



A metodologia Lean e o seu impacto numa secção CNC

Relatório de Estágio apresentado para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, Área de Especialização em Construção e Manutenção de Equipamentos Mecânicos

Autor

Rodrigo Antunes Laia da Silva

Orientador

Professor Doutor João Carlos Antunes Ferreira Mendes

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Supervisor

António Santos Brandão

Fucoli-Somepal – Fundição de Ferro, SA

Coimbra, junho, 2018

Agradecimentos

Aos meus Pais e Avós um especial agradecimento por me proporcionarem tudo isto pois sem eles nada disto seria possível.

À minha namorada, por todas as palavras de incentivo que me transmitiu e em especial por nunca me deixar desistir.

Ao Professor Doutor João Carlos Antunes Ferreira Mendes, por toda a ajuda e dedicação que demonstrou ao longo da realização deste relatório.

Ao Senhor António Santos Brandão, por todos os conhecimentos transmitidos.

À Fucoli-Somepal – Fundação de Ferro, SA, por me ter proporcionado a realização deste estágio na sua secção de maquinação CNC/Tornearia.

Aos meus amigos por todo o apoio demonstrado ao longo deste percurso.

Resumo

A metodologia *Lean* rege-se por princípios que visam identificar e eliminar os desperdícios (atividades que não acrescentam valor) presentes no processo produtivo de uma determinada organização com o intuito de satisfazer as necessidades dos clientes.

Com base neste tema, foi proposto a realização de um estágio na Fucoli-Somepal – Fundação de Ferro, SA, mais concretamente na secção de maquinação CNC/Tornearia, pois esta empresa implementou a metodologia *Lean* há relativamente pouco tempo.

O objetivo deste estágio consistiu em perceber como esta filosofia está inserida na empresa e identificar os principais desperdícios de maneira a no final propor algumas melhorias. Foram identificadas todas as ferramentas *Lean* presentes na secção de maquinação com o propósito de se compreender de que forma estão implementadas e como contribuem para a redução dos desperdícios.

Para se compreender melhor o impacto da metodologia na secção, foram analisados ao pormenor os resultados do indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), conseguindo-se assim identificar em particular as situações passíveis de melhoria.

No final foram propostas algumas melhorias com o intuito de reduzir e eliminar as principais fontes de desperdícios, aumentar o rendimento, reduzir os tempos de entrega (*lead times*) e os custos.

Palavras-chave: Metodologia Lean, Desperdícios, Ferramentas Lean, OEE, Melhorias

Abstract

The *Lean* methodology is governed by principles that aim to identify and eliminate the wastes (activities that do not add value) present in the productive process of a certain organization in order to satisfy the needs of the clients.

Based on this theme, it was proposed the realization of an internship at Fucoli-Somepal - Fundação de Ferro, SA, specifically in the section of CNC / Turning, since this company implemented the *Lean* methodology relatively recently.

The objective of this internship was to understand how this philosophy is inserted in the company and to identify the main waste to propose some improvements. All the *Lean* tools present in the machining section have been identified to understand how they are implemented and how they contribute to the reduction of waste.

To better understand the impact of the methodology in the section, the results of the OEE (Overall Equipment Effectiveness) indicator were analyzed in detail, thus identifying the possible improvement situations.

In the end, some improvements were proposed in order to reduce and eliminate the main sources of waste, increase yield, reduce lead times and costs.

Keywords: Lean Methodology, Waste, Lean Tools, OEE, Improvements

Índice

Agradecimentos	III
Resumo	V
Abstract	VII
Siglas e Abreviaturas	XV
1. Introdução	1
1.1. Trabalho Desenvolvido	2
1.2. Estrutura do Relatório	3
2. Empresa.....	5
2.1. Descrição da Empresa.....	5
2.2. Estrutura Organizacional	6
2.3. Produtos.....	7
2.4. Processo Produtivo	7
3. Enquadramento Teórico.....	9
3.1. <i>Lean Thinking</i>	9
3.2. Princípios do <i>Lean Thinking</i>	10
3.3. Desperdícios.....	12
4. Metodologia <i>Lean</i> na Secção de Maquinação	17
4.1. Células de Trabalho	18
4.2. <i>Kanban</i>	19
4.3. <i>Andon</i>	22
4.4. Cinco S's (5S's)	23
4.5. Quadro de Produção.....	25
4.6. <i>Mizusumashi</i> (Comboio Logístico).....	26
4.7. <i>PDCA (Plan-Do-Check-Act)</i>	27
4.8. Lição Singular (<i>OPL - One Point Lesson</i>).....	28

4.9. Reunião <i>Kaizen</i> Diária	29
5. Os 7 Tipos de Desperdícios:	31
5.1. Defeitos	32
5.2. Tempo de Espera.....	33
5.3. Movimentos	36
5.4. Transporte	37
5.5. Excesso de Produção.....	38
5.6. Excesso de <i>Stock</i>	39
5.7. Processos Desnecessários	40
6. OEE (<i>Overall Equipment Effectiveness</i>).....	41
7. Sugestão de Melhorias	47
7.1. Polivalência.....	47
7.2. Utilização de novas tecnologias.....	48
7.3. Guia prático de <i>setup</i>	49
8. Conclusão.....	51
9. Referências Bibliográficas	53

Índice de Figuras

Figura 1 - Fucoli-Somepal, SA	5
Figura 2 – Organograma geral da Fucoli-Somepal, SA.....	6
Figura 3 –Produtos produzidos e comercializados pela Fucoli-Somepal, SA	7
Figura 4 - Esquema do processo produtivo das unidades fabris da Fucoli-Somepal.....	8
Figura 5 - Sistema de Produção Toyota (TPS) (Consultores, 2018).....	9
Figura 6 - Princípios Lean Thinking (Pereira, 2010).....	10
Figura 7 - Os sete princípios Lean Thinking revistos (Citeve, 2012).....	11
Figura 8- Excesso de Produção (Institute).....	12
Figura 9 - Excesso de Stock (Leanop).....	13
Figura 10 - Transporte Desnecessário (http://leanop.com).....	13
Figura 11- Processos Desnecessários (Leanop).....	14
Figura 12 - Tempo de Espera (http://leanop.com).....	14
Figura 13- Movimentos (Leanop).....	15
Figura 14 – Defeitos (Leanop).....	15
Figura 15 – Célula de trabalho da secção CNC (Fucoli-Somepal, SA).....	18
Figura 16 – Caixas Kanban da secção CNC (Fucoli-Somepal, SA).....	19
Figura 17 – Expositor da secção CNC (Fucoli-Somepal, SA).....	20
Figura 18 – Compartimentos do expositor da secção CNC (Fucoli-Somepal, SA).....	21
Figura 19 – Ferramentaria da secção CNC (Fucoli-Somepal, SA).....	21
Figura 20 – Sistema Andon na secção CNC (Fucoli-Somepal, SA).....	22
Figura 21 – Arrumação de um armário de acordo com os 5’S (Fucoli-Somepal, SA).....	24
Figura 22 – Situação de não conformidade (Fucoli-Somepal, SA).....	24
Figura 23 – Quadro de Produção na secção CNC (Fucoli-Somepal, SA).....	25
Figura 24 – Comboio Logístico (Fucoli-Somepal, SA).....	26
Figura 25 – Plano de Acções PDCA (Fucoli-Somepal, SA).....	27

Figura 26 – Lição Singular (OPL) (Fucoli-Somepal, SA).....	28
Figura 27 – Espaço Lean da secção CNC (Fucoli-Somepal, SA).....	29
Figura 28 – 7 Tipos de Desperdício Lean (GestaoIndustrial.com).....	31
Figura 29 – Exemplo de um defeito numa peça (Fucoli-Somepal, SA).....	32
Figura 30 -Exemplo de peças maquinadas (Fucoli-Somepal, SA).....	33
Figura 31 – Balde dedicado ao transporte de parafusos (Fucoli-Somepal, SA).....	34
Figura 32 – Zona de armazenamento dos parafusos (Fucoli-Somepal, SA).....	34
Figura 33 – Cestos de transporte de peças a maquinar (Fucoli-Somepal, SA).....	36
Figura 34 – Cesto de transporte de peças a maquinar (Fucoli-Somepal, SA).....	37
Figura 35 - Tipologias de produção (Bremer, et al., 2000).....	38
Figura 36 – Monos (Fucoli-Somepal, SA).....	39
Figura 37 – Exemplo de peça com defeito corrigido (Fucoli-Somepal, SA).....	40
Figura 38 – Valores de Referência de OEE (OEELIVEMES).....	41
Figura 39 – Gráfico de OEE médio de cada máquina (Fucoli-Somepal, SA).....	42
Figura 40 – Arquivo de desenho (Fucoli-Somepal, SA).....	48
Figura 41 – Exemplo de um setup (Fucoli-Somepal, SA).....	49

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Perdas, Estratégias e Ferramentas Lean (Silva, 2009).....44

Siglas e Abreviaturas

SA – Sociedade Anónima

OEE – Overall Equipment Effectiveness

LDA – Limitada

CNC – Computer Numerical Control

MTO – Make-to-Order

MTS – Make-to-Stock

PDCA – Plan-Do-Check-Act

OPL – One Point Lesson

SMED – Single Minute Exchange of Die

FTA – Fault Tree Analysis

2D - Two-Dimensional Space

1. Introdução

O presente relatório pretende descrever as principais atividades desenvolvidas durante o estágio curricular no âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica - Área de Especialização em Construção e Manutenção de Equipamentos Mecânicos do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

O estágio desenvolveu-se na empresa Fucoli-Somepal – Fundição de Ferro, SA, uma empresa que produz e comercializa diversos tipos de válvulas e acessórios destinadas ao sector de abastecimento de água e saneamento.

Numa primeira fase foi feita uma integração na secção de maquinaria CNC/Tornearia desta empresa, passando por todos os postos de trabalho com o intuito de compreender como tudo se processa. O trabalho desenvolvido consistiu em compreender de que forma está implementada a metodologia *Lean* na secção e identificar os principais desperdícios, de modo a apresentar algumas propostas de melhoria com o objetivo de aumentar o rendimento e a produtividade da empresa.

Os principais objetivos deste estágio foram os seguintes:

- Compreender como está implementada a metodologia *Lean* na secção de CNC/Tornearia da empresa;
- Fazer uma comparação do antes e do depois da implementação desta metodologia;
- Analisar as vantagens e desvantagens da metodologia *Lean*;
- Identificar as principais fontes de desperdícios;
- Realizar um estudo de todas as alternativas viáveis de melhoria e sugerir algumas propostas de melhoria desta metodologia.

1.1. Trabalho Desenvolvido

A fase inicial do estágio consistiu na integração na secção de maquinação CNC/Tornearia da Fucoli-Somepal, SA. Durante esta etapa passei por todas as células de trabalho da secção ficando, assim, a conhecer em pormenor todos os processos. Para além disso, desenvolvi também conhecimentos em vários tipos de linguagem de programação CNC, nomeadamente Siemens, Fagor, Fanuc e Heidenhain.

Com o decorrer do estágio e após aperceber-me da recente implementação da metodologia *Lean* na empresa, surgiu a ideia de desenvolver um relatório baseado neste tema. Para isso, comecei por perceber de que forma está implementada a metodologia na secção e identificar todas as ferramentas *Lean* utilizadas.

Posteriormente, e de forma a apresentar oportunidades de melhoria, identifiquei os vários desperdícios presentes na secção. Para que esta análise fosse mais completa fiz ainda um estudo pormenorizado ao indicador OEE.

Por último e após a análise de todos os dados, fiz várias propostas de melhoria com o intuito de melhorar o rendimento, reduzir os custos e aumentar a produtividade da secção.

1.2. Estrutura do Relatório

Este relatório está dividido em oito capítulos. O primeiro capítulo constitui uma fase introdutória, que procura enquadrar o estágio realizado e definir os objetivos a atingir.

No segundo capítulo é apresentada a empresa onde foi realizado o estágio curricular e é feita também uma breve descrição da sua estrutura organizacional, dos principais produtos produzidos e comercializados e do seu processo produtivo.

O terceiro capítulo faz o enquadramento da parte teórica em relação à metodologia *Lean*. Enumera os princípios desta filosofia e as suas formas de desperdício com o intuito de facilitar a compreensão do tema.

No quarto capítulo é feita uma descrição detalhada de todas as ferramentas *Lean* implementadas na secção de maquinaria da Fucoli-Somepal, SA de maneira a compreender-se quais são as suas vantagens.

Já no quinto capítulo são descritos os sete tipos de desperdícios encontrados na secção de maquinaria, de forma a se poder sugerir melhorias com o intuito de os eliminar.

No sexto capítulo é feita uma análise ao indicador de desempenho da secção, OEE (*Overall Equipment Effectiveness*).

No sétimo capítulo são sugeridas algumas melhorias com o propósito de aumentar a capacidade de resposta da secção perante as encomendas e principalmente reduzir os tempos e custos da produção.

No último capítulo (oitavo) é feito um resumo do trabalho realizado e feita uma análise aos resultados obtidos.

2. Empresa

2.1. Descrição da Empresa

A Fucoli – Fundação Conimbricense, LDA foi fundada em 1946 na cidade de Coimbra, dedicando-se à fabricação de material para o sector de abastecimento de água e saneamento (Fucoli-Somepal).

Em 1957 foi criada a Somepal – Sociedade Metalúrgica da Pampilhosa, LDA na vila da Pampilhosa (Mealhada), dedicando-se à fabricação e comercialização de diversos tipos de válvulas.

Em 1990 a Fucoli, LDA adquire o capital social da Somepal, LDA, tendo posteriormente ocorrido a sua junção (1998), passando a ter a designação de Fucoli-Somepal – Fundação de Ferro, SA (Figura 1).

Desde essa data a empresa realizou diversos investimentos, quer em equipamentos quer em instalações, modernizando o seu processo produtivo.

O capital social da Fucoli-Somepal é de 7.095.000 €, tendo um volume anual de negócios de 17.100.000 €. A sua produção anual é de aproximadamente 15.000 toneladas, sendo dividida de igual forma pelo mercado interno (câmaras municipais e serviços municipalizados, empresas de construção civil e obras publicas, ...) e pelo mercado externo (presente em mais de 70 países, distribuídos pela Europa, África, América e Ásia).

Atualmente a Fucoli-Somepal conta com cerca de 208 colaboradores distribuídos pelas suas fábricas de Coimbra (sede) e Pampilhosa (filial). Este projeto foi desenvolvido na unidade fabril da Pampilhosa.



Figura 1 - Fucoli-Somepal, SA

2.2. Estrutura Organizacional

Para dar a conhecer como está organizada a empresa encontra-se representado na Figura 2 o seu organograma geral, sendo de referir que o estágio foi desenvolvido na seção de CNC/Tornearia, sob a orientação do respetivo responsável.

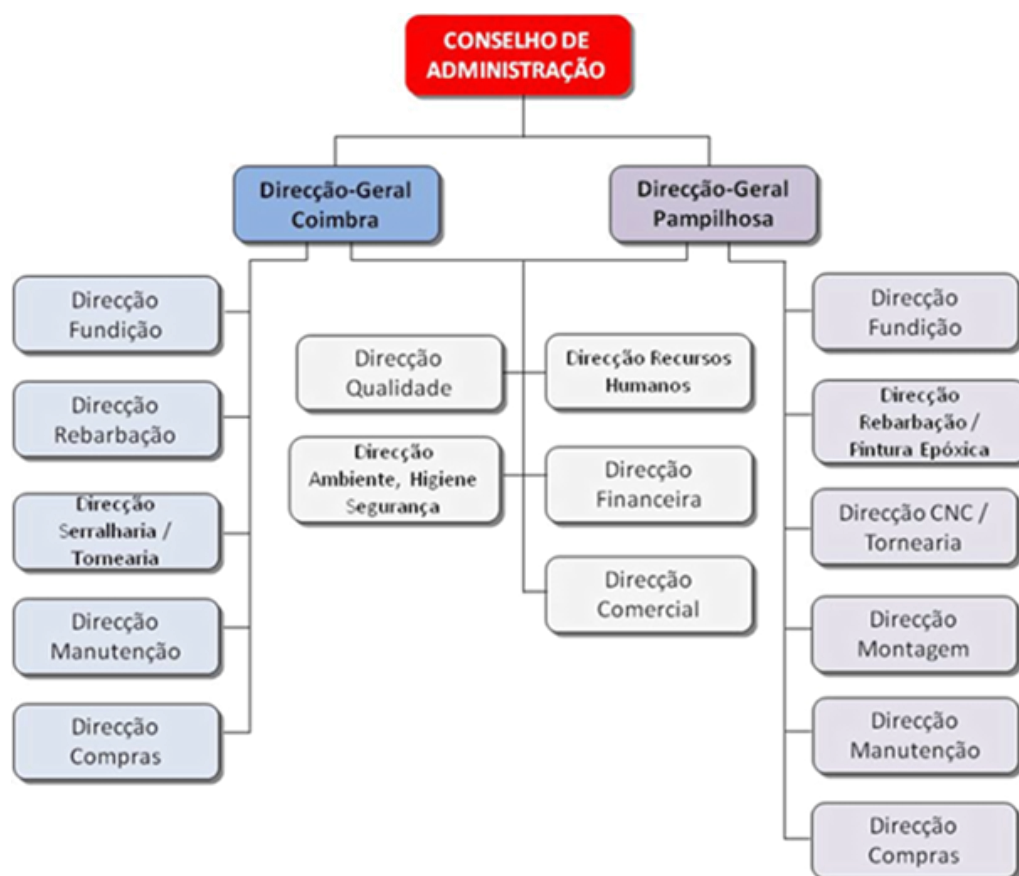


Figura 2 – Organograma geral da Fucoli-Somepal, SA

2.3. Produtos

A Fucoli-Somepal produz e comercializa produtos em ferro fundido de grafite esferoidal (também denominado como ferro fundido dúctil ou nodular) (Figura 3), sendo de realçar:

- Válvulas para água e saneamento: válvulas de cunha elástica, de borboleta, retenção, automáticas de flutuador, mural e maré;
- Rede de Incêndio: marcos de incêndio e hidrantes enterrados;
- Dispositivos de fecho para câmaras de visita: tampas e grelhas;
- Acessórios para redes de água e saneamento;
- Acessórios para redes de gás.

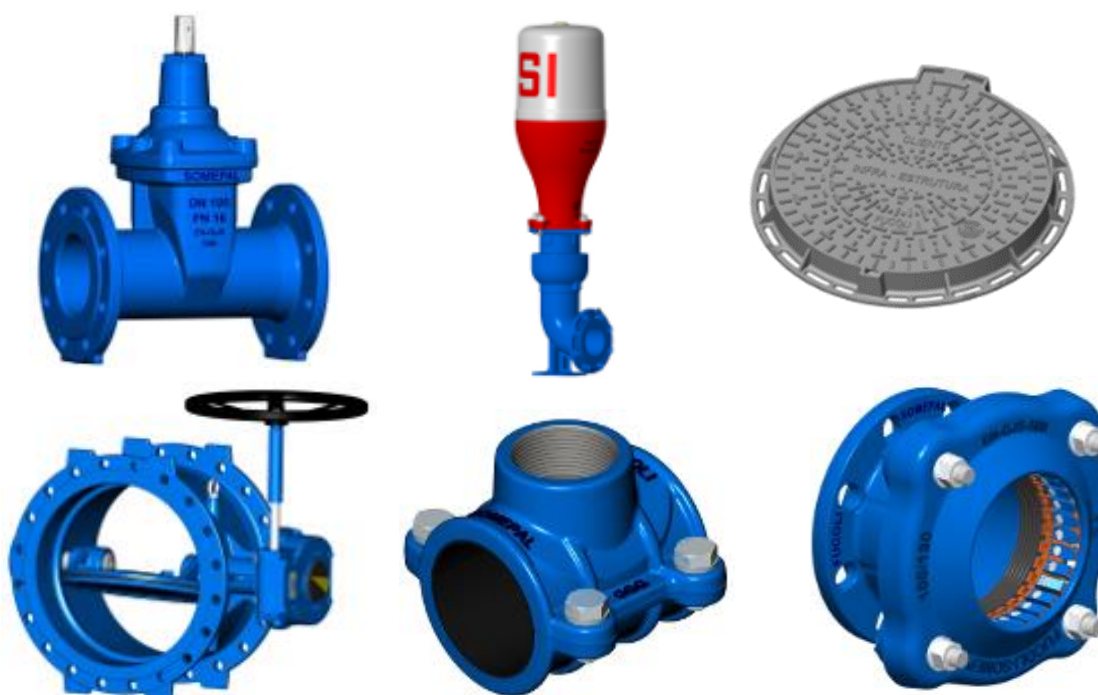


Figura 3 – Produtos produzidos e comercializados pela Fucoli-Somepal, SA

2.4. Processo Produtivo

No esquema seguinte (Figura 4) é apresentado um pequeno resumo do processo produtivo das duas unidades fabris da Fucoli-Somepal, S.A.

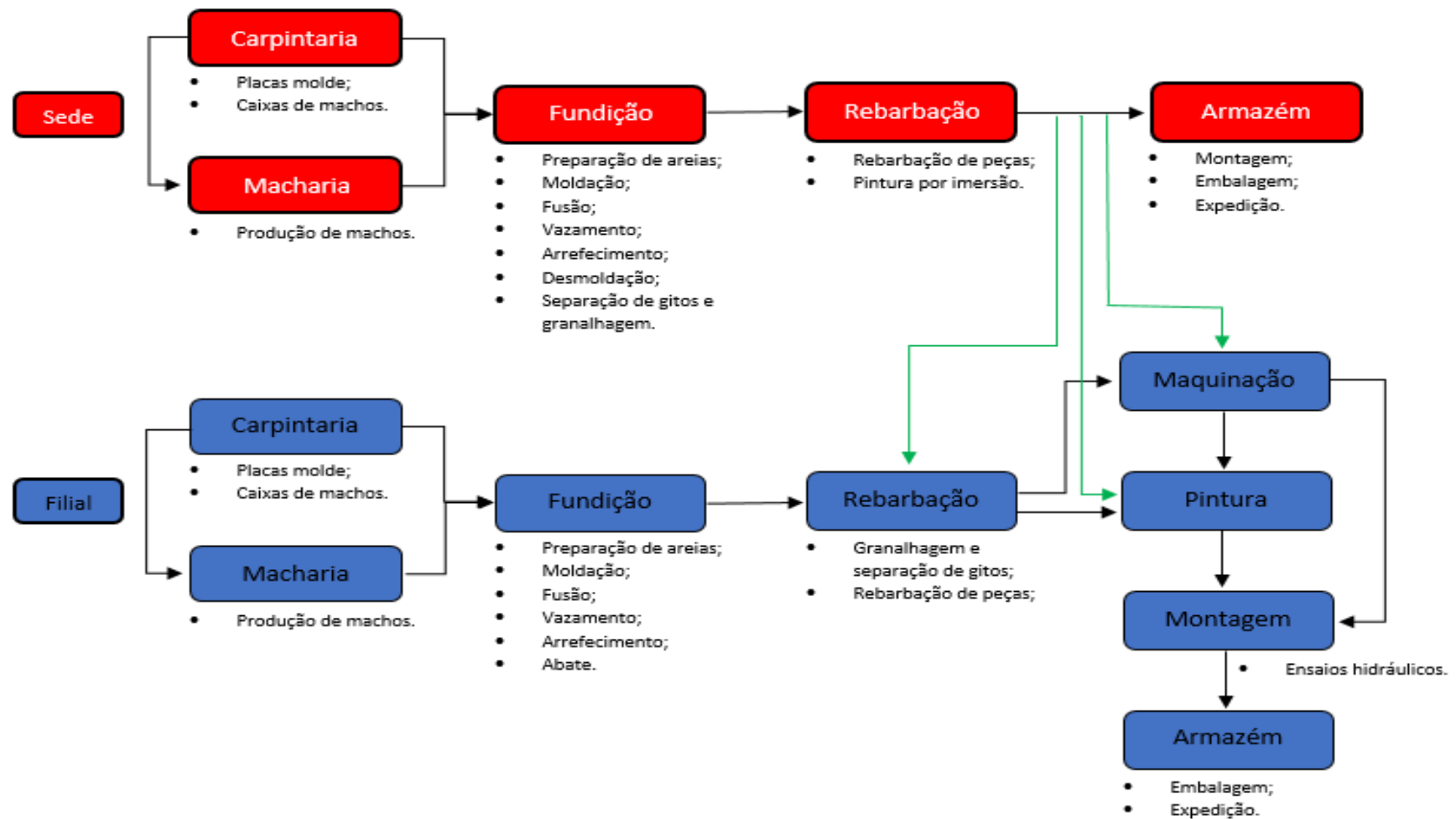


Figura 4 - Esquema do processo produtivo das unidades fabris da Fucoli-Somepal

3. Enquadramento Teórico

3.1. *Lean Thinking*

A metodologia *Lean Thinking* foi desenvolvida a partir do sistema de produção da Toyota (TPS – *Toyota Production System*) (Figura 5) nos anos 40 no Japão por Taiichi Ohno. Este sistema era sustentado no desejo de se estabelecer um fluxo contínuo de produção, eliminar os desperdícios e aumentar a eficiência. É nos anos 90, com a publicação da obra de Womack, Jones & Roos no livro “*The Machine that Changed the World*” (Womack, et al., 1990), que a então denominada filosofia *Lean* ganha popularidade fora do Japão e começa a desenvolver-se em várias áreas industriais. Este conceito surge pelo facto de serem necessários menos recursos, ou seja, menos mão de obra, menos equipamento, menos tempo, menos espaço e menos *stock*, quando comparado com a produção em massa. Desta forma é possível produzir produtos com mais qualidade e variedade, tendo sempre como principal objetivo satisfazer as necessidades dos clientes. Em 1996, Womack & Jones publicam a obra *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation* (Womack, et al., 1996), que veio consolidar esta filosofia, já que é um guia para a sua implementação, o que também demonstra que esta não é uma filosofia ou conjunto de ferramentas aplicável apenas ao setor automóvel.

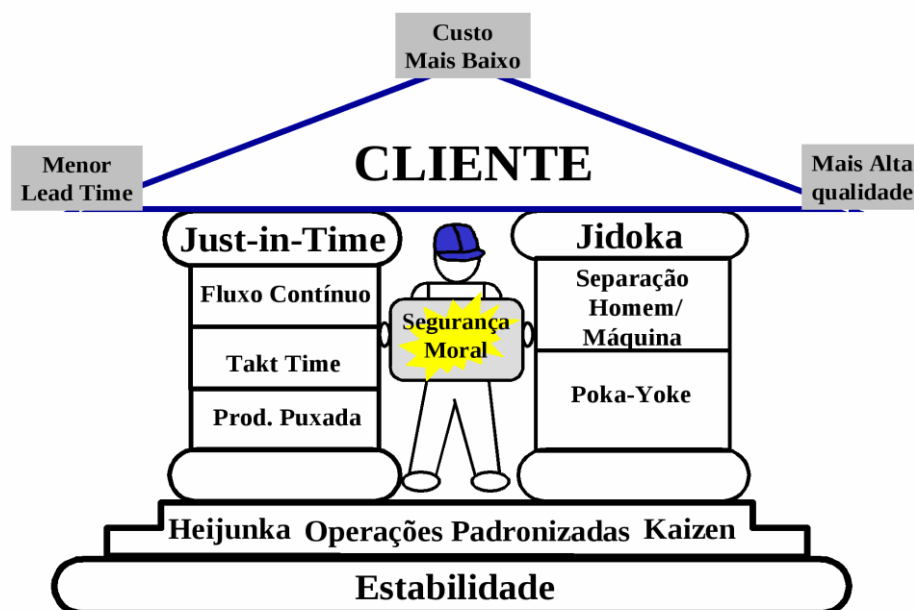


Figura 5 - Sistema de Produção Toyota (TPS) (Consultores, 2018)

3.2. Princípios do *Lean Thinking*

A filosofia *Lean Thinking* assenta em cinco princípios (Womack, et al., 2003) (Figura 6):

1. **Definir Valor:** quem define o que é valor é o cliente, e não a empresa. Desta forma, tudo tem de estar focado no cliente aquando da criação de valor, sendo esta a visão a partir da qual tudo o resto se desenrola.
2. **Definir a Cadeia de Valor:** as empresas têm de satisfazer simultaneamente todas as partes interessadas (*stakeholders*), fornecendo-lhes valor. Para isso terá de se definir uma cadeia de valor para cada um.
3. **Otimizar Fluxos:** o fluxo produtivo deve ser contínuo e sem interrupções para que não se criem stocks desnecessários nem outro tipo de desperdício. Deste modo, é possível reduzir o tempo de entrega (*lead time*) e aumentar a qualidade.
4. **Implementar o Sistema *Pull*:** com a implementação do sistema *pull* é o cliente a “comandar” os processos. Este consiste em produzir apenas quando o cliente faz uma encomenda, sendo assim possível reduzir os stocks e reduzir os custos.
5. **Melhoria Contínua:** Consiste em instruir a toda a organização os princípios de melhoria contínua tendo sempre em conta a opinião dos clientes.



Figura 6 - Princípios *Lean Thinking* (Pereira, 2010)

Contudo, os cinco princípios iniciais desta filosofia não eram suficientes para definir o conceito de *Lean Thinking*, apresentando algumas lacunas. Por forma a combater estas falhas, a Comunidade *Lean Thinking* (Pinto, 2008) faz uma revisão dos princípios *Lean Thinking*, propondo a adoção de mais dois (Figura 7), sendo estes:

6. **Conhecer os Stakeholders:** As empresas não se devem focar apenas no cliente, mas sim em todos os intervenientes (*stackholders*) no negócio, sejam eles clientes, fornecedores, colaboradores, entre outros. É também importante que a empresa tenha uma visão geral de todo o processo e não apenas da próxima etapa.
7. **Inovar sempre:** é fundamental inovar. As organizações devem inovar os seus produtos, os seus serviços e os seus processos uma vez que só assim se consegue criar valor. Isto é, uma organização não se deve focar em ser a mais eficiente a produzir um produto, pois se este for ultrapassado, já não vai de encontro àquilo que o cliente deseja.

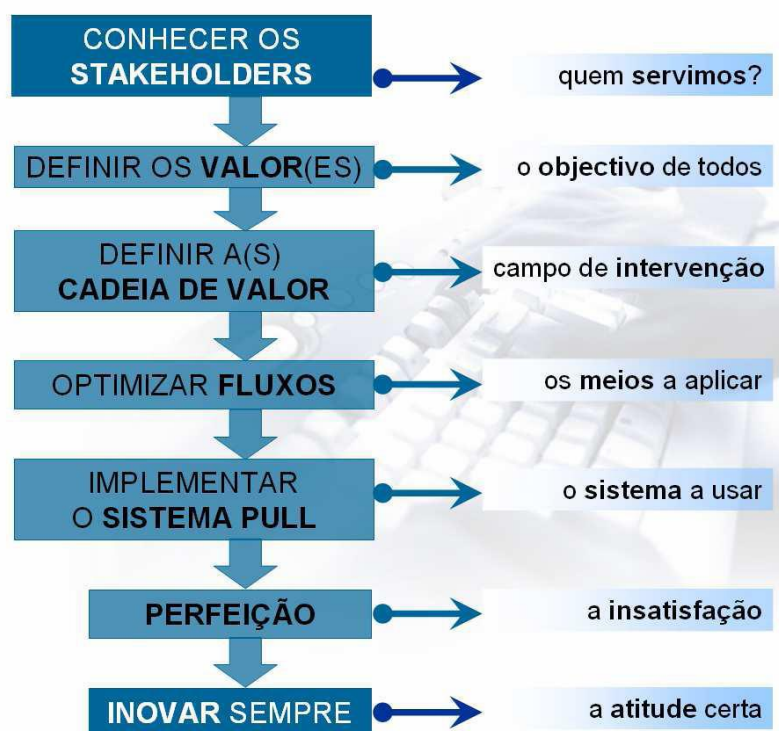


Figura 7 - Os sete princípios Lean Thinking revisados (Citeve, 2012)

3.3. Desperdícios

De acordo com Ohno (Ohno, 1988):

“Os valores sociais mudaram. Agora, não podemos vender nossos produtos a não ser que nos coloquemos dentro dos corações de nossos consumidores, cada um dos quais tem conceitos e gostos diferentes. Hoje, o mundo industrial foi forçado a dominar de verdade o sistema de produção múltiplo, em pequenas quantidades.”

Segundo Fujio Cho (Suzaki, 2010), desperdício é “tudo o que está para além da mínima quantidade de equipamento, materiais, peças, espaço e mão-de-obra, estritamente essenciais para acrescentar valor ao produto”. Para o cliente o que realmente importa é o valor do produto, que este tenha qualidade e que seja entregue no momento desejado. Assim sendo, todas as atividades que durante o processo não criem valor são consideradas desperdício.

