

**Implementação de metodologias LEAN para a melhoria da eficiência
operacional da produção de Molas Técnicas**

Renato Silva de Sá

*Projeto de Mestrado apresentado ao Instituto Politécnico do Porto para obtenção do
Grau de Mestre em Logística*

Orientada por: Professora Doutora Lia Oliveira

Professora Doutora Catarina Marques

Porto, 31 de outubro de 2022

**Implementação de metodologias LEAN para a melhoria da eficiência
operacional da produção de Molas Técnicas**

Renato Silva de Sá

Orientada por: Professora Doutora Lia Oliveira

Professora Doutora Catarina Marques

Porto, 31 de Outubro de 2022

Resumo

De provas dadas a metodologia LEAN continua a mostrar-se como sendo uma ferramenta extremamente valiosa na gestão de topo das empresas. O grupo Scherdel não é exceção a essa regra e como tal, após a empresa mãe ter implementado esta ferramenta nas unidades da Alemanha, chega então a necessidade de fazer um estudo do trabalho sobre a implementação deste sistema na unidade portuguesa.

O objetivo desta dissertação é elaborar um plano de ação para identificar e estudar a melhor forma de aplicar esta metodologia à realidade em que nos encontramos.

Esta investigação foi realizada com o auxílio de ferramentas Lean mundialmente conhecidas, tais como: VSM, Heijunka, PDCA, que em parceria com a gestão de topo da unidade industrial e com os colaboradores do lean@Scherdel, serviram para identificar as melhores práticas, para que seja possível alavancar os resultados da empresa.

Após avaliação das seguintes medidas como o VSM do qual obtivemos resultados, em que a aplicação da técnica heijunka de modo a se criar um planeamento equilibrado que permitirá aliviar o congestionamento do passo produtivo seguinte- esmeril.

Por fim, enumeram-se algumas conclusões deste trabalho, onde apesar de identificada uma possível solução para o equilíbrio da linha, é importante referir que a falta de uma demonstração prática viável de resultados impossibilita o avanço na implantação da ferramenta.

Palavras-Chave: Logística; Lean; melhoria continua

Abstract

With given proves the *Lean* methodology still shows as a extremely valuable tool for top managements of production company's. Scherdel Group is no exception do this general rule, with several factory's of the group having implemented *lean* tools to help them, it comes the time to try and implement in Portugal.

The objectif of this dissertation is to be able to elaborate an action plan and study the best way to apply this methodology to the current reality. This investigation was done using several known tools from *lean* that are known to general public such as : VSM- Value stream maping , Heijunka, PDCA, which with the assistance of the top management of the unit and members of Scherdel LEAN team were used to identify the best practices which will helps us improve the factory unit. After evaluating some mesure such as the VSM in which we obtain the information that if applied the Technic of Heijunka so that we could create a balanced planning that would allow us to improve the follow of the production step – grinding.

In conclusion, even though it was identified a possible solution with theorical results, it has been noted that is necessary a visual implementation of this tool working in another plant so visualize the results before advancing with field tests.

Key words: Logistics; LEAN; Continuous improvement

Lista de abreviaturas e siglas

INE – Instituto Nacional de Estadísticas

VSM – Value stream mapping

PDCA – Plan, Do, Check, Act

SMED – Single Minute Exchange Die

TPM - Total Productive Maintenance

TPS- Toyota production system

ÍNDICE

Resumo.....	i
Abstract	ii
Lista de abreviaturas e siglas.....	iii
Índice de Figuras.....	vi
Índice de tabelas	vii
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUÇÃO	2
1.1 A Empresa	2
1.2 Problema Abordado	4
1.3 Objetivos	6
1.4 Metodologia	7
1.5 Estrutura do Documento.....	8
CAPÍTULO II.....	9
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
2.1 Lean Manufacturing.....	10
2.2 Ferramentas LEAN.....	15
2.1.1 5S e Gestão visual.....	16
2.1.2 PDCA – Plan, Do, Check, Act.....	18
2.1.3 Poka- yoke	18
2.1.4 TPM - Total Productive Maintenance	19
2.1.5 VSM – Value Stream Mapping.....	19
2.1.6 SMED – Single Minute Exchange Die.....	20
2.1.7 Kanban	20
2.1.8 Heijunka	20
2.1.9 Kaizen	20
2.1.10 6 Sigma.....	20
CAPÍTULO III.....	22
3.1 Processo Produtivo.....	23
3.2 Processo de encomenda da Moltec	25
3.2 Setor compressão.....	28
CAPÍTULO IV	32
4. Aplicação de Ferramentas.....	33
4.1 VSM	33
4.2 Avaliação resultados para aplicação e melhoria	39
CAPÍTULO V	41

5. IMPACTO DA FERRAMENTA	42
CAPÍTULO VI	43
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
6.1 Síntese Conclusiva	Error! Bookmark not defined.
6.2 Limitações ao Estudo.....	Error! Bookmark not defined.
6.3 Propostas de Intervenção	44
6.4 Linhas Futuras de Pesquisa	45
Implementação do programa LEAN na empresa	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

Índice de Figuras

Figura 1-Logotipo Scherdel	2
Figura 2- Localizações de unidades do Scherdel Group	3
Figura 3 – Alguns dos principais clientes do Grupo Scherdel.....	4
Figura 4 - Modo operação Lean Scherdel.....	5
Figura 5 - Procedimento implementação LEAN na SCHERDEL.....	6
Figura 6 - TPS House.....	11
Figura 7 - Cadeia de valor	12
Figura 8 - 8 Desperdícios do Lean Fonte: (Skhmot, 2017)	14
Figura 9 - Lean thinking Fonte: (Picchi, 2003)	15
Figura 10- Ciclo PDCA	18
Figura 11 - Exemplo visual de <i>Poka-Yoke</i>	18
Figura 12 - Fluxograma criação de um VSM.....	19
Figura 13 - Exemplos de molas.....	23
Figura 14 - Workflow Scherdel Moltec.....	24
Figura 15 - Workflow - Encomenda ao Stock	25
Figura 16 - Exemplos mola de compressão.....	29
Figura 17 - Passos produção de mola de compressão	29
Figura 18 - Layout atual do setor	30
Figura 19 - Alguns exemplos de simbologia VSM.....	33
Figura 20- Estruturação do VSM	34
Figura 21 - Adição de fluxo e informação	35

Índice de tabelas

Tabela 1 - Legenda da Fig19	31
Tabela 2 - Valores teóricos capacidade máquina HTC 28	38
Tabela 3 - Valores teóricos capacidade esmeril FSA	39

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

Este projeto baseia-se na aplicação de metodologias de melhoria contínua na empresa Scherdel Moltec, situada em São João da Madeira, com o âmbito de promover um aumento da eficiência operacional desta unidade de produção, assim como a diminuição das reclamações externas e não conformidades internas. Para tal, foi identificado o setor crítico, com menor produtividade, o setor de compressão. O projeto foi desenvolvido ao longo do primeiro semestre de 2021, no âmbito do Mestrado de Logística, do Instituto superior de Contabilidade e Administração do Porto.

1.1 A Empresa

Sigmund Scherdel foi o fundador da empresa em 1889 com o objetivo de produzir cordas de piano, tornando-se numa das maiores empresas mundiais no fabrico de componentes técnicos para diversos setores de atividade



Figura 1-Logotipo Scherdel

Mantendo o seu carácter familiar, o grupo Scherdel está atualmente na 4ª geração da família e emprega 5800 funcionários dispersos em 3 continentes. A sua maior atividade é vocacionada para o setor automóvel, no entanto, operam no setor de tecnologia médica, elétrico e construção de equipamento industriais e componentes. Apesar de ser um grupo com tamanho considerável, cada uma das unidades industriais opera de forma independente obedecendo sempre as diretrizes centrais da Scherdel.

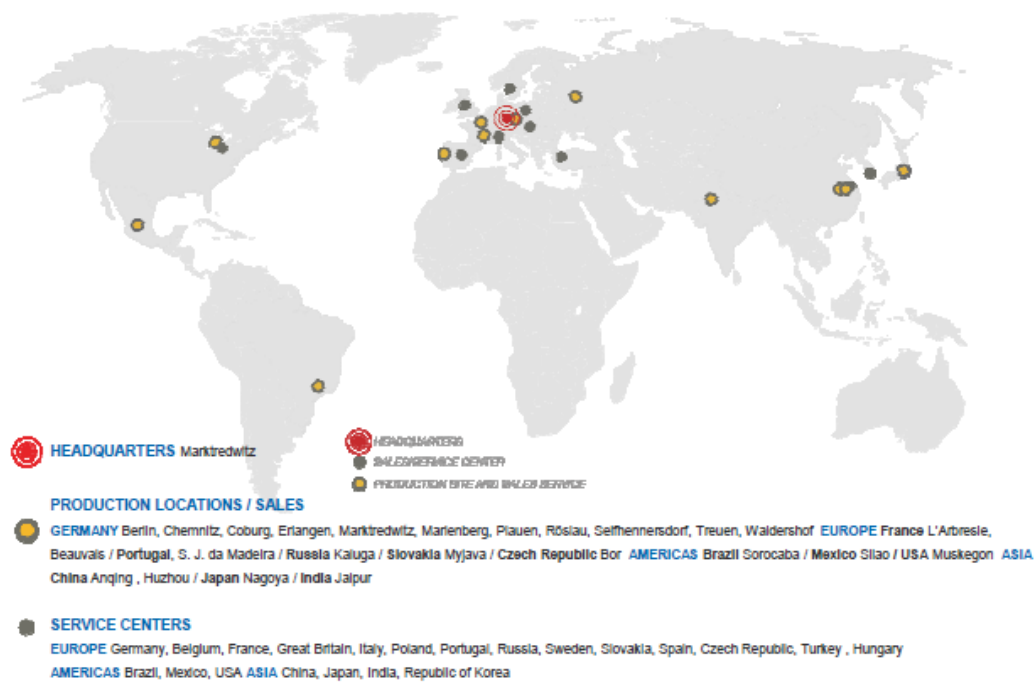


Figura 2- Localizações de unidades do Scherdel Group

A aposta em expansão sempre foi um fator evidente no grupo onde diversos investimentos e aquisições são feitas para garantir a sua expansão e diversificação, neste momento o Grupo tem um concurso aberto em todas as unidades onde os colaboradores podem expor as suas ideias de negócio. As ideias selecionadas como sendo de interesse para o grupo, são posteriormente colocadas sob um processo de análise e teste, em conjunto com os colaboradores que apresentaram e a unidade de research and development.

Após uma série de experiências positivas, a Moltec estabelece-se como uma empresa independente em 1987 no fabrico de molas técnicas para máquinas e equipamentos onde em 1993 é adquirida pela Grupo Scherdel alterando a sua designação oficial para Scherdel Moltec-Molas Técnicas LDA. Esta situada no norte de Portugal, em São João da Madeira, na zona industrial das Travessas.

Sobre as diretrizes do grupo Scherdel, esta unidade adapta-se passando por uma atualização necessária para fazer face aos seus concorrentes certificando-se nas normas ISO 9001 e ISO TS 16949 essenciais para atuar no mercado automóvel, uma vez que a grande maioria da sua produção é direcionada para este mercado. Atualmente conta com 34 funcionários inseridos em diferentes setores desde administrativo ao chão de fábrica. Com 30 anos de operação num mercado extremamente exigente e competitivo (setor automóvel), apresenta um comportamento estável de crescimento e com fortes perspetivas futuras. No

entanto, é necessária a atualização de alguns dos seus processos de modo que, do ponto de vista de eficiência, não seja ultrapassada pela sua concorrência.



Figura 3 – Alguns dos principais clientes do Grupo Scherdel

1.2 Problema Abordado

“LEAN é a filosofia que se foca no essencial para atingir a perfeição, sabendo, no entanto, que nunca será alcançada”

Lean@Scherdel

A implementação desta metodologia no grupo Scherdel é um projeto relativamente recente, contando com apenas dois anos de existência a ser colocado em prática. Prévio a esta metodologia, o grupo tinha implementado o método BOP – Business optimization program, pelo qual se guiaram durante cerca de 10 anos. O motivo que originou a troca, deve-se ao facto de com o passar do tempo constataram que com o BOP havia pontos do processo que não conseguiam atingir objetivo desejado. Após consideração foi tomada a decisão que a alternativa a esta situação seria o LEAN, uma vez que oferece uma abordagem mais compreensiva estabelecendo de forma clara a responsabilidade do processo.

Numa fase inicial, recorreram à ajuda de uma empresa de consultoria alemã, que auxiliou na formação de uma equipa base. Esta equipa permitiu implementar o Lean@Scherdel.

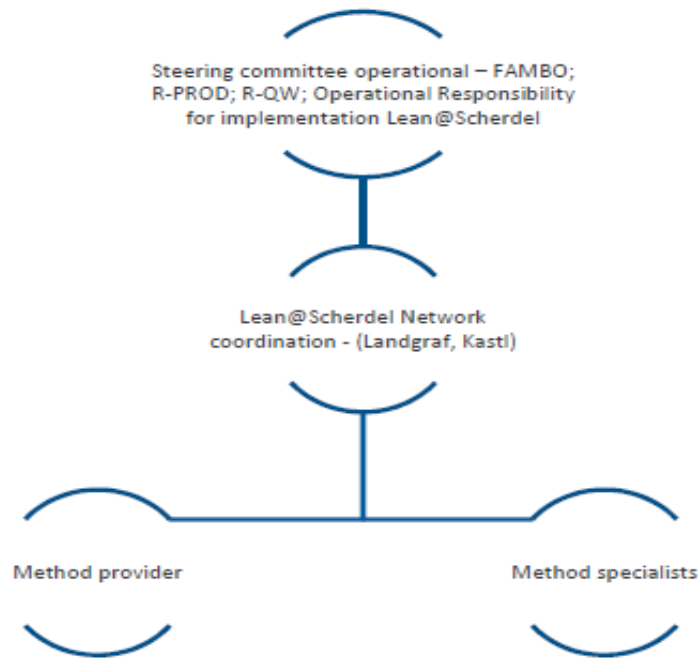


Figura 4 - Modo operação Lean Scherdel

Como podemos observar pelo organograma da figura 4, a equipa *core* Lean@Scherdel encontra-se no centro. Assim, todos os novos projetos *lean* devem ser apresentados pela unidade requerente sendo este analisado e aprovado por uma comissão que é composta pelos diretores séniores do grupo Scherdel, onde caso seja aprovado o pedido, é estabelecido um contrato entre o diretor da unidade requerente, um membro da comissão e um membro *core* da Lean@Scherdel. Nesse contrato, está estipulado o cronograma do projeto *lean* a ser aplicado na empresa requerente com o objetivos a serem atingidos, descrevendo as funções a serem desempenhadas pelos intervenientes. Chegando a fase final do projeto, é feita uma avaliação para analisar se os resultados obtidos foram os desejados, caso os resultados não sejam os pretendidos, retornam à fase de implementação para ser decidida uma nova abordagem. Na figura 5, podemos observar o processo de requimento e implementação de uma projeto *Lean* pelo grupo.

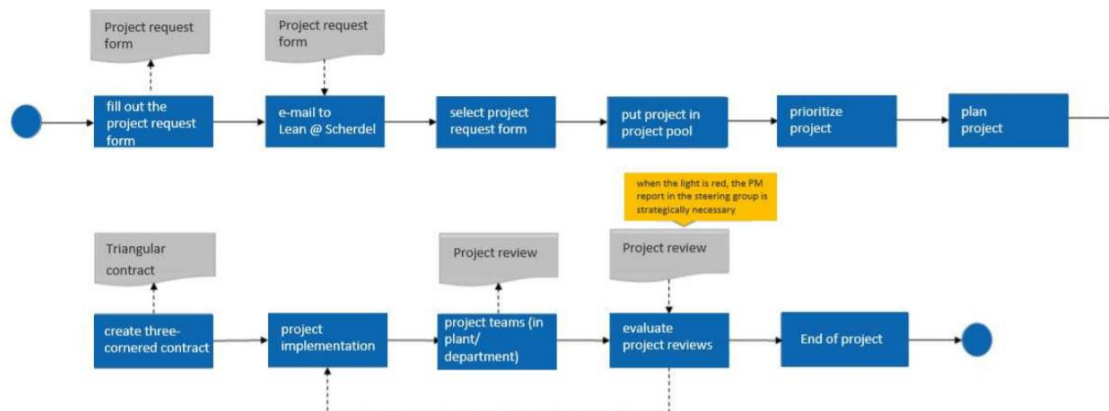


Figura 5 - Procedimento implementação LEAN na SCHERDEL

Quando se iniciou o projeto descrito no presente documento, a unidade de São João da Madeira não possuía em curso nenhum programa com a aplicação desta metodologia.

1.3 Objetivos

A evolução deve ser um dos objetivos mais importantes de todas as empresas. Melhorar o seu processo de forma a conseguirem atingir melhores resultados e entregar aos seus clientes o seu melhor produto, trabalhando para se manterem na linha da frente do mercado competitivo.

O objetivo desta dissertação consiste em estabelecer uma base de trabalho para a implementação de um sistema de melhoria contínua, que visa apoiar a Scherdel Moltec no aperfeiçoamento dos seus métodos de trabalho, tornando-a mais eficiente e oferecendo o melhor serviço, aos melhores preços aos seus clientes. Outro objetivo importante é conhecer os pontos críticos da empresa e perceber como é que com os sistemas de melhoria contínua podemos torná-los mais tangíveis. Numa primeira fase é fundamental que seja estudada e compreendida a metodologia *Lean* e as suas ferramentas de modo a identificar quais as mais indicadas para este projeto. Após identificar as mais indicadas, é importante compreender e identificar quais os benefícios que as mesmas irão trazer para a empresa. Incluir também os colaboradores do departamento, treinando os mesmos para que estes ajudem na implementação das sugestões elaboradas. Por último, garantir o acompanhamento e avaliação das implantações feitas de modo a compreender qual o foi e qual é o retorno das mesmas para a empresa, ajustando se necessário.

1.4 Metodologia

Para conseguir desenvolver este projeto de forma objetiva, foi necessário estabelecer uma estrutura de informação que permitiu ser a base do projeto, tendo sido consideradas as seguintes etapas:

- A. Revisão bibliográfica feita através da leitura e análise de livros e textos, bem como outros trabalhos académicos, sobre lean manufacturing e produção industrial, o que permitiu a seleção de qual o método mais viável a ser utilizado para a situação em estudo. Desta forma, permitiu garantir uma base de conhecimento teórico sobre o tema em questão.
- B. Recolha de dados no “terreno”, dados primários, foi feita ao longo de um período de cerca de quatro semanas de acompanhamento presencial dos processos no chão de fábrica e administrativos, o que permitiu ter uma melhor percepção de todo o processo e permitiu também recolher a opinião dos intervenientes de todo o processo – operadores e administrativos. Também foi possível a correta identificação do todo o fluxo de informação.
- C. Escolha do método mais indicado, para proceder à análise dos dados recolhidos, que contribuiu para um conhecimento mais alargado do tema *lean*. Com a ajuda da ferramenta da metodologia escolhida, foi possível identificar locais que carecem de melhoria, ajudando a perceber onde agir primeiro e qual a melhor forma de abordagem ao problema.

1.5 Estrutura do Documento

A presente dissertação encontra-se estruturada em quatro partes.

No capítulo I, é feita uma introdução onde o leitor fica enquadrado com o projeto e quais os pontos que se tencionam abordar e os seus objetivos. É feita uma breve apresentação ao grupo Scherdel e à empresa Scherdel-Moltec. É evidenciado o problema abordado, os objetivos e a metodologia.

No capítulo II, da fundamentação teórica, são abordados os conceitos de *Lean Manufacturing* e Ferramentas *Lean*, nomeadamente, 5S e Gestão visual, PDCA, Poka-yoke, TPM, VSM, SMED, Kanban, Heijunka, Kaizen e 6 sigma.

No capítulo III, é feita uma apresentação do setor que irá ser tratado para este projeto, onde será apresentado a sua situação atual e onde poderemos observar os pontos considerados críticos ou com potencial de melhoria. Abordamos ainda de uma forma mais breve o *layout* geral da empresa de modo a perceber a posição deste setor no chão de fábrica face aos restantes setores que interagem de uma forma direta com o mesmo.

No capítulo IV encontramos uma lista detalhada dos pontos identificados que foram abordados, bem como as ferramentas e métodos utilizados para a sua melhoria. Por último, são apresentadas as conclusões finais e as notas deste projeto até ao momento da sua entrega. Algumas destas evidências ainda se encontram em fase de implementação e teste.

CAPÍTULO II

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Num mercado competitivo em que as diversas organizações industriais competem muitas vezes pela diferença de centavos, pequenas alterações nos seus processos podem significar uma redução de custos de fabrico e um aumento de eficiência produtiva. Assim é apresentada a filosofia *Lean Manufacturing* onde diversas empresas já aplicaram com sucesso ferramentas derivadas desta filosofia. Este capítulo é um enquadramento teórico sobre esta metodologia, onde serão apresentados os princípios do *Lean* e as ferramentas, apresentando vários cenários que podem demonstrar vantagens produtivas e qualitativas para a empresa. A implementação desta filosofia, pode traduzir numa redução de desperdícios, de tempos e de custos.

2.1 Lean Manufacturing

Para podermos falar de *Lean* é importante conhecer a sua história e origem. *Lean* tem na sua génese o sistema de produção da Toyota TPS (Toyota Production System). Após a segunda guerra mundial, o Japão estava completamente destruído e várias empresas perderam o poder competitivo, tal como, o mercado automóvel japonês que estava a perder produtividade face ao mercado americano. Este conseguia vender automóveis a baixo custo e com taxas de entrega mais elevadas (Kemp, 2018). Com esta perda no mercado, a Toyota viu-se na obrigação de rever o seu processo e a sua filosofia produtiva. E é aqui que Taichi Ohno, engenheiro mecânico da Toyota, conseguiu reinventar as linhas de produção, otimizando-as através de um sistema que se foca na eliminação do desperdício na produção, o Toyota Production System. Este sistema assenta na métrica de produzir com qualidade e eliminar o desperdício, ou seja, tudo aquilo que não acrescenta valor ao produto.

Com o objetivo de apresentar o sistema de uma forma visual, Fujio Cho apresenta a casa TPS onde estão representados a sua base, os pilares e o seu telhado. Associar os conceitos a uma casa permite que a explicação do TPS seja representada na forma em que o telhado é apenas suportado se os seus alicerces e fundações estiverem bem estruturados (Liker, 2006).

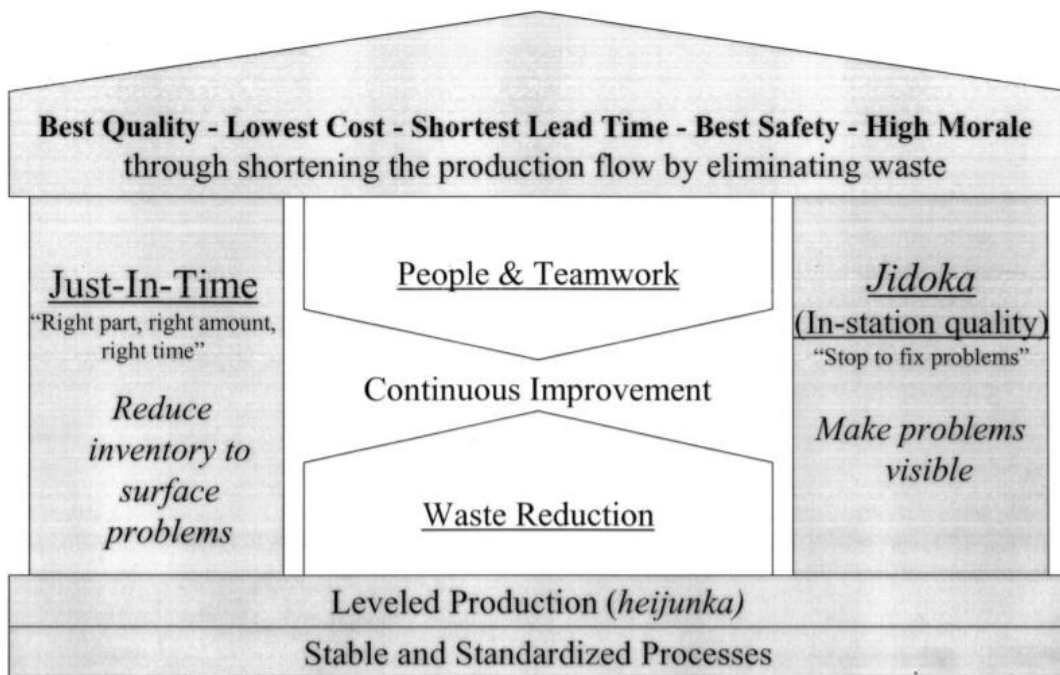


Figura 6 - TPS House
 Fonte: (Liker, 2006)

Como podemos observar pela imagem 6, na base é importante a implementação de práticas que permitam dar estabilidade ao processo e o nivelamento da produção *heijunka* que permite a standardização de outros processos. O *Just in time* veio permitir às empresas controlarem os seus níveis de stock de forma mais eficiente, reduzindo os mesmos ao essencial com o abastecimento da linha à medida que é necessário. No entanto, sempre com a garantia de um pequeno stock de segurança, de modo a que seja possível ajustar caso exista alguma falha. O *Jidoka* ajuda a identificar as anormalidades do processo, identificar potenciais problemas e, se necessário, parar a produção para resolvê-los, utilizando ferramentas que auxiliam a chegar à causa do problema, evitando assim que um problema pequeno se torne em algo mais grave. É necessário não esquecer que apenas este modelo em si o valor é baixo, é importante a envolvência de todos no seu interior partilhando o conhecimento e suas experiências de modo a todo o conjunto evoluir.

O *TPS* viria a ser mais tarde apresentado a nível mundial por Womack, Jones e Roos como *LEAN Thinking* (James P. Womack, 1990) e com isto amplamente utilizado em todo o mundo, tanto na indústria automóvel, como no setor da cortiça, como é o caso da Corticeira Amorim (Amorim, 2012).

O conceito *Lean Thinking* diz respeito a uma filosofia que dispõe de uma variedade de ferramentas e instrumentos, que quando aplicados de forma correta, possibilita às empresas a melhoria da sua eficiência operacional através da eliminação do desperdício.



Figura 7 - Cadeia de valor

Os princípios *Lean*, apresentados na figura 7, são os seguintes: especificar o valor para cada produto, gerar valor para o cliente, fazer com que o fluxo do processo ocorra sem interrupções, puxar o valor ao cliente e perseguir a perfeição.

O desperdício deve ser entendido como qualquer atividade que não acrescenta valor ao produto, concluindo que o valor é o que o cliente está disposto a pagar por um determinado artigo, independentemente do que custo que ele representa para o fornecedor. O foco das mudanças e otimizações de processos é em prol da eliminação do desperdício, o que de uma forma direta acaba por beneficiar a empresa.

Numa primeira abordagem, é essencial perceber que a filosofia *Lean* define como desperdício *muda* tudo aquilo que não acrescenta nenhum valor ao produto final. Inicialmente foram apresentados por Taiichi Ohno sete tipos de desperdícios, mais tarde foi introduzido um oitavo *muda*, quando a adaptação do *lean* pelas indústrias americanas/europeias (Skhnot, 2017).

1. Sobreprodução

Produzir a mais do que é realmente necessário, num processo de fabrico em linha cria excesso de artigo em progresso. Existe formas de controlar esta sobreprodução,

uma delas é a definição de um *take time* que se obtém calculando o tempo total de produção disponível a dividir pela média da quantidade solicitada.

2. Sobreprocessamento

Processo inadequado ou ultrapassado, onde são adicionados passos desnecessários que não acrescentam qualquer valor ao cliente. É necessário compreender os processos e perceber qual a real necessidade tanto de máquinas como de pessoas para os processos.

3. Espera de pessoas ou materiais

O período de tempo em que o produto não se movimenta e não está a gerar valor (paragem no fluxo da linha). Também se refere aos colaboradores parados à espera de produto e até mesmo a reuniões que não resolvem nada e que ocupam tempo de produção. Neste caso, analisar e reajustar o processo será um ponto importante.

4. Transportes

Acrescentar manuseamento excessivo ao produto que pode potenciar danos. Ajustar o *layout* permite que o fluxo de produção seja feito num sentido e com o mínimo de mudanças e manuseamento possível.

5. Movimentação

Por parte dos operadores, quando estes realizam movimentações que são desnecessárias, este fator pode ser observado em um conjunto com o ponto 4 sendo que a sua possível solução estaria de acordo com o mesmo.

6. Inventário

Ao longo de todo o processo de produção, haver a existência de um inventário alto *WIP- work in progress*, que ainda não se encontra finalizado, no entanto, já apresentam um custo para a empresa. Este pode ser causado pelo excesso de produção que indetificamos anteriormente no ponto 1 ou o excesso de matéria prima em stock, a aguardar produção.

7. Defeitos

Problemas que possam originar o retrabalho das peças ou artigos que não estão conforme (sucata) que possam ser originados pela falta de inspeção de qualidade ao longo da produção ou pelo mau estado dos equipamentos utilizados na sua produção. Todos estes pontos podem ser solucionados com um controlo apertado de qualidade ou através da implementação de planos de manutenção de equipamentos.

8. Subutilização de pessoas

Não aproveitar ou não desenvolver as capacidades da equipa da empresa. Sendo os mesmos que lidam com o processo diariamente, isso dá-lhes um *know how* do ponto que operam em específico muito importante para a empresa, o que pode revelar-se mais tarde benéfico. É importante mostrar qual o caminho a percorrer e englobar toda a gente para atingir esse objetivo.



Figura 8 - 8 Desperdícios do Lean Fonte: (Skhmot, 2017)

É possível encontrar diversos casos onde a filosofia *Lean* foi implementada com sucesso, o que permitiu às empresas beneficiarem das mais valias das suas ferramentas. Em todas elas o ponto inicial de formação e treino foi dos pontos em que obtiveram mais dificuldade e resiliência, uma vez que nem sempre é fácil aceitar a mudança.

2.2 Ferramentas LEAN

Quando se analisam os processos produtivos das unidades fabris e se identificam alguns ou todos estes desperdícios no processo, identificam-se também oportunidades de melhoria para a organização.

A filosofia *Lean* tem diversas ferramentas que permitem a qualquer empresa atingirem as suas potências, no entanto é necessário elaborar uma análise inicial ao processo e identificar quais as mais indicadas a serem implementadas mediante os casos. Nas secções seguintes, serão analisadas em detalhe apenas as ferramentas e metodologias implementadas no âmbito deste projeto.

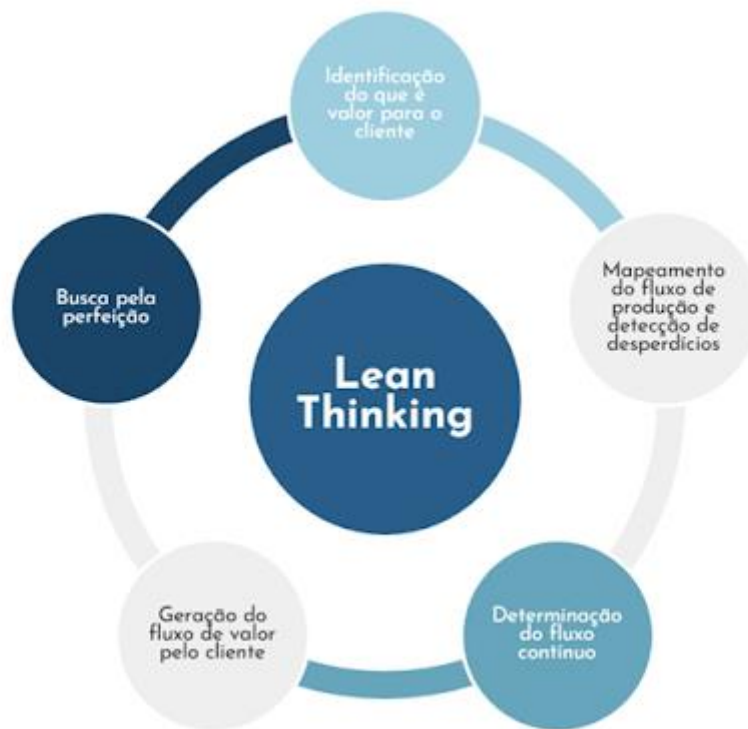


Figura 9 - Lean thinking Fonte: (Picchi, 2003)

Valor

O valor do produto deverá ser sempre definido pelo cliente final e refere-se ao conjunto de características que satisfaçam os seus requisitos. A empresa deve procurar satisfazer esses requisitos apenas com tarefas que acrescentem valor ao produto sem somar desperdícios.

Cadeia de Valor

Trata-se de identificar o conjunto de tarefas envolvidas desde a encomenda até à entrega do produto ao cliente final (Picchi, 2003). Através deste fluxo, são identificadas as atividades que geram valor para o cliente e aquelas que não. Ainda assim, são consideradas 3 tipos de atividades: as que geram valor, as que apesar de não gerar valor diretamente, como é o caso da manutenção, são necessárias ao processo, e finalmente, as que não geram qualquer valor e são, por isso, totalmente dispensáveis.

Fluxo

Idealmente, deve existir um fluxo contínuo que gere produtos à medida dos pedidos dos clientes, sem criar stocks ou tempos de espera desnecessários. O produto deve ser movimentado na cadeia de valor sem interrupções, eliminando-se assim todas as tarefas que não acrescentem valor ao produto.

Produção Pull

A encomenda do cliente deve desencadear todo o processo da cadeia de valor, produzindo assim apenas o necessário quando é necessário. Este conceito visa assim eliminar os stocks excessivos.

Perfeição

Através da constante procura pelos desperdícios na cadeia de valor, garantem-se apenas os processos que geram valor ao produto. Trata-se de melhoria contínua.

2.1.1 5S e Gestão visual

Os 5S é das metodologias mais básicas do *Lean*, baseiam-se em manter o posto de trabalho e área limpos e organizados, para que não seja necessário perder tempo no desempenho de uma determinada tarefa:

- Seiri (Triagem): Tudo o que não for necessário tem de ser eliminado, ficando só elementos úteis.

- Seiton (Organizar): definir um local para cada objeto, de forma a que fique de fácil e rápido acesso e de forma ergonómica.
- Seiso (Limpeza): limpar posto de trabalho.
- Seiketsu (Normalizar): criar normas para garantir os pontos anteriores.
- Shitsuke (Disciplina): cumprimento dos 4 pontos anteriores.

Esta ferramenta já se encontra implementada pelo grupo Scherdel tanto para a produção como para os escritórios, na sua forma interna de “14+1 *Rules for everyone*” (figura 10), que para além dos 5 pontos da ferramenta acrescentam outros que foram considerados pela equipa de qualidade interna, como sendo necessários à tipologia de indústria:

- “Eu elimino os erros definitivamente”
- “Eu relato as divergências imediatamente”
- “Eu sigo as instruções”
- “Eu sempre sigo os parâmetros estabelecidos”
- “Meu equipamento é testado/verificado”
- “Meus sistemas de controle funcionam corretamente”
- “Minha máquina está em perfeitas condições”
- “Minhas ferramentas são bem cuidadas e limpas”
- “Eu inicio minha máquina corretamente”
- “Cada contentor/caixa é etiquetado”
- “Problema detectado! Eu separo as peças cuidadosamente”
- “Eu imediatamente descarto/sucato peças perdidas”
- “Eu só tenho as peças de que necessito”
- “Eu insiro e identifico exatamente as quantidades restantes”
- “Meus registos são utilizáveis”

Todos os novos colaboradores passam por um processo de entrada onde lhes é explicado as regras 14+1 e fornecido um pequeno caderno de bolso com as regras.

2.1.2 PDCA – Plan, Do, Check, Act

É um instrumento da qualidade utilizado para a resolução de problemas. Este método apresenta uma sequência de atividades que devem ser seguidas, passo a passo, para a resolução de problemas.

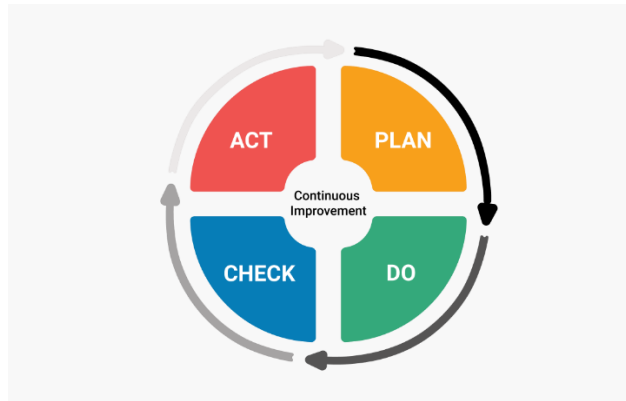


Figura 100- Ciclo PDCA

- Plan (planejar): planejar o trabalho a ser realizado através de um plano de ação, após o esclarecimento do problema, da definição do objetivo, da análise da causa e da definição das contramedidas com datas planejadas.
- Do (executar): implementar as contramedidas de acordo com a planificação dos trabalhos.
- Check (verificar): avaliar resultados, se foram ou não eficazes e se houve ganhos.
- Act (agir): padronizar os bons resultados e nos maus resultados voltar a planejar.

2.1.3 Poka-yoke

É um mecanismo que previne erros. É uma ferramenta criada para que o operador ao realizar uma determinada tarefa só a consiga fazer corretamente, sendo impossível fazê-la incorretamente, impedindo assim erros. A palavra após tradução é à prova de erro.

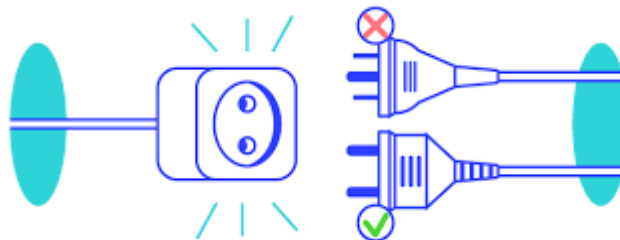


Figura 111 - Exemplo visual de Poka-Yoke

2.1.4 TPM - Total Productive Maintenance

TPM é a abreviatura de Total Productive Maintenance, que tem como objetivo reduzir as paragens não planeadas das máquinas, garantir a qualidade e reduzir os custos, através da manutenção. Para isso é importante antecipar e planear manutenções das máquinas e equipamentos necessários sempre tendo em conta as variações de produção.

2.1.5 VSM – Value Stream Mapping

De todas as ferramentas que o *lean* coloca à disposição, o *VSM-Value stream mapping* de certo é das mais importantes para qualquer profissional ou empresa que pretendam iniciar um projeto de melhoria contínua.

O *value stream mapping* é uma ferramenta que nos permite ter uma visão *bird eye* de todo o processo produtivo de determinado artigo, identificando todos os pontos e fluxos e expondo de forma clara toda a informação inerente aos mesmos. O propósito desta análise é de compreender o processo e de podermos identificar pontos que após análise podem ser considerados desperdício ajudando a eliminar quebras e desta forma otimizar o processo produtivo obtendo apenas o desejado do mesmo.. A sua implementação deve ser sequenciada pelos seguintes passos:

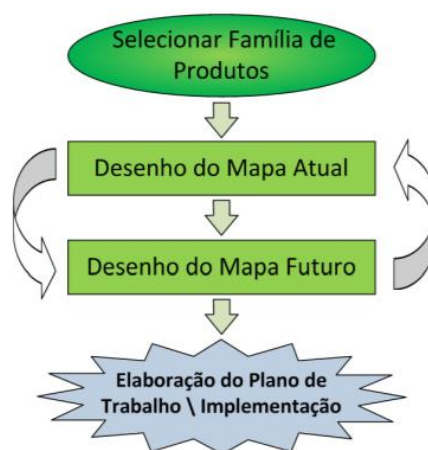


Figura 122 - Fluxograma criação de um VSM

2.1.6 SMED – Single Minute Exchange Die

Single Minute Exchange Die é uma ferramenta de conceito simples que visa a redução do tempo que é necessário para a mudança de ferramentas entre operações, seja de até 10 minutos, diminuído o tempo das paragens de produção e os impactos na linha de produção. Esta ferramenta foi desenvolvida por Shigeo Shingo (Six Sigma Daily, 2018) que divide as operações de mudanças em internas (as que são executadas com a máquina parada) e externas (as que são realizadas com a máquina em funcionamento).

2.1.7 Kanban

Kanban é uma palavra de origem japonesa que traduzida poderá querer dizer “cartão” ou “sinal”. É uma ferramenta para controlar o fluxo e a produção num determinado sistema de produção (Liker, 2006). Esta ferramenta permite perceber de forma altamente visual qual o estado do processo da peça e quais as operações seguintes, de forma a que a cada etapa do seu processo seja “puxada” conforme seja necessária.

2.1.8 Heijunka

Heijunka é o nivelamento do tipo e quantidade produzida durante um período fixo de tempo. Permite a produção de forma eficiente para satisfazer as necessidades do cliente mantendo os stock, custos e o lead time ao longo de todo o processo (Lean Enterprise Institute, s.d.).

2.1.9 Kaizen

O Kaizen tem três objectivos: melhorar a segurança, melhorar a qualidade e a mais importante, o processo de eliminar continuamente os desperdícios (Liker, 2006).

2.1.10 6 Sigma

Six Sigma foi criado pela Motorola, em 1987, como um método estruturado de melhoria de qualidade, com o objetivo de tornar a empresa capaz de enfrentar os concorrentes estrangeiros, que fabricavam produtos de melhor qualidade a um custo mais baixo. Desde então, evoluiu para uma metodologia robusta de melhoria empresarial que dirige a organização para as

necessidades do cliente, mantendo o alinhamento dos processos pela utilização do rigor estatístico e teórico.

Este é um processo de negócio que permite às organizações incrementar os seus lucros por meio da otimização das operações, melhoria da qualidade e eliminação de defeitos, falhas e erros. A meta dos Seis Sigmas não é alcançar os Seis Sigmas de qualidade. Seis Sigma está relacionado à melhoria da lucratividade. Organizações que implementam Seis Sigma, fazem isso com a meta de melhorar seus lucros (Harry et al.,1998).

Six Sigma é uma estratégia de gestão disciplinada e altamente quantitativa que tem por objetivo aumentar drasticamente a rentabilidade da organização, através da melhoria da qualidade de produtos e processos e do aumento da satisfação dos clientes e consumidores (Werkema, 2004).

O método DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve e Control*) permite a melhoria de qualidade de produtos existentes. Enquanto que a metodologia Design for Six Sigma (DFSS), que apresenta o método DMADV (*Define, Measure, Analyse, Design and Verify*), trabalha a qualidade de produtos ou serviços novos. O objetivo é garantir que o processo atingirá o nível *Six Sigma* quando estiver em funcionamento.

CAPÍTULO III

3. Descrição dos Processos

3.1 Processo Produtivo



Figura 133 - Exemplos de molas

Na Moltec há produção total das molas, desde da entrada da matéria prima até à saída de mola acabada. Para que a mola seja devidamente produzida deve passar por algumas etapas que a tornam mais resistentes e com o acabamento pretendido.

A produção da Moltec é composta por 3 setores distintos sendo eles retentores, torção ou tração e compressão. Cada um destes setores é responsável pela produção de diferentes tipos, sendo o processo produtivo de uma forma generalista semelhante entre os setores, sendo que a única mudança está nos respetivos acabamentos que possam ou não vir a receber.

Na figura 14 podemos observar o processo produtivo da Moltec.

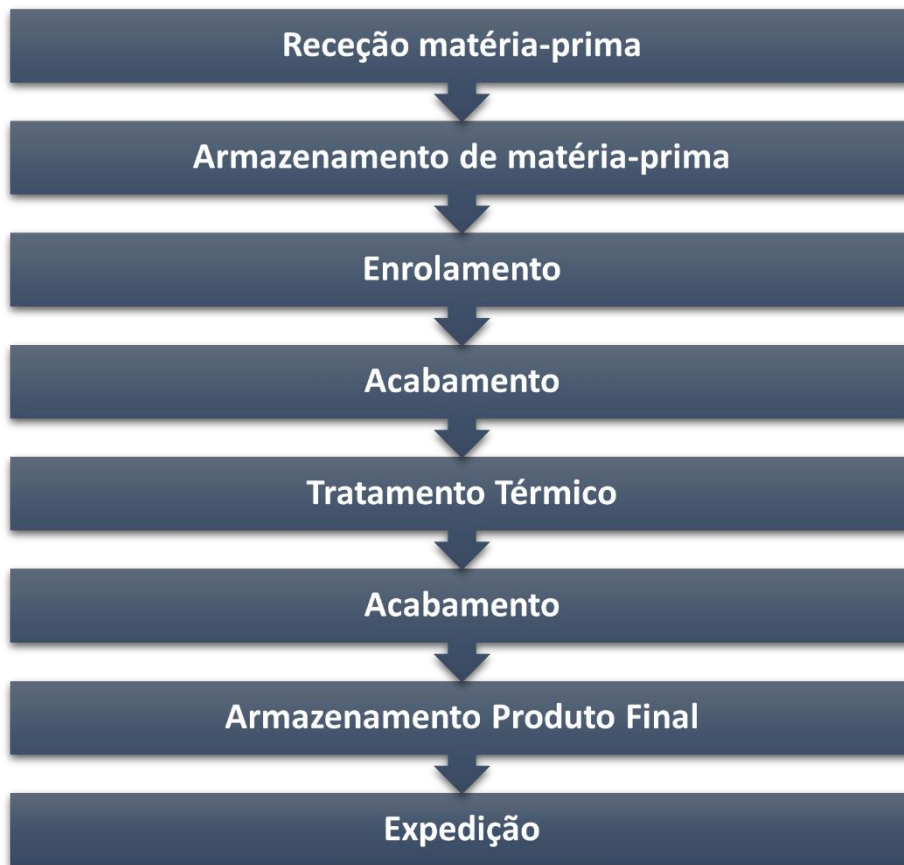


Figura 144 - Workflow Scherdel Moltec

A matéria-prima chega à Moltec em bobines de arame e fita de arame, podendo ser arame de zinco ou inox, com diferentes tratamentos. Este é recepcionado pelo operador de armazém de matérias-primas e é atualmente requisitado pelo departamento de compras em revisão com a previsão anual de consumo sempre que chega a um determinado nível de stock de segurança.

Este operador armazena as bobines e quando o material é necessário para a produção de um determinado artigo, ele abastece a máquina em questão. A máquina após afinação por parte dos operadores do setor e validação pela qualidade, está apta a produzir a mola e vai ser tratada térmicamente, o que confere uma maior resistência à mola sendo depois armazenada em caixas, sendo que a quantidade de cada caixa é determinada pelo cliente. Por fim, é expedida da Moltec respeitando o acordo logístico em vigor com o cliente.

3.2 Processo de encomenda da Moltec

No sentido de conseguir compreender o que podemos melhorar e também para perceber o problema na sua raiz, é essencial analisar todo o processo de encomenda que origina a necessidade de produção de determinado artigo.

Como na maioria das indústrias o processo de produção de um artigo tem o seu início com a chegada de uma encomenda colocada pelos nossos clientes via email. O mercado internacional e o mercado ibérico são trabalhados por duas pessoas distintas, mas o processo é semelhante, à exceção de determinados passos a serem seguidos na sua produção, embalagem e expedição, uma vez que para o mercado internacional vigoram contratos logísticos e comerciais que devem ser seguidos à risca, a fim de evitar potenciais paragens de produção. Muitos dos clientes aplicam o método de produção *just in time*.

Atualmente este é um processo extenso envolvendo cerca de 7 colaboradores e 11 etapas classificadas desde a chegada da encomenda até a expedição da mesma para o cliente final. Podemos constatar o *workflow* desta operação encontrando de seguida as suas respetivas descrições do que é realizado a cada operação e o número de intervenientes na mesma.

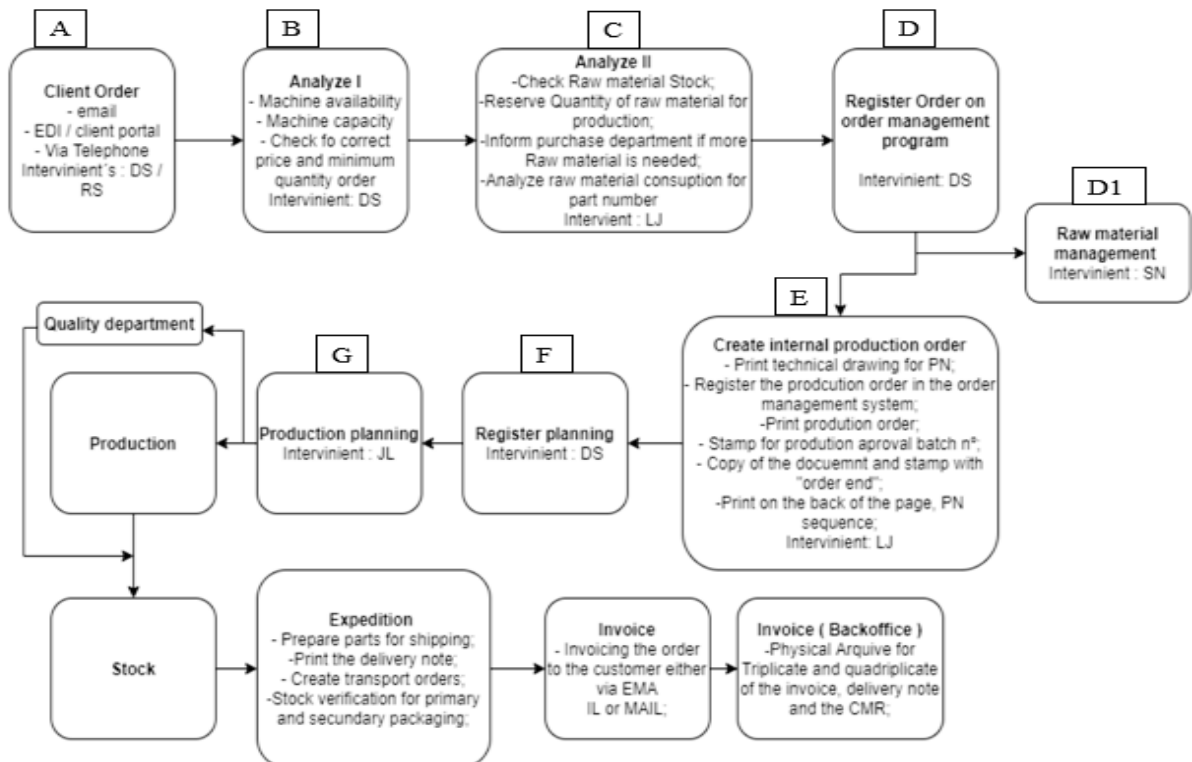


Figura 155 - Workflow - Encomenda ao Stock

Com a chegada do pedido do cliente, é necessário identificar o artigo com a referência interna da Scherdel uma vez que na sua grande maioria os pedidos são feitos utilizando apenas a própria referência do cliente. Este é um passo importante uma vez que permite a distinção entre as molas dos diversos setores facilitando assim o ajuste no planeamento da produção. No seguimento desta análise, é também validado o preço e quantidades mínimas de produção, bem como o respetivo *Lead Time* para a entrega. Por regra interna da empresa, cada pedido deve respeitar um *lead time* de 4 semanas, no entanto, mediante o acordo logístico em vigor pode variar- Tem de se ter em consideração se já existem peças em stock, quando se trata de uma compra recorrente. Por fim o pedido é impresso e inicia o passo seguinte. Nesta etapa de *client order*, são necessários dois intervenientes.

Na etapa seguinte é feita uma verificação se a referência do cliente está de acordo com a referência interna, sendo analisada a necessidade de produção. É estabelecida a quantidade necessária a ser produzida, sendo feita uma pré reserva da quantidade (kg) de arame necessária à produção.

A cada pedido é analisada a necessidade de produção, no caso de haver stock, não é necessário produzir pelo que se passa para a criação do lote para a expedição do artigo na data acordada com o cliente. Caso seja necessário produzir a referência, é gerada uma encomenda interna neste documento. É designado um lote de produção que fica diretamente ligado ao pedido em específico do cliente, não sendo possível a produção de mais quantidade ao abrigo do documento/lote em específico destinado àquela produção/pedido. Também são necessários 2 intervenientes nesta fase.

Após identificada a necessidade de produção e criada uma encomenda interna no programa ERP atualmente em utilização, este documento de seguida passa para o colaborador. Este cria uma ordem de fabrico onde verifica o stock de matéria prima necessário para a produção da quantidade pretendida, efetuando reserva da mesma.

Numa atualização mais recente da empresa, o departamento de compras está envolvido com muito proximidade nesta fase do processo, uma vez que os movimentos de compras e gestão de stock de matéria prima estão a ser trabalhados de forma a garantir o mínimo de capital para conseguir responder às necessidades dos nossos clientes.

Após criada a ordem de fabrico esta volta ao colaborador que criou a encomenda interna para este validar o documento para produção e arquivar o documento.

As ordens de fabrico são semanalmente reagrupadas de modo a serem calendarizadas para produção e avaliação do que se encontra já em produção, ajustando para o caso de existir alguma potencial urgência e de modo a respeitar as datas de entrega.

O diretor de produção ao analisar as ordens de fabrico, estabelece por que ordem as mesmas serão produzidas de modo a que os operadores da produção respeitem o plano das ordens de fabrico. Quando preparam a máquina para a produção fazem uma limpeza das ferramentas.

Existem planos de afinação e programas já designados nas máquinas que permitem ao operador acelerar o processo de afinação, no entanto, é sempre necessário a realização de determinados ajustes de modo a corrigir erros e obter os valores definidos pelo cliente.

Nesta fase abordam o colega de armazém de matéria prima, solicitando o rolo de arame pretendido. A cada lote de produção é dado um “arranque”, neste passo apos a máquina estar afinada, fabricam cerca de dez molas fazendo o processo normal e levam ao gabinete de qualidade para que estas sejam verificadas. Dessa forma, podem validar se obedecem às especificações técnicas desejadas, caso positivo é dado um documento com a informação da máquina, referência e lote de produção validando a máquina para produção.

O papel da qualidade não termina aqui, uma vez que a cada 2h é tirada uma amostragem de molas verificando se mantém os valores desejados, caso seja necessário, os operadores efetuam ajustes na máquina.

Após cada lote de produção existe uma última verificação por parte da qualidade para garantir que todos os parâmetros são cumpridos, através de uma inspeção final onde são verificados através de uma amostragem, se as peças obedecem às especificações do desenho de cliente, este desenho técnico é fornecido pelos clientes.

Por fim, após os lotes serem validados pelo departamento da qualidade, estes são embalados e colocados em embalagens previamente definidas no modo de embalamento do cliente, onde é especificado as embalagens pretendidas, a designação das etiquetas e as dimensões utilizadas.

O último processo é a preparação e expedição da mercadoria, em que pode ser dividido entre mercado nacional e internacional, tendo intervenientes diferentes. O responsável da logística, identifica e organiza todas as expedições a serem feitas no dia. Os pedidos são

entregues ao fiel de armazém que prepara as cargas, com as devidas quantidades, referências e emite toda a documentação necessária.

O departamento de logística tem um papel ativo ao longo de toda a produção, mantendo-se atualizado sobre o estado da produção dos artigos garantindo que o cliente é prevenido atempadamente de eventuais atrasos nas entregas.

A emissão das faturas é feita após geração da guia de remessa, sendo que o processo é feito manualmente uma vez que o sistema atual não suporta a criação da fatura de forma automática.

O processo de encomenda termina com o envio das faturas aos clientes após a saída da encomenda. Cerca de 60% das faturas são enviadas via email, no entanto estas, são impressas e têm de ser digitalizadas para posteriormente converter em ficheiro PDF e serem enviadas para os clientes.

O processo de alocação de encomendas e de início de fabrico é idêntico para todos os produtos, no entanto, com o aumento de encomendas, denotou-se que o setor da compressão apresenta uma dificuldade superior no cumprimento do plano de produção. Para procedermos à utilização de ferramentas Lean neste setor, irá primeiramente ser explicado o modo de funcionamento.

3.3 Setor compressão

Molas de compressão, como podemos observar na Figura 17, são molas que têm baixa complexidade de fabrico. No entanto, devem obedecer aos parâmetros de aplicação de força e funcionalidades definidos pelos clientes. Este tipo de molas pode ser aplicado em diversas situações desde uma caneta até produto do setor médico, no entanto, os artigos produzidos nesta unidade são destinados maioritariamente ao setor automóvel.



Figura 166 - Exemplos mola de compressão

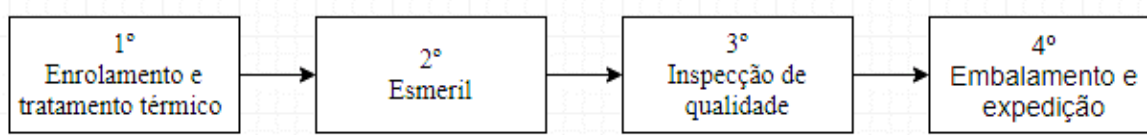


Figura 177 - Passos produção de mola de compressão

O primeiro passo da produção é feito de um modo contínuo, ou seja, a mola assim que é formada na máquina “cai” diretamente no tapete do forno onde passa por uma temperatura contínua de 320°C durante cerca de 20 minutos. Cai para uma caixa de transporte metálica para arrefecer antes de ser pré-embalada para o passo seguinte (setor do esmeril) ou para ser transportada diretamente para o armazém de expedição, onde é colocada nas quantidades certas e guardada em stock para ser expedida.

O segundo passo, esmeril, é uma operação de desgaste do arame que irá conferir à mola a capacidade de manter uma posição vertical estável, este pode ser um dos requerimentos do cliente. Nem todas as referências passam por este passo, muitas delas após serem produzidas e receber o tratamento térmico é que avançam para o ponto três. Neste ponto é feita uma inspeção final de qualidade a uma pequena amostragem de toda a encomenda, para garantir que tudo cumpre as especificações técnicas exigidas pelos clientes, sendo validada para o último ponto, o embalamento e a sua expedição para o cliente.

O setor é constituído por seis máquinas de enrolamento de arame estando dispostas da forma como podemos observar na imagem 18. Apesar de estas máquinas serem visualmente semelhantes, o que as distingue é a capacidade de trabalho entre o diâmetro mínimo e máximo de arame que suportam. Para além das máquinas enroladoras, cada uma tem agregado a si uma parábola onde é colocado a bobine ou rolo de arame que irá alimentar a máquina e os seus respetivos fornos à saída da máquina.

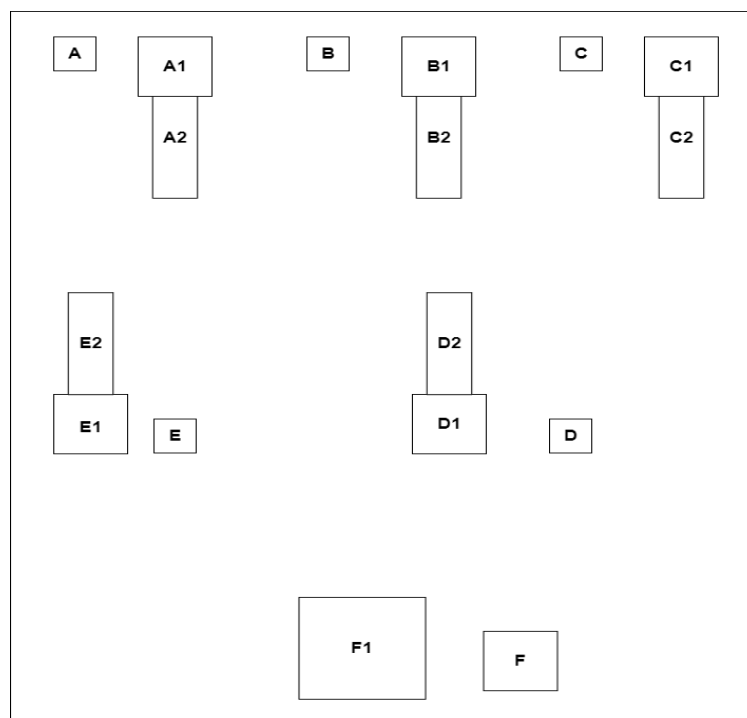


Figura 188 - Layout atual do setor

Tabela 1 - Legenda da Fig19

A 1	HTC 28
B 1	HTC 16
C 1	HTC 10
D 1	HTC 28 II
E 1	HTC
F 1	FULL – 8
A 2 - E 2	Forno para tratamento térmico
A - F	Parábolas de alimentação

Como referido anteriormente, este setor foi identificado como crítico, sendo que o aumento de produção deste tipo de produto veio apresentar novos desafios, os quais revelam a necessidade de implementar melhorias ao fabrico do artigo. Para iniciar a análise ao processo, decidiu-se proceder ao desenvolvimento de um mapa de fluxo de valor (VSM), o qual irá ajudar a perceber potenciais problemas e pontos onde não é acrescentado valor ao produto. Trata-se de um setor no qual operam várias referências nas diversas máquinas, todas com a mesma tipologia de artigos. No terreno, junto dos colaboradores, ao longo de um período de tempo procedeu-se ao acompanhamento do processo produtivo do artigo desde a matéria-prima até ao stock final e por fim, o envio para o cliente. Este setor apresenta um problema de produtividade, devido ao aumento de ordens para este produto. É necessário otimizar a linha de produção atual, eliminando ao máximo todo o desperdício.

CAPÍTULO IV

4. Aplicação de Ferramentas

O setor da compressão, conforme foi referido anteriormente, é o escolhido uma vez que esta família de produtos passa por etapas e máquinas semelhantes ao longo do seu processo produtivo. Um outro fator que motivou a escolha deste setor, deve-se ao facto de se pretender melhorar os tempos de afinação e produção reduzindo os *lead time* apresentados aos clientes para as respectivas produções, uma vez que a empresa se encontra em expansão.

Foi recolhida a informação de tempos de máquina e afinações em conjunto com os operadores do departamento de um artigo considerado *highrunner* tendo permitido a criação do mapa VSM+ de modo a obter uma “imagem” do estado do setor.

4.1 VSM

A realização da análise VSM considera haver 2 fatores que devem ser tomados em conta, como a utilização correta dos seus componentes descritivos (figura 20). Numa primeira fase, abordar o mesmo em papel ou num quadro de modo a que a medida que o mesmo vai sendo elaborado acrescentando a informação que é considerada necessária permitindo ter uma imagem rebuscada do processo.

A correta utilização de algumas das simbologias básicas do VSM conforme a figura 19, permite de uma forma mais visual observar no produto e ajudar a compreender potenciais locais de melhoria de forma mais objetiva.

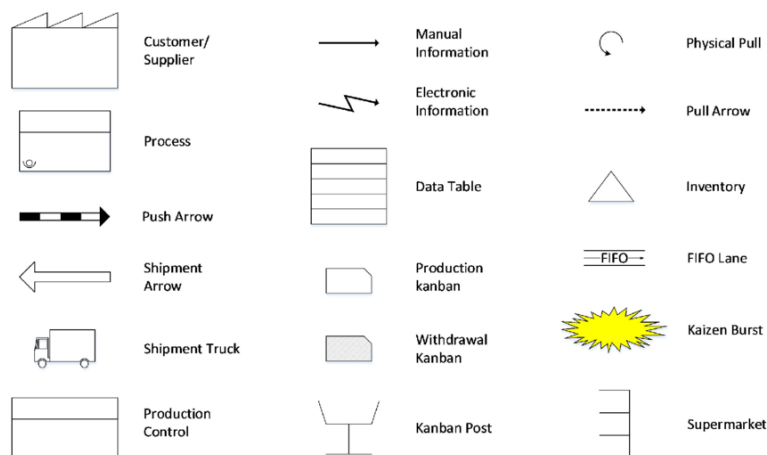


Figura 1919 - Alguns exemplos de simbologia VSM

No início do desenho, devemos colocar a informação da estrutura base do processo, onde indicamos quais são os processos conforme podemos visualizar na figura 20.

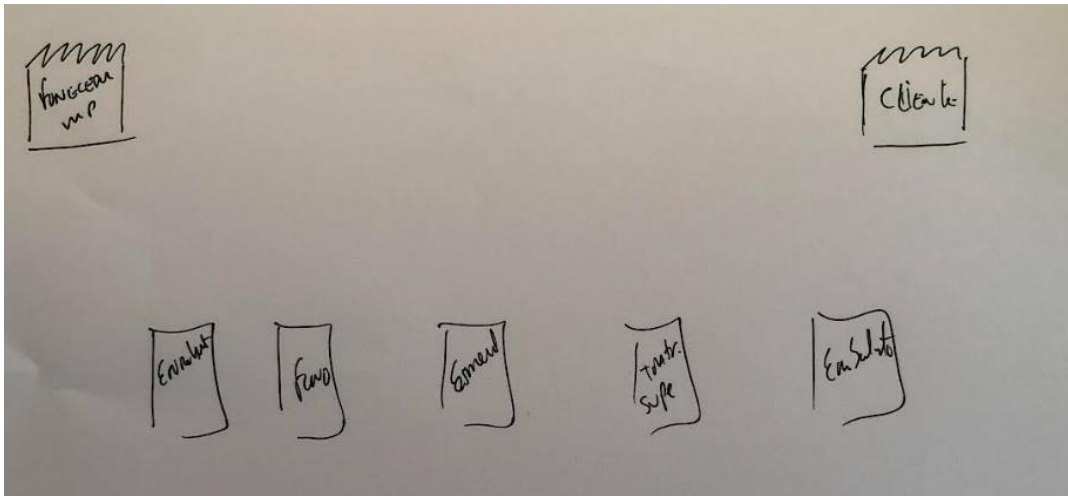


Figura 200- Estruturação do VSM

Aqui são identificados os processos produtivos do artigo:

- Enrolamento
- Tempera
- Esmeril
- Tratamento superficial
- Embalamento

Os dois elementos essenciais para o processo de produção são o cliente e o fornecedor de matéria prima. De seguida, acrescenta-se a informação de como o processo se desenvolve com as comunicações e o fluxo do processo adicionando o número de operadores envolvidos no processo (figura 21).

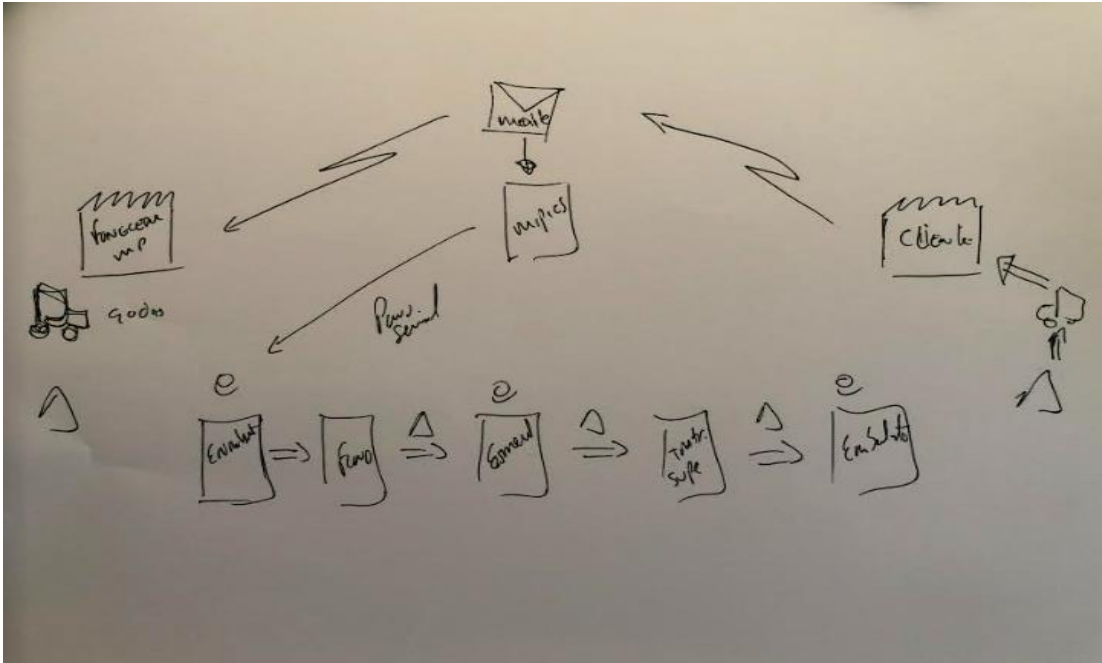


Figura 211 - Adição de fluxo e informação

A envolvimento dos operadores permite que a informação a ser aqui colocada seja a mais precisa possível de modo a podermos ter uma melhor percepção. Dos processos produtivos acima descritos, podemos obter as seguintes informações de produção:

- Enrolamento

C/T= 9600 p/h
Setup = 240 min
OEE = 85%
2 turnos
LOTE: 1.2MIO

- Tempera

C/T= 20 Min.
Setup = 20 Min.
OEE = 90%
2 turnos
LOTE: 1.2MIO

- Esmeril

C/T= 4000 p/h.
Setup = 30 Min.
OEE = 85%
2 turnos
LOTE: 40.000

- Tratamento superficial

C/T= 10 dias uteis
5250 p/h
OEE = n/a
N/A
LOTE: 90.000

- Embalamento

C/T= 40.000p/h
N/A
OEE = n/a
1 turno
2000 por caixa

A recolha da informação foi feita em conjunto com os operadores o que nos permitiu elaborar a figura 23, como sendo este o nosso mapa de valor para o artigo escolhido obtendo assim uma “fotografia” daquele momento.

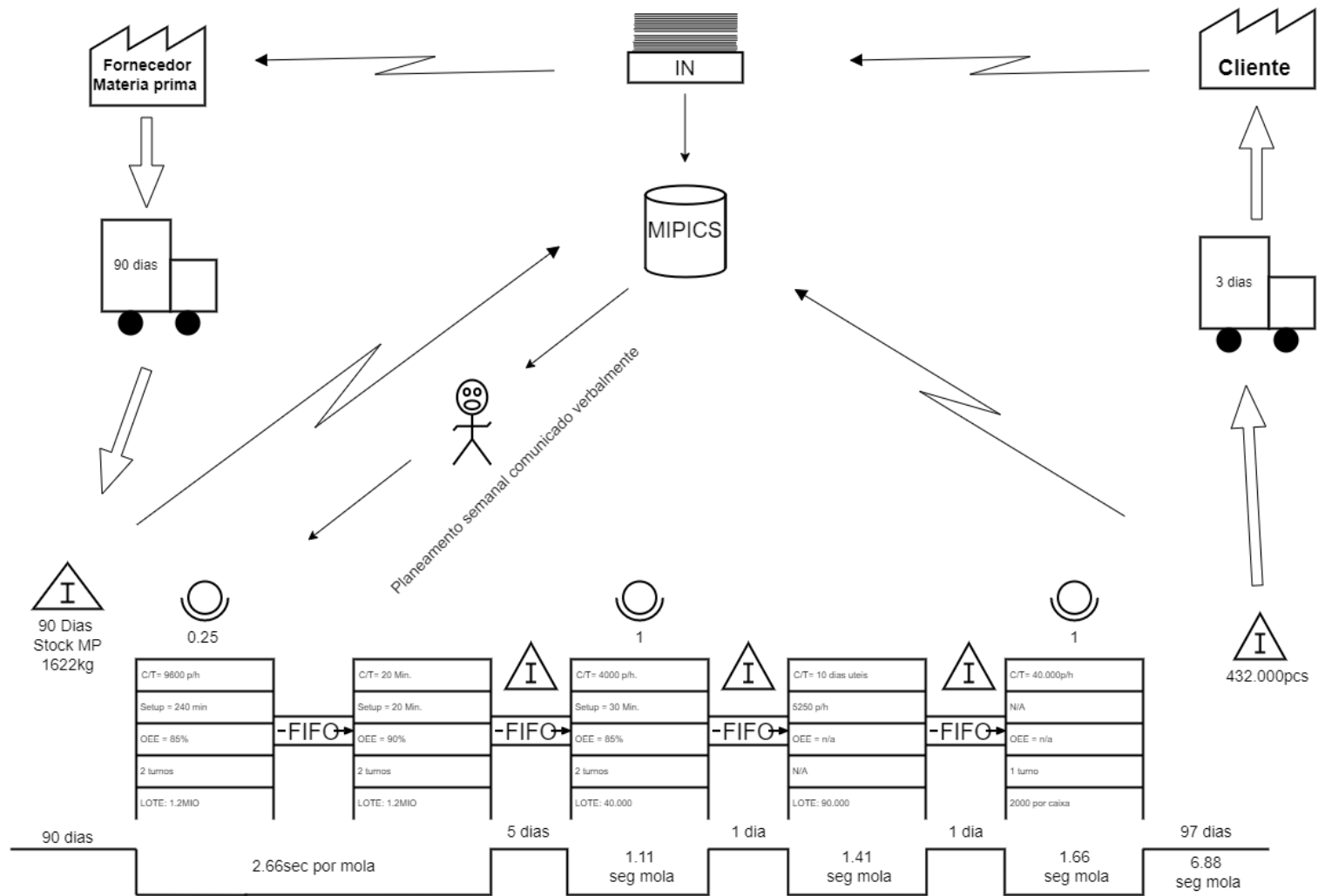


Figura 22 - Mapa VSM completo

O foco do VSM foi sobre um dos artigos mais vendidos e com maior volume da unidade industrial, a informação a ser apresentada de seguida permitiu-nos aperceber alguns pontos a serem fulcrais a melhorar.

O artigo analisado foi a referência interna C13X222, que devido às flutuações dos pedidos do cliente, o stock da matéria-prima tem de se manter elevado, uma vez que são entregas semanais e variam as quantidades de semana para semana. A velocidade de produção do artigo na primeira estação é alta, o que permite fabricar em torno de 9000 por hora.

A operação de esmerilar é um processo manual, mais demorado e onde a velocidade de produção é mais prolongada. É difícil manter uma cadência contínua e estável no que toca à velocidade de trabalho, por causa da fadiga humana, pois é um processo repetitivo.

Dado ser uma empresa externa, e devido à situação pandémica em vigor, não nos foi possível reunir informação detalhada sobre o processo de “tratamento exterior”. No entanto, com os valores recolhidos, conseguimos perceber a capacidade atual do processo externo. Os contentores contendo produto para tratamento, cerca de 15.000 peças onde a cada 10 dias são enviados e recolhidos 6 contentores.

Por fim, o controlo final onde se faz uma breve inspeção visual e embalamento do artigo na caixa. Na tabela 2 estão os dados recolhidos sobre a capacidade de produção da máquina, assumindo que esta irá operar sem paragens ao longo do turno. Uma vez que nem sempre é possível garantir o valor apresentado, diversos fatores entram em jogo e podem influenciar os resultados, tais como avaria de uma ferramenta de máquina, *workload* do operador que irá condicionar o tempo dedicado à máquina em questão.

Tabela 2 - Valores teóricos capacidade máquina HTC 28

Produção	
Máquina	HTC 28
Referencia interna	C 13 X 222
Quantidade Anual	6 000 000
Quantidade Mensal	500 000
Tempo de afinação H	4
Nº Peças Hora	9600
Horas Turno	8
Nº Turnos	2
Nº de peças total turnos	153.600

A tabela 3 contém os dados recolhidos da capacidade do esmeril. Note-se que estes dados serão meramente indicativos uma vez que existem paragens não programadas de retificação de mó, as quais não é possível contemplar em quantidade de modo a garantir dados mais corretos e também ao facto de que se trata de uma operação de manual (alimentação do prato) reparou-se que não é possível manter uma cadência certa de 100% de preenchimento devido ao impacto que a repetitividade da operação tem no operador, decrescendo a sua produtividade.

Tabela 3 - Valores teóricos capacidade esmeril FSA

Esmeril	
Máquina	FSA 6,1
Referencia interna	C 13 X 222
Nº Furos por prato	217
Tempo por volta	1
Nº Volta por hora	60
Peças por hora	13.020
Peças por Turno	104.106

4.2 Avaliação resultados para aplicação e melhoria

Com base na informação recolhida, foi feita uma análise sobre como poderíamos resolver o caso do *bottleneck* do esmeril, sendo que passava pela implementação de um planeamento equilibrado – *Heinjunka* - que permitiria aliviar a carga do esmeril através de uma diversificação balanceada de artigos na máquina os quais tem o mesmo processo.

No entanto esta situação não foi possível devido ao facto de que esta opção significava o aumento na operação de *setup*, em que tal opção foi refutada pela qualidade no pretexto de que com o aumento de *setup*'s a qualidade do artigo poderia ser comprometida.

A defesa da qualidade neste ponto pretende-se ao facto de que quanto menos *setup* fizerem, maior a garantia de qualidade sobre o artigo. Uma vez que esta operação é manual e que apesar de existir tolerâncias nas características dos artigos, o aumento de *setup* poderia criar uma variação grande dentro das tolerâncias ao contrário de que manter uma produção mais longa oferece uma maior estabilidade e segurança ao processo.

Dada esta situação, foi estabelecido contacto novamente com a equipa da Alemanha expondo esta situação, pelo que ficou agendado uma visita a uma unidade industrial de maior dimensão do grupo, onde será apresentado num processo semelhante à aplicação de balanceamento de linha – *Heijunka*- onde não está a ser comprometido a qualidade do artigo respeitando todas as especificações solicitadas pelo cliente.

CAPÍTULO V

5. IMPACTO DA FERRAMENTA

O *VSM* permitiu-nos reparar em pontos que necessitam de serem otimizados de modo a que possamos retirar maior partido do equipamento e do fator humano disponível. Durante o período de recolha de informação, tive a possibilidade de reparar em alguns fatores que apesar da informação recolhida apresentar uma coisa, a realidade se mostra como outra, dado que os valores apresentados anteriormente apresentam o cálculo teórico.

O ponto mais crítico é o esmeril dado ser um setor ainda de muito trabalho manual. A alimentação dos pratos é feita manualmente por um operador ao contrário de unidades mais modernizadas em que a alimentação é feita através de automatismos situados em cima das máquinas. Uma oportunidade de melhoria para este setor conseguir dar resposta às necessidades atuais da empresa e que não exige um investimento maior, seria a implementação de um segundo turno de modo a aumentar o *output* do setor. Estas condicionantes encontram-se de momento em análise por parte da administração.

Em conjunto com o prestador do serviço de tratamento externo das molas, estudar a possibilidade de diminuir os tempos de ciclo dos lotes, sendo que atualmente é em torno de 10 dias úteis, aumentando assim a possibilidade de intervalar as referências e por sua vez nivelando a produção do setor ou até mesmo discutir um aumento de volume da parte deles.

Outros fatores que também foram alvo de atenção da parte do planeamento da produção, uma vez que os produtos são de fabrico semelhante, foram também as ferramentas aplicadas nas máquinas para a sua produção, pelo que a sua diferença passa pela capacidade de trabalho mediante diâmetros específicos de arame.

No planeamento da produção existe o cuidado de colocar de forma sequencial e do menor para o maior, sempre que seja possível, o que permite poupar entre 20 a 30 minutos por troca de matéria prima na máquina.

CAPÍTULO VI

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ferramentas LEAN continuam a mostrar-se como sendo de extra vantagem para as todas as indústrias. Aliadas ao *Know how* da força de trabalho podem permitir a empresa ajustar e até mesmo melhorar as suas performances produtivas de modo a obterem melhores resultados.

No entanto, estas nem sempre oferecem soluções positivas, como foi o caso deste projeto. A solução oferecida, apesar de eliminar o *bottleneck* de um ponto da produção, a condição que exigia o *set up* constante com produções reduzidas. Sendo assim, mostrou-se como sendo inviável em termos de qualidade de produção pelo que foi descartada. Em termos produtivos temos sempre de buscar o equilíbrio entre produtividade e qualidade.

Conforme se inicialmente previa, a adesão e desconfiança da força laboral foi um fator condicionante na recolha da informação, mesmo tendo sido explicado quais os motivos da pesquisa e razões da cronometragem. No entanto, com o passar do tempo e partilhando os resultados obtidos com eles, foi surgindo uma maior abertura dos operadores o que permitiu uma recolha de informação mais fidedigna, bem como a partilha de diversos acontecimentos que podem condicionar o processo.

O fator qualidade foi algo que sempre esteve em mente, no entanto, encontrou-se numa fase inicial alguma retenção por parte do gabinete de qualidade.

6.3 Propostas de Intervenção

- Utilização da ferramenta *heijunka*

Na produção, dada na mesma máquina ser produzida diversas referências diferentes, seria importante diminuir o tempo de afinação da máquina, o que por sua vez iria permitir uma maior rapidez na sequência de produção de todos os artigos. Um planeamento de nivelamento de produção (*Heijunka*) iria permitir uma menor sobrecarga do esmeril nesta particular referência abrindo a possibilidade de aumentar os stocks de outras referências também elas necessárias. Está planeada uma visita a diversas unidades do grupo na Alemanha onde foi implementado com sucesso esta ferramenta, sendo que um dos propósitos para além do conhecimento adquirido é a de realização de testes na Moltec com esta ferramenta.

- Sensibilização aos operadores

Criar uma maior envolvência de toda a equipa e garantir uma maior transparência de comunicação. Foi com isto em mente que foram feitas reuniões mensais com a partilha do *status* geral de toda a fábrica e uma breve análise diária junto dos operadores.

O tópico *Shop Floor Management* é algo já fortemente implementado em unidades maiores no grupo (+ 500 colaboradores) onde existe diariamente reunião de grupo de cerca de 10 minutos, para fazer o ponto de situação do dia anterior e o que esperar do presente dia. O foco destas reuniões é a abertura, onde sejam discutidos por todos os intervenientes do processo de modo a encontrar erros e as suas soluções. Esta solução à data de hoje já se encontra em desenvolvimento com as chefias de setor a receberem formação para depois serem os próprios a formar os colaboradores.

6.4 Linhas Futuras de Pesquisa

Implementação do programa LEAN na empresa

Quando é tomada a decisão de se proceder à implementação de um programa *Lean* numa empresa, é importante seguir determinados passos de modo a garantir o sucesso da implementação da metodologia. Conforme foi explicado anteriormente, a equipa do *Lean@Scherdel* foi criada de modo a responder a uma necessidade de melhorar os serviços que já eram aplicados no grupo, tendo recorrido a ajuda externa de modo a serem treinados na metodologia e para a poderem aplicar da forma mais clara e correta possível.

- Formação
 - Gestão de Topo
 - Colaboradores
- Levantamento da situação inicial da empresa, *layout* da empresa, verificação dos principais mudas e efeitos destes na produção, levantamento das NC e das reclamações.
- Definição do macro plano de ações
- Implementação das ações
- Revisão das ações e da sua eficácia
- Avaliação de resultados

Conforme foi indicado em capítulos anteriores, o grupo dispõe de uma equipa que lida com projetos *Lean* na sua sede em Marktredwitz na Alemanha. No âmbito desta dissertação foi iniciado o contacto com Stephanie Landgraf – responsável da equipa *Lean@Scherdel* de modo

a solicitar ajuda sobre o tema em questão. Foi também contactado o responsável de equipa da Lean@Scherdel, no entanto não de forma oficial, uma vez que para procedermos à aplicação do projeto na unidade, teríamos de embarcar pelos canais oficiais descritos acima. Uma vez que atualmente a unidade está em mudanças, foi decidido não abordar oficialmente este projeto para já tendo ficado definido uma data prevista para 2022.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amorim. (18 de Abril de 2012). *Prémio Kaizen Lean distingue produtividade e eficiência operacional da CORTICEIRA AMORIM.*
- James P. Womack, D. T. (1990). *The Machine That Changed The World.* Free Press.
- Kemp, A. (15 de Março de 2018). <https://www.qad.com/blog/2018/03/taiichi-ohno-toyota-production-system>. Obtido de www.qad.com:
<https://www.qad.com/blog/2018/03/taiichi-ohno-toyota-production-system>
- Lean Enterprise Institute. Consultado a 10/08/2022. <https://www.lean.org/lexicon-terms/heijunka/>
- Liker, J. K. (20 de Maio de 2006). *The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development.* Obtido de ineak.com: <https://www.ineak.com/the-tps-house-diagram-a-system-based-on-a-structure-not-just-a-set-of-techniques/>
- Skhmot, N. (5 de Agosto de 2017). *The 8 Wastes of Lean.* Obtido de The Lean Way: <https://theleanway.net/The-8-Wastes-of-Lean>