

Parametrização de um ERP para implementação *Lean* na produção

Carlos Manuel de Araújo Abreu da Fonseca

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Engº Eduardo Gil da Costa

Orientador na STA: Engº Manuel Casais



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2011-01-28

Para a minha família, e amigos.

Resumo

Tendo em conta a crescente necessidade de competitividade e flexibilidade sentida pelas empresas, a filosofia *Lean* revela-se uma ferramenta imprescindível. Esta permite à empresa reduzir o desperdício existente sobre as mais variadas formas, identificar e privilegiar a criação de valor e melhorar a qualidade do seu produto. Neste contexto, a Sociedade Transformadora de Alumínios adquiriu um ERP, e com a sua implementação pretende alterar o seu sistema de produção para um sistema *pull*.

A implementação deste projecto implicou a apropriação dos conceitos *Lean* necessários, um estudo do processo actual, modelo *as is*, com o intuito de identificar os erros e possibilidades de melhoria do mesmo, a parametrização do ERP com todos os dados recolhidos e, finalmente, a implementação dos conceitos que melhor se adequam ao tipo de produção da empresa.

A estratégia de actuação ficou completamente definida, estando até em alguns casos em funcionamento, após terem sido obtidos na fase de teste resultados que demonstram melhorias significativas nomeadamente a redução do nível de *stocks*, a diminuição do número de rupturas de *stock*, e o melhor cumprimento dos prazos de entrega, bem como uma melhor organização do processo produtivo.

Parameterization of an ERP for Lean implementation in the production

Abstract

According to the growing needs for competitiveness and flexibility of companies, Lean philosophy reveals itself a very important tool. It allows the company to reduce waste hidden under various forms, identify and charter the value aggregation, and improve the quality of the product. In this context, STA bought an ERP and wants with its implementation to change its actual philosophy to Lean.

This project took place by the study of the necessary Lean concepts, the study of the as is model and identification of its errors and potential improvements, the parameterization of the ERP with all the collected data and finally the implementation of the concepts which best suit the company production.

The implementation strategy is completely defined, and even in practice in some cases, as good results were obtained in the testing phase, not only by the reduction of the stock levels, but also by the reduction of stockout situations, the more frequent achievement of the deadlines stipulated by the costumers and a more organized production system.

Agradecimentos

A todas as pessoas da STA: os operadores das máquinas que foram muito importantes na apropriação rápida e eficaz do processo, ao engenheiro Ricardo pelos conselhos e ajuda na integração no mundo do trabalho, ao meu orientador engenheiro Manuel Casais e ao dr. Robert Matthé pela partilha de experiência e conhecimento, e pela orientação, e a todos os outros pela simpatia e bom ambiente.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Objectivos do Projecto	1
1.2	Desenvolvimento do Projecto.....	1
1.3	Apresentação da STA:	2
1.4	Apresentação do ERP Sage-X3	3
1.5	Organização da Dissertação	3
2	Estado da arte	5
2.1	Toyota Production System	5
2.2	Value Stream Mapping.....	5
2.3	Produção <i>Lean</i>	6
2.4	Sistema <i>kanban</i>	8
2.5	<i>Kaizen</i>	8
2.6	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>	9
2.7	Sistema "Pull"	10
2.7.1	Sistema Pull de Reabastecimento	10
2.7.2	Sistema Pull Sequencial	10
2.7.3	Sistema Pull Composto.....	11
2.8	ERP	12
2.9	Análise de Pareto	12
3	Modelo "As is" e as suas limitações	14
3.1	Linha de conformação de Inox	15
3.2	Linha de fabrico de componentes	17
3.3	Problematização da situação "As Is"	18
4	Modelo "As should be", e suas vantagens	20
4.1	Planeamento da Produção.....	20
4.1.1	Monitorização do desperdício	20
4.1.2	Sistema de planeamento escolhido	21
4.1.3	Alteração de Nomenclaturas.....	21
4.1.4	Quantidade a produzir	23
4.1.5	Stocks	24
4.2	Planeamento das compras.....	27
4.2.1	Quantidade óptima de encomenda.....	27
4.2.2	Ponto de encomenda.....	27
4.2.3	Stock de segurança	27
4.3	Parametrização	28
4.3.1	Operações	28
4.3.2	Artigos.....	32
4.3.3	Postos de Trabalho.....	33
4.4	Outras acções correctivas.....	33
4.4.1	Linha de conformação de Inox.....	34
4.4.2	Linha de fabrico de componentes	34

5	Estado da execução do projecto	36
5.1	Alteração das nomenclaturas	36
5.2	Cálculo de quantidades óptimas de funcionamento	37
5.3	Monitorização do desperdício na linha de componentes	37
5.4	Parametrização do Sage 3X	37
6	Conclusões e Sugestões	38
7	Referências	40
8	ANEXO A: Simbologia VSM.....	41
9	ANEXO B: VSM geral da linha de Inox	42
10	ANEXO C: Folha de cálculo OEE [10]	43
11	ANEXO D: Lista de Ferramentas obsoletas	44

Siglas (opcional)

BN: Bottle Neck

BOM: Bill of Material

CD: Coeficiente de Desempenho

ERP: Enterprise Resource planning

FA: Factor de Actividade

FIFO: First In First Out

JIT: Just In Time

KPI: Key Performance Indicator

LE: Lote Económico

MRP: Material Requirement Planning

NR: Nível de Reaprovisionamento

OEE: Overall Equipment Effectiveness

PDCA: Plan, Do, Check, Act

PE: Ponto de Encomenda

SMED: Single Minute Exchange or Die

STA: Sociedade Transformadora de Alumínios

TPM: Total Productive Maintenance

TPS: Toyota Production System

VSM: Value Stream Map

Índice de Figuras (opcional)

Figura 1.2 Operações realizadas pelo Sage 3x [2]	3
Figura 2.1 Princípios da filosofia Lean [6]	7
Figura 2.3 Sistema Pull de Reabastecimento [11]	10
Figura 2.4 Sistema Pull Sequencial [11]	11
Figura 2.5 Sistema Pull Composto [11]	12
Figura 3.1 Layout da STA	14
Figura 3.2 Fluxograma da Linha de conformação de Inox [15]	15
Figura 3.3 Fluxograma da linha de Fabrico de Componentes [15]	17
Figura 3.4 Sistema <i>Push</i> representativo da situação "AS IS"	18
Figura 4.1 Processos envolvidos na produção de um artigo na linha de conformação de Inox [15]	22
Figura 4.4 Revisão periódica de Stocks [16]	25
Figura 4.7 Stock de segurança e prevenção de ruptura de stocks [16]	26
Figura 4.8 Exemplo de parametrização de cadências	31
Figura 4.9 Exemplo de parametrização de artigos	33
Figura 5.1 Análise ABC das matérias-primas da Linha de Inox, consoante o consumo de 2010	37

Índice de Tabelas (opcional)

Tabela 1 Número de medições necessárias por tempo de ciclo da operação	30
Tabela 2 Factor de Actividade em função do comportamento do operador (FA)[18]	31
Tabela 3 Coeficiente de Desempenho (CD)[18]	31

1 Introdução

1.1 Objectivos do Projecto

O objectivo do corrente projecto consiste em alterar o modo de organização e filosofia de produção da linha de Inox e componentes da STA de um sistema *Push* para um sistema *Pull*, tendo em conta o sistema de produção Toyota, e metodologias *Lean*.

Para esta meta ser alcançada, verifica-se a necessidade de dispor de uma base de dados fiável e organizada. Assim, e mediante a aquisição de um novo *software* de gestão integrado, o ERP Sage X3, foi necessário proceder à sua re-parametrização com informação fiável e de utilização expedita, para que este possa servir de suporte à actividade da empresa.

Finalmente, consciente que do seu processo produtivo fazem parte operações que não acrescentam valor ao produto, a STA aponta como necessária uma mudança na metodologia de circulação de informação na sua linha de Inox, através da definição de uma estratégia que permita não haver perdas de informação e, simultaneamente, proporcione ganhos na produtividade.

Apesar de se considerar actualmente, e na maioria das situações, que a existência de *stocks* numa empresa é uma situação a evitar, a STA decidiu criar um supermercado de produtos acabados e semi-acabados que visa absorver a variação da procura, e minimizar o impacto dos problemas de produção e planeamento no prazo de entrega.

Como consequência dessa decisão, foi necessário definir uma estratégia de gestão de *stocks*, a partir de um estudo dos consumos, tendo em vista a definição dos artigos a incluir no supermercado e a fase do processo produtivo em que será mais vantajoso fazer o armazenamento, tendo em conta a existência de produtos com gamas operatórias semelhantes, diferindo apenas na operação de acabamento.

1.2 Desenvolvimento do Projecto

A primeira fase do projecto consistiu na apreensão do modelo “*As Is*”, em simultâneo com o estudo do processo de fabrico e familiarização com o ambiente fabril.

Seguidamente foi efectuado o levantamento de dados relacionados com o processo, com especial ênfase nos aspectos directamente relacionados com os objectivos inicialmente propostos.

Posteriormente procedeu-se à re-parametrização do ERP, nos campos em que tal se verificou necessário, visando desta maneira actualizar dados.

Foram introduzidas metodologias de gestão de *stocks*, tanto de produtos como de matérias-primas, e foram criados lotes económicos (componentes). Foi ainda alterada a nomenclatura dos artigos das linhas de Inox e componentes de 3 níveis para 1 nível.

1.3 Apresentação da STA:

A STA- Sociedade Transformadora de Alumínios é uma empresa constituída em 1989 em parceria com o grupo belga Sobinco. É uma empresa especializada no desenvolvimento e produção de sistemas para portas e janelas, em particular para caixilharias de Alumínio. É uma empresa certificada pela norma ISO-9001:2000 desde 2006, e conta com uma equipa de 155 profissionais qualificados. Representa a marca Sofi, implantada no mercado há mais de 40 anos e é uma referência de tecnologia, inovação, design, qualidade e durabilidade. Apostando numa cooperação estreita ao nível da investigação e desenvolvimento de novos produtos, a STA e a Sobinco partilham os seus potenciais tecnológicos e industriais, maximizando assim o seu *know-how*. [1]

A empresa encontra-se dividida em vários departamentos, como podemos ver pelo organigrama da Figura 1.1. Este trabalho incidiu sobre a linha de fabrico de componentes e peças em Inox, no sector da produção assinalado na figura.

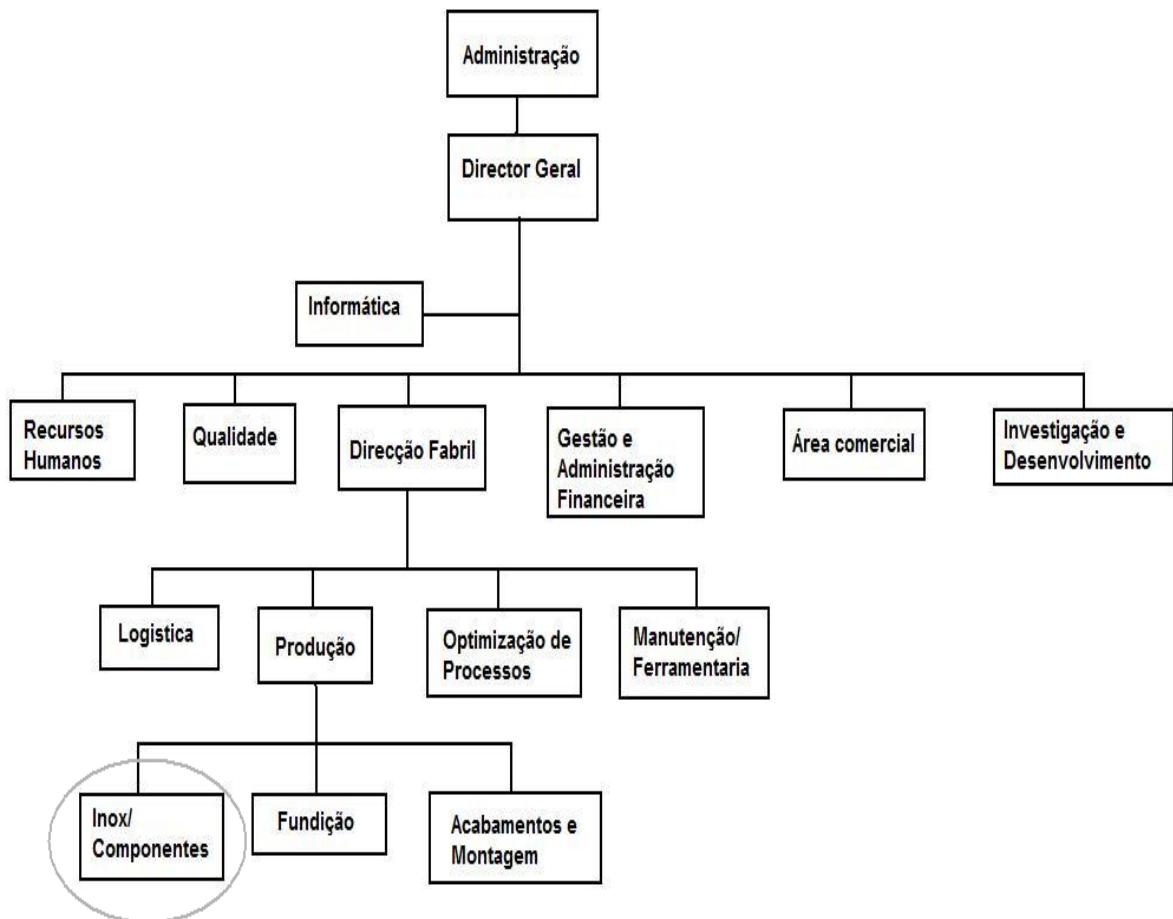


Figura 1.1 Organigrama da STA

1.4 Apresentação do ERP Sage-X3

O Sage ERP-X3 é uma solução de gestão completa e integrada, concebido para as médias e grandes empresas, para responder aos planos de gestão mais elaborados. Permite o acesso à generalidade da informação em tempo real e assim, a tomada de decisões mais exactas, antecipando quaisquer mudanças no mercado onde actua a empresa. A sua arquitectura *Web-based*, assegura que o fluxo de informação de uma empresa será rápido e seguro. Este *software* gere as diversas operações de uma empresa, tais como Finanças, Produção, Inventários, Compras, relacionamento com os clientes e Vendas, interligando-as entre si, como podemos ver pela Figura 1.2. [2]



Figura 1.2 Operações realizadas pelo Sage 3x [2]

1.5 Organização da Dissertação

A estrutura e organização desta dissertação, procuram dar uma ideia da sequência cronológica, e lógica dos acontecimentos. Assim, ainda neste capítulo, e após ter sido feita a apresentação da empresa, descrevem-se os objectivos iniciais do projecto, propostos pela empresa e pela faculdade, e que deram origem ao presente estágio.

Seguidamente apresenta-se os fundamentos teóricos que serviram de base aos procedimentos tomados.

Posteriormente dá-se a descrição da situação encontrada *in locu*, e apontam-se as suas limitações e possibilidades de melhoria. Possivelmente, novos objectivos secundários são estabelecidos, com base nas necessidades encontradas.

Segue-se o procedimento descrito, e metodologias escolhidas para actuar sobre as referidas limitações.

Por fim apresenta-se um capítulo informativo sobre o estado prático do projecto, e posteriormente as conclusões, e sugestões de medidas futuras.

2 Estado da arte

Neste capítulo procuram expor-se conceitos importantes à realização, seguimento e fundamentação deste trabalho, e de todas as opções tomadas.

2.1 Toyota Production System

Aparecendo para responder às necessidades dos clientes, no Japão, na altura do pós-guerra em que os recursos eram escassos, o TPS defende a melhoria, por utilização de alguns conceitos base:

- a utilização de processos JIT, nem mais cedo nem mais tarde, nem a mais nem a menos,
- a autonomação, ou seja a automação com características humanas que levem à perfeição dos processos,
- a programação nivelada com fluxo contínuo de fabrico e maior estabilidade e consistência de processos,
- a redução de *stocks*,
- os processos uniformizados,
- a melhoria contínua, e
- a estabilidade,

são alguns exemplos.

O seu grande objectivo era a elevada qualidade ao mais baixo custo possível, apostando na flexibilidade e na eliminação do desperdício, ou por outras palavras, a optimização da utilização dos recursos. [3]

O TPS estabeleceu a regra dos 5s:

- *Seiri*, organização, implica a presença no local de trabalho apenas do que é necessário,
- *Seiton*, arrumação, implica que cada coisa tenha o seu lugar, de modo a quando for necessária seja facilmente encontrada,
- *Seizo*, limpeza, passa a ideia de um trabalho realizado com qualidade, e facilita a detecção de avarias ou maus funcionamentos,
- *Seiketsu*, uniformização, permite a detecção de problemas à mais pequena variação, e
- *Shitsuke*, disciplina, o trabalho com normas e responsabilidade. [3]

A sua utilização facilitou a adopção de simples métodos visuais e o aumento do respeito pelas pessoas, integrando-as no sistema produtivo e atribuindo-lhes mais responsabilidade. O sistema demonstrou ser excelente no aumento da rentabilidade das empresas, e tendo por base a melhoria continua, evoluiu para a produção *Lean*.

2.2 Value Stream Mapping

Value Stream Mapping, mapeamento da cadeia de valor, é um método desenvolvido por Rother em 1999 que consiste no seguimento de um produto desde matéria-prima até ao produto final, ao longo da cadeia de valor.

É uma importante ferramenta utilizada também no TPS para melhor compreender o trajecto de um produto dentro da empresa, e ao mesmo tempo o esquematizar de forma simples e intuitiva. [4] Permite uma melhor percepção de importantes questões, tais como quais as actividades que acrescentam mais ou menos valor, onde existe desperdício, ou qual o *bottle neck* da linha, bem como expor eventuais problemas que esta possa ter, dando ao gestor uma visão global e não se concentrando na optimização das partes.

Trata-se de uma representação gráfica do trajecto da peça na linha de produção, sendo este a sequência das operações percorridas pelo produto desde matéria-prima até ao estado final e respectivos tempos de ciclo, bem como os tempos de espera em *buffers* como *work in progress*. Estes tempos são comparados de forma visual com o *takt time* calculado previamente, isto é, o tempo de ciclo médio de um produto em toda a linha.

Permite também a visualização do fluxo de informação, e tem uma linguagem simbólica própria. A melhor forma de a utilizar é com o auxílio de um lápis e de uma folha, desenhar o estado actual do processo produtivo, e posteriormente calcular os tempos de ciclo das operações. Qualquer melhoria poderá partir daqui.

2.3 Produção *Lean*

Nascida do JIT e das filosofias de produção japonesas na Toyota, a produção *Lean* consiste num conjunto de actividades integradas, pensadas de maneira a atingir a produção desejada, usando o mínimo de *stocks* de matéria-prima possível, de trabalho em curso de produção, e de produto acabado. As peças chegam ao posto de trabalho no momento exacto em que são necessárias, *just in time*, e movem-se pelos processos rapidamente. Nada é produzido sem que seja necessário, ou seja, sem que haja procura ou pelo posto de trabalho seguinte, ou no fim do processo, pela encomenda de um cliente. Assim, a produção é sempre desencadeada pelo posto seguinte, como se a sua necessidade fosse um gatilho que é accionado, e que vai puxar material. [5]

Para que este processo *Pull* seja eficiente é necessário um elevado nível de qualidade em todos os postos, bem como uma previsão fiável da procura do artigo, e uma procura contínua pela eliminação do desperdício (*muda*).

Assim, são identificadas as sete fontes originais de desperdício:

1. Excesso de produção: produção em excesso, ou antes do momento devido, resulta em fluxos irregulares de materiais e informação, e em excesso de *stocks*
2. Tempos de espera: períodos de paragem de pessoas, máquinas ou materiais
3. Transportes: deslocações desnecessárias de materiais ou pessoas
4. Processos inadequados: aplicação de recursos ou processos inadequados às funções necessárias
5. Excesso de *Stocks*: armazenamento desnecessário de matérias-primas, em-cursos de fabrico e/ou produtos acabados
6. Movimentações desnecessárias: resultado de desorganização dos locais de trabalho

7. Defeitos: peças defeituosas representam desperdício de horas de trabalho, e de matéria-prima [3]

A filosofia *Lean* baseia-se em cinco princípios básicos para eliminar o desperdício:

1. Valor: identificação das necessidades do cliente
2. Cadeia de Valor: procurar incutir ao produto nem mais nem menos que os atributos necessários para responder às necessidades do cliente, por mapeamento das etapas de produção
3. Fluxo: Eliminação das etapas da cadeia de valor que não acrescentam valor ao produto aos olhos das necessidades do cliente, de maneira a favorecer a fluidez do processo de fabrico
4. *Pull*: Produzir apenas o que é necessário, quando necessário. Evitar *stocks*.
5. Perfeição: Eliminar desperdício em processo de melhoria contínua. [3]

Os benefícios da aplicação desta filosofia à produção são grandes. Entre outros salientamos:

- o crescimento do negócio,
- o aumento da produtividade, a redução de *stocks*,
- o aumento do nível de serviço,
- o aumento da qualidade do serviço prestado,
- um maior envolvimento e motivação das pessoas,
- a redução dos acidentes de trabalho,
- a redução de espaço ao nível do *shop floor*,
- o aumento da capacidade de resposta da empresa, e
- a redução do *lead time*. [5]

Na figura 2.1 podemos observar os princípios base desta filosofia.

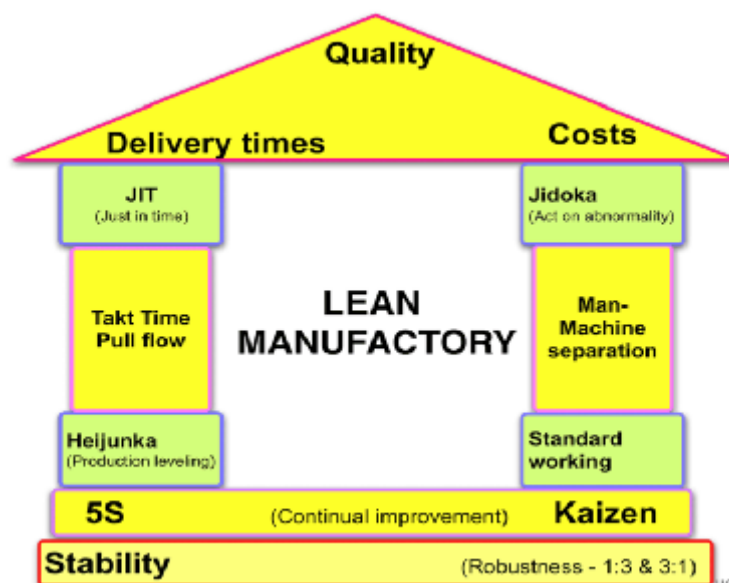


Figura 2.1 Princípios da filosofia *Lean* [6]

O sucesso da filosofia *Lean* depende de algumas condições, tais como

- a necessidade do envolvimento da gestão de topo,
- a orientação para o cliente,
- a existência da consciência dos problemas,
- a tomada de decisões com base apenas em factos e nunca em opiniões,
- a focalização nos desvios e o esforço por os minimizar,
- a estratificação tanto das oportunidades como dos problemas,
- a responsabilidade de cada um,
- a procura pela remoção de causas de modo a prevenir novas ocorrências,
- a constante procura pela uniformização, e
- o esforço no envolvimento de todos nas mudanças.

Face às adversidades, tais como resistência à mudança, falta de visão global e/ou maturidade por parte da empresa, é necessário dar tempo ao tempo à implementação de um método de resultados reconhecidos em todo o mundo. [3]

2.4 Sistema *kanban*

Kanban é uma palavra de origem japonesa que significa aviso ou bilhete. De acordo com a filosofia JIT, o operário do processo seguinte retira as peças do processo anterior, deixando um *kanban* indicando a necessidade de nova produção. Por ser uma ferramenta muito importante, tornou-se praticamente sinónimo de *Pull*, orientado para o *Output* e não para o *Input*, e coordena visualmente as operações, podendo ser dividido em dois tipos:

- o *kanban* de produção, que serve para autorizar a produção, e
- o *kanban* de transporte, que serve para autorizar a movimentação do material.

Apesar de ser uma ferramenta poderosa na organização de um *shop-floor*, tem algumas condições de implementação, e não é qualquer fábrica que consegue beneficiar da sua intuitividade, facilidade de interacção e eficiência: necessita de um *layout* organizado, de preferência um *layout* celular, com processos uniformizados e estáveis, tempos reduzidos de operação e *setups*, polivalência dos funcionários e uma procura estável e previsível.

De acordo com o seu autor, o sistema *kanban* deve ser dos últimos passos a ser dado num projecto de implementação da filosofia TPM/JIT. [3]

2.5 *Kaizen*

Kaizen é um dos pilares tanto da filosofia *Lean* como do TPS e significa melhoria contínua. Salienta a importância da constante procura pelo “fazer melhor” em oposição ao conformismo com a situação actual, por muito boa que seja. Utiliza como principal indicador a *Overall Equipment Effectiveness*, e como principal filosofia o TPM e defende a transformação das operações no mais *standard* possível, para posterior análise e melhoria, sendo este o seu ciclo de operação. [7]



Figura 2.2 Ciclo PDCA [8]

2.6 Overall Equipment Effectiveness

Overall Equipment Effectiveness é um indicador de performance chave (KPI) importante e reconhecido. Trata-se de um método de avaliação da eficiência de uma máquina, de um processo ou de toda a empresa, que permite a discriminação dos diferentes tipos de desperdício existentes, e respectivo impacto no processo produtivo. [9]

O OEE divide-se em três factores:

- Disponibilidade (*Availability*): é a proporção de tempo efectivo de trabalho em relação ao tempo planeado para produção, e contempla perdas de tempo de produção como trocas de ferramentas, falta de trabalho ou avarias. É calculada da seguinte forma:

$$\text{Disponibilidade} = \text{Tempo efectivo de produção} \div \text{Tempo planeado para Produção}$$

- Performance: identifica perdas de velocidade, e contempla as perdas por ineficiência do operador, desgaste da máquina ou atrasos causados por má qualidade da matéria-prima. Calcula-se da seguinte forma:

$$\text{Performance} = (\text{Total de peças} \div \text{Tempo efectivo de Produção}) \div \text{cadência ideal}$$

- Qualidade: trás à equação as perdas de tempo que resultam da rejeição de peças que depois de produzidas, não correspondem aos padrões de qualidade estipulados, e que ou são consideradas sucata, ou requerem a repetição de algumas operações. É calculada da seguinte forma:

$$\text{Qualidade} = \text{Peças aceites pela qualidade} \div \text{Total de peças produzidas}$$

A OEE calcula-se posteriormente da seguinte forma:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade}$$

O resultado obtido será uma percentagem e representa a eficiência com que a máquina está a ser utilizada no processo. [10]

2.7 Sistema *Pull*

Um sistema *Pull*, em oposição ao sistema *Push*, é iniciado pelo cliente com a encomenda. A necessidade de produção é passada do fim da linha para o início, havendo desta forma uma minimização dos em-cursos de fabrico, bem como do *stock* de produtos acabados. Podemos distinguir três tipos de sistemas *Pull*: de Reabastecimento, Sequencial e Composto.

