



isec
Engenharia

MESTRADO EM ENGENHARIA E
GESTÃO INDUSTRIAL

**Implementação da Filosofia *Lean* numa
Indústria de Equipamentos Industriais**

PROVISÓRIO

Autor

Bernardo Tremoceiro Cordeiro

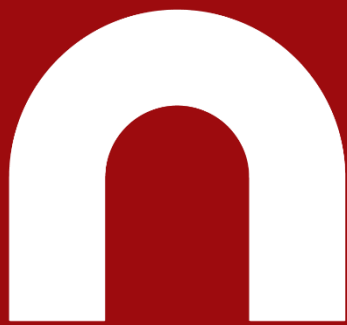
Orientador

Professor José Manuel Torres Farinha

INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, Fevereiro de 2021



isec

Engenharia

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Implementação da Filosofia Lean numa Indústria de Equipamentos Industriais

Relatório de Estágio de Natureza Profissional para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Escolha um item. Escolha um item.

Autor

Bernardo Tremoceiro Cordeiro

Orientador

Professor José Manuel Torres Farinha

INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, Fevereiro de 2021

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor e Orientador José Manuel Torres Farinha por todo o acompanhamento e toda a disponibilidade demonstrada durante a elaboração deste relatório de estágio.

A todos os mecânicos, eletricitas e engenheiros da Poço SA, pelo apoio demonstrado, disponibilidade e também pela transmissão de conhecimentos essenciais para a elaboração deste relatório de estágio, com especial agradecimento ao Engenheiro Fernando Batista, Engenheiro Sérgio Dias e o Chefe de oficina Pedro Vieira.

A toda a minha família por todo o apoio e compreensão para conseguir finalizar este estágio.

RESUMO

Este relatório descreve as atividades desenvolvidas pelo autor, no âmbito do Estágio Curricular do Curso de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, na empresa Poço S.A. Estas ações estão focadas na otimização do processo produtivo, especialmente no processo de montagem de equipamentos industriais de extrusão, suportado em ferramentas de gestão no âmbito do pensamento *Lean*. O objetivo final visa a eliminação dos desperdícios, designadamente através da utilização dos 5S, numa perspetiva de melhoria contínua.

Neste relatório são descritas as ações desenvolvidas e implementadas na empresa.

O estágio começou com um breve período de adaptação, no departamento de projeto, designadamente para análise do sistema produtivo da empresa. Após esta fase foram desenvolvidas medidas para colmatar algumas das lacunas identificadas no processo, através das ferramentas *Lean* e dos 5S.

Realizada a análise do processo produtivo e a implementação das medidas de melhoria, é feita a avaliação dos resultados obtidos e apresentadas propostas para futuros aperfeiçoamentos do processo.

Palavras-Chave: *Lean Thinking*; 5S; Melhoria contínua; Gestão da Produção.

ABSTRACT

This report describes the activities developed by the author, within the Curricular Internship of the Master's Course in Engineering and Industrial Management at the Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, at the company Poço SA. These actions are focused on the optimization of the production process, especially in the assembly process of industrial extrusion equipment, supported by management tools within the scope of Lean thinking. The ultimate goal is to eliminate waste, namely through the use of 5S, in a perspective of continuous improvement.

This report describes the actions developed and implemented in the company.

The internship started with a brief adaptation period, in the project department, namely to analyze the company's production system. After this phase, measures were developed to fill some of the gaps identified in the process, using the Lean and 5S tools.

After analyzing the production process and implementing the improvement measures, the results obtained are evaluated and proposals are made for future process improvements.

Keywords: Lean Thinking; