmo tempo pela especificidade do seu produto. No entanto é possível classificar as empresas em função dos seguintes critérios (Santos F., 2009):

- características do produto;
- organização do fluxo de produção;
- características relacionadas com o tipo de produção;

2.2 – Classificação quanto às características do produto

Esta é a principal e mais comum divisão da produção, em que temos dois conceitos diferentes:

- Produção por processo (produto a granel);

- Produção discreta (produto obtido a partir de componentes).

Produção por processo

Produção de um produto único ou produtos derivados de um mesmo processo, fabricados de um modo contínuo, em que o produto e o processo são totalmente interdependentes, não existindo flexibilidade.

Este sistema é adaptado á fabricação de produtos altamente padronizados com elevado poder tecnológico. Neste caso é favorecido os sistemas de automatização.

Este tipo de produção é caracterizado pela incorporação de elevados investimentos e pouca utilização de mão-de-obra. Tratam-se, portanto, de sistemas rígidos e altamente produtivos, onde o nível de produtividade depende do desempenho dos equipamentos utilizados, e onde os custos de mão-de-obra são insignificantes em relação aos outros factores produtivos. É este sistema que garante a produção de empresas relacionadas com os produtos base, como o petróleo e derivados, a electricidade, produtos químicos, etc. (www.eps.ufsc.br).

Produção Discreta

Neste tipo de produção os produtos são obtidos a partir de componentes, o que não caracteriza um único processo, mas sim vários ambientes.

Este tipo de sistema pode ser classificado em função das características do fluxo de produção:

- intermitente (*Job Shop*);

- por lotes (*batch*);
- em linha;
- produção em massa;
- produção contínua (*flow shop*).

Produção Intermitente

Caracteriza-se por uma produção pequena com processos e produtos específicos e diferentes. Os produtos são provenientes de pequenos lotes ou por uma produção única.

Neste caso os equipamentos e o trabalho são organizados por centros de trabalho, de acordo com o tipo de tarefas, resultando num fluxo bastante complexo de difícil planeamento.

Os equipamentos são capazes de realizar um grande número de operações, não sendo específicos de um determinado tipo de produto, o que torna difícil o equilíbrio da produção no chão de fábrica, gerando assim níveis de stocks bastante elevados.

Nesta produção encontramos uma enorme flexibilidade tanto em termos de dimensão dos lotes como em mudanças de produtos. As indústrias metalo-mecânicas e as indústrias têxteis são exemplos deste tipo de aplicação.

Produção por Lotes

Este tipo de produção caracteriza-se por uma produção intermitente no entanto difere da produção anterior pelo facto de termos aqui um fluxo de processo mais constante, ou seja, a sequência das operações é um pouco genérica para todos os tipos de produtos.

Produção em Linha

Caracteriza-se por uma sequência linear de operações e difere da produção por lotes pela dimensão dos seus lotes. Neste tipo de produção encontramos pouca flexibilidade e bastante planeamento de forma a manter um bom equilíbrio no chão de fábrica. Por sua vez é dividida em dois grandes grupos:

Produção em massa: conceito usado pela indústria automóvel, em que os produtos têm um processo produtivo extremamente padronizado. Os produtos têm um trajecto definido logo no início do projecto de desenvolvimento, nesta fase é definido como fazer, onde fazer e quando fazer, para que não se formem stocks intermédios no chão de fábrica. Cada operador a jusante sabe o que fazer e como fazê-lo, conseguindo um equilíbrio.

Produção contínua (flow shop): considera-se que uma produção contínua difere do tipo de produção anterior porque aqui o sequenciamento das tarefas é feito de forma contínua e não discreta. Estas estruturas normalmente carecem de uma automatização bastante elevada, podendo mesmo ser uma só máquina.

Estes fluxos produtivos são bastante eficientes, tanto em termos de automação como em sistemas de movimentação, o que obriga a um investimento inicial muito forte que mais tarde é reembolsado com custos muito baixos, aumentos dos níveis de qualidade e grandes aumentos de produtividade.

Para podermos alcançar estes resultados necessitamos de uma manutenção preventiva bastante activa pois qualquer ruptura num equipamento pode conduzir a uma paragem da fábrica.

O principal inconveniente deste tipo de produção é a falta de flexibilidade no decorrer do processo produtivo. Para minimizar esta questão devemos recorrer a sistemas de controlo informatizado, procurando reduzir os tempos de mudança de produtos e tentando diferenciar o produto o mais tarde possível.

2.3– Classificação quanto ao tipo de produção

Também podemos classificar os sistemas de produção em função da forma de entrega do produto final ao cliente:

- Por encomenda;
- Para armazém;
- Mista.

Produção por encomenda (*Make to Order*)

Este sistema de produção inicia-se no momento em que dispomos de um compromisso do cliente. Evitando-se os stocks de produtos acabados.

A ordem natural dos principais processos de negócios neste tipo de produção é vender, planear, produzir e entregar (Pires, 2004), de acordo com a figura 9.

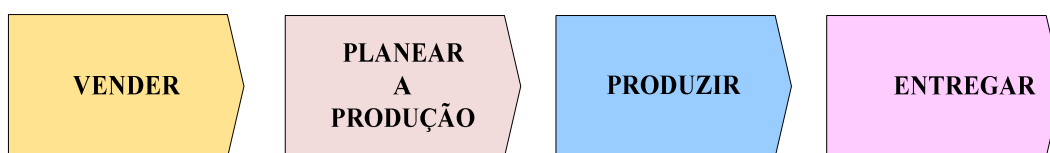


Fig.9 – Ordem dos processos de negócio numa produção por encomenda (Pires, 2004)

Neste caso como produzimos de acordo com as especificações do cliente vamos obter uma grande diversidade no produto final, podendo ser dividida em:

- Diversificação repetitiva (*Repeat Business Customisers*): trata-se de uma produção de bens diferenciados, de uma forma repetitiva ao longo de um contrato;
- Produção versátil (*Versatil Manufacturing Companies*): trata-se de encomendas únicas que englobam uma grande variedade de produtos. (Santos, F. 2009)

No entanto, vamos poder concluir que para obter esta diversidade exigida pelo cliente e para nos tornarmos competitivos necessitamos de ser bastante flexíveis.

A produção por encomenda é cada vez mais procurada pelas empresas porque valoriza cada vez mais o cumprimento e respeito pelo prazo de entrega.

Produção para armazém (*Make to Stock*)

Este tipo de produção encontra-se em produtos normalizados, em que existe definido um conjunto de previsões de procura, encontrando-se normalmente em ambientes sazonais com elevada rotatividade.

O ciclo natural deste tipo de negócio é prever, vender, planear a produção, produzir, vender e entregar.

É um tipo de produção fácil de planear, dado que se produzem grandes lotes e de fácil controlo porque referem-se a produtos com pouca variedade.

A flexibilidade é um factor negativo neste tipo de produção, não existe a interferência do cliente apesar de existir uma satisfação rápida do cliente na entrega do produto.

Neste tipo de produção podemos ter uma grande optimização do produto dada a repetitividade da produção, em que é possível rentabilizar ao máximo os recursos materiais, técnicos e humanos (ver figura 10).

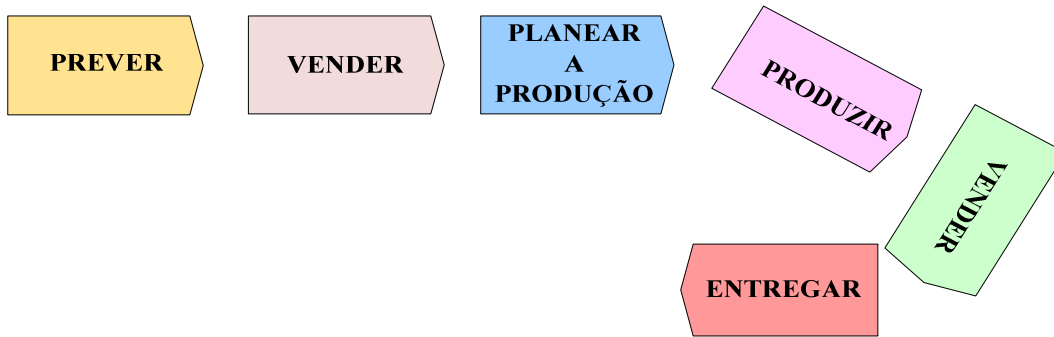


Fig.10 – Ordem dos processos de negócio numa produção para armazém (Pires, 2004)

Produção Mista

Nesta estratégia encontramos uma mistura de produção para armazém e da produção por encomenda. Alguns produtos são produzidos para armazém e só após o fecho da encomenda é que acabamos e especificamos o produto de acordo com as necessidades do cliente.

Este tipo de produção apresenta uma grande desvantagem que é o custo de stock do produto semi-acabado, tornando-se em alguns tipos de organizações uma situação insustentável economicamente.

No entanto, podemos verificar que a variedade dos produtos semi-acabados é muito menor que a do produto final.

A produção mista é bastante interessante em organizações simples, com produtos com poucos componentes (semi-acabados) e com muitas variações do produto final. O que torna a sua implementação difícil em ambientes como as indústrias automóveis.

2.4– Conclusão

Ao analisarmos os vários tipos de produção existentes, encontramos também uma grande variedade de opiniões da forma de classificar a produção.

Parece correcto classificar-se a produção de acordo com estas três grandes vertentes, características do produto, organização do fluxo de produção e o tipo de produção. Só assim conseguimos ter uma visão clara e abrangente da produção de forma a tratá-la como um todo. Desta forma podemos compreender melhor o fluxo de produção e adequar as melhores estratégias de planeamento, programação, optimização e controlo da produção.

A complexidade que muitas vezes encontramos nas organizações, deve-se ao facto de necessitarmos de nos adequar às exigências do cliente. Podemos encontrar vários tipos de produção numa mesma empresa, o que reflecte alguma flexibilidade e capacidade de se movimentar de acordo com o mercado e a sua evolução.

CAPITULO III

3 - Implementação de um sistema *Lean Manufacturing*

Hoje a concorrência é muito mais exigente obrigando a que as empresas estejam muito mais abertas a mudanças e se tornem mais organizadas. A necessidade de evoluir organizacionalmente é cada vez mais valorizada e mais importante. Existem ferramentas de Gestão e Organização que foram testadas em diferentes sectores industriais e de serviços que podem ajudar a melhorar os indicadores organizacionais e contribuir para se caminhar no sentido da excelência.

O *Lean Manufacturing* é um conceito de organização e gestão que podemos usar, no entanto não podemos deixar de salientar o quanto é importante a valorização e a envolvimento das pessoas para poder conduzir este projecto.

Este conceito exige envolvimento e motivação de todos os colaboradores, para poderem usá-lo e adaptá-lo á sua realidade. No início, todos devem reflectir sobre a sua função e mapear todos os desperdícios inerentes ao seu processo.

Neste trabalho pretende-se aplicar algumas ferramentas de Gestão *Lean* a uma empresa com uma produção intermitente, em que os equipamentos estão organizados por centros de trabalho homogéneos (máquinas que executam tarefas similares).

O objectivo é apresentar ferramentas que nos possam ajudar a melhorar os resultados em termos de produtividade, qualidade e redução do *lead time* dos produtos.

Trata-se de uma empresa metalomecânica que produz ferramentas especiais para vários sectores industriais (como por exemplo; indústria petrolífera, aeronáutica, embalagem,

química, automóvel, têxtil e cerâmica). O seu produto tem como principal matéria-prima o carboneto de tungsténio.

A a empresa trabalha por encomenda para vários mercados, desde o mercado europeu ao mercado brasileiro, tendo neste momento cerca de 1600 encomendas no chão de fábrica, que pertencem a uma grande variedade de produtos.

Os produtos estão classificados com base na sua utilização final existindo 19 famílias de produtos conforme tabela 1.

Tabela 1 – Famílias dos produtos

Família	Código	Denominação	Família	Código	Denominação
02.0	01.1	Núcleos em bruto	14.0	14.1	Matrizes farmacêuticas
	02.0	Peças em bruto		14.2	Matrizes farmacêuticas
	02.1	Peças com corte		14.3	Matrizes farmacêuticas
06.0	03.0	Peças em bruto redondas	15.0	15.1	Punções farmacêuticos
	06.0	Peças redondas em MD		15.2	Punções farmacêuticos
	06.1	Peças não redondas rectificadas	16.0	16.0	Matrizes de prensagem
	06.3	sedes de válvulas		16.1	Matrizes de prensagem
	06.4	Varetas	17.0	17.0	Punções de prensagem
	06.5	Buchas		17.1	Punções de prensagem
	06.6	Buchas	18.0	18.0	Ferramentas diversas
06.8	Ferramentas de corte	18.1		Fresas	
07.0	07.0	Peças redondas em MD polidas	19.0	19.1	Bicos de jacto
	07.1	Peças não redondas polidas		19.2	Bicos de jacto
08.0	08.0	Matrizes de parafuso	21.0	20.1	Peças directas
	08.1	Matrizes de parafuso		20.2	Peças directas
	08.2	Matrizes de parafuso		20.3	Peças directas
	08.3	Matrizes de parafuso		21.1	Rectângulos rectificados
	08.4	Matrizes de parafuso		21.2	Pastilhas especiais
	08.5	Matrizes de parafuso		21.3	Pastilhas especiais
	08.6	Matrizes de parafuso		21.4	Pastilhas especiais
	08.7	Matrizes de parafuso		22.1	22.0
	08.8	Matrizes de parafuso	22.1		Anéis de níquel
	08.9	Matrizes de parafuso	23.1		Anéis de vedação
09.0	09.0	Fieiras	23.2		Anéis de vedação
	09.1	Fieiras	23.3	Anéis de vedação	
	09.2	Fieiras	23.4	Anéis de vedação	
	10.0	Fieiras de perfil	24.0	24.0	Ferramentas para embalagem MD
13.0	11.0	Mandris		24.1	Ferramentas para embalagem MD
	11.1	Mandris	25.0	Matrizes de corte	
	12.0	Mandris	26.0	Núcleos cónicos	
	12.1	Mandris	27.0	Pastilhas	
	13.0	Mandris	28.0	Peças para reparar	

Dado que se trabalha por encomenda existe uma certa dificuldade em controlar as entradas das encomendas, o que resulta numa grande flutuação na distribuição das famílias dos produtos. Por exemplo, pode haver um mês com muitas matrizes de parafuso e no mês seguinte haver uma redução para metade, ver figura 11.

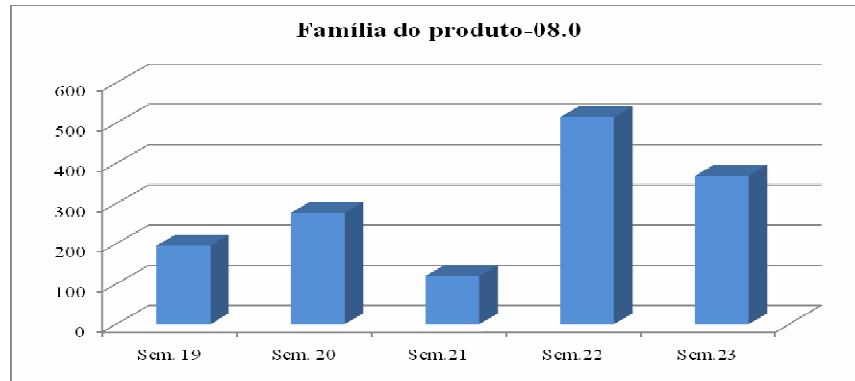


Fig.11 – Evolução das encomendas das matrizes de parafuso

Após uma análise Swot (figura 12) da empresa relativamente às exigências do cliente, verifica-se o seguinte:

A empresa na óptica do Cliente

<ul style="list-style-type: none"> - Qualidade do produto - Know-how do processo - Equipamento altamente tecnológico <ul style="list-style-type: none"> - Flexibilidade - Forte liderança - Equipa de trabalho jovem - Bom poder negocial 	<ul style="list-style-type: none"> - Pouca comunicação com o cliente final - Não existe relação cliente/fornecedor dentro da empresa - Falta de comunicação entre os vários departamentos <ul style="list-style-type: none"> - A produção usa o sistema Push - Não existe logística interna - Não cumprimento de prazos
<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver novos produtos - Organizar a produção em células - Definir e padronizar os processos - Implementar o sistema Pull - Implementar acções de 5'S - Implementar acções de melhoria contínua com os operadores 	<ul style="list-style-type: none"> - Concorrência - Exigência do cliente face ao prazo - Lotes de encomendas ainda mais pequenos <ul style="list-style-type: none"> - Excesso de flexibilidade

Fig.12 – Representação da análise SWOT da empresa

Como se pode verificar a empresa apresenta uma forte estrutura que lhe permite um grande crescimento, no entanto deve superar as suas fraquezas de forma a torná-las forças.

As fraquezas como, o não cumprimento de prazos, a produção *Push* e a falta de implementação de um sistema cliente/fornecedor podem ser minimizadas com a implementação de ferramentas como o *Lean Manufacturing*.

Neste trabalho pretende-se definir uma estratégia de implementação de algumas ferramentas numa área da empresa que é o departamento de Acabamento do Produto, onde se executam tarefas de rectificação, torneamento e polimento. Esta área tem como fornecedor interno o departamento de Metalurgia que fornece o material sinterizado para depois ser trabalhado para as dimensões específicas exigidas pelo cliente e um fornecedor externo que lhe fornece o aço para acoplar em alguns produtos.

A produção está distribuída por três naves de produção, uma contém a parte de preparação de matérias-primas e metalurgia (produto até á sinterização), outra contém a rectificação do Metal Duro (é o nome dado a uma liga de carboneto de tungsténio, produzido por metalurgia do pó. O produto é obtido por prensagem e sinterização de uma mistura de pós de carboneto e outros materiais de menor ponto de fusão, chamados aglomerantes (cobalto, cromo, níquel ou uma combinação deles).

Estas matérias-primas são homogeneizadas em moinhos em proporções adequadas de forma a conferir lotes de produtos diferentes que variam de acordo com características do produto final. A dureza e a capacidade de resistência ao desgaste do produto final é garantida pela relação percentual das matérias-primas introduzidas na homogeneização.

Depois da homogeneização o metal duro é seco e separado de acordo com a dimensão dos grãos ficando pronto para o processo de prensagem.

Após a prensagem, o composto já tem consistência suficiente para ser trabalhado na forma desejada, ou próximo dela. É torneado e maquinado por centros de maquinação com uma sobreespessura de material (o termo comum é “excesso”) para ser retificado mais tarde.

Posteriormente ocorre o processo de sinterização, aquecimento a uma temperatura suficiente para fundir o aglomerante, que preenche os vazios entre os grãos dos carbonetos. O resultado é um material de dureza elevada, entre 75 e 90 HRa (dureza Rockwell na escala A, é um método de medição directa da dureza), dependendo do teor de aglomerante e do tamanho do grão do carboneto. Maiores durezas são conseguidas com baixos teores de aglomerante e tamanho de grão reduzido. Por outro lado maior tenacidade é obtida aumentando o teor de aglomerante e/ou aumentando o tamanho de grão

Após a sinterização os produtos são controlados e os conformes são enviados para o departamento de Acabamento do Produto, onde se rectifica o Metal Duro, torneia e fresa o aço que compõem alguns produtos. Tal como se apresenta no esquema ilustrado na figura 13.

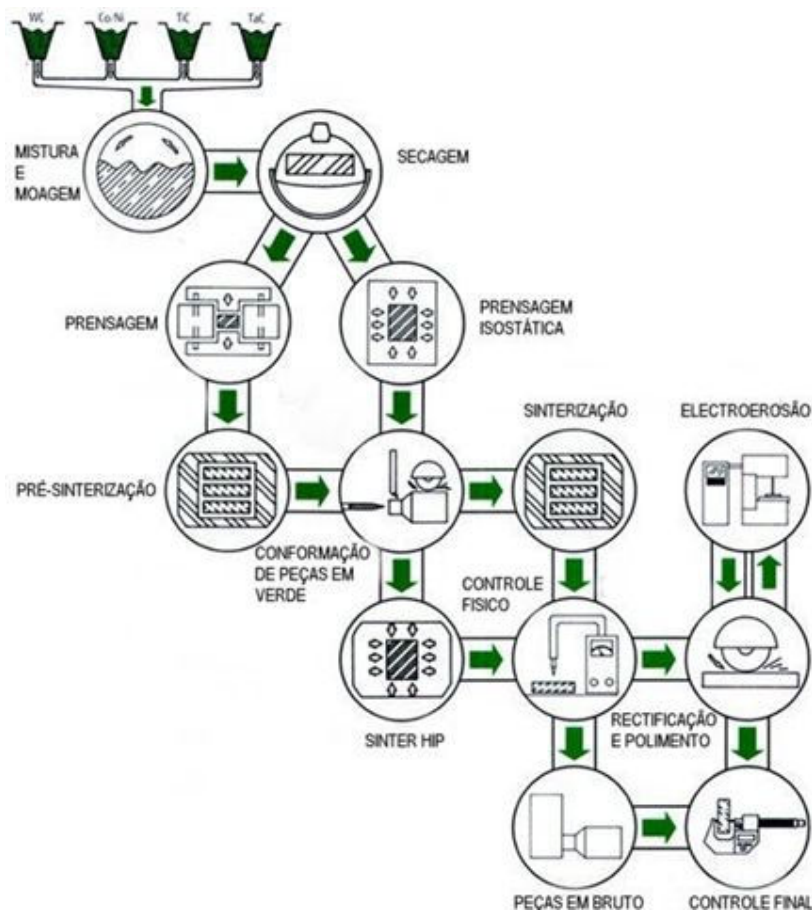


Fig.13 – Processo Produtivo, Catálogo da empresa, 2007

A produção está organizada por centros de trabalho (grupos de máquinas que fazem as mesmas operações), existindo cerca de 43 centros de trabalho operacionais.