2.7.1 Sistema *Pull* de Reabastecimento

Este sistema, representado na Figura 2.3, é caracterizado pela existência de um supermercado com os diferentes tipos de produtos para cada operação, sendo cada posto responsável pelo seu reabastecimento. A encomenda do cliente é transmitida ao fim da linha, fazendo avançar o material do supermercado do último posto. Ao ser verificado um decréscimo no nível do mesmo, este terá de o reabastecer, requisitando material do supermercado do posto anterior, e assim sucessivamente até ao início da linha. Este sistema tem a desvantagem de necessitar de *stocks* de em-cursos de fabrico, mas permite ultrapassar possíveis problemas ou atrasos, bem como o encurtamento dos prazos de entrega. [11]

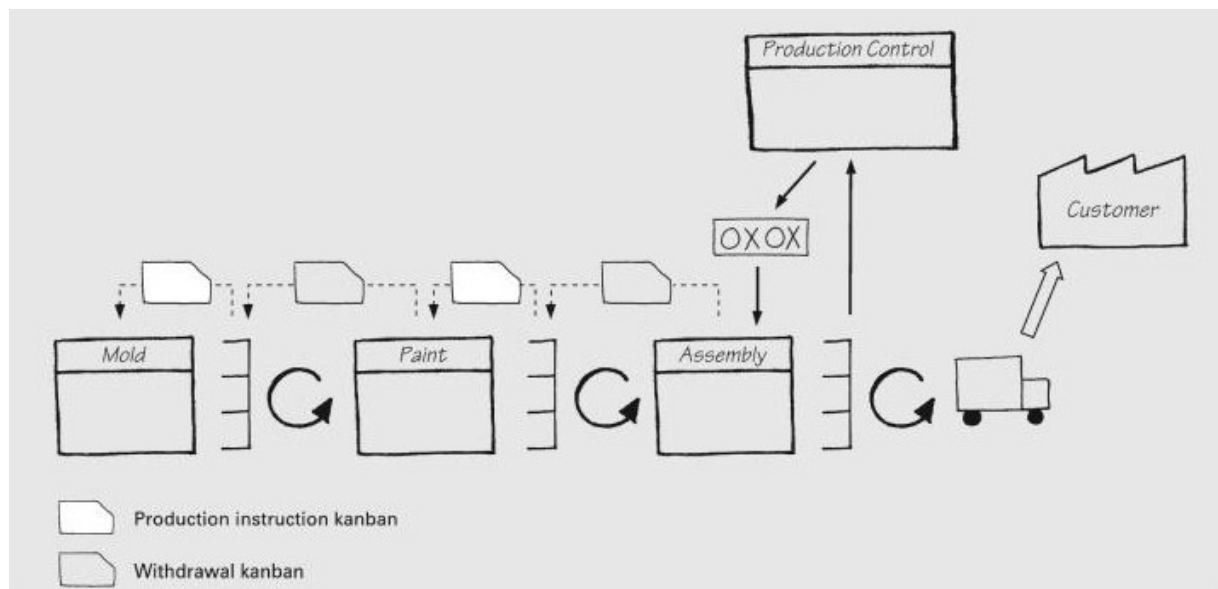


Figura 2.3 Sistema *Pull* de Reabastecimento [11]

2.7.2 Sistema *Pull* Sequencial

Este sistema difere do anterior pela inexistência de supermercados no fim das linhas, seguindo a regra FIFO- *First in first out* (Figura 2.4). Assim as encomendas vão sendo produzidas à medida que chegam, sendo a ordem de produção transmitida ao início da linha. Este método tem a vantagem de reduzir *stocks* a valores mínimos, mas é mais difícil de gerir, sendo apenas aplicável a processos com elevada capacidade de produção com ritmos certos e estáveis, e

com poucas variedades de produtos, havendo uma grande disponibilidade do equipamento. Tem ainda a desvantagem de propagar os problemas de um posto a linha, estagnando-a, limitando a sua capacidade de resposta e aumentando a probabilidade de incumprimento dos prazos de entrega. [11]

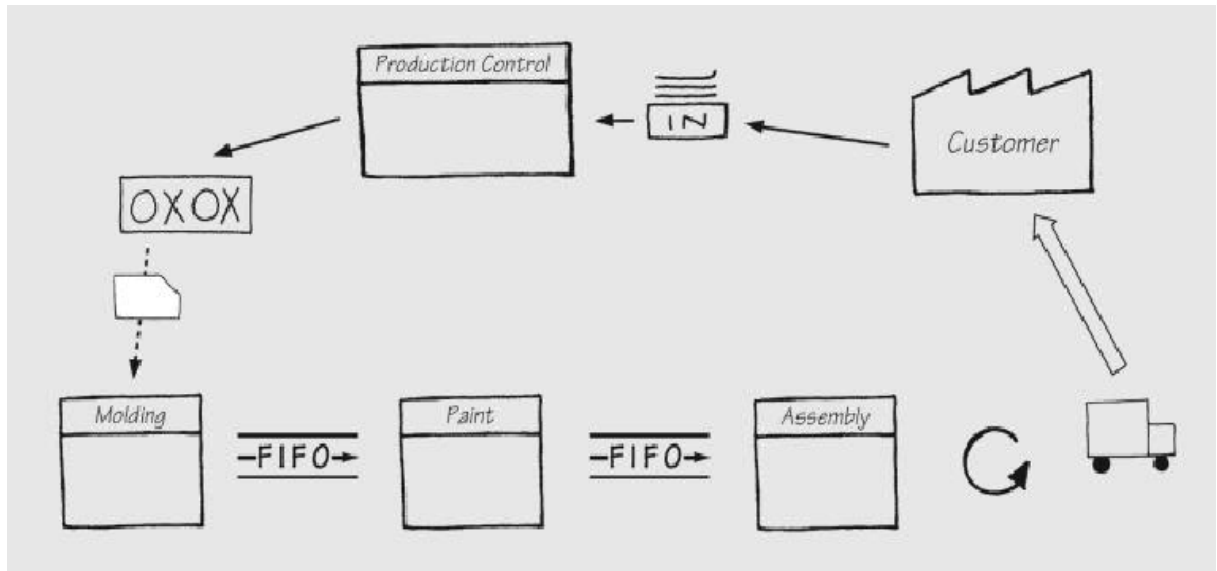


Figura 2.4 Sistema *Pull* Sequencial [11]

2.7.3 Sistema *Pull* Composto

Este sistema resulta da união dos princípios dos dois sistemas apresentados anteriormente (Figura 2.5). Baseia-se na análise ABC para classificar os produtos por ordem de importância, sendo que os produtos A e B seguem um sistema *Pull* de reabastecimento e os produtos C seguem um sistema *Pull* Sequencial. Tem como principais vantagens as enunciadas acima para os diferentes tipos de produtos, bem como um maior controlo da produção. Como desvantagens, requer um acompanhamento eficaz das máquinas e uma maior complexidade que se traduzirá em maior dificuldade de implementação. [11]

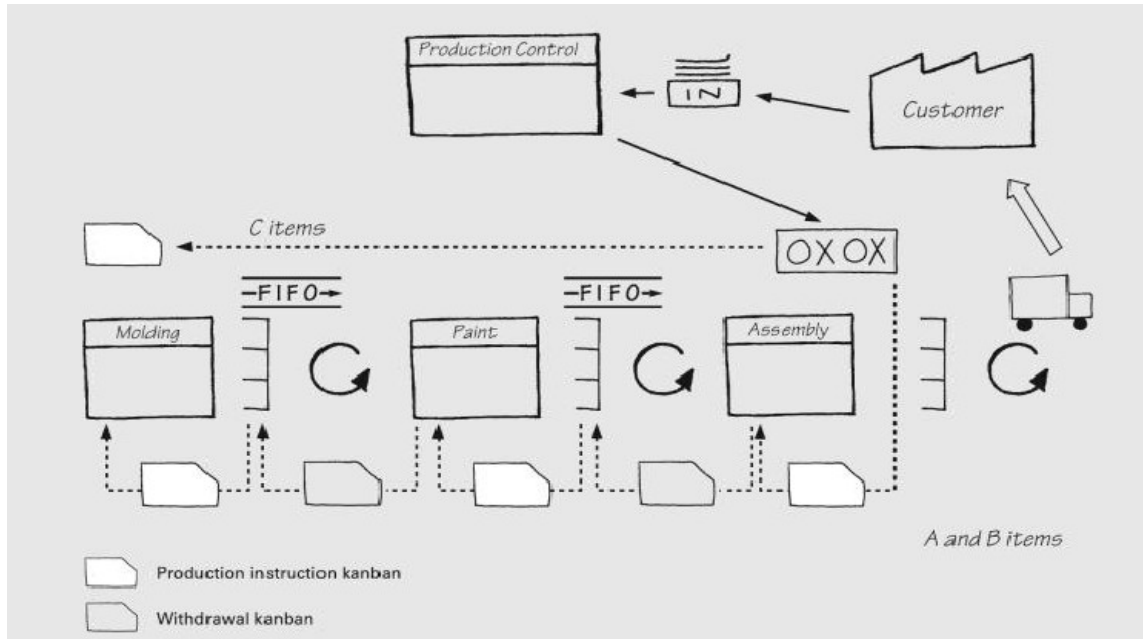


Figura 2.5 Sistema *Pull* Composto [11]

2.8 ERP

Motivado pela exigente necessidade de acompanhamento e controlo sobre o negócio que o aparecimento das filosofias *Lean* e JIT introduziram no mundo empresarial, como factor essencial para a competitividade, o ERP (*Enterprise Resource Planing*) constitui o último passo na evolução dos MRP no sentido de maior abrangência e apoio a um número crescente de sectores. Para além do acompanhamento dos materiais necessários já disponível nos MRP, do cruzamento desta informação com capacidades de produção dos *Closed Loop* MRP, e da possibilidade de planeamento de vendas, da interface financeira e da possibilidade de simulação dos MRPII, o ERP veio permitir integrar sectores como os recursos humanos e a contabilidade. [12]

É um *software* que estabelece a ligação entre todas as áreas de um negócio, utilizando um único modelo de dados e permitindo assim uma rápida captura, disponibilização e integração da informação. São essencialmente transaccionais, transversais a toda a organização, multi-localização e multi-companhia o que lhes permite ser uma importante ferramenta na globalização da empresa. São também complexos e caros, e podem exigir grandes mudanças nos processos, adoptando um modelo de organização de negócio rígido que poderá bloquear a evolução da empresa. As suas ferramentas de planeamento são limitadas, e a impossibilidade de apoio a toda a cadeia logística constitui uma das suas principais limitações, havendo ainda espaço para melhorias. [13]

2.9 Análise de Pareto

Também chamado de análise ABC, ou regra dos 80/20, a análise de Pareto foi concebida em 1906 por Vilfredo Pareto com a finalidade de descrever a desigual distribuição de riqueza no seu país. O economista defendia que vinte por cento da população detinha 80 por cento da riqueza.

Muitos especialistas, desde então, têm vindo a observar o mesmo princípio em variadas áreas, tal como Juran, na análise de qualidade, no final dos anos 30 do século passado.

A análise de Pareto constitui um princípio de grande utilidade nos dias de hoje, porque nos ajuda a separar os importantes vinte por cento, dos triviais 80 por cento, e a seleccionar as mudanças mais importantes a realizar ou os dados mais significativos a seleccionar.

3 Modelo “As is” e as suas limitações

Com auxílio do *layout* das instalações situadas na Maia, na figura seguinte, podemos seguir a organização do *shop floor* da empresa e identificar as secções críticas para este projecto.

A linha de conformação de Inox encontra-se destacada a cor azul e a linha de fabrico de componentes a cor vermelha.

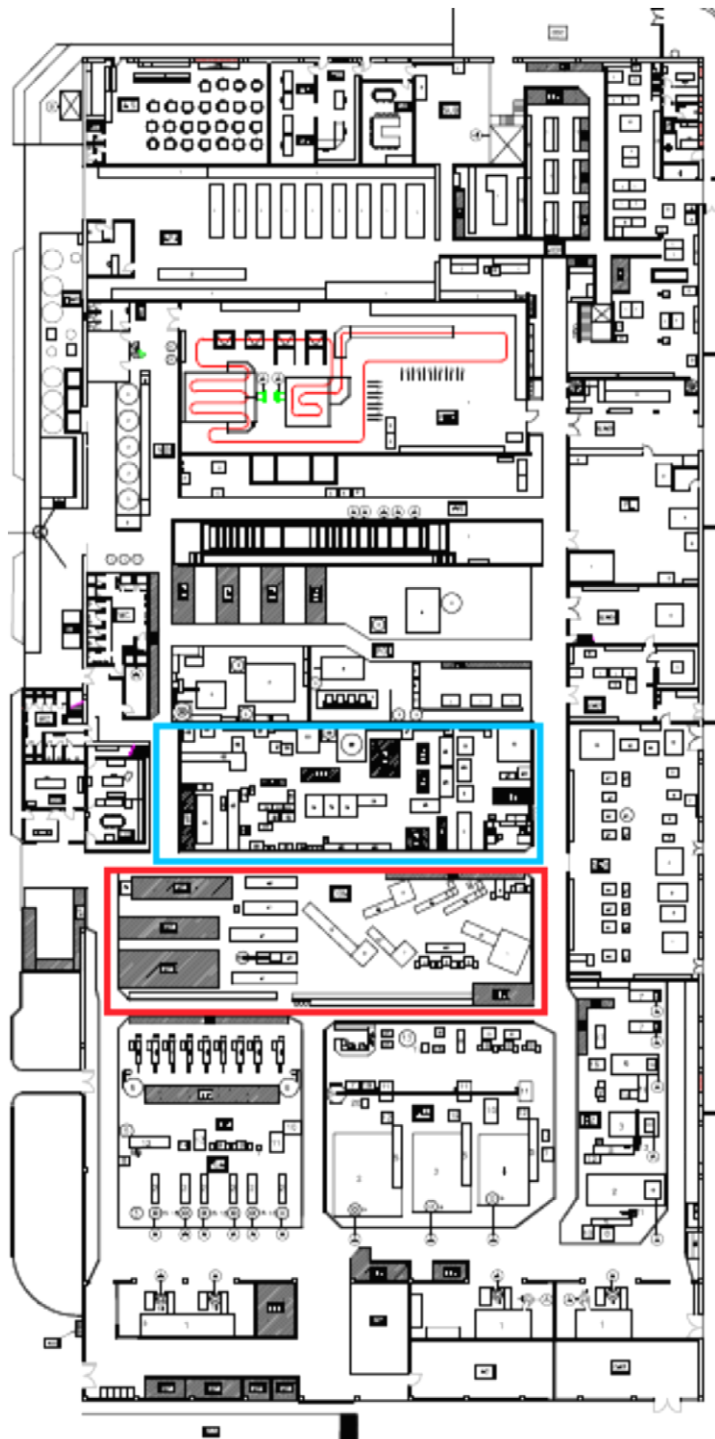


Figura 3.1 *Layout* da STA

3.1 Linha de conformação de Inox

A linha de Inox é maioritariamente de conformação, sendo que as matérias-primas são compradas, em oposição a peças em outras ligas que são fundidas e moldadas na própria empresa. O processo produtivo segue aqui o seguinte fluxograma:

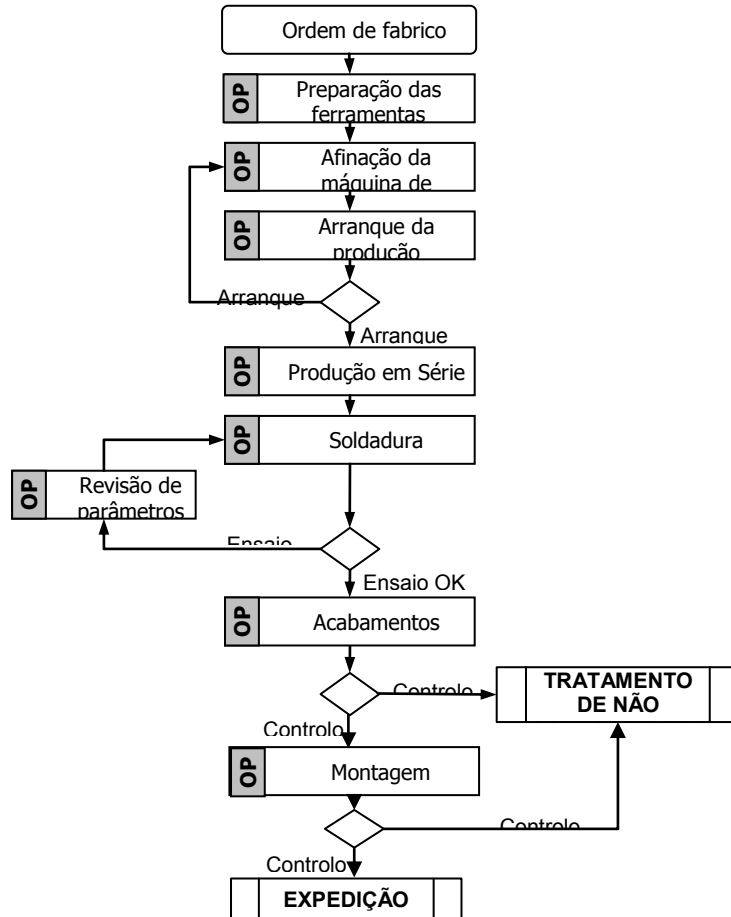


Figura 3.2 Fluxograma da linha de conformação de Inox [15]

O *layout* da linha Inox constitui um *work center*, ou seja, as máquinas estão agrupadas por funções semelhantes. Tendo em conta que a fábrica produz uma enorme variedade de artigos, e estes diferem na sucessão de operações, este tipo de *layout* é o mais apropriado. As pequenas células estão localizadas de maneira a tornar o fluxo das peças o mais linear e rápido possível, por isso podemos dizer que o *layout* se aproxima de uma linha de montagem.

O trabalho é muito minucioso e demorado por ser maioritariamente manual. As principais operações são: corte e dobragem de tubos, soldadura, furação, esmerilagem, satinagem, vibração, lavagem e assemblagem dos componentes. A fresagem de peças, por ser mais barato subcontratar, passou a ser externalizada.

A produção começa geralmente pelo corte e dobragem do tubo em pequenos componentes que depois vão ser soldados e furados. Posteriormente trata-se do acabamento superficial da peça, geralmente iniciado na esmerilagem, onde são cortadas arestas, removidos cordões de soldadura e preparado o acabamento. Posteriormente as peças são vibradas e satinadas, ou

satinadas e polidas. A última etapa dá-se na lavandaria onde as peças são limpas e mandadas para a zona de montagem, onde são montados os componentes móveis e se obtêm os puxadores propriamente ditos.

Chama-se *Bottle-neck* ao recurso que limita a capacidade da linha. Assim, para que uma medida que visa aumentar a capacidade seja eficaz, tem de ser tomada sobre este recurso. A sua identificação é então de extrema importância.

O *bottle-neck* nesta linha, como constatado pelos VSM em anexo, é constituído pelas operações de acabamento, como a esmerilagem e a satinagem, pois trata-se de trabalho manual muito minucioso, que envolve geralmente várias passagens em lixas diferentes. Apesar de existirem robots na operação de esmerilagem que diminuem bastante o tempo da operação, estes não se encontram em utilização para peças provenientes desta linha, pelo tamanho reduzido das encomendas, e natureza do material, que sendo muito duro tem tempos de ciclo com variância muito elevada nestas operações. Verificou-se também que, para além destes, há outras operações em que os recursos disponíveis têm a capacidade próxima do BN, que devem ser geridos com atenção, como é o caso da montagem.

Verificou-se que só em casos excepcionais de grande urgência, ou de falta de trabalho é que as ordens de fabrico são divididas pelas máquinas, pelo que normalmente cada posto tem a sua ordem de fabrico. Este não é o melhor método, pois não favorece a fluidez de material e de operações. Após o BN (esmerilagem e satinagem) verifica-se *Starving*, para além de haver atraso em duas encomendas em vez de uma. A divisão de ordens de fabrico, em especial em recursos escassos como o BN, deveria ser prática corrente.

Esta situação já foi prática corrente no passado, mas foi abandonada devido a não ser possível, a jusante, identificar o responsável pelo elevado número de defeitos que eram gerados. A divisão de encomendas foi a forma encontrada para controlar a qualidade do trabalho, ainda que prejudicando o seu ritmo.

Verificou-se ainda que por motivo de reforma de alguns funcionários experientes, a linha sofre no momento de problemas pelo facto de os novos funcionários serem pouco qualificados.

Normalmente a esmerilagem é o *bottle neck* da linha devido ao número de passagens necessárias e à troca frequente de ferramentas, bem como à falta de vontade de realizar este trabalho pela sua natureza e dificuldade. Ainda assim, e devido ao problema mencionado anteriormente, neste momento o *bottle neck* é a satinagem, pela falta de experiência dos trabalhadores neste posto. A saída de funcionários experientes representa uma importante perda de *know how* para a empresa.

Por análise das OEE calculadas, verificamos que a grande maioria das máquinas da linha têm uma eficiência muito baixa, pois existe uma grande diferença de capacidade dos BN para os não BN. Em grande parte estes baixos níveis de eficiência devem-se à falta de trabalho, mas verifica-se em alguns casos que o *downtime* de algumas operações é bastante agravado pelo elevado tempo de *setup*. É possível ver em anexo um caso em que uma máquina opera 35 minutos num dia e o seu tempo de *setup* foi de 135min, caso este que dá uma ideia da desatualização de alguns processos produtivos.

A sucata nesta secção não é contabilizada, sendo a encomenda de matéria-prima feita por requisição da quantidade estritamente necessária à realização do número de peças. São feitos “lotes económicos não optimizados” por nenhum cálculo, que também não são contabilizados.

A linha encontra-se desorganizada com *buffers* de produtos em-curso de fabrico, bem como peças e ferramentas antigas que ocupam espaço, desta forma não rentabilizado. Estas representam ainda informação errada no balanço da empresa.

3.2 Linha de fabrico de componentes

Esta linha é maioritariamente composta por prensas e são produzidas peças em grandes quantidades, tais como anilhas ou placas de fechaduras. A sua produção segue o seguinte fluxograma:

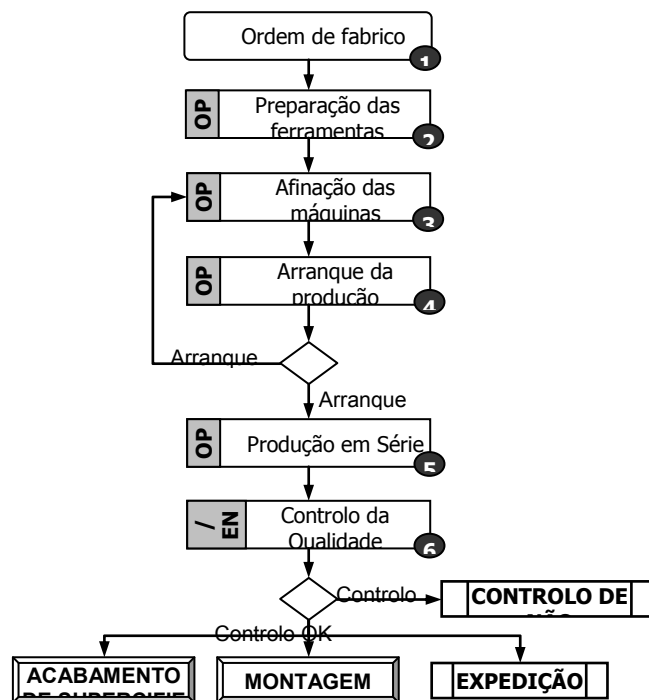


Figura 3.3 Fluxograma da linha de Fabrico de Componentes [15]

O tempo de *setup* na linha de componentes é muito elevado, pois as ferramentas das prensas são pesadas e de grandes dimensões. As encomendas de peças neste sector são por vezes de pequenas quantidades (entre 10 e 100 peças). Verificando-se que o tempo de preparação das máquinas ronda os 60 minutos, o tempo de produção pode ser, por exemplo para 100 peças, de 10 minutos.

Pelo motivo apontado, verifica-se a existência de *buffers* ao longo da linha, os quais não estão documentados, sendo definição e gestão das quantidades em *stock* e a fase em que são stockados efectuadas pelo chefe da linha. Na falta do chefe da linha, a gestão destes *buffers* é afectada, existindo a necessidade de definição de lotes de produção económicos e monitorização rigorosa dos *buffers*.

Existem também encomendas de grandes quantidades devido aos componentes, para além de serem utilizados na empresa, serem simultaneamente vendidos para fora. Nestas situações verifica-se que as máquinas, apesar trabalharem longos períodos sem troca de ferramentas;

sofrem grande desgaste, aumentando o número de avarias e desafinações, resultando em perdas de produção ou desperdício de matéria-prima, que não sendo reaproveitada, vai para a sucata.

Os *stocks* nesta secção são geridos sem grande fundamento técnico, sendo a quantidade encomendada sempre a estritamente necessária de acordo com a parametrização transferida do sistema antigo para o Sage. No entanto, as peças defeituosas geradas ao longo da produção e durante a afinação da máquina, a matéria-prima (banda) deitada fora quando se formam "chapéus" (atravancamento da banda na ferramenta por mau funcionamento, que leva à inutilização de uma porção de banda, por dobragem) e as peças que são produzidas em excesso para compensar eventuais falhas e defeitos não são contabilizadas. Por estas razões os *stocks* estão sempre desactualizados, havendo frequentes rupturas que atrasam muito as encomendas.

A linha encontra-se ainda bastante atravancada essencialmente por ferramentas, mas também por *buffers* obsoletos, que para além de constituírem um desperdício de espaço e contribuírem para o caos da linha, afectam o balanço da empresa.

3.3 Problematização da situação "As Is"

Na linha de Inox e de componentes, não se verificava um controlo de matérias-primas eficaz devido:

- às elevadas quantidades a fabricar,
- à pressão pelo cumprimento de prazos de entrega,
- à falta de seguimento de *stocks* de insumos e de produtos acabados característicos do sistema *Push* em funcionamento, esquematizado na figura seguinte, e
- essencialmente, à falta de hábito e de uma metodologia expedita que permitisse o acompanhamento e registo de peças estragadas.

Desta maneira, verificavam-se frequentemente grandes disparidades entre o *stock* informático e o *stock* real que levavam a rupturas de *stocks* de matéria-prima, e consequentemente ao incumprimento de prazos de entrega.

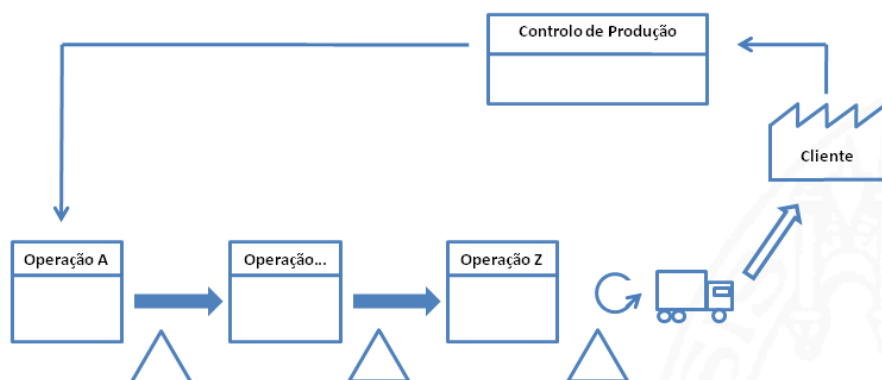


Figura 3.4 Sistema *Push* representativo da situação "AS IS"

A filosofia da empresa era de produção para *stock*. Os *stocks* existentes, tanto de em-cursos como de produtos acabados, não eram geridos através de nenhum cálculo, e na falta de peças para satisfazer uma encomenda era gerada uma ordem de fabrico com quantidade (aleatória) superior à da encomenda, de maneira a satisfazer a mesma e criar *stock*. O *stock* não era registado, sendo a sua criação e utilização dependente do chefe da linha. Esta má gestão também influenciava de maneira negativa a monitorização dos *stocks*, tendo em conta que não havia um seguimento eficaz das ordens de fabrico. O controlo da produção era efectuado nas instalações do cliente, pelo que se verificam devoluções, acarretando custos acrescidos e perda de tempo e recursos.

Os artigos produzidos eram organizados numa nomenclatura de três níveis. O primeiro consistia no produto encaminhado com algumas operações, mas ainda assim com várias possibilidades de integração em produtos finais, e com uma enorme possibilidade de operações seguintes. O segundo tinha já algumas operações de acabamento e operações que restringiam a sua utilização a um número menor de produtos finais, e o terceiro nível era o produto acabado. O tempo perdido com o acompanhamento de um produto desde o seu código nível 1 até ao produto final era imenso pois implicava entradas e saídas de todos os constituintes intermédios da sua árvore. Desta maneira o responsável pela linha não podia dedicar-se inteiramente ao processo, para além de ser mais propício a confusões e disparidades entre *stock* real e informático.

O *know-how* da empresa é muito prático e é constituído essencialmente pela experiência dos trabalhadores. Com o seu envelhecimento e aproximação da idade da reforma, há o risco de este se perder, verificando-se assim a necessidade de o recolher e disponibilizar a todos, nomeadamente a trabalhadores mais novos que os venham substituir, sendo por isso necessária uma parametrização do ERP a nível operacional.

4 Modelo “*As should be*”, e suas vantagens

4.1 Planeamento da Produção

4.1.1 Monitorização do desperdício

A monitorização do desperdício verifica-se uma condição essencial para a fiabilidade da informação contida no *software*. Sem esta, os *stocks* teóricos nunca estarão de acordo com as quantidades reais, o que leva a frequentes rupturas de *stock*. Assim, procedeu-se à análise e definição de estratégias que resolvam este problema.

4.1.1.1 Inox

Existia já nesta linha um método de contabilização de peças rejeitadas, mas que não era posto em prática devido à falta de hábito dos funcionários e à falta de exigência das chefias. Este método consistia no registo do número de peças que se vão estragando na própria ordem de fabrico que acompanha o produto ao longo da linha, para posterior introdução no sistema informático. Por se considerar que o método era expedito por o número de peças não ser muito elevado, o desperdício passou a ser então monitorizado da forma prevista.

4.1.1.2 Componentes

Nesta secção o problema da monitorização do desperdício agrava-se, pois sendo as cadências de produção de cada máquina muitíssimo mais elevadas do que na secção do Inox, o desperdício torna-se muito mais frequente e muito mais relevante em termos de planeamento de compras e *stocks*.

O método anteriormente referido não se verifica viável, pois o tempo perdido pelo funcionário na contabilização de peças rejeitadas era muito elevado. Assim, o método pensado consiste em avaliar a produção das peças segundo três níveis, dependendo da facilidade com que a afinação da máquina e o decorrer do trabalho são executados. Assim, a quantidade de matéria-prima calculada para uma determinada encomenda será multiplicada por um factor maior ou igual a 1, tentando traduzir aqui os desperdícios sem grandes perdas de tempo. Estes factores seriam calculados com base em médias de valores obtidos experimentalmente, e são então:

- Factor = 1, caso a afinação e trabalho tenham decorrido sem problemas de maior,
- Factor = 1,2, caso a afinação tenha causado algum desperdício, mas posteriormente o trabalho tenha decorrido sem problemas,
- Factor = 1,4, caso a afinação tenha causado algum desperdício e durante o decorrer do trabalho tenham havido também desafinações que estragaram algum material.

Considerando a possibilidade de haver um investimento, foi sugerida a aquisição de conta quilómetros que meça ou o comprimento de fita utilizada para a realização do trabalho ou o número de voltas que o desenrolador dá, para determinação do comprimento de fita. Posteriormente, e através da densidade, pode ser calculado o valor medido para o peso necessário à parametrização. Esta segunda medida apesar de requerer um investimento inicial, tem resultados muito mais precisos e não precisa de grande intervenção do operador pelo que parece ser a que mais se adapta às necessidades.

4.1.2 Sistema de planeamento escolhido

Inicialmente era pretendido implementar um sistema *Pull* nestas linhas, que permitisse a minimização de *stocks* e a melhor organização do *shop floor*.

Analisando a carteira de encomendas da linha de Inox, concluiu-se que, cada vez mais, há uma tendência para a diversificação do tipo de peças e redução da quantidade encomendada. Por esta razão, o sistema que melhor se adaptaria, seria o *Pull* Composto, que seria organizado com uma divisão por artigos em supermercado (os mais *standard* e fabricados em grandes quantidades), e artigos segundo a regra FIFO (os mais sujeitos a alterações de plano e às especificações dos clientes).

Tendo também em conta que a conformação de Inox não constitui o negócio *core* da empresa, considerou-se imperativo diminuir o investimento nesta linha, tendo a diminuição de *stocks* sido estabelecida como prioritária. Sendo o *Pull* composto um sistema que implica algum investimento em em-cursos de fabrico, decidiu-se manter o sistema *Push* actual e a focalização do esforço na minimização de *stocks* e implementação *Lean*. Quanto à linha de fabrico de componentes, aplicou-se o *Pull* composto, havendo a alimentação de um supermercado não só de produtos acabados, como de componentes em curso de fabrico.

4.1.3 Alteração de Nomenclaturas

A alteração de nomenclaturas teve como objectivo simplificar a circulação de informação ao máximo, eliminando desta forma desperdícios de tempo, energia, e recursos. Também aqui se notou diferenças entre os objectivos das duas linhas, tendo em conta que a linha de conformação de Inox não terá nenhum tipo de *stocks*, e a linha de componentes produz para abastecimento de um supermercado.

4.1.3.1 Linha de conformação de Inox

Nesta linha o objectivo da alteração de nomenclaturas foi unicamente simplificar a circulação de informação e facilitar o acesso à mesma. Havia aqui produtos que, ao percorrerem a linha, passavam por três níveis de códigos, enquanto outros apenas dois, sendo que, cada mudança de código implica a introdução de dois movimentos no sistema informático. Na figura seguinte ilustra-se a operação:

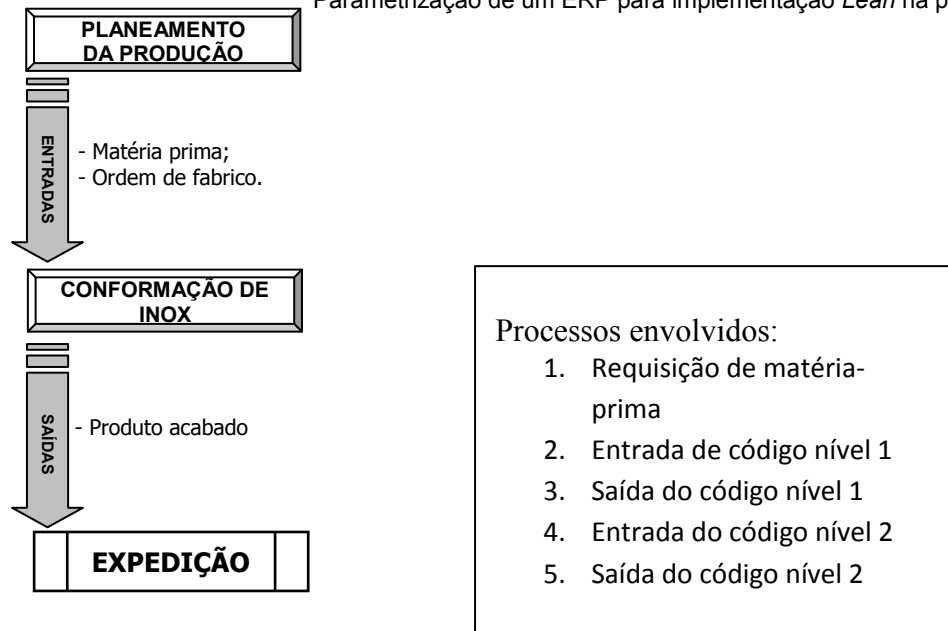


Figura 4.1 Processos envolvidos na produção de um artigo na linha de conformação de Inox [15]

Procurou-se alterar o sistema actual, de forma ao código final do artigo ser introduzido no início da linha e acompanhar o produto até estar pronto, eliminando-se os paços anteriormente ilustrados e libertando-se chefe da linha, dando-lhe mais tempo para o planear.

A figura seguinte ilustra esta alteração.

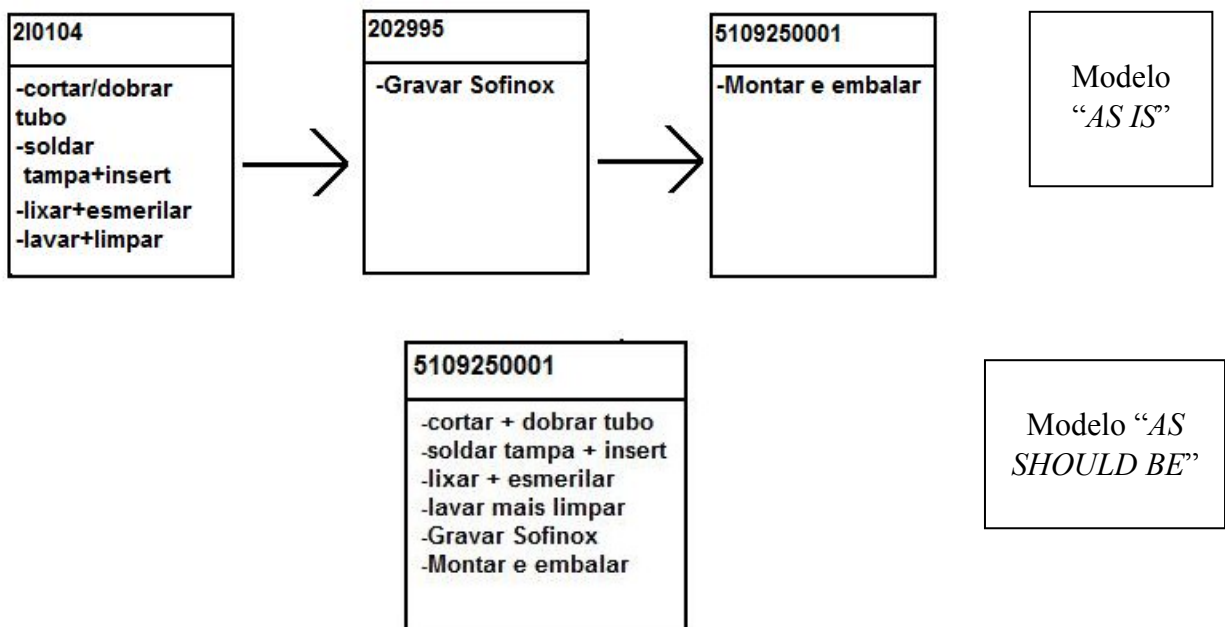


Figura 4.2 Mudança no fluxo de informação da linha de conformação de Inox

Desta forma conseguiu-se diminuir o tempo dispendido em etapas que não acrescentam valor ao produto sem perda de informação importante ao normal funcionamento da linha, tendo-se verificado aumento de produtividade, comprovado pelos testes realizados.

4.1.3.2 Linha de fabrico de componentes

Nesta linha o procedimento foi ligeiramente diferente, já que o objectivo é o abastecimento de um supermercado. Procurou-se aqui identificar em que fase da produção seria feito o armazenamento. Esta decisão foi tomada com base no seguinte procedimento:

- Análise das *Bill of Materials* de cada componente,
- Para o caso dos componentes que integram vários produtos finais, e apesar de poderem sofrer operações de acabamento diferentes, identificar quais as operações em comum,
- Analisar as vendas de produtos finais com tais componentes e identificar em que fase se justifica o armazenamento.

No caso dos produtos desta linha, continua a existir um código intermédio para facilitar a organização do seu armazenamento, posterior movimentação dentro da fábrica, e integração dos mesmos nos produtos finais.

4.1.4 Quantidade a produzir

Devido ao elevado tempo de setup das máquinas da secção de produção de componentes, e com o intuito de diminuir o tempo nestes perdido, decidiu-se estabelecer lotes económicos de produção. Assim, uma análise dos vários custos envolvidos é necessária de forma a minimizar o custo total.

A relação entre os dois principais custos envolvidos, o custo de armazenamento e o custo de produção, pode ser visualizada no gráfico seguinte.