Para Ohno e Shingo (Womack, et al., 1996) existem as seguintes sete formas de desperdício:

- **Excesso de Produção** – É produzir um produto em quantidades superiores ao que é encomendado ou antes de ser necessário (Figura 8). Isto acontece quando as empresas produzem grandes lotes de produtos para reduzir os tempos de preparação das máquinas (*setups*), o que leva a desperdiçar recursos e ter custos associados à existência de stocks.



Figura 8- Excesso de Produção (Institute)

- **Excesso de Stock** – É ter *stock* desnecessário de matérias-primas, materiais em circuito de fabrico e de produtos acabados (Figura 9). Os *stocks* elevados numa empresa podem ocultar vários problemas tais como, defeitos e tempos de entrega elevados, e originar custos adicionais de transporte, armazenamento e de recursos (matérias-primas, mão-de-obra e energia).

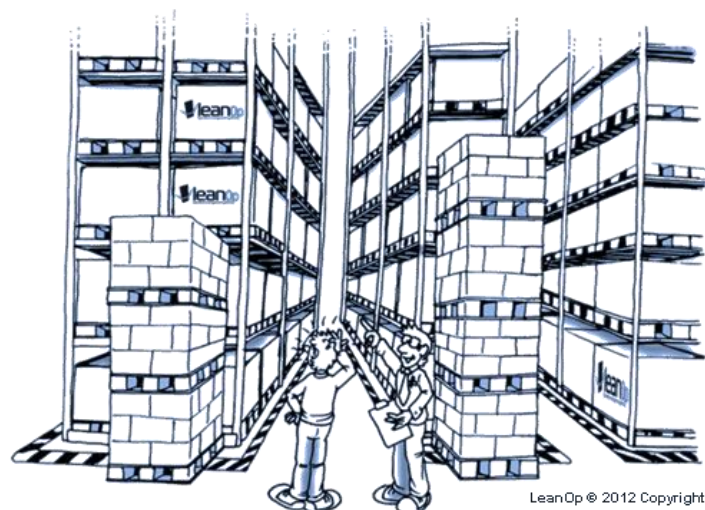


Figura 9 - Excesso de Stock (Leanop)

- **Transporte:** São todas as movimentações dos produtos (dentro ou entre as secções) que não acrescentam valor (Figura 10).

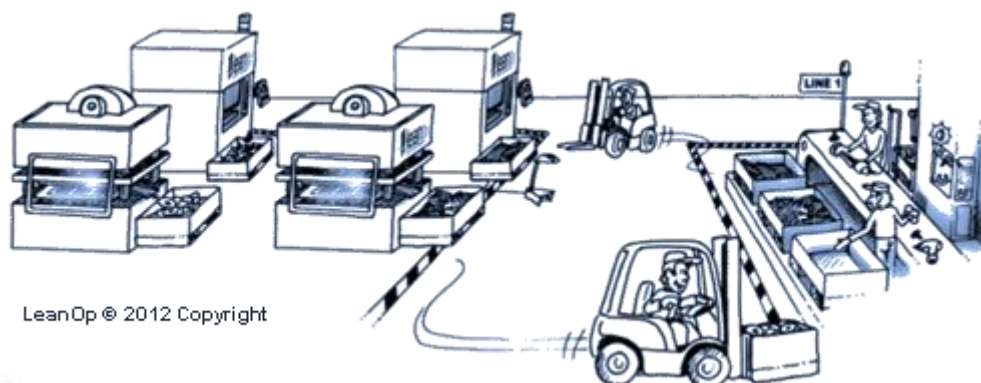


Figura 10 - Transporte Desnecessário (<http://leanop.com>)

- **Processos Desnecessários:** São processos que não têm valor para os clientes e não acrescentam valor aos produtos (Figura 11). Por norma estão relacionados com a má utilização dos equipamentos, ferramentas e recursos.



Figura 11- Processos Desnecessários (Leanop)

- **Tempo de Espera:** É o tempo de paragem de um determinado processo devido à falta de material, equipamentos ou ferramentas (Figura 12). Este desperdício causa aumentos nos tempos de entrega e fluxos irregulares.

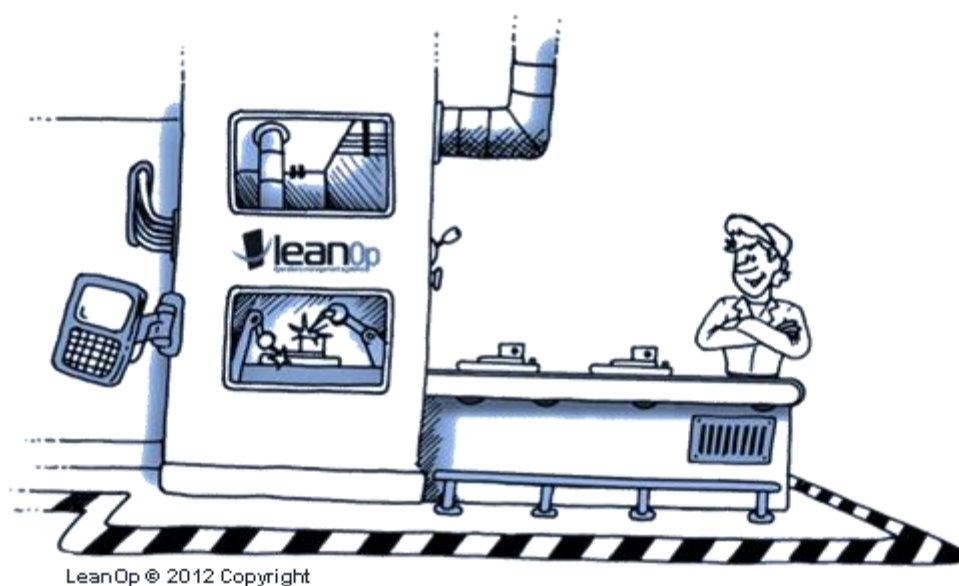


Figura 12 - Tempo de Espera (<http://leanop.com>)

- **Movimentos:** São os movimentos desnecessários dos operadores, ou seja, é quando estes têm de se deslocar do seu posto de trabalho para ir buscar materiais ou ferramentas (Figura 13). Por norma este desperdício está associado à falta de organização do local de trabalho.

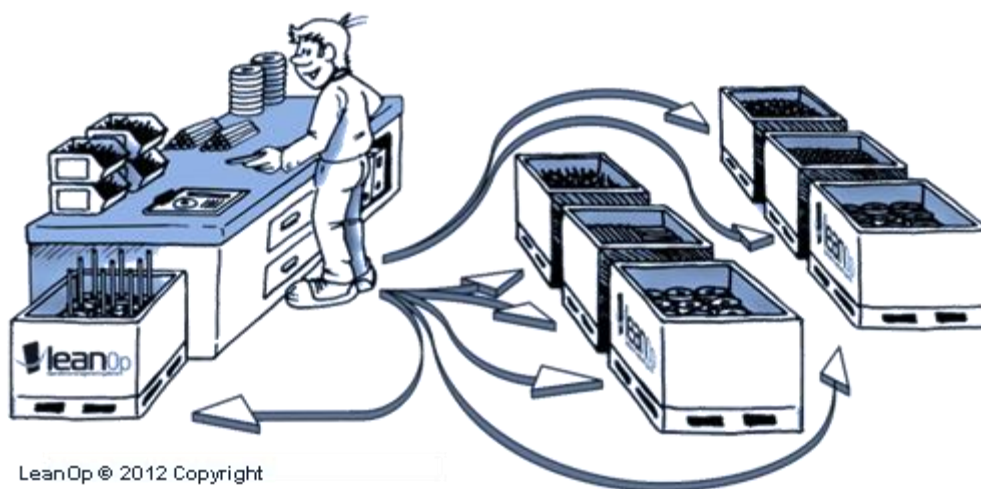


Figura 13- Movimentos (Leanop)

- **Defeitos:** São os produtos que não cumprem com os requisitos de qualidade (Figura 14). Este tipo de desperdício gera gastos desnecessários de matérias-primas e mão-de-obra.



Figura 14 – Defeitos (Leanop)

4. Metodologia *Lean* na Secção de Maquinação

No ano de 2011, a Fucoli-Somepal implementou a filosofia *Lean* no seu processo produtivo e organizacional. Esta metodologia permitiu melhorar a capacidade de resposta da empresa perante as necessidades dos seus clientes e, principalmente, reduzir os tempos e os custos da produção.

Um dos principais problemas da empresa era o excesso de produtos em *stock*. Este problema foi minimizado com a introdução da metodologia *Lean* o que fez com que a empresa implementasse dois tipos de estratégias de produção, MTO (*Make-to-Order*) e MTS (*Make-to-Stock*).

A falta de organização e de arrumação também eram um grande problema na secção de maquinaria. Com a ajuda das ferramentas *Lean* foi possível melhorar substancialmente o desempenho dos trabalhadores e dos processos através de uma abordagem simples e eficaz que assenta na manutenção das condições ideais dos seus locais de trabalho.

Foi também possível aproveitar as sugestões de melhoria de todas as pessoas envolvidas no processo produtivo de forma a que todos os pontos menos bons fossem discutidos e melhorados.

De seguida será feita uma descrição detalhada de todas as ferramentas *Lean* implementadas na secção de maquinaria de modo a que se perceba como estas vieram melhorar o rendimento da empresa.

4.1. Células de Trabalho

A atribuição de uma máquina a um operador levava a que frequentemente este estivesse parado à espera até que o ciclo de maquinação estivesse concluído. De forma a contornar esse tempo de espera foram atribuídas mais tarefas e equipamentos aos colaboradores.

Foram criadas então várias células de trabalho cujos *layouts* estão organizados por processo, ou seja, de acordo com Russel (Russel, 2002), os equipamentos e operadores estão agrupados por funções similares ou processos idênticos (Figura 15).



Figura 15 – Célula de trabalho da secção CNC (Fucoli-Somepal, SA)

A produção em células de trabalho permite:

- Que um único operador execute as tarefas propostas de forma mais eficiente;
- Rentabilizar da melhor maneira a mão-de-obra e a capacidade dos equipamentos;
- Manter os operadores ocupados durante os ciclos de maquinação;
- Que os colaboradores estejam ao alcance de todos os equipamentos que lhe foram atribuídos;
- Facilitar as mudanças de *setup* das máquinas.

Através desta ferramenta *Lean*, a secção de maquinação consegue rentabilizar todos os seus equipamentos com um menor número de operadores.

4.2. Kanban

Kanban, que em japonês significa cartão ou sinal, é uma técnica de gestão visual que tem origem no sistema *pull flow*. Esta ferramenta permite gerir a produção e o movimento de materiais entre os diferentes postos de trabalho, tendo como base o princípio de que nenhum posto de trabalho é autorizado a produzir sem que o posto de trabalho a jusante o autorize, sendo a autorização dada através de um cartão ou qualquer outro tipo de sinal (caixas, espaços vazios, etc. ...) (Moura, 1989).

Na secção de maquinaria da Fucoli-Somepal, estão implementados dois tipos de sistemas *kanban*, o de produção e o de controlo de consumíveis.