O sequenciamento das tarefas é feito em centros de trabalho alternados o que dificulta a planificação das ordens de fabrico.

A capacidade dos centros de trabalho é limitada e depende muito da especialização da mão-de-obra, os tempos de preparação estão inseridos como tempos de produção (os tempos de preparação são sempre muito menores do que os tempos de produção).

Para além destas limitações apresentadas há um aspecto que dificulta o planeamento da produção que é o facto de não existirem precedências de tarefas na maior parte dos sequenciamentos.

Existe apenas precedências em determinadas operações determinantes ao longo do processo, como por exemplo a sinterização e o tratamento térmico do aço.

A empresa tem um tipo de produção intermitente *Job shop*, com pequenos lotes ou até mesmo produção única (em alguns casos) e com produtos muito específicos.

A empresa trabalha unicamente por encomenda.

As encomendas chegam normalmente acompanhadas por um desenho que identifica quais as especificações do produto que o cliente pretende.

Para podermos perceber e dimensionar os nossos problemas vamos analisar a distribuição das famílias dos produtos tanto em termos de facturação como em quantidades fornecidas durante um ano, (figura 14).

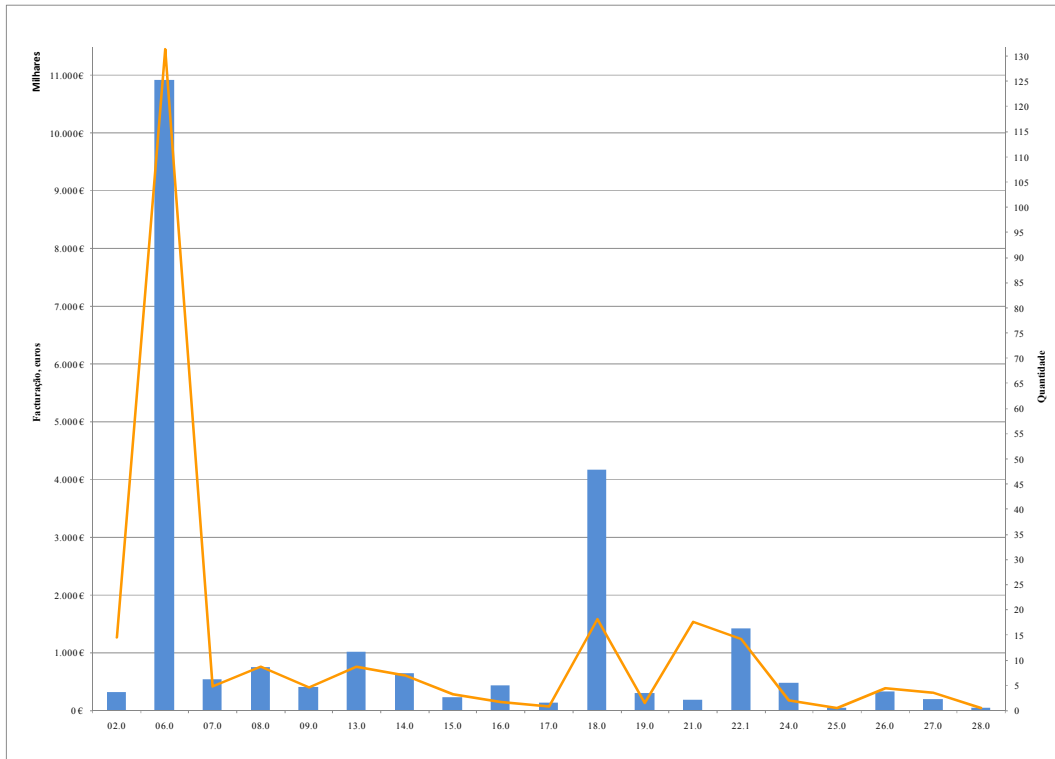


Fig.14 – Valorização das encomendas no período de um ano

Esta análise permite-nos concluir que os produtos com maior volume de facturação são o código 06.0 (peças redondas rectificadas), 18.0 (ferramentas diversas) e 22.1 (anéis). Em termos de quantidades fornecidas temos com maior significado o código 06.0, o 18.0, o 21.0 e o 22.1.

Analisando os produtos do código 06.0 e 18.0 verificamos que são produtos muito diferentes entre si, ou seja têm processos produtivos bastante diferentes o que torna difícil a sua standardização.

Relativamente ao código 22.1 podemos englobá-lo num grupo em que é possível padronizar o processo produtivo e torná-lo um produto standard.

Depois de analisar os processos produtivos verifica-se que os produtos não são exactamente iguais (existem alterações em termos dimensionais) no entanto podemos agrupá-los e definir um processo de execução semelhante para esses produtos.

Para os restantes produtos não é possível considerá-los como um grupo, mas sim como uma produção única e específica.

O que nos leva a concluir que é possível dividir a produção em dois grandes grupos; um grupo onde se concentram os produtos repetitivos, que podemos padronizar (tornar standards) e o outro grupo constituído pelos produtos com lotes muito pequenos, e com um processo produtivo específico (produtos especiais).

Ao analisarmos as exigências dos clientes (tabela 2) actuais também podemos dividi-los em dois grandes grupos.

Tabela 2: Necessidades dos clientes

	Cientes - Produtos Standards	Cientes - Produtos Especiais
Necessidades	Prazo Curto	Especificações Técnicas
	Preço	Qualidade
	Comprometimento	Inovação
	Qualidade	Desenvolvimento
	Capacidade de Resposta	Fiabilidade
		Apoio Técnico

Podemos dizer que esta diferença posiciona-se da mesma forma que um veículo de alta competição (rápido e com elevada capacidade de resposta) e um veículo como um camião que é lento mas específico para um determinado fim (ver figura 15).



Fig.15 – Representação dos dois tipos de produção

No caso de produtos standards o cliente evidência o prazo e a capacidade de resposta como factor principal o que nos leva a pensar na organização da produção de uma forma diferente da actual.

Como já foi referido a empresa apresenta a sua produção organizada por centros de trabalho, e com sequenciamentos alternativos.

Esta área produtiva ocupa 300 m² e neste esquema estão representadas as máquinas que se encontram em activo.

O produto proveniente do fornecedor interno é conduzido para a zona de distribuição do material para mais tarde ser encaminhado para o centro de trabalho de acordo com a gama operatória do produto.

O *layout* actual não está orientado em função do fluxo produtivo. O percurso dos produtos no chão de fábrica desenham uma rede de esparguete bastante complexa, que se pode analisar na tabela 4.

Tabela 4 - Representação das gamas operatórias de alguns produtos

		Código			
		17.0	06.0	06.0	22.1
Gama operatória		RERPL	RESUN	RERPL	RERPL
		RERIN	REREX	REREC	RERIN
		REREC	RERPL	RERIN	REREX
		REPOL	RERIN	RERUN	RERUN
			RERIC	REPOL	REPOL
			RERPL		
			RERIN		
			REPOL		

No entanto, é possível dividir-se a produção em duas áreas, criando dois grandes grupos de produtos, os produtos standard e os produtos especiais.

Para os produtos standard é possível organizar a produção por células de fabrico e implementar o sistema de produção puxada, com a relação cliente fornecedor muito bem definida.

Para os produtos especiais pode-se continuar com a produção organizada por centros de trabalho, tal como actualmente, mas aplicando o conceito de cliente/fornecedor e alguns

sistemas de automatismos de forma a melhorarmos a produtividade e de se tornar mais fácil respeitar o prazo de entrega, ver figura 17.

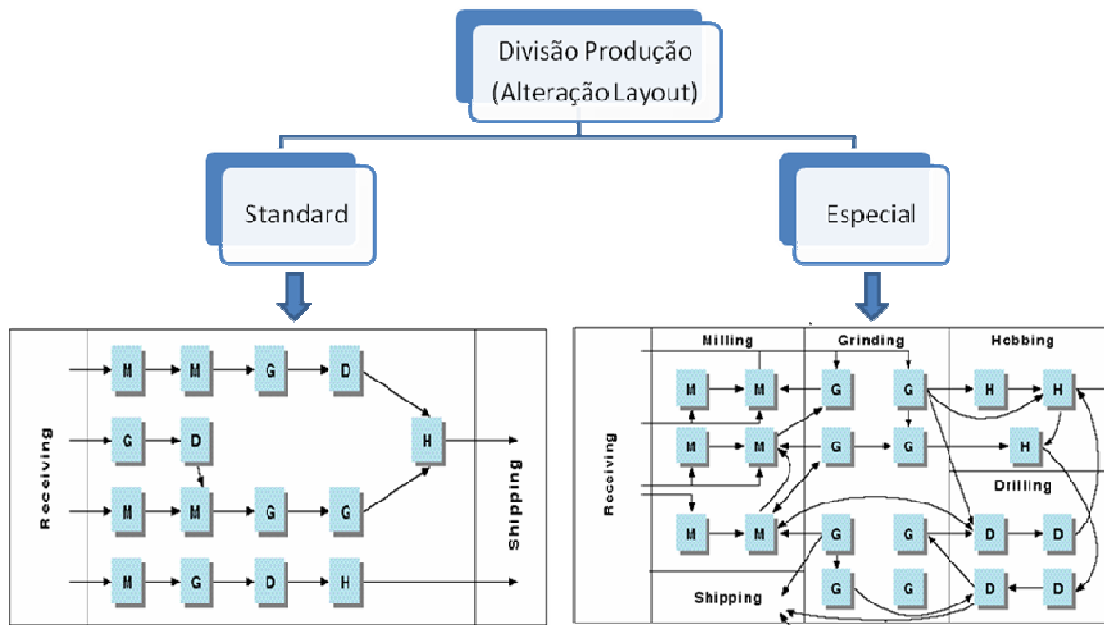


Fig. 17 - Representação do novo *layout* da área em estudo

3.1 - Aplicação de Células de fabrico e outras ferramentas *Lean*

Após a análise dos diferentes produtos da mesma família, consegue-se encontrar roteiros de operações idênticos.

Os punções farmacêuticos (código 15.0), os punções de prensagem (código 17.0), os anéis (código 22.1), os mandris (código 13.0), as feiras (código 09.0), a sub-família de matrizes farmacêuticas de um furo (código 14.1) e a sub-família de anéis de válvulas polidas (código 07.0), podem constituir uma análise mais cuidada para uma possível implementação de células de fabrico.

Como está atribuído a cada desenho de produto um código de material, é possível fazer-se uma análise da repetitividade dos desenhos ao longo de um ano e verificar quais os

materiais que podem ser executados respeitando uma determinada sequência operatória já pré-definida.

A metodologia a ser usada para o estudo de uma célula de fabrico é a seguinte:

- Análise do histórico de encomendas e quantidade produzida;
- Definição de uma sequência operatória para esta família de produtos;
- Desenho e cálculo do percurso das peças durante o ciclo produtivo;
- Cálculo da área ocupada actualmente;
- Registo do nº de máquinas e equipamentos actualmente usados;
- Definição do objectivo;
- Cálculo do número de horas disponíveis;
- Cálculo do *tack-time*;
- Cálculo do número de recursos humanos necessários;
- Cálculo do número de equipamentos necessários;
- Definição do *layout* da célula;
- Aplicação dos 5'S na célula.

Vamos então iniciar o estudo de implementação de uma célula de fabrico para os punções de prensagem (código 17.0), ver figura 18.

3.2- Situação Actual da produção

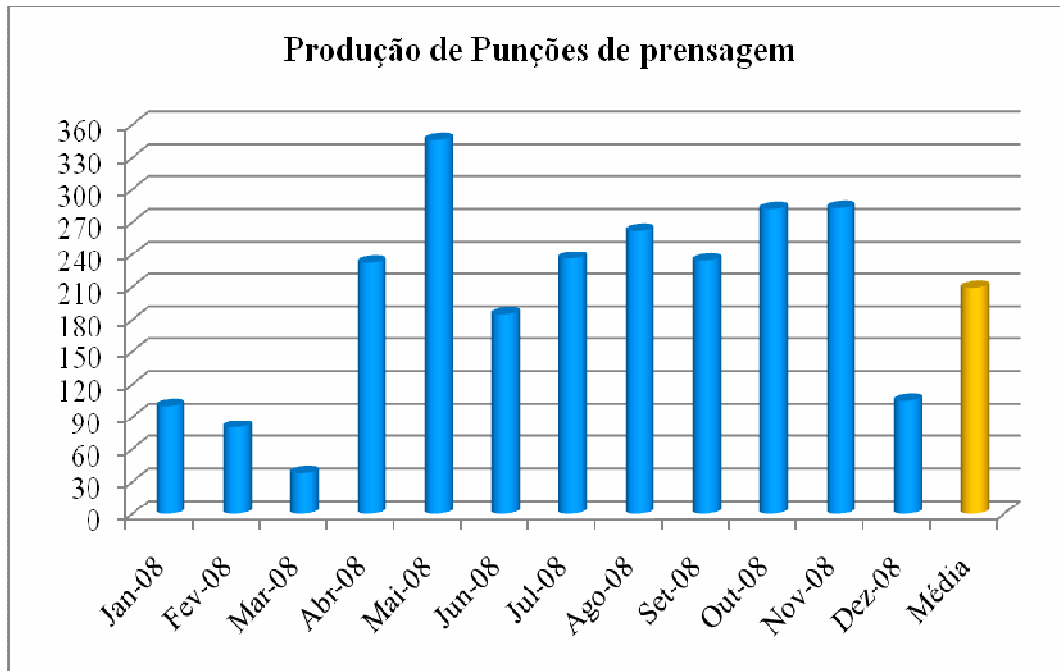


Fig.18 - Produção de punções de prensagem em 2008

A produção em 2008 foi de 2383 peças com um valor total de 236.651,64 €.

A quantidade média mensal de produção foi de 209 peças. E a quantidade média dos lotes de encomenda foi de 5 peças.

A sequência operatória e os respectivos tempos está de acordo com a tabela 5.

Tabela 5 – Roteiro dos punções de prensagem

Centro Trabalho	Operação	Tempo médio de execução/un	Ocupação			Observações
			%Máquina	%Homem	%Homem&Máquina	
RERPL	Rectificação plana dos topos	10 min.	0%	0%	100%	Esta operação exige a permanência do homem junto da máquina
RERIN	Rectificação do diam. interior	20 min.	40%	0%	60%	Em 40% do tempo de execução não é necessário a permanência do homem junto da máquina
REREC	Rectificação do perfil	60 min.	70%	0%	30%	Depois de se fazer o setup da máquina só é necessária a intervenção do homem para controlar a operação
REPOL	Polimento do perfil	15 min.	0%	0%	100%	O equipamento só trabalha com intervenção directa do homem, é um trabalho manual

Após a análise da sequência operatória e da distribuição dos tempos de execução, concluímos que a intervenção humana é muito importante no fluxo produtivo destas peças.

Só em duas operações é que temos algum tempo de homem disponível, o que desde já nos leva a pensar na dificuldade que surgirá no cálculo dos operadores.

Actualmente estes equipamentos não executam só esta família de produtos, executam todas as ordens que vão aparecendo. A planificação em cada centro de trabalho ocorre de acordo com o prazo de entrega e as prioridades vindas do Serviço Comercial.

Este tipo de planificação torna-se bastante complexo e falível. O que significa que os punções de prensagem podem ficar algum tempo á espera de serem executados.

Para podermos executar este tipo de punções de prensagem necessitamos dos seguintes equipamentos e recursos, tabela 6:

Tabela 6 – Recursos utilizados pela produção

Centro de trabalho	Equipamento	Quantidade	Nº de operadores
RERPL	Rectificadora plana tangencial	1	1
RERIN	Rectificadora de interiores	1	1
REREC	Rectificadora de exteriores CNC	1	1
REPOL	Bancada manual	1	1

A rectificadora de exteriores CNC é o único equipamento que depois de programado e acertado o programa pode executar as peças em automático, no entanto exige a presença do operador para verificar, compensar o programa no fim e trocar peças.

Os outros equipamentos são convencionais e por isso necessitam da presença humana para trabalharem, excepto a rectificadora de interiores que apesar de ser convencional tem um sistema automático que permite executar a rectificação automaticamente.

Actualmente temos uma situação de 4 máquinas que não são ocupadas integralmente com punções de prensagem, código 17.0 e 4 operadores que só sabem trabalhar nas máquinas onde habitualmente operam.

O que se pretende é definir máquinas que executem punções de prensagem e operadores mais polivalentes que aprendam a trabalhar em equipa.

Para se poder definir uma célula de fabrico é necessário definir o objectivo que se pretende alcançar. Para isso podemos analisar o histórico de produção e definir um objectivo, tendo em conta que com a constituição da célula de fabrico iremos ter os recursos afectos apenas á execução deste produto.

A média de 2008 foi de 209 peças por mês. No entanto o segundo semestre foi melhor relativamente ao primeiro, executaram-se 234 peças. Com base nesta análise pode-se colocar o objectivo em 235 peças por mês, seguindo a tendência de 2008.

Após a definição do objectivo deve-se calcular o número de horas disponíveis num dia de trabalho normal.

- Nº de horas de trabalho: 8 horas (480 minutos)
- Hora de almoço: 30 minutos
- Hora de intervalo: 15 minutos
- Hora de descanso: 15 minutos

No total tem-se menos 1 hora de trabalho por dia, o que significa que por semana temos 32 horas úteis (1920 minutos).

Com os dados das horas disponíveis e do objectivo é possível definir o ritmo de produção (*Takt Time*) para atender ao mercado de forma adequada.

Sendo assim o *Takt Time* é a divisão entre as horas disponíveis e o objectivo de produção.

$$Takt\ Time = \text{Tempo disponível} / \text{Objectivo} = 1920 / 58,8 = 32,6 \text{ min.}$$

Depois do cálculo do *Takt Time* e dos tempos de operação pode-se definir o número de operadores e de máquinas.

O *Cycle time* é o somatório dos tempos de operação, que neste caso se dividem em tempos de operador e em tempos de máquina.

O cálculo do número de recursos quer materiais quer humanos é feito da seguinte maneira (ver tabela 7):

$$\text{N}^\circ \text{ de operadores/máquinas} = \text{Cycle Time} / \text{Takt Time}$$

Tabela 7 – Cálculo do nº de operadores e de máquinas

Takt Time

Tempo disponível:	1920 minutos
Quantidade peças a executar:	58,8 peças
Takt Time:	32,6 minutos

Centro	Operação	Tempo Total Oper.	Tempo unitário			Tempo Maq	Tempo Oper	Ocup.Maq	Ocup.Oper	Nº Maq
			% Máquina	% Operador	% Máq. & Oper					
RERPL	Rec Plana - Colocar Altura	10	0%	0%	100%	10	10	0,31	0,31	1
RERIN	Rec Int - furo	20	40%	0%	60%	20	12	0,61	0,37	1
REREC	Rec exteriores CNC	60	70%	0%	30%	60	42	1,84	1,29	2
REPOL	Polim Man. - perfil	15	0%	0%	100%	15	15	0,46	0,46	1
Cycle Time						105	79		2,4 Oper	5 Maqs

Colocando estes dados de uma forma gráfica, pode-se concluir que o desvio existente na rectificadora de exteriores CNC é praticamente o dobro, figura 20.

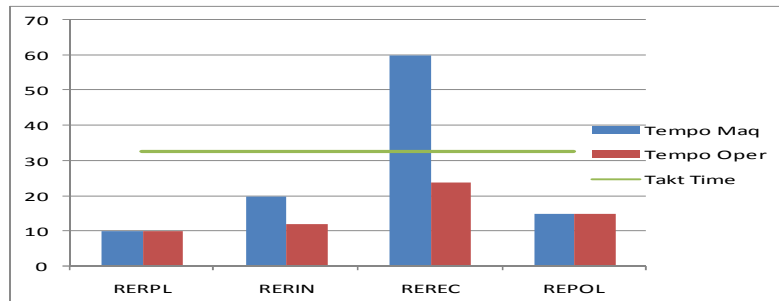


Fig.20 – Gráfico representativo dos tempos face aos recursos

Com estes dados é possível definir-se o *layout* da célula, não esquecendo a importância de manter o fluxo produtivo contínuo, ou seja, criar precedências entre as operações.

O conceito de célula de fabrico não será implementado na totalidade, é necessário adaptá-lo à nossa realidade e por isso vamos trabalhar ordem de fabrico a ordem de fabrico, e não peça á peça.

Como os tempos de operações são muito diferentes, torna-se difícil trabalhar peça a peça, por exemplo a primeira operação demora metade do tempo da segunda e esta demora três vezes menos do que a terceira operação. Por isso penso ser mais apropriado implementar o conceito de supermercado e trabalhar uma ordem de fabrico de cada vez.

O *layout* que se definiu é o representado na figura 21:

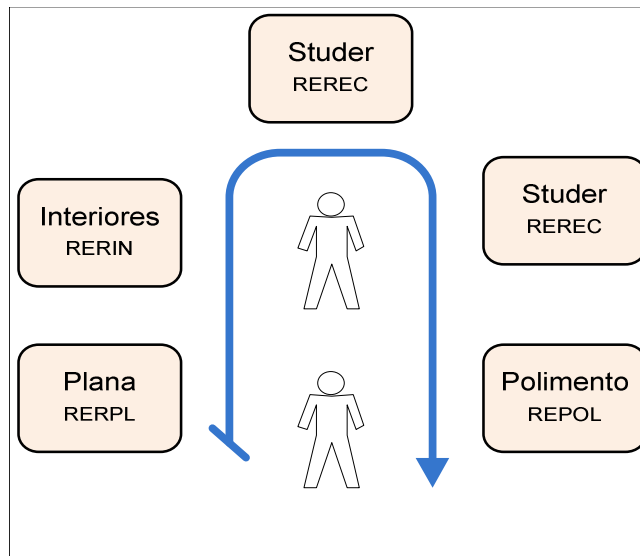


Fig.21 – Proposta de layout da célula de fabrico

Coloca-se dois operadores para trabalhar nas cinco máquinas e colocamos duas máquinas de rectificação exterior CNC para poder equilibrar a célula de fabrico, e assim, é como se reduzisse-mos o tempo de operação para 30 minutos, como vemos no gráfico da figura 22.

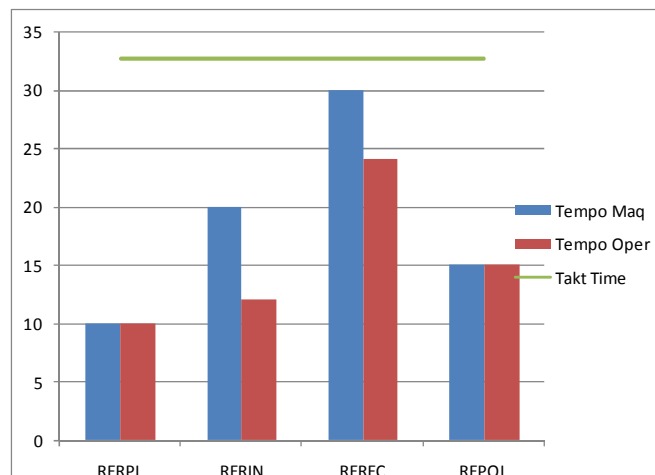


Fig.22 – Representação dos recursos de acordo com o Takt Time

Como se pode ver ao colocarmos duas máquinas correspondentes à operação mais demorada, colocámos os tempos das operações abaixo do *Takt Time*, ou seja para cumprirmos com o nosso objectivo temos disponibilidade a mais, cerca de 2,6 minutos.

Para equilibrarmos a célula coloca-se apenas dois trabalhadores (o cálculo tinha dado 2,4 que se pode arredondar para 3) de forma a reduzirmos a disponibilidade e assim definirmos a célula correctamente.

O *layout* apresentado tem aquela disposição para poder respeitar a sequência operatória e garantir um fluxo contínuo do produto.

Estando definida a célula pode-se aplicar os 5'S de forma a arrumar e colocar as coisas nos locais apropriados, para se minimizar as perdas existentes.

A implementação desta ferramenta só terá êxito, se analisarmos o trabalho que está para executar num determinado período e depois identificar as ferramentas e/ou equipamento que poderão ser necessárias ou não.

Após esta identificação deve-se eliminar as ferramentas que estão a mais. Para as ferramentas necessárias criamos locais para as colocar que sejam fáceis e permitam uma utilização e visualização rápida e simples por qualquer trabalhador.

A célula de fabrico deve ficar limpa e arrumada, como se pode ver na figura 23 e 24.



Fig.23 – Ilustração do início da implementação dos 5'S



Fig.24– Estante após intervenção dos 5'S

A figura 25 representa a célula depois da implementação dos 5'S e com o *Layout* já definido.



Fig. 25 - Fotografia da célula dos punções após a implementação dos 5'S

Para que esta célula se torne ainda mais transparente e simples para o resto da organização é necessário implementar-se metodologias de Gestão Visual.

É possível elaborar-se um quadro onde está definido a carga de trabalho para as próximas semanas para se conseguir identificar de uma forma automática quais as encomendas que poderão ter algum desvio em termos de prazo de entrega. Para além disso permite que os trabalhadores possam preparar as ferramentas para não perderem tempo quando as peças chegam do fornecedor interno. Como se pode ver na tabela 8:

Tabela 8 - Quadro exemplificativo da carga de trabalho da célula

Encomenda	Ordem de fabrico	Desenho	Quantidade	Prazo de entrega	Desvios	Observações
1091000056	135679	17-0-00700-07	11	Sem.25		
1091000060	140012	17-0-00689-01	2	Sem.25		
1091000160	140020	17-0-00701-05	5	Sem.26		
1091000200	140025	17-0-00688-01	9	Sem.27		
			27			

A programação é feita com base no prazo de entrega confirmado ao cliente e depois segue o método FIFO (*First in First out*). Para poder-se acompanhar melhor a programação já definida usa-se uma tabela onde se registam os desvios dos tempos das operações. Ao analisar a tabela 9 pode-se actuar sobre os desvios de uma forma atempada.

Tabela 9 – Tabela para acompanhamento da programação

Ordem de Fabrico:	140020	Desenho:	17-0-00701-05		
Quantidade:	5				
Seqüência operatória		Tempos previstos			
Nº	Operação	08:00 - 08:50	08:50 - 10:30	10:30 - 16:00	08:00 - 09:15
10	Rectif. Plana	●			
20	Rectif. Interiores		●		
30	Rectif. Exteriores			●	
40	Polimento				●
Data de inicio:		Observações:			

Os resultados da célula são divulgados através de um painel como se pode ver na tabela 10:

Tabela 10 - Quadro exemplificativo da apresentação de resultados

	Sem. 20	Sem. 21	Sem.22	Sem.23	Sem. 24
Quantidade produzida	45				
Quant. de defeituosos	1				
Produtividade € (valor/Horas Totais)	0.2				
Taxa de absentismo	0%				
Acções a tomar:					

Os 5'S são uma ferramenta que nunca deve ser esquecida numa célula de fabrico porque neste tipo de organização predomina o espírito de equipa, e se os equipamentos estiverem bem arrumados e identificados á uma minimização dos tempos mortos.

Deve existir uma *check list*, onde se definem tarefas simples e rotineiras para se poder manter o local de trabalho sempre limpo e arrumado, ver tabela 11.

Tabela 11- Check list para implementação na célula

Check List			
Tarefas	Sim	Não	Obs.
Verificar se existem as ferramentas necessárias para o início do trabalho			
Controlar as peças antes de iniciar a operação em questão			
Executar as peças de acordo com a sequência operatória			
Registar os tempo de operação			
Controlar as peças no fim da operação			
Verificar se a máquina apresenta algum ruído			
Limpar a máquina			
Limpar as ferramentas que fôrma utilizadas			
Colocar as ferramentas nos locais próprios			
Verificar o trabalho para o dia seguinte			
Preparar ferramentas para iniciar o trabalho no dia seguinte			
Data:			
Operador:			

No momento em que se define a equipa deve-se eleger um chefe de equipa, é necessário a presença de alguém que se responsabilize e dinamize as acções da célula.