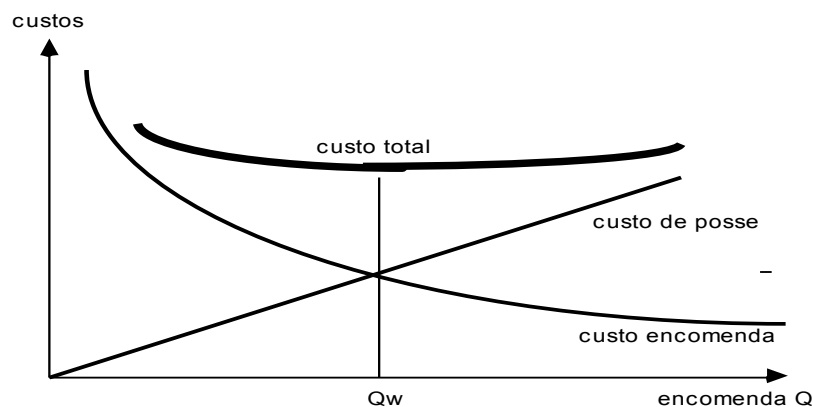


Figura 4.3 Custo total de encomenda [16]

Desta forma, os lotes económicos foram calculados da seguinte forma:

$$LE = \sqrt[2]{(2 \times CA * CF) \div (TP \times CU)}$$

Legenda:

- LE: Lote económico (Quantidade a produzir em unidades)
- CA: Consumo anual (em unidades)
- CF: Custo de Fabrico (€)

- TP: Taxa de posse (%)
- CU: Custo unitário (€)

O custo de fabrico foi determinado da seguinte forma:

$$CF = T_{setup} \times (CD + CFe) \times (1 + TO) + CA$$

Legenda:

- T setup: Tempo de Setup da máquina (médio)
- CD: Custo de *Downtime* (€/hora)
- CFe: Custo da Ferramentaria (€/hora)
- TO: Taxa de oportunidade (%)
- CA: Custo administrativo (€)

4.1.5 *Stocks*

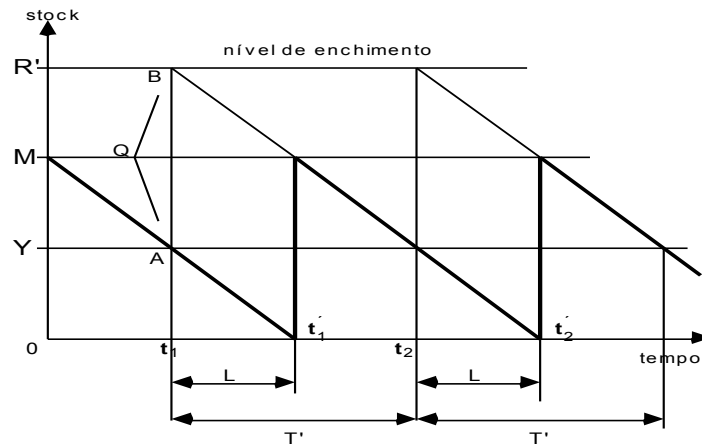
Existem diversos motivos para o armazenamento de produtos em curso de fabrico e produtos acabados numa empresa.

- Motivos transaccionais, ou seja, por se verificar uma grande dificuldade em sincronizar o momento de necessidade e de disponibilização do material, o que leva à necessidade de uma medida de compensação deste intervalo,
- Motivos de precaução, pois verificam-se geralmente elevadas flutuações da procura e dos prazos de entrega que é necessário absorver
- Motivos de processamento, ou seja, para compensar o tempo que demora o produto do início ao fim da linha de produção, ou por motivos de especulação que levam à flutuação dos preços.

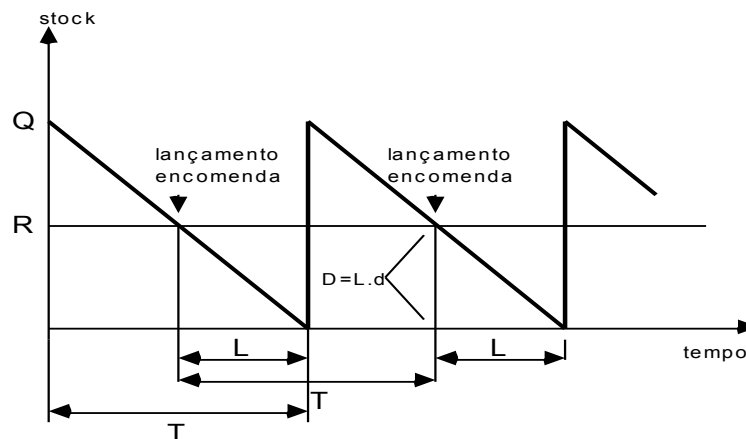
Assim, e apesar da existência de *stocks* não ser muito recomendada pois implica diversos custos que não acrescentam valor ao produto, as alternativas são bastante piores.

No que refere a armazenamento, existem dois métodos de gestão de *stocks*.

O método de revisão periódica, que consiste na fixação de um período de tempo entre o qual haverá revisão de *stocks*. Na sequência desta revisão será encomendada uma quantidade que será a diferença entre a quantidade existente e um nível de enchimento pré-determinado. Na figura seguinte ilustramos o descrito:


 Figura 4.4 Revisão periódica de *Stocks* [16]

O método da revisão contínua consiste na monitorização constante dos níveis de *stock*, sendo que, quando este passa um nível de reaprovisionamento, a encomenda é feita com uma quantidade pré-determinada e fixa. Na figura seguinte temos a ilustração deste método:


 Figura 4.5 Revisão Contínua de *Stocks* [16]

Tendo em conta que o ERP faz permanentemente a gestão e monitorização dos *stocks*, optou-se pelo modelo de revisão contínua, tendo-se procedido ao cálculo dos pontos de reaprovisionamento e das quantidades de encomenda.

Este método foi unicamente utilizado para os produtos da linha de produção de componentes pois, como anteriormente referido, os produtos da linha de conformação de Inox não farão parte do supermercado.

4.1.5.1 Nível de Reaprovisionamento

O nível de reaprovisionamento (como visto na figura anterior) vai determinar a quantidade de produtos existentes no supermercado. Consiste na ordem de produção do lote económico previamente calculado sempre que a quantidade em armazém atingir este nível. Foi calculado pela seguinte fórmula:

$$NR = T \times C$$

Legenda:

- T: Tempo necessário à produção do lote económico (meses)
- C: Consumo médio mensal

4.1.5.2 Stock de segurança

Tendo em conta que o consumo não é constante, como representado até agora nas figuras, verifica-se a necessidade de minimizar o aparecimento das rupturas de *stock* causadas por este factor e ilustradas na figura seguinte:

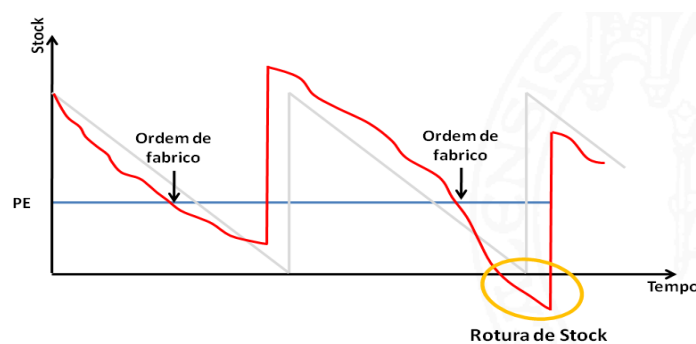


Figura 4.6 Ruptura de *Stock* por variação da procura[16]

Assim, a determinação de um *stock* de segurança revela-se uma aposta segura, como forma de amortecimento destas variações, e ilustrado na figura seguinte.

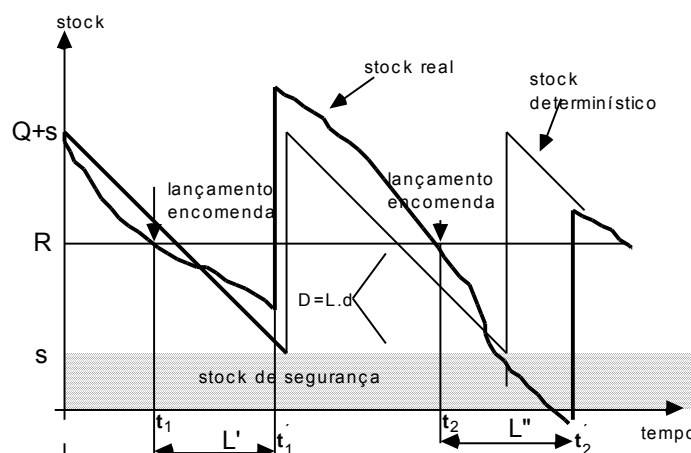


Figura 4.7 *Stock* de segurança e prevenção de ruptura de *stocks* [16]

O cálculo foi feito pela seguinte fórmula:

$$Stock\ Seguran\c{a} = k \times \sigma(C) \times \sqrt{T}$$

Legenda:

- k : nível de serviço: 80%
- $\sigma(C)$: Desvio Padrão do Consumo Mensal
- T : tempo necessário para a produção do lote económico (meses) [18]

4.2 Planeamento das compras

O planeamento das compras antes da aquisição do novo software Sage 3X, era feito por um funcionário. Este actuava sobre uma lista gerada pelo sistema antigo, e com base na sua experiência, decidia se o *stock* calculado era realmente necessário.

Tendo em conta as potencialidades do novo *software*, e com o objectivo de eliminar operações que não criem valor para o produto final, decidiu-se que este faria a gestão das compras com base em parametrizações pré-definidas e sem intervenção humana.

Assim, procedeu-se à definição de uma metodologia e aos cálculos que melhor permitem a sua parametrização no sistema.

4.2.1 Quantidade óptima de encomenda

À semelhança do cálculo do lote económico de produção, a quantidade óptima de encomenda foi calculada pela seguinte fórmula:

$$QOE = \sqrt[2]{(2 \times CA * CE) \div (TP \times CU)}$$

Legenda:

- QOE: Quantidade óptima de encomenda
- CA: Consumo anual
- CE: Custo de encomenda
- TP: Taxa de posse
- CU: Custo unitário

4.2.2 Ponto de encomenda

O ponto em que será lançada a encomenda ao fornecedor foi calculado pela seguinte expressão:

$$PE = PME \times C$$

Legenda:

- PE: Ponto de encomenda
- PME: Prazo médio de entrega (meses)
- C: Consumo médio mensal

4.2.3 Stock de segurança

Para precaver possíveis variações dos prazos de entrega, e do consumo das matérias-primas, e assim minimizar o risco de rupturas de *stock*, calculou-se um *stock* de segurança, pela seguinte expressão:

$$Stock\ de\ segurança = k \times \sqrt{(\sigma(C)^2 \times PME) + (\sigma(PME)^2 \times C^2)}$$

Legenda:

- K: nível de serviço: 80%
- C: Consumo Médio Mensal
- $\sigma(C)$: Desvio Padrão do Consumo Médio Mensal
- PME : Prazo Médio de Entrega (meses)
- $\sigma(PME)$: Desvio Padrão do Prazo Médio de Entrega [18]

Estes cálculos foram realizados prioritariamente em artigos classificados como A de uma análise de Pareto feita relativamente ao custo de fabrico de cada componente produzido nesta linha.

Inicialmente procedeu-se à análise por número de vendas, mas os resultados não foram os esperados devido ao facto das quantidades vendidas e consumidas, no caso de componentes de menores dimensões, como por exemplo anilhas, ser muito superior aos consumos de componentes de maiores dimensões, como é o caso de coberturas.

Seguidamente procedeu-se à análise por volume de facturação, mas tal também não deu resultado, pois a informação não se conseguia extrair facilmente do sistema, devido à organização por níveis ainda presente.

Finalmente, procedeu-se à análise por custo de fabrico, numa tentativa de dar prioridade à optimização deste custo.

Os valores obtidos foram considerados aceitáveis face à nova capacidade de armazenamento da STA. Devido à aquisição recente de um Kardex (estante rotativa), esta capacidade encontra-se ainda em estudo e a estratégia de armazenamento ainda em definição, mas à semelhança do que aconteceu com os cálculos provenientes da fundição, era espectável ter de se aplicar um factor correctivo que adaptasse a dimensão dos *stocks* à dimensão física dos armazéns. Tal não se verificou necessário.

4.3 Parametrização

4.3.1 Operações

A parametrização de operações deu-se essencialmente ao nível da linha de Inox. Na linha de componentes, as capacidades e cadências tinham já sido bem estudadas e, tendo em conta que se trata de uma linha muito automatizada em que o objectivo é criar *stock*, uma nova monitorização tão detalhada não foi considerada prioritária.

Em paralelo com a parametrização das operações na linha de Inox, e aproveitando os dados recolhidos, procedeu-se também à realização de *Value Stream Maps* (disponibilizados no Anexo B).

Os *Value Stream Maps* foram inicialmente elaborados para a linha de Inox, sem fazer diferenciação de puxadores. Procedeu-se ao cálculo do *takt time* por análise das encomendas

do último ano, e tempo de produção disponível, calculado já para o OEE das máquinas. A fórmula utilizada foi a seguinte:

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ Total\ Disponível\ para\ produção \times Availability}{Total\ de\ vendas}$$

tendo sido assim verificado que deve sair um produto acabado de 4,8 em 4,8 minutos. Posteriormente verificou-se que tal era possível, pois nenhum dos tempos de ciclo das operações ultrapassa este tempo, o que revela falhas no planeamento da linha, e não problemas de capacidade.

Seguidamente dividiram-se os produtos desta linha em quatro grupos: puxadores regulares, puxadores de chave, asas e outros. Esta divisão foi feita com base nas características dos produtos e nas suas etapas de produção, tendo sido elaborados *Value Stream Maps* para grupo individualmente.

Finalmente foram escolhidos três artigos provenientes das três principais matérias-primas (tubos de diâmetro 20mm, 25mm, e 30mm) e um de cada grupo, que melhor ajudam a estudar a capacidade da linha. Estes artigos foram escolhidos com base numa análise de Pareto, realizada sobre o número de vendas de produtos provenientes desta linha.

O método utilizado para medição dos tempos de ciclo das operações e posterior cálculo de cadências a introduzir no programa é apresentado nos parágrafos seguintes. Este método foi utilizado na realização dos VSM.

4.3.1.1 Estudo dos Tempos

O estudo dos tempos, por vezes referenciado como medida do trabalho, pretende avaliar e planear a mão-de-obra em qualquer sistema produtivo. Através de uma análise metódica, estabelecem-se tempos padrão para a realização de tarefas, ou seja, procura identificar-se com o maior rigor possível a quantidade de tempo requerido para a realização de uma tarefa específica, por um trabalhador qualificado, incluindo o tempo de trabalho, atrasos pessoais, atrasos imprevisíveis, repousos e necessidades pessoais. [18]

Procedeu-se à análise das operações pelo método da cronometragem, pois parece ser a que melhor se adapta ao processo em questão, dado este ser constituído por tarefas repetitivas, de tempo de ciclo relativamente curto, e fazer parte do trabalho corrente da empresa.

Trata-se de um método pouco dispendioso e fácil de empregar, e foi aplicado da seguinte forma: [18]

a) Identificação das operações:

O processo foi estudado de acordo com o que é feito na prática, que nem sempre coincidia com o descrito teoricamente nas gamas de produção e fizeram-se as alterações necessárias de forma a criar a base de actuação para a cronometragem.

b) Medição dos Tempos de Ciclo:

Os tempos de ciclo da operação foram medidos, sobre a forma de cadências. Com o auxílio de um cronómetro media-se uma hora, contando seguidamente as peças realizadas neste espaço de tempo.

- c) Determinação do número de ciclos mínimo a medir:

Este foi determinado segundo o método da tabela apresentado seguidamente

Tempo de ciclo (s)	Nº de medições
6	200
15	100
30	60
45	40
60	30
120	20
300	15
600	10
1200	8
2400	5
>2400	3

Tabela 1 Número de medições necessárias por tempo de ciclo da operação

- d) Cálculo do tempo de ciclo médio

- e) Análise do ritmo do operador:

Sendo a cronometragem um método bastante variável em função de diversos factores, e principalmente do ritmo de trabalho do operador, este método avalia o seu desempenho, tentando que este não influencie a cadência.

Nas tabelas seguintes podemos verificar os critérios para avaliação do Factor de Actividade, e Coeficiente de desempenho.

Qualificação do desempenho na execução da actividade	Factor de Actividade (%)
Actividade nula	0
Actividade muito lenta (movimentos inábeis e hesitantes, executante desinteressado e adormecido)	50
Actividade Compassada (aparentemente lenta mas sem desperdício de tempo, ritmo sem pressa)	75
Gestos Vivos e precisos, ritmo normal	100
Actividade muito rápida (segurança e destreza e coordenação de movimentos superior à de um trabalhador médio experiente)	125
Actividade excepcionalmente rápida (ritmo que não pode ser mantido por muito tempo)	150

Tabela 2 Factor de Actividade em função do comportamento do operador (FA)[18]

	Habilidade	Esforço	Condições de Trabalho	Consistência do trabalho
Excepcional	15% 13%	13% 12%	6%	4%
Excelente	11% 8%	10% 8%	4%	3%
Bom	6% 3%	5% 2%	2%	1%
Normal	0%	0%	0%	0%
Razoável	-1% -5%	-4% -8%	-3%	-2%
Fraca	-16% -22%	-12% -17%	-7%	-4%

Tabela 3 Coeficiente de Desempenho (CD)[18]

f) Cálculo do tempo normal de operação: pela seguinte expressão:

$$\text{Tempo Normal} = \text{Tempo Médio} \times (\text{FA} + \text{CD})$$

Pelo facto de no Sage ERP X3 o tipo de tempo operativo geralmente utilizado na empresa para a parametrização ser a cadência em horas, converte-se novamente o tempo normal para cadência. A figura seguinte exemplifica a parametrização:

Figura 4.8 Exemplo de parametrização de cadências

O método de medição de cadências escolhido tinha como objectivo interferir o menos possível na medição dos tempos, e evitar a necessidade de avaliação do trabalho do funcionário. Verificou-se aqui elevada dificuldade de medição dos tempos sem influência dos trabalhadores, visto estes se terem apercebido que estavam a ser seguidos. O seguimento do

tempo teve de ser alterado em situações pontuais, para um sistema de medição de tempo de ciclo, em vez de medição de cadência. Na utilização do Factor de Actividade e do Coeficiente de Risco foi tida em conta esta mudança, no sentido de captar o mais fielmente possível os tempos medidos.

4.3.2 Artigos

A parametrização dos artigos verificou-se bastante diferente para as linhas de Inox e de componentes, pelo que são analisados separadamente nos parágrafos seguintes.

4.3.2.1 Inox

Nesta linha, a parametrização é feita em metros, tendo em conta que as matérias-primas são maioritariamente tubos de aço inox de 6 metros que são cortados nas medidas necessárias à realização de cada manípulo.

A parametrização actual, importada do antigo *software*, está correcta sendo que, na maioria dos casos, o que está no sistema é o que é utilizado na prática, não podendo haver economia de matéria-prima sem haver revisão dos planos.

As quantidades constantes no ERP foram conferidas para garantir que estão de acordo com os planos, após se ter verificado um erro causado pela falta de actualização de dados do sistema após alteração do plano.

Quanto à utilização de matéria-prima, procurou-se colocar em prática o método teoricamente já utilizado, apontando ao longo das operações o número de peças danificadas, que vão para a sucata. Não sendo uma linha com produção em quantidade, como se verifica na linha de componentes, este método verifica-se viável e de fácil utilização.

4.3.2.2 Componentes

Nesta linha, a parametrização do artigo é feita com base no peso de matéria-prima necessária, apesar de esta ser armazenada em rolos de chapa.

Verificou-se que as quantidades parametrizadas no ERP estavam desactualizadas, sendo que numas peças este valor era mais alto que na realidade, talvez para compensar o desperdício, mas noutros era igual, ou até mais pequena.

Assim, e porque se costumam verificar grandes erros nos *stocks* de matéria-prima, sentiu-se a necessidade de rever esta parametrização. Procedeu-se então ao cálculo do peso do comprimento de banda indicado no passo da máquina, por utilização das suas medidas, e à densidade da matéria-prima que as constitui.

Proceder-se-á à correcção da parametrização defeituosa no software, como exemplificado na figura seguinte.

Artigo composto

Artigo similar: 200024 PALA 7604 SA

Alternativa: 1 STA - Produção Data referência:

Designação: PRODIM Unid. stock: UN Unidade:

Unid. gestão: por um Qtd. base: 1

Validade: Status utilização: ☒ Elaboração ☐ Exploração

Documentos P... 

Componente

Artigo composto

	Seq.	Componente	Designação 1	UDM	Coef UDM-US	Quantid. lig. UDM	Quantid. lig.
1	5	101453	PERFIL AL.7601	KG	1,000000	0,067	
2							

Figura 4.9 Exemplo de parametrização de artigos

Paralelamente procedeu-se ao seguimento da utilização de matéria-prima real, pesando o rolo no início e no fim do processo, bem como registo do número de peças para sucata e comprimento de banda desperdiçado, para posterior análise e definição de estratégia para monitorização do desperdício.

Verificou-se elevada dificuldade na monitorização do mesmo devido à elevada cadência das máquinas desta secção, ao elevado ritmo de trabalho praticado, e à desconfiança dos trabalhadores que se mostraram apreensivos na ajuda à recolha de dados.

4.3.3 Postos de Trabalho

A capacidade das linhas em estudo era, no programa de gestão utilizado anteriormente, considerada como infinita. Porque o *software* adquirido recentemente tem esta informação em conta aquando da gestão de encomendas, e para corrigir este problema, procedeu-se ao estudo das capacidades das linhas.

Assim, a parametrização dos postos de trabalho teve início na identificação de cada máquina existente nas linhas de Inox e fabrico de componentes, consoante a função que desempenha.

Posteriormente foi medida a capacidade de cada máquina ou de cada conjunto operador/máquina, pois certas máquinas têm o seu processo mais automatizado estando menos dependentes da intervenção do operador, e outras dependem totalmente do operador.

Neste segundo passo procedeu-se à realização de *Value Stream Maps*, bem como ao cálculo das *Overall Equipment Effectiveness* de cada máquina, que ajudam não só a definir a capacidade produtiva das linhas mas também a identificar os problemas e as áreas onde é mais urgente actuar.

4.4 Outras acções correctivas

Tal como foi dito anteriormente, novos objectivos para um trabalho de optimização por implementação *Lean* foram surgindo à medida que o conhecimento da situação “*as is*” foi aumentando. Seguidamente são acrescentadas as soluções aplicadas.

4.4.1 Linha de conformação de Inox

Introduziu-se novamente a prática da divisão das ordens de fabrico, de maneira a favorecer a fluidez dos em-cursos na linha.

Procedeu-se à contratação de um funcionário que ficará responsável pela lavagem e auxílio na montagem, quando necessário. Desta maneira o funcionário responsável pela satinagem poderá dedicar-se inteiramente a este processo, ganhando tempo de operação no BN. Não é possível a contratação de um funcionário para esta operação pois os postos de trabalho aqui disponíveis estão já ocupados.

Iniciaram-se acções de formação neste posto, por pessoal mais experiente que se encontra neste momento a executar outras funções, numa tentativa de aumentar a experiência dos funcionários do posto e, consequentemente, a sua capacidade produtiva.

Posteriormente, foi colocado definitivamente um funcionário com mais experiência no posto, tendo o funcionário menos experiente sido recolocado.

Foi posto em prática o estudo de viabilidade de investimento em novo equipamento com vista à actualização do sistema produtivo, à diminuição dos tempos de *setup* e à minimização das etapas que não acrescentam valor à empresa, nomeadamente a aquisição de um novo motor para a máquina de corte de tubo, exemplo referido anteriormente, e cuja folha de cálculo do OEE se encontra em anexo.

Foi realizado inventário tanto de matéria-prima como de em-cursos de fabrico, de forma a corrigir os valores de *stock* no sistema. Todas as peças foram contabilizadas, bem como matéria-prima (metros de tubos) existentes.

A detecção de alguns erros por falta de actualização do sistema após alteração dos planos de fabrico levou à necessidade de confirmação dos mesmos com a quantidade de tubo parametrizada actualmente no sistema.

4.4.2 Linha de fabrico de componentes

Verificou-se, nesta linha, que existiam muitas ferramentas não utilizadas a ocupar espaço de arrumação e a tirar tempo aos funcionários, não só por algumas se encontrarem em áreas de operação de máquinas provocando dificuldades de movimentação, como a confundirem os funcionários na altura de escolher a ferramenta necessária.

Assim procedeu-se à recolha das referências das ferramentas e à identificação das peças produzidas, de maneira a poder ser confirmada a sua utilização desactualizada. As ferramentas identificadas como obsoletas foram comunicadas à contabilidade para serem abatidas ao imobilizado.

Em anexo é apresentada uma lista das ferramentas consideradas obsoletas.

A nível geral, foi criada uma caixa de sugestões onde todos os funcionários poderão depositar as suas sugestões numa tentativa de criar uma base de dados com as mesmas, e estas não

serem perdidas. Sendo os funcionários os utilizadores diários das máquinas, faz sentido que estes sejam quem melhor as conhece e as suas limitações.

Faz sentido também instituir-se um sistema de remuneração de ideias inovadoras e lucrativas, à semelhança do que aconteceu na Toyota, como forma de incentivo ao melhoramento da empresa.

Também nesta linha foi realizado inventário, havendo aqui pesagem dos *stocks* de banda e respectiva etiquetagem e introdução no sistema, bem como a contabilização de todos os em-cursos do fabrico.

5 Estado da execução do projecto

Visto a execução deste projecto implicar, por um lado, uma enorme quantidade de trabalho adicional por parte de varias secções, como é o caso da secção de informática, e por outro lado, um elevado número de mudanças importantes no modo de funcionamento actual da empresa, a fase de implementação, apesar de inicializada, não se encontra ainda finalizada.

As mudanças a efectuar não foram introduzidas de ânimo leve pois poderiam ter introduzido o caos caso não fossem consideradas algumas variáveis na fase de definição de estratégia, e a mudança de mentalidades e de metodologias inerente às mesmas poderia ter efeitos nefastos sobre os trabalhadores afectados e consequentemente sobre a produção.

Todas as medidas foram testadas e melhoradas em processo iterativo, até serem atingidos os objectivos pretendidos, pelo que, os benefícios da sua implementação foram já experimentados, e as suas metodologias bem definidas, apesar de não se encontrarem, em alguns casos, totalmente em funcionamento.

Este capítulo fornece um ponto de situação da fase de implementação em curso.

5.1 Alteração das nomenclaturas

A alteração das nomenclaturas foi iniciada após a análise de Pareto às matérias-primas dos artigos provenientes da linha de Inox.

Neste momento encontram-se prontas para entrar em utilização as nomenclaturas novas de todos os produtos provenientes da linha de Inox, encontrando-se no momento em alteração os artigos provenientes da linha de fabrico de componentes.

Foi dada prioridade a esta linha pois era onde se verificava maior necessidade devido ao elevado número de códigos intermédios: praticamente todos os produtos tinham os três níveis na sua BOM.

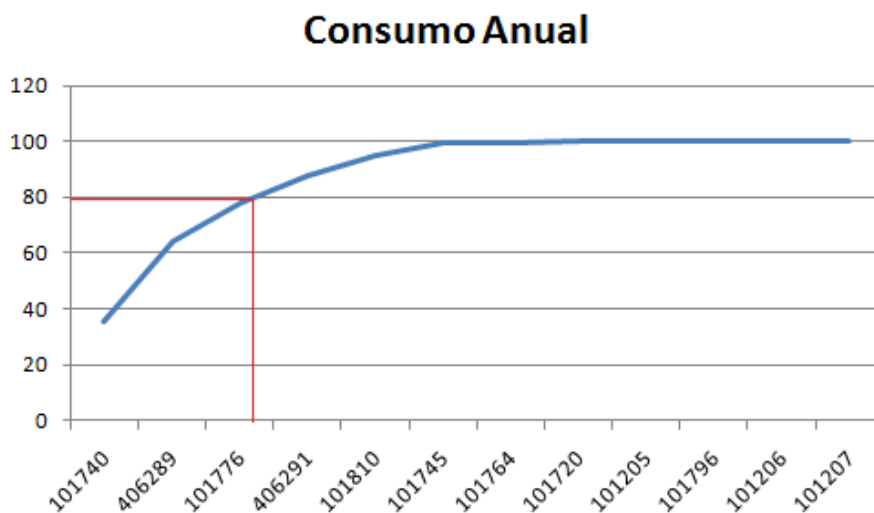


Figura 5.1 Análise ABC das matérias-primas da Linha de Inox, consoante o consumo de 2010

5.2 Cálculo de quantidades óptimas de funcionamento

Os cálculos de *stocks* foram realizados em fase de testes com auxílio de folhas de cálculo, e aprovados, estando pendente a sua introdução no *software*. Temia-se que a sua quantidade fosse demasiado elevada, por comparação com os cálculos dos *stocks* da secção de fundição realizados anteriormente pela empresa, mas tal não se verificou.

5.3 Monitorização do desperdício na linha de componentes

Posteriormente à análise feita, verificou-se a necessidade de actualizar os balancés, devido às normas de segurança impostas e ao elevado número de acidentes de trabalho.

Por comparação de investimentos verificou-se mais rentável a substituição de equipamentos, em relação à modificação dos disponíveis actualmente, pois equipamento mais actual possui cadências mais elevadas e capacidade de memorização de *setups*, resultando em aumento da produtividade.

Assim, está em curso a aquisição do novo equipamento, para avaliação do seu desempenho e da posterior necessidade dos medidores de comprimento de banda utilizados. Os dados recolhidos para as análises referidas anteriormente, nomeadamente tempos de *setup*, taxas de utilização e análise da qualidade dos produtos da linha, revelaram-se importantes na análise económica necessária à concretização da aquisição.

Um estudo das capacidades produtivas dos diferentes equipamentos verificou-se afinal necessário, nomeadamente a verificação das cadências e cálculo de OEE dos balancés de maior dimensão, os dois de 90 toneladas, o de 80 toneladas e o de 63 toneladas.

5.4 Parametrização do Sage 3X

A parametrização do *software* tem implicações profundas a nível de custos de produtos e margens de lucro, sendo desta forma uma tarefa de vital importância onde erros e precipitações se podem revelar muito prejudiciais.

Assim, aguarda-se a finalização da mudança das nomenclaturas para posterior correcção dos parâmetros introduzidos no *software*, nomeadamente cadências ajustadas à situação actual da empresa e correcção da quantidade de matéria-prima necessária.

Esta modificação será feita em parceria com a secção de informática.

6 Conclusões e Sugestões

No decorrer deste projecto, tive a oportunidade de, não só por em prática conhecimentos adquiridos ao longo de várias cadeiras do curso, como de adquirir muitos outros, que me permitiram criar novas competências e adaptar-me às exigências dos novos desafios do mundo do trabalho.

Considero que os objectivos foram atingidos. Tanto a apreensão do modelo de funcionamento actual “*As IS*”, como a sua parametrização no novo ERP recentemente adquirido, estão inteiramente definidas para as linhas de conformação de Inox e fabrico de componentes, com sucesso comprovado na versão de testes do Sage e em testes executados no *shop-floor*, e encontram-se já em fase de aplicação à versão de produção.

As principais dificuldades encontradas na prática estão relacionadas com a transição de um ambiente académico para um ambiente fabril, onde há sempre muito que fazer, e a disponibilidade para implementação de novos sistemas nem sempre corresponde às expectativas. A mudança de mentalidades, muito devido à elevada média de idade do pessoal foi também um entrave à mudança.

A título de sugestões, as medidas que deveriam ser tomadas como melhoramentos das linhas são, a nível técnico, a introdução de técnicas SMED para troca de ferramentas. O tempo de *setup* de ambas as linhas pode ser reduzido, aumentando desta forma a produtividade.

Uma revisão e actualização do processo produtivo também se verifica uma prioridade, de maneira a minimizar perdas de velocidade causadas por mau funcionamento do equipamento, reduzir o *downtime* e aumentar a eficiência das máquinas disponíveis.

A introdução de uma filosofia de manutenção preventiva, em alternativa à manutenção correctiva em prática actualmente, traria também diversas vantagens, não só na identificação de casos a necessitar actualização, como na eliminação de desperdícios de tempo resultantes de perdas de velocidade por funcionamento deficiente, na redução do tempo de espera desde o início da avaria, até ao início da intervenção de manutenção. Esta filosofia traria também vantagens a nível de poupança do equipamento.

A maior limpeza e organização do *shop floor* seria também uma medida vantajosa. Sendo esta uma das premissas da filosofia *Lean*, permitiria um melhor acompanhamento do funcionamento das máquinas e uma mais fácil detecção do mal funcionamento do equipamento, bem como uma optimização da utilização do espaço.

Verifica-se também necessária uma melhoria substancial de planeamento da utilização de recursos, sendo esta mais importante nos BN. Existem várias metodologias de cálculo de afectações de ordens de fabrico aos postos de trabalho que devem ser postas em prática com o objectivo de minimizar a confusão e o erro humano.

A nível laboral deviam-se desenvolver esforços no sentido de haver uma maior motivação do pessoal. Uma maior atenção a sugestões de melhoramento pode trazer à STA um aumento de produtividade.

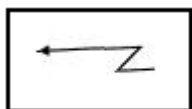
A formação dos funcionários mais direccionada com os objectivos actuais da empresa, como filosofias e técnicas de implementação *Lean*, poderia ajudar na eliminação de alguns desperdícios.

Após a conclusão da implementação das novas medidas nas linhas em questão, seria benéfico um novo ciclo de melhoramento mais focalizado na eliminação do desperdício a todos os níveis, como por exemplo na utilização de matéria-prima, no fluxo de materiais, ou na disponibilização de material aos funcionários.

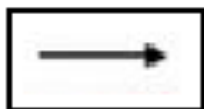
7 Referências

- [1] Sociedade Transformadora de Alumínios, <http://www.sofi.pt/>, Janeiro de 2011
- [2] Sage- Software para uma gestão eficaz, <http://www.sage.com>, Janeiro de 2011
- [3] Pinto, João Paulo; (Setembro 2006), LIDEL Edições Técnicas, Janeiro de 2011
- [4] Rother, Mike, Shook, John, (2008), “Learning to see: value-stream mapping to create value and eliminate muda”, Lean Enterprise Institute. Inc, Janeiro de 2011
- [5] Jacobs, F. Robert; Chase, Richard B.; Aquiliano, Nicholas J., (2009), “Operation and Supply Management”, 12ª Edição, Editora McGraw-Hill, Janeiro de 2011
- [6] http://itepul.com/images/680px-Lean_manufactory_house.png, Janeiro de 2011
- [7] Apontamentos Kaizen e TPM, Kaizen Institute, Janeiro de 2011
- [8] <http://blog.campe.com.br/wp-content/uploads/2009/08/pdca.jpg>, Janeiro de 2011
- [9] <http://www.idhammarsystems.com/overall-equipment-effectiveness-oeo.html>, Janeiro de 2011
- [10] http://www.oee.com/oee_quick_guide-request.html, Janeiro de 2011
- [11] Smalley, Art (2004), “Creating level pull: a Lean production system improvement guide for production-control, operations, and engineering professionals”, Lean Enterprise Institute, Janeiro de 2011
- [12] Wallace, Thomas F., Michael H., (2001) , “ERP: making it happen: the implementers’ guide to success with enterprise resource planning”, 3ª Edição, Editora John Wiley and sons, Janeiro de 2011
- [13] Guedes, Alcibiades Paulo “Planeamento Integrado e Gestão”, apontamentos da cadeira de Logística Industrial, Janeiro de 2011
- [14] <http://management.about.com/cs/generalmanagement/a/Pareto081202.htm>, Janeiro de 2011
- [15] Manual Geral de Procedimentos da STA, Janeiro de 2011
- [16] Gestão de Stocks, Manuel Pina Marques, MIEM- Gestão de Empresas, Janeiro de 2011
- [17] http://pme.aeportugal.pt/Aplicacoes/Documentos/Uploads/2004-10-15_16-45-18_Logistica.pdf, Janeiro de 2011
- [18] Estudo dos tempos, Instituto Superior Técnico, Janeiro de 2011

8 ANEXO A: Simbologia VSM



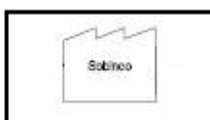
Fluxo de Informação Electrónico



Fluxo de Informação Manual



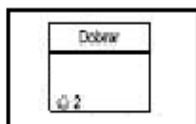
Fluxo de Produção *Push*



Cliente

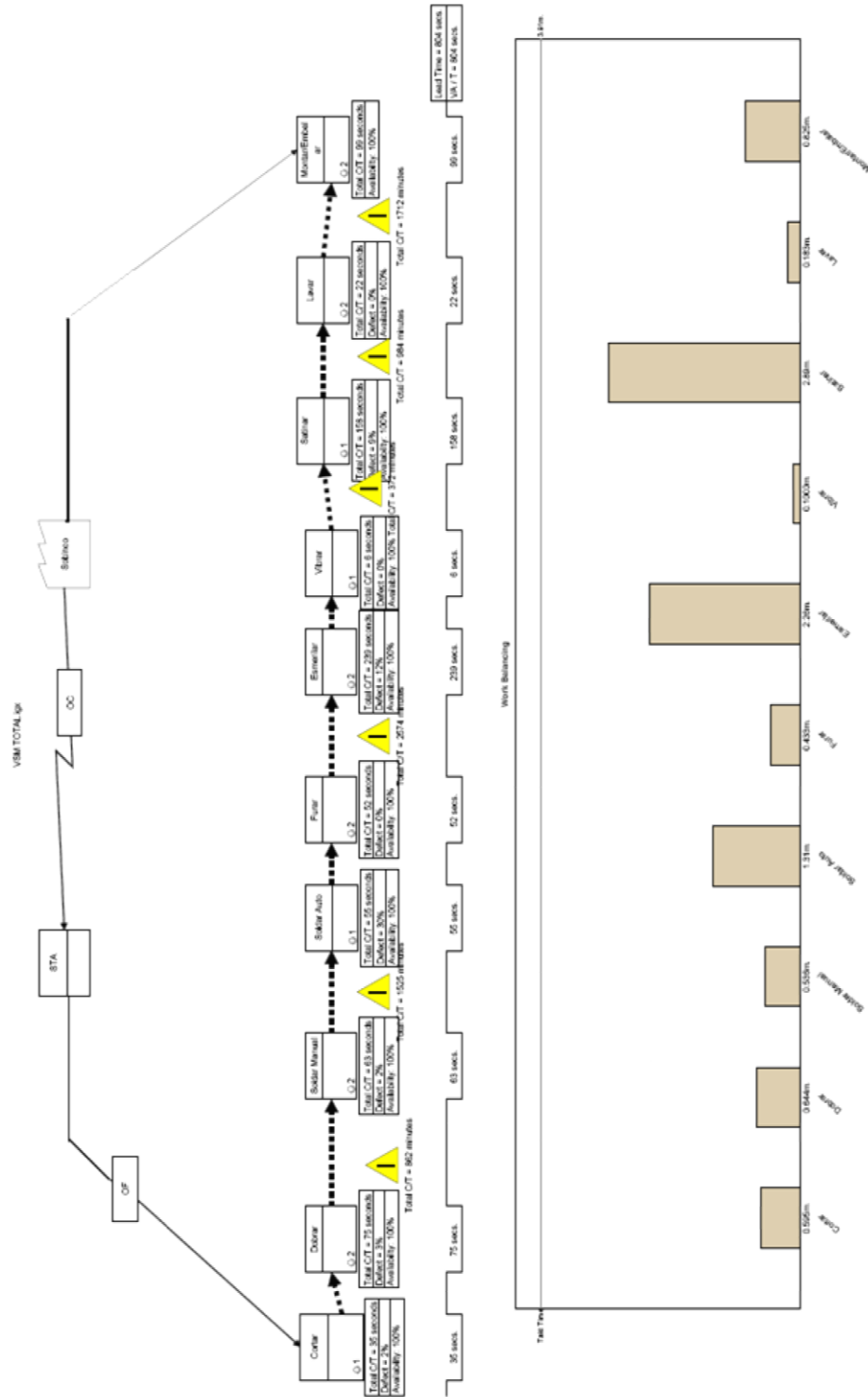


Buffer



Processo

9 ANEXO B: VSM geral da linha de Inox



10 ANEXO C: Folha de cálculo OEE [10]

	A	B	C	D	E	F	G	H
3								
4	Production Data							
5	Shift Length	9	Hours =	540	Minutes			
6	Short Breaks	2	Breaks @	10	Minutes Each =	20	Minutes Total	
7	Meal Break	1	Breaks @	60	Minutes Each =	60	Minutes Total	
8	Down Time	425	Minutes					
9	Ideal Run Rate	2,114286	PPM (Pieces Per Minute)					
10	Total Pieces	68	Pieces					
11	Reject Pieces	0	Pieces		setup 135min Op 35 min			
12								
13								
14	Support Variable	Calculation				Result		
15	Planned Production Time	Shift Length - Breaks				460 Minutes		
16	Operating Time	Planned Production Time - Down Time				35 Minutes		
17	Good Pieces	Total Pieces - Reject Pieces				68 Pieces		
18								
19								
20	OEE Factor	Calculation				My OEE%		
21	Availability	Operating Time / Planned Production Time				7,61%		
22	Performance	(Total Pieces / Operation Time) / Ideal Run Rate				91,89%		
23	Quality	Good Pieces / Total Pieces				100,00%		
24	Overall OEE	Availability x Performance x Quality				6,99%		
25								
26								
27	OEE Factor	World Class		My OEE%				
28	Availability	90,00%		7,61%				
29	Performance	95,00%		91,89%				
30	Quality	99,90%		100,00%				
31	Overall OEE	85,00%		6,99%				
32								
Corte_tubo Dobragem corte_dobradas Furar_fresa Furadora								
Pronto								

11 ANEXO D: Lista de Ferramentas obsoletas

Inscrição na ferramenta	Código da ferramenta (Sage)	Códigos de peça associada	BOM
Chapa Guia 9335		208510	
Caixa e tampa gds 7950	F13557		
10734		207609	5042080302
			5107490001
			5107490301
			5107930001
			5112460001
			5113480002
10068			
cobertura inferior 9549/38			
9561			
anilha 9952			
chapa guia 9479		208541	208539
			208540
alavanca motora 5933.1.3.1		207135	
alavanca movida 5246	F12137		
	F12285		
zarelho 9333		208525	
anilha sobinco 9873	F12589	208709	
		208714	208707
			208713
cobertura 6875			
02/14154			
reforço da tubular 9548/41			