O *kanban* de produção é utilizado tendo em conta a minimização de stock. São produzidos pequenos lotes de peças, que são armazenados em caixas uniformizadas com um determinado número de peças (Figura 16). Para cada lote, existe um cartão *kanban*. À medida que vai consumindo os vários lotes de peças, a secção a jusante (montagem) vai enviando os respetivos cartões *kanban* para a secção a montante (maquinação), de forma a autorizar o fabrico de novos lotes de produtos.



Figura 16 – Caixas Kanban da secção CNC (Fucoli-Somepal, SA)

O *kanban* de controlo de consumíveis é utilizado para duas situações diferentes, uma é o controlo do stock dos vários tipos de matérias primas e a outra é o controlo das pastilhas utilizadas nas ferramentas dos tornos e das máquinas de CNC.

No que toca ao controlo das várias matérias primas, o sistema *kanban* utiliza um cartão para cada tipo de material onde está especificado o nome do produto, uma imagem ilustrativa, o código interno e o *stock* mínimo. Quando esse valor de *stock* é atingido, os colaboradores entregam o respetivo cartão aos responsáveis pela secção que, por sua vez, irão encomendar mais material de forma a repor o *stock*.

O controlo de *stock* das pastilhas para as ferramentas de maquinaria, também é feito através de cartões *kanban*. Os colaboradores têm um expositor (Figura 17) num local específico da secção onde estão armazenados os vários tipos de pastilhas e acessórios, distribuídos pelas suas respetivas funções, nomeadamente: fresagem, torneamento/sangramento, roscagem por pastilha e furação por pastilha/ furação por broca/roscagem por macho. Todos os compartimentos estão identificados com o nome, a imagem e o código da pastilha.



Figura 17 – Expositor da secção CNC (Fucoli-Somepal, SA)

No interior de cada compartimento (Figura 18) existe um cartão *kanban* associado que contém a descrição da pastilha, uma imagem, o código interno, o *stock* mínimo e a posição ocupada no expositor e na ferramentaria.



Figura 18 – Compartimentos do expositor da secção CNC (Fucoli-Somepal, SA)

Os operadores, consoante as suas necessidades, deslocam-se até ao expositor para ir buscar pastilhas para as diversas ferramentas. Quando o compartimento de onde retiraram a/a(s) pastilha(s) atingir o *stock* mínimo, o cartão *kanban* associado é entregue à chefia da secção para esta repor o *stock* no expositor.

Para repor o *stock* do expositor existe uma ferramentaria (Figura 19) onde estão guardados todas as pastilhas e acessórios que funciona com o mesmo princípio do expositor, ou seja, quando se atinge o *stock* mínimo é necessário repor o *stock*. Para isso a chefia terá de comprar os produtos em falta.



Figura 19 – Ferramentaria da secção CNC (Fucoli-Somepal, SA)

4.3. Andon

O *Andon* é um sistema de supervisão e de gestão visual que utiliza sinais sonoros ou visuais para demonstrar o estado da produção facilitando, assim, a colaboração entre os membros de uma organização, tais como operadores, engenheiros e administradores. Este sistema foi implementado na secção de maquinação da Fucoli-Somepal através da aplicação de luzes indicadoras em todas as máquinas CNC (Figura 20). Estas luzes demonstram se as máquinas estão a funcionar corretamente ou se existe algum problema na produção.

Através deste sistema é mais fácil detetar a existência de problemas por parte dos operadores ou dos responsáveis de secção, sendo assim possível identificá-los e solucioná-los rapidamente.



Figura 20 – Sistema Andon na secção CNC (Fucoli-Somepal, SA)

4.4. Cinco S's (5S's)

Os 5S's é uma ferramenta *Lean* que procura a redução do desperdício e a melhoria do desempenho dos colaboradores e dos processos através de uma abordagem simples e eficaz que assenta na manutenção das condições ideais dos locais de trabalho (ordenados, arrumados e organizados) (Pinto, 2008).

Os 5S são cinco palavras que em Japonês começam pelo som “s”, ou seja:

- *Seiri* (Princípio da organização) – Refere-se à prática de verificar todas as ferramentas e materiais no posto de trabalho, separar o que é necessário do que não é e manter apenas aquilo que é fundamental para as tarefas que estão a ser realizadas.
- *Seiton* (Princípio de arrumação) – Consiste em definir um local para cada ferramenta ou equipamento e colocar etiquetas de identificação (ajudas visuais);
- *Seisou* (Princípio de limpeza) – Assegura a limpeza de cada zona do posto de trabalho, assim como da área envolvente, criando hábitos diários de limpeza de forma a ter um espaço limpo e arrumado para facilitar a execução das tarefas.
- *Seiketsu* (Normalização) – definir critérios de arrumação e limpeza para o posto de trabalho e normalizar em toda a empresa os equipamentos do mesmo tipo.
- *Shitsuke* (Disciplina) – praticar continuamente os princípios anteriormente descritos;

Na Fucoli-Somepal, todos os funcionários estão instruídos com os princípios dos 5S's, e por isso criam métodos diários cujo objetivo é ter o seu posto de trabalho limpo e organizado para ser mais fácil e rápido executar as tarefas propostas (Figura 21).



Figura 21 – Arrumação de um armário de acordo com os 5'S (Fucoli-Somepal, SA)

Todos os meses é realizada uma auditoria interna à ferramenta 5'S com o intuito de verificar se tudo está conforme e também detetar situações a melhorar. Os resultados das auditorias são disponibilizados à administração e às chefias da secção, que tomam as devidas atitudes de forma a corrigir as situações de não conformidade (Figura 22).



Figura 22 – Situação de não conformidade (Fucoli-Somepal, SA)

4.5. Quadro de Produção

O quadro de produção (Figura 23) é uma ferramenta que ajuda os responsáveis da secção e os respetivos operadores a controlar de uma forma mais simples e eficaz a produção. Cada máquina tem um quadro de produção que é preenchido pelo operador de hora a hora.

Este quadro tem várias informações tais como:

- Data;
- Máquina;
- Horas (Das 06:00 às 19:00, dividido de hora a hora);
- Tempo efetivo de maquinação;
- Objetivo (Número de peças de hora a hora);
- Comentários.

DATA	MÁQUINA:	DMU 80 Fj	
HORA	TEMPO EFETIVO MAQUINAÇÃO	OBJECTIVO	COMENTÁRIOS
06:00 - 07:00		1500	
07:00 - 08:00			
08:00 - 09:00			
09:00 - 10:00			
10:00 - 11:00			
11:00 - 12:00			
12:00 - 13:00			
13:00 - 14:00			
14:00 - 15:00			
15:00 - 16:00			
16:00 - 17:00			
17:00 - 18:00			
18:00 - 19:00			
TOTAL			

Figura 23 – Quadro de Produção na secção CNC (Fucoli-Somepal, SA)

4.6. *Mizusumashi* (Comboio Logístico)

A secção de maquinaria CNC da Fucoli-Somepal está localizada numa zona distinta das outras secções o que obriga ao transporte das peças a maquinar e maquinadas através de um comboio logístico (Figura 24).



Figura 24 – Comboio Logístico (Fucoli-Somepal, SA)

Este comboio faz a ligação das várias secções e tem um itinerário e um horário definido. O comboio é composto por um empilhador que acopla vários cestos que são carregados com peças maquinadas. A secção a jusante nomeadamente a secção de pintura, dá a informação ao comboio da lista de peças a transportar consoante as suas necessidades de produção.

Esta ferramenta *Lean* torna mais fácil e rápida a ligação entre as várias secções evitando assim paragens por falta de material.

4.7. PDCA (Plan-Do-Check-Act)

A ferramenta PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) é utilizada para a resolução de problemas e elaboração de ações de melhoria contínua na secção de maquinaria. É feita uma partilha de conhecimentos e ideias entre os operadores, a chefia da secção e a administração, permitindo desta forma a criação de novas práticas de trabalho.

Esta metodologia é composta por quatro fases de implementação de uma ação que são as seguintes (Liker, et al., 2006) (Figura 25):

- Planear (*Plan*)- Descrição do processo atual que se pretende melhorar e propor melhorias.
- Fazer (*Do*)- Implementar as devidas alterações ao processo.
- Controlar (*Check*)- Supervisionar as alterações efetuadas.
- Atuar (*Act*)- Normalizar as alterações realizadas e delinear os próximos passos.

PDCA

lean
Operational management

leanOp
P. Planear C. Controlar
D. Realizar A. Actuar

Área:

Plano Acções PDCA

Nº	Problema/Causa	Acção	Responsável	Data	Ciclo PDCA			
					P	D	C	A
1	Sítio para pôr vassoura e pi entre máquinas dos fios	Azeanfoe	Eng David Ana	02-06-2016	02-06-2016	01-07-2016	01-07-2016	01-07-2016
2	Kanban para os acessórios HI	criar	So. Bando Ana	15-06-2016	15-06-2016	01-07-2016	10-10-2016	21-10-2016
3	Localização dos coesentes da pont Rolante	Azeanfoe sítio	Elsa Eng. David	03-09-2016	08-09-2016	10/10-2016	28/10-2016	24/12-2016
4	Kanban para acessórios para gas (parral, bucin)	Azeanfoe etiquetas	Eng. David	19-10-2016	18-10-2016	20-10-2016		
5	Suporte de arrumação para as ferramentas das painfundeiras.	Guiar	Eng. David Elsa.	31-10-2016	31-10-2016	07-12-2016	05/01-2017	01/01-2017
6	Calibres mais curtos para veios bob. na D1200	Azeanfoe	Eng David Sandra	10-11-2016	10-11-2016	07-12-2016	09-12-2016	15-01-2017
7	Sítio para parafusos etiquetados	Azeanfoe	Eng David Ana	27-11-2016	27/11-2016	29/12-2016	29/12-2016	29/12-2016
8	Plaque de sobret de moir em frente ao sizerete.	Identificar diâmetros	Eng Francisca Eng. David	07-12-2016	07/12-2016	20/12-2016	20/12-2016	20/12-2016
9	MATERIAL DIVERSO (1200)	ORGANIZAR IDENTIFICAR	Eng FRANCISCA ANNA SITIA	16-02-2017	16/12-2016			
10	Arquivos especiais para o sizerete para criar de mais quantidade de vass	Azeanfoe	Eng Francisca Nuno	29-03-2017	29/03-2017	29/03-2017	29/03-2017	29/03-2017

Leanop© 2011 todos os direitos reservados

Figura 25 – Plano de Acções PDCA (Fucoli-Somepal, SA)

4.8. Lição Singular (OPL - One Point Lesson)

A lição singular é uma ferramenta *Lean* muito utilizada na secção de maquinaria CNC pois permite transmitir informações e conhecimentos de um modo muito simples e objetivo. Por norma, quando existe a necessidade de melhoria devido ao surgimento de um problema ou quando é necessário passar uma informação/formação o departamento de qualidade prepara uma apresentação de apenas uma folha que depois é transmitida aos colaboradores pela respetiva chefia da secção (Figura 26).

O formulário da lição singular é constituído pelos seguintes pontos:

- Número: número da lição singular;
- Data: a data no qual foi realizada a lição singular;
- Título: escrever um tema de forma objetiva;
- Classificação: classificar de acordo com o tipo melhoria;
- Desenho: apresentar o tema com desenhos/fotos e textos de forma simples e objetiva;

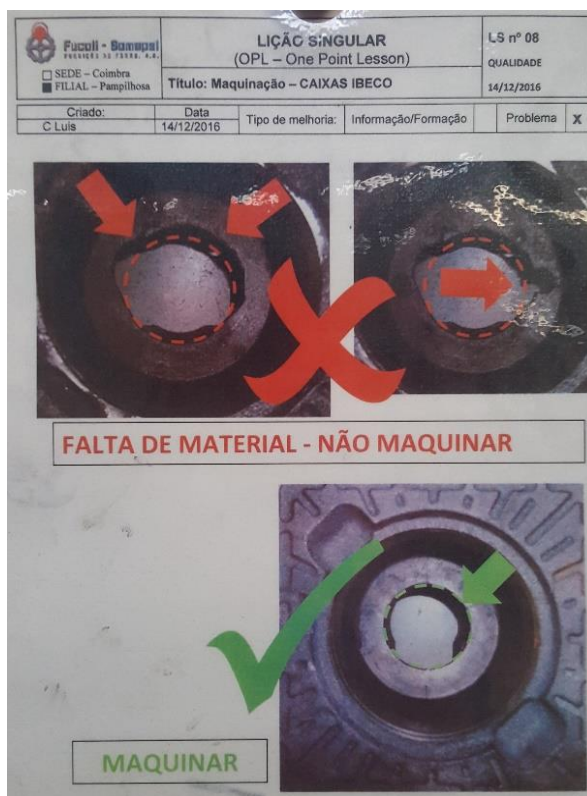


Figura 26 – Lição Singular (OPL) (Fucoli-Somepal, SA)

4.9. Reunião *Kaizen* Diária

A reunião diária é realizada todos os dias às 10 horas da manhã no espaço *Lean* (Figura 27) da secção de maquinaria e conta com a participação da chefia e de todos os colaboradores.

Os principais objetivos desta reunião são melhorar a organização das equipas de trabalho, capacitar os operadores para a melhoria continua e aumentar a sua motivação.

Esta reunião aborda os seguintes temas:

- Produtividade - É transmitido aos colaboradores o resultado da produtividade do dia anterior através do indicador OEE (Eficiência Global do Equipamento);
- Qualidade – Normalmente neste ponto são apresentados e discutidos os problemas de qualidade. Quando é necessário, é apresentada uma OPL (Lição Singular) de forma a simplificar o processo;
- Produção – A chefia distribui as várias tarefas para cada máquina ou operador;
- Urgências – Os colaboradores são informados da produção mais urgente de forma a compreenderem e definirem quais são as suas prioridades;
- Melhorias – São sugeridas oportunidades de melhorias pelos colaboradores e pela chefia. É utilizado um plano de ações (PDCA) para um maior controlo dessas melhorias;
- Outros assuntos...



Figura 27 – Espaço Lean da secção CNC (Fucoli-Somepal, SA)

5. Os 7 Tipos de Desperdícios:

O *Lean Manufacturing* procura eliminar os desperdícios, que são as todas as atividades realizadas durante o processo que não criam valor para o cliente e que apenas aumentam o custo do produto.

A Figura 28 menciona os sete desperdícios expressos por Taichi Ohno (Ohno, 1997).



Figura 28 – 7 Tipos de Desperdício Lean (GestaoIndustrial.com)

5.1. Defeitos

Um dos principais problemas encontrados foi o tempo de demora associado à detecção de defeitos de fundição nas peças a maquinar (abatimentos, poros, rechupe, etc. ...), ou seja mais de 95% das peças rejeitadas na secção de maquinação CNC são devido a estes defeitos (Figura 29).



Figura 29 – Exemplo de um defeito numa peça (Fucoli-Somepal, SA)

As peças ao saírem da fundição são enviadas para a rebarbação onde são sujeitas aos processos de granalhagem e rebarbação e só então depois enviadas para a secção de maquinação.

Seria importante haver um maior controlo de qualidade das peças por parte dos operadores aquando da sua passagem pela secção de rebarbação, o que evitaria não só perdas de tempo ao sujeitar as peças defeituosas ao processo de rebarbação como também aos processos seguintes de maquinação e até mesmo de pintura.

5.2. Tempo de Espera

Após serem maquinadas, todas as peças voltam à secção de rebarbação onde são novamente sujeitas ao processo de granalhagem, sendo posteriormente enviadas para a secção de pintura. As peças mais sensíveis, nomeadamente as que contêm roscas, necessitam de ser protegidas antes de passarem por determinados processos para não se danificarem, para isso são roscados manualmente parafusos nessas zonas (Figura 30).



Figura 30 -Exemplo de peças maquinadas (Fucoli-Somepal, SA)

Todos os parafusos utilizados para proteger as roscas das peças são reaproveitados mas, para isso, têm de ser “queimados” para remover os restos de tinta associados ao processo de pintura. O problema está no tempo de demora entre a saída dos parafusos montados nas peças e o seu regresso à secção de maquinação, já prontos a serem reutilizados. Uma solução relativamente simples para resolver este problema seria a implementação de um sistema *kanban*.

Assim, através de cartões *kanban* a secção de pintura saberia quais os parafusos que estavam com *stock* mais em baixo e definia-os como prioridade para queimar de forma a que nunca existisse falta destes na secção de maquinação.

Todos os parafusos são transportados e separados por medidas em baldes devidamente identificados para o efeito (Figura 31). No entanto, estes por vezes não são colocados devidamente nos baldes correspondentes ao seu tamanho e, noutras alturas, cada balde contém várias medidas misturadas.



Figura 31 – Balde dedicado ao transporte de parafusos (Fucoli-Somepal, SA)

Seria importante um maior controlo aquando da sua separação e distribuição pelos respetivos baldes para que seja mais fácil encontrar os tamanhos desejados por parte dos colaboradores da secção de maquinaria. Ainda relativamente aos parafusos, estes têm um sítio específico na secção onde são colocados e separados por medida para que estejam acessíveis a todos os trabalhadores (Figura 32).



Figura 32 – Zona de armazenamento dos parafusos (Fucoli-Somepal, SA)

O senão está na falta de organização e de identificação desse mesmo local. Seria útil a aplicação da ferramenta 5S's para melhorar estes aspetos negativos. O simples facto de todos os baldes estarem devidamente organizados, por tamanhos de parafusos e com uma identificação visível, melhoraria significativamente o desempenho dos colaboradores e, por consequência, o rendimento da secção de maquinaria e ainda das secções seguintes.

5.3. Movimentos

A maioria das peças a maquinar na secção de CNC são de ferro fundido dúctil, este material quando entra em contacto com água oxida (enferruja) com muita facilidade e rapidez. Para evitar a ocorrência deste fenómeno em peças mais delicadas, quando estas saem da secção de rebarbação são guardadas no interior da secção de maquinação, enquanto aguardam até serem maquinadas (Figura 33).



Figura 33 – Cestos de transporte de peças a maquinar (Fucoli-Somepal, SA)

Este método utilizado para proteger as peças de sofrerem oxidação levanta um problema, ou seja, ao trazer as peças para o interior da secção sem ser para as maquinar no momento, vai sobrecarregar as células, reduzir o espaço e obrigar os trabalhadores a movimentos desnecessários e excessivos.

Para solucionar este problema era uma mais valia a construção de uma pequena cobertura no exterior da secção de maquinação com a finalidade de proteger estas peças, aumentando assim o espaço no interior da secção e concedendo também uma maior liberdade de movimentos aos trabalhadores.

5.4. Transporte

Todas as peças produzidas são transportadas em carrinhos ou em cestos de modo a que possam ser acoplados ao comboio logístico e que permitam ainda a sua movimentação por parte dos trabalhadores no interior da secção. Contudo, por vezes são usadas paletes ou cestos sem rodas (Figura 34) o que obriga a utilização de um porta-paletes ou de um empilhador para os deslocar.



Figura 34 – Cesto de transporte de peças a maquinar (Fucoli-Somepal, SA)

Uma medida a adotar para solucionar este problema seria a utilização apenas de carrinhos e cestos com rodas para permitir assim uma fácil e rápida movimentação das peças por parte dos colaboradores

5.5. Excesso de Produção

Desde a implementação da metodologia *Lean* que a Fucoli-Somepal tem dois tipos de estratégia de produção (Figura 35):

- MTS (*Make-to-Stock*) – Na produção para *stock*, os custos são mais elevados, uma vez que também se tem em conta o custo de manutenção de stock. Para além disso, o *lead time* é relativamente baixo porque os produtos finais já se encontram em stock e os produtos não são configuráveis às necessidades dos clientes (Torres, et al., 2005);
- MTO (*Make-to-Order*) – Esta estratégia diferencia-se do MTS em vários aspetos. Por um lado, não há stock de produtos finais e com isso não há custos de armazenamento, por outro lado, o *lead time* (prazo para entrega) é previamente combinado com o cliente e, por último o produto é feito á medida do cliente (Torres, et al., 2005);

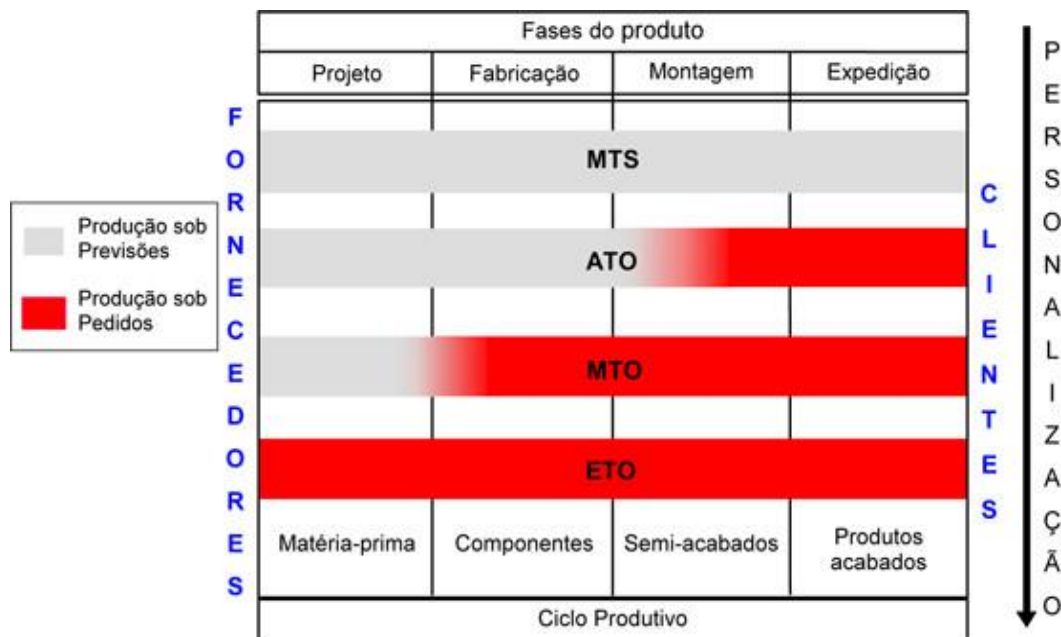


Figura 35 - Tipologias de produção (Bremer, et al., 2000)

5.6. Excesso de *Stock*

O *stock* é um desperdício e é extremamente importante para as empresas criar ferramentas que permitam detetar situações que, com o tempo, se podem tornar prejudiciais. Isto significa que os produtos de difícil venda, designados de Monos (Figura 36), não têm retorno e envolvem custos de produção, transporte, movimento, retrabalho, etc.



Figura 36 – Monos (Fucoli-Somepal, SA)

As principais causas para o de excesso de *stock* são:

- Sobreprodução;
- Produção de grandes lotes;
- Compras desbalanceadas com as vendas;
- Processo de planeamento pouco robusto;

A Fucoli-Somepal conseguiu reduzir drasticamente os *stock* através do auxílio da metodologia *Lean*, ou seja, quando um determinado cliente faz uma encomenda de um produto que não é comum, apenas é produzida a quantidade que satisfaça a encomenda (MTO).

5.7. Processos Desnecessários

Este desperdício é muito pouco comum na secção de maquinação da Fucoli-Somepal. Porém algumas peças têm de voltar à secção de maquinação para corrigir defeitos detetados nos processos seguintes (Figura 37).

Os principais motivos que levam a processos desnecessário são:

- Falta de experiência do operador;
- Amostragem demasiado grande para o tipo de rigor da peça;
- Calibre ou peça padrão danificada (desgaste);
- Desenho errado ou desatualizado;
- Ferramenta de medição descalibrada.

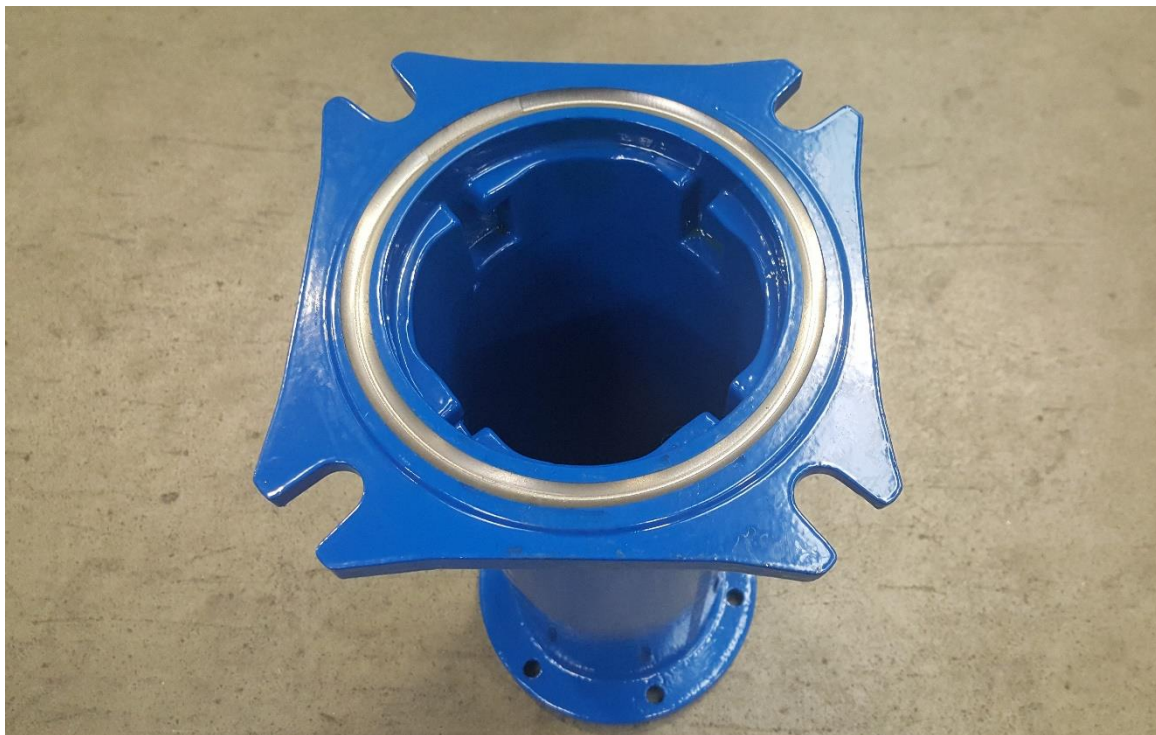


Figura 37 – Exemplo de peça com defeito corrigido (Fucoli-Somepal, SA)

6. OEE (*Overall Equipment Effectiveness*)

O OEE médio da secção de maquinaria CNC da Fucoli-Somepal, relativamente ao período de 9 meses do estágio (outubro 2016 a junho 2017), foi de 62,77%. Este resultado é bastante satisfatório tendo em conta que a média da indústria mundial é de 60% (Figura 38) e o objetivo mínimo da empresa é de 50%.

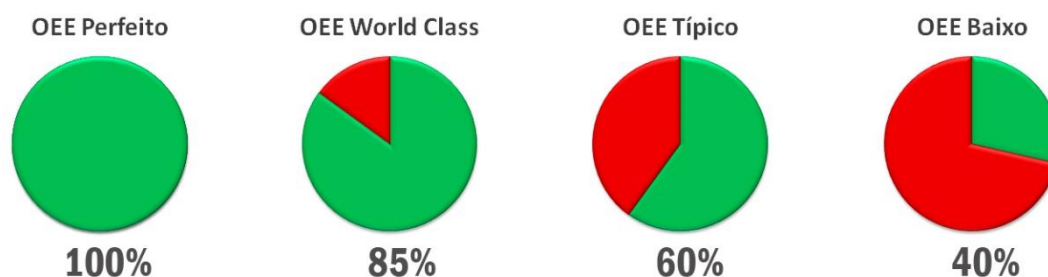


Figura 38 – Valores de Referência de OEE (OEE LIVES)

O OEE de classe mundial (*World Class OEE*) é de 85 %, este valor foi estimado tendo como base os resultados obtidos nas melhores indústrias do mundo:

- Disponibilidade = 90%;
- Rendimento = 95%;
- Qualidade = 99%.

Através da multiplicação destes três fatores chegamos a um valor de OEE = 85%. Para um equipamento ter um desempenho de classe mundial tem de apresentar valores iguais ou superiores a cada um destes fatores individualmente. Podemos concluir ainda que o OEE da secção de maquinaria CNC está um pouco abaixo do padrão de classe mundial. Contudo, esta tem a possibilidade de aumentar cada um dos três fatores anteriormente referidos tendo em vista atingir a meta de um OEE de 85%

A análise do OEE possibilita:

- Aplicar ações corretivas e de melhoria baseadas em factos e dados reais;
- Definir as ações que trarão melhores e mais rápidos resultados;
- Seguir os efeitos das ações através da evolução positiva do OEE e dos seus principais fatores;
- Cálculo dos custos das perdas de produção.

O OEE envolve fatores externos aos dos equipamentos, por isso não deve ser usado como critério de aceitação destes.

De forma a analisar com mais detalhe o OEE da secção de maquinaria é apresentado no gráfico da Figura 39 a eficiência de cada equipamento em particular.

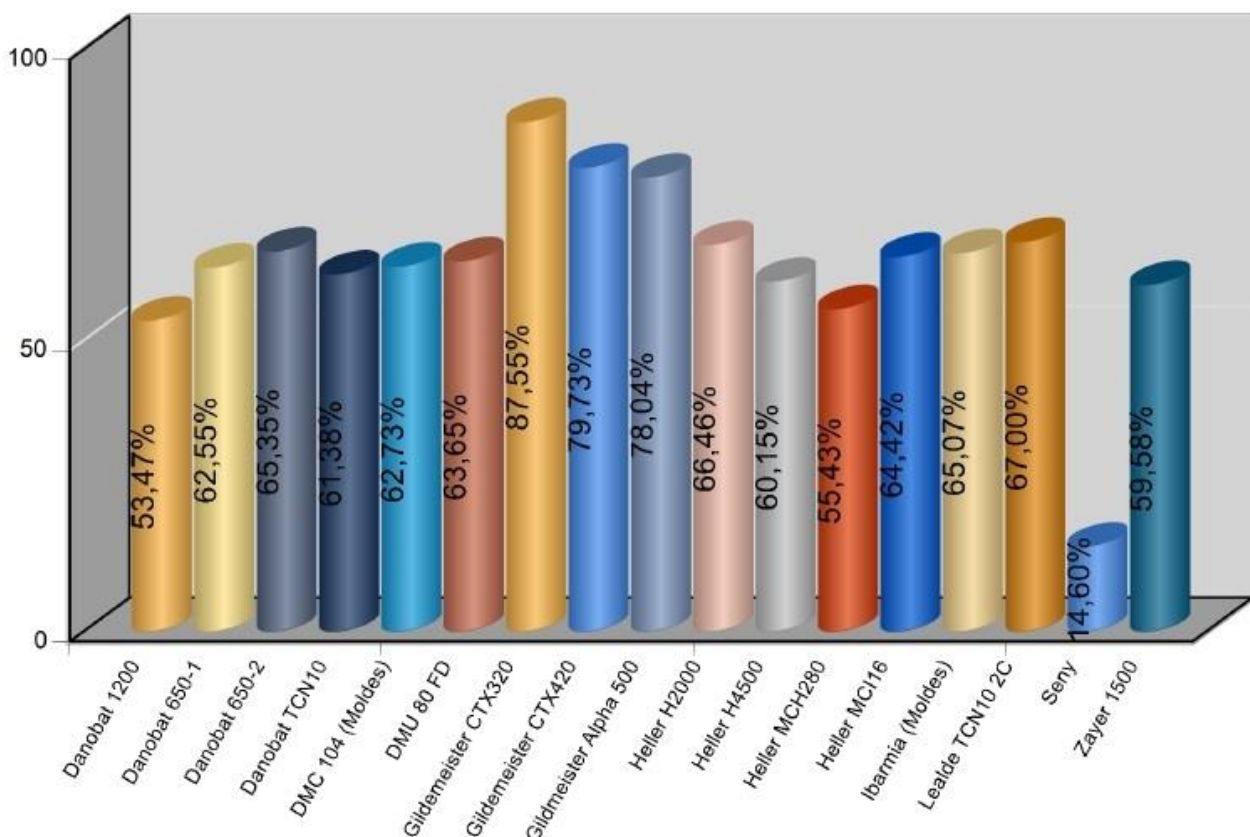


Figura 39 – Gráfico de OEE médio de cada máquina (Fucoli-Somepal, SA)

Com base no gráfico da Figura 39, pode-se retirar algumas ilações nomeadamente:

- A máquina que apresenta melhores resultados é a Gildemeister CTX 320. Este valor de OEE deve-se ao facto de esta máquina estar equipada com um alimentador automático tornando-se, desta forma, um equipamento praticamente autónomo.
- A máquina que apresenta piores resultados é a Seny. Este valor de OEE deve-se ao facto de esta ter ciclos de maquinação muito curtos, normalmente nunca superiores a 1 minuto, o que dificulta a rápida troca de peças por parte dos operadores.
- Os equipamentos que apresentam valores de OEE mais elevados são os tornos CNC (Gildemeister CTX 320, CTX420 e Alpha 500) uma vez que possuem alimentadores automáticos.
- Os equipamentos que apresentam valores de OEE mais baixo são os que apresentam uma idade mais avançada, o que origina a ocorrência de avarias com maior frequência e ainda *setups* mais demorados.