O líder da equipa deve ser uma pessoa voluntariosa e com vontade de liderar para motivar a equipa a alcançar os objectivos estabelecidos. Deve conhecer o processo, ser responsável, ser formador, ter capacidade de análise e ter capacidade de comunicação para transmitir os resultados e problemas á Direcção.

A capacidade de análise é uma característica muito importante porque o líder necessita de avaliar bem o seu processo de forma a ter uma atitude pró-activa resolvendo os problemas antes de acontecerem. Coordenar e conjugar o trabalho da forma mais económica e produtiva é uma tarefa deste líder de equipa.

Para se poder respeitar os prazos de entrega deve-se implementar o sistema *Pull*, ou seja vamos utilizar a tabela que temos de carteira de encomendas e pedir ao nosso fornecedor para entregar essas mesmas ordens de fabrico no prazo adequado de acordo com a nossa programação.

Programa-se as ordens de fabrico do fim para o inicio e definimos qual o prazo em que temos de ter a mercadoria do fornecedor e com base nessa data solicitam o material. Por exemplo a ordem de fabrico 140020 com prazo de entrega para a semana 26, deve ser entregue pelo fornecedor interno dois dias antes do fim do prazo.

Com este método de trabalho reduzimos os tempos mortos e por consequência o nosso *Lead Time*.

Com a implementação de células de fabrico construímos uma organização diferente, com uma cultura de trabalho diferente.

Para a empresa as vantagens em implementar células de fabrico são as seguintes:

- Definição da capacidade produtiva;
- Redução do espaço percorrido para 11m;
- Redução da área em 46%;
- Redução do número de pessoas em 50% (de 4 para 2);
- Aumento do trabalho de equipa;
- Aumento da polivalência;
- Aumento da produtividade;
- Aumento de acções de melhoria contínua.

Este aumento de produtividade e de acções de melhoria contínua deve-se ao facto de analisarmos melhor o nosso fluxo produtivo e o nosso processo.

Analisa-se a produção dos punções de prensagem de uma forma mais individual e assim pode-se melhorar as ferramentas de apoio para a produção, os equipamentos de controlo, coordena-se o trabalho de forma a minimizar-se os setups da máquina CNC e reduz-se os excessos para a rectificação com a colaboração do nosso fornecedor.

CONCLUSÃO

Um sistema *Lean Manufacturing* obriga as organizações a pensarem de forma diferente, a criarem uma cultura de trabalho diferente.

Uma empresa como a apresentada no trabalho tem algumas carências ao nível de organização, provocada em parte por um crescimento não devidamente sustentado (no âmbito organizacional) e por pertencer a um sector em que a especificidade do produto é muito elevada. Esta empresa tem como estratégia de mercado produzir produtos especiais e não produzir produtos de catálogo.

No entanto é urgente mudar o rumo da organização, não em termos de estratégia mas sim em termos de cultura de trabalho. Por isso entende-se que dividir a produção em dois grandes grupos e tratá-los de forma diferente é uma maneira de se manter a mesma imagem no mercado (fabricantes de peças especiais) com benefícios em termos de serviço e qualidade do produto.

À semelhança desta empresa existem muitas outras onde é urgente alterar a forma de pensar, um sistema *Lean Manufacturing* configura-se como uma boa abordagem para despoletar essa mudança. É um conjunto de ferramentas simples em termos de conceito mas que podem trazer muitas vantagens às organizações.

Para que sistema tenha sucesso é necessário uma forte envolvência das pessoas, as pessoas neste projecto são a chave para o sucesso. É necessário um líder para o projecto que conheça muito bem os conceitos e os saiba aplicar adequando á realidade da sua empresa. Este líder tem a importante tarefa de transmitir de forma clara os objectivos e os conceitos destas ferramentas para que todas as pessoas as interiorizem e apliquem no seu posto de trabalho.

Neste trabalho propôs-se uma divisão da empresa: numa parte é possível implementar um sistema *Lean Manufacturing*; na outra se mantém uma produção organizada por centros de trabalho com um tipo de produção *Job shop*.

Ao tentar implementar algumas ferramentas do sistema *Lean* fui-me apercebendo da dificuldade de o fazer de uma forma rígida, no entanto não esquecendo o conceito principal, adequiei-os á realidade em que me encontrava.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁICAS

A. Courtois, M. Pillet, C. Martin, (1997), *Gestão da Produção*, Lidel

Eliyahu M. Goldratt, Jeff Cox, (2004), *The Goal, A Process of Ongoing Improvement*, The North River Press

Farzad Dibachi, Rhonda Love Dibachi, (2002), *Just Add Management, Seven Steps to Creating Workplace and Motivating Your Employees in Challenging Times*, McGraw-Hill

Fernando Santos, (2009), *Tese de Doutorado, A Influência do sequenciamento na definição de estratégias de Planeamento da Produção*.

Georg N. Krieg, (2005), *Kanban- Controlled Manufacturing Systems*, Springer

Jeffrey K. Liker, David Meier, (2006), *The Toyota Fieldbook, A practical guide for implementing Toyota's 4Ps*, McGraw-Hill

Jeffrey K. Liker, David Meier, (2007), *Toyota Talent, Developing your people the Toyota way*, McGraw-Hill

Hirano, Hiroyuki. (1990), *JIT implementation Manual, The complete guide to Just-In-Time Manufacturing*, Productivity Press.

Revista, (Setembro-Outubro 1999), *Harvard Business Review*

Revista, (Setembro 2007), *Harvard Business School*

Revista de Manutenção, (1º Trimestre de 2009), N° 100.

Revista, (Novembro 2006), *The Techonogy Teacher*

[http://www. Epa.com](http://www.Epa.com), (s.d.), Obtido em 01 de Maio de 2009

<http://www.gatlineducation.com>, (s.d.), Obtido em 17 de Maio de 2009

<http://www.pt.kaizen>, (s.d.), Obtido em 20 de Abril de 2009

<http://www.Lean.org.br>, (s.d.), Obtido em 16 de Março de 2009

<http://www.lean.org>. Obtido em 23 de Fevereiro de 2009

<http://www.lean.state>, (s.d.), Obtido em 17 de Maio de 2009

<http://www.leanway>, (s.d.), Obtido em 15 de Abril de 2009

<http://www.luiz Freire>, (s.d.), Obtido em 16 de Março de 2009

<http://www.unl.pt/eventos/geral/conferencia-lean-management>, (s.d.), Obtido em 16 de Março de 2009

<http://www.visio-lean>, (s.d.), Obtido em 13 de Maio de 2009

http://www.vision-lean, (s.d.), Obtido em 11 de Maio de 2009

http://www.Wikipedia, (s.d.), Obtido em 10 de Maio de 2009

http://www.wikipédia, Ohno, (1988), Obtido em 16 de Março de 2009

http://www. wikipedia.com, (s.d.), Obtido em 16 de Maio de 2009