De acordo com as principais perdas dos equipamentos, na Tabela 1 relacionaram-se estas com os tipos de estratégias e ferramentas *Lean* aplicáveis:

Tabela 1 – Perdas, Estratégias e Ferramentas Lean (Silva, 2009)

Principais Perdas	Estratégias de Eliminação	Estratégias de Prevenção	Ferramentas LEAN aplicáveis
1 – Avarias	+ Rápida reparação; + Detetar e corrigir as causas das avarias.	– Manutenção Preventiva; – Manutenção Autónoma.	✓ 5S's ✓ Análise da árvore de falhas (FTA); ✓ Diagrama de Ishikawa.
2 - Mudança, afinação/ajustes e outras paragens	+ Reduzir os tempos de setup.	– Conceber ou alterar equipamentos incorporando técnicas SMED;	✓ Single Minute Exchange of Die (SMED); ✓ Trabalho Padronizado.
3 – Pequenas Paragens	+ Eliminação das pequenas paragens.	– Manutenção centrada na fiabilidade (RCM); – Modificar os equipamentos para alimentação contínua;	✓ Formação e treino; ✓ Análise da árvore de falhas (FTA); ✓ Diagrama de Ishikawa.
4 – Redução de velocidade	+ Balanceamento das linhas de produção.	– Engenharia da fiabilidade.	✓ 5S's ✓ Análise da árvore de falhas (FTA); ✓ Kaizen.
5 – Defeitos	+ Detetar e corrigir as causas dos problemas de qualidade;	– Ações de preventivas.	✓ 6 Sigma; ✓ Poka-Yoke; ✓ Kaizen.
6 – Perdas no arranque	+ Detetar e corrigir as causas das perdas;	– Estudar e implementar as condições ideais de arranque; – Modificar equipamentos e ferramentas.	✓ Single Minute Exchange of Die (SMED); ✓ Formação e treino; ✓ One Point Lesson (OPL); ✓ Trabalho padronizado.

Tendo como base o gráfico da Figura 39 e a Tabela 1, pode-se sugerir a aplicação de ferramentas *Lean* às máquinas com OEEs mais baixos (inferior a 60%) nomeadamente:

- **Seny:**
 - 5S's: visto esta máquina apresentar ciclos de maquinação muito curtos, é importante não perder tempo em coisas que não acrescentam valor à produção. Deste modo a utilização dos 5S's seria uma mais valia para melhorar a eficiência deste equipamento.

- **Zayer 1500:**
 - *Single Minute Exchange of Die* (SMED): como esta máquina produz por norma peças de grandes dimensões, os seus *setups* são sempre muito demorados o que reduz drasticamente o seu rendimento. Desta forma seria importante executar previamente todas as ações externas, ou seja, preparar as mudanças de *setup* enquanto a máquina está em produção.

- **Danobat 1200:**
 - Análise da árvore de falhas (FTA): este equipamento é dos mais antigos da secção de maquinação o que potencia uma maior probabilidade de falha ou avaria. Através da utilização desta ferramenta possibilitaria uma deteção prévia das principais falhas antes destas acontecerem.

- **Heller MCH 280:**
 - Formação e Treino: tendo em conta a grande complexidade desta máquina e a entrada de novos colaboradores sem experiência na área, torna difícil o seu manuseamento. Assim sendo, a formação e o treino dos colaboradores seria uma mais valia para melhorar o rendimento do equipamento e prevenir possíveis acidentes.

Todas as outras máquinas podem melhorar a sua eficiência, porque apesar do seu OEE ser acima de 60% ainda não está no seu máximo (100% - Perfeito).

7. Sugestão de Melhorias

7.1. Polivalência

Na secção de maquinação cada operador tem uma máquina ou grupo de máquinas específico para trabalhar. Este método de trabalho está pensado de maneira a que cada célula de trabalho tenha pelo menos dois colaboradores, trabalhando em horários sobrepostos apenas 3 horas por dia. Quando um dos colaboradores falta a sua célula de trabalho deixa de trabalhar 13 horas para trabalhar apenas 8 horas diárias.

Uma melhoria importante seria dar formação aos operadores, de forma a que estes ficassem aptos a trabalhar em várias máquinas permitindo colmatar a falta de outro operador.

A polivalência traria enumeras vantagens tais como:

- Rotatividade das funções de cada operador;
- Reduzir tempo de paragem das máquinas;
- Aumentar o rendimento;
- Enriquecer os conhecimentos dos colaboradores;
- Maior entreaajuda entre os colaboradores;
- Não tornar o trabalho tão monótono.

7.2. Utilização de novas tecnologias

Todos os desenhos das peças a maquinar estão guardados em pastas num armário de arquivo (Figura 40), separados pelos vários tipos de válvulas e organizados por ordem crescente de diâmetro nominal. Este armário está localizado num dos cantos da secção, o que obriga a que quando é necessário consultar um desenho, o operador tem de sair da sua célula de trabalho para o ir buscar. Esta situação leva a perdas de tempo desnecessárias.



Figura 40 – Arquivo de desenho (Fucoli-Somepal, SA)

Uma grande melhoria seria a disponibilização dos desenhos *2D* de todas as peças e componentes em formato digital em vez de os tradicionais desenhos em papel. Para isso cada célula de trabalho deveria estar equipada com um tablet ou um computador onde o operador poderia a qualquer momento, ter acesso ao desenho da peça que está a maquinar sem ter de se ausentar do local de trabalho. Com esta melhoria seria possível reduzir os tempos de *setup* das máquinas, os gastos de papel e tinta e aumentar o rendimento.

7.3. Guia prático de *setup*

Todos os dias nas várias células de trabalho se produz uma grande variedade de peças. Cada tipo peça têm um *setup* diferente, que varia de máquina para máquina e até mesmo de lote para lote de peças. Uma melhoria de grande interesse seria a criação de um guia prático de *setup* para as várias peças produzidas numa determinada máquina.

Este guia teria os seguintes pontos principais:

- Nome do programa a selecionar na máquina;
- Ferramentas a utilizar;
- Coluna e gabarito (Fresadoras);
- Bucha, grampos e a sua posição (Tornos);
- Forma de colocar a peça na máquina;
- Imagem ou fotografia ilustrativa do *setup* (Figura 41).

Para uma maior compreensão seria importante complementar cada passo com fotografias. Com a ajuda deste guia os operadores iriam reduzir os tempos e os erros de *setup*.



Figura 41 – Exemplo de um *setup* (Fucoli-Somepal, SA)

8. Conclusão

O principal objetivo deste trabalho foi compreender como está implementada a metodologia *Lean* na secção de maquinaria da Fucoli-Somepal, SA e identificar os principais desperdícios de forma a apresentar propostas de melhoria com o intuito de contribuir para o aumento do rendimento e da produtividade da empresa.

De modo a facilitar a perceção da metodologia *Lean* na secção foi necessário em primeiro lugar compreender o processo produtivo da empresa de maneira a entender como tudo se processa. Em seguida foi feita uma identificação de todas as ferramentas *Lean* implementadas na secção.

Foram igualmente identificados os vários desperdícios *Lean* e propostas melhorias com o propósito de os eliminar. Foi realizada também uma análise detalhada ao indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), sendo assim possível interpretar com maior rigor e precisão as oportunidades de melhoria.

Podemos concluir assim que a filosofia *Lean* tem um papel crucial na secção de maquinaria da Fucoli-Somepal, SA. Através desta, foi possível reduzir significativamente os stocks de matérias primas e de produtos acabados, reduzir os tempos de espera, os movimentos desnecessários e diminuir os defeitos.

Contudo, a secção de maquinaria ainda é passível de várias melhorias com o intuito de eliminar os principais desperdícios tais como, a utilização das várias ferramentas *Lean* no seu processo produtivo e fomentar a polivalência dos colaboradores, a utilização de novas tecnologias e a criação de guias práticos de *setups*.

9. Referências Bibliográficas

Bremer, Carlos Frederico e Lenza, Rogério de Paula. 2000. *UM MODELO DE REFERÊNCIA PARA GESTÃO DA PRODUÇÃO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO ASSEMBLY TO ORDER – ATO E SUAS MÚLTIPLAS APLICAÇÕES.* 2000.

Citeve. 2012. *Ferramenta de Desenvolvimento e aplicação do Lean Thinking no STV.* 2012.

Consultores, Lean. 2018. *Lean Consultores.* [Online] 2018. www.lean-consultores.com.br.

Fucoli-Somepal, S.A. *Fucoli-Somepal, S.A.* [Online] [Citação: 1 de Junho de 2017.] <http://www.fucoli-somepal.pt/>.

GestaoIndustrial.com. [Online] <https://gestaoindustrial.com/lean-manufacturing/>.

Institute, Lean Enterprise. *Lean Enterprise Institute.* [Online] <https://www.lean.org>.

Jackson, T. L., e Jones, K. R. 1996. *Implementing a Lean Management System.* s.l. : Productivity Press, 1996.

Leanop. *Leanop.* [Online] <http://leanop.com>.

Liker, J. K. e Meier, D. 2006. *The Toyota way fieldbook - A practical guide for implementing Toyota's 4P's.* s.l. : McGraw-Hill, 2006.

Moura, R. A. 1989. *Kanban A Simplicidade do Controle da Produção.* São Paulo: Instituto IMAM : s.n., 1989.

OEELIVEMES. *OEELIVEMES.* [Online] <https://www.oelivemes.com.br/site/sistema-oeelivemes/>.

Ohno, T. 1997. *Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala.* s.l. : Bookman, 1997.

—. **1988.** *The Toyota production system: beyond large scale-production.* s.l. : Productivity Press, 1988.

Pereira, Cristina Alves dos Santos. 2010. *Lean ManufacturingAplicação do conceito a células de trabalho.* 2010.

Pinto, J. P. 2008. *Pensamento Lean, A filosofia das organizações vencedoras.* s.l. : Lidel, 2008.

Russel, R. 2002. *Operations Management and Student CD: Intenational Edition.* s.l. : Prentice Hall, 2002.

Silva, José Pedro Amorim Rodrigues da. 2009. *OEE – A FORMA DE MEDIR A EFICÁCIA DOS EQUIPAMENTOS.* 2009.

Suzaki, Kiyoshi. 2010. *Gestão de Operações Lean.* s.l. : LeanOP Press, 2010.

Torres, M. D. M. e Fernandes, P. 2005. *Planejamento e Gestão da Produção: Planejamento da Produção, das Capacidades e dos Materiais.* Coimbra – Portugal : Departamento de Engenharia Informática, Faculdade de Ciências e Tecnologia: Universidade de Coimbra, 2005.

Womack, J. P. e Jones, D. T. 1996. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation.* s.l. : Simon and Schuster, 1996.

— . **2003.** *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Revised and Updated.* s.l. : Free Press, 2003.

Womack, J. P., Jones, D. T. e Roos, D. 1990. *The Machine That Changed the World.* s.l. : Free Press, 1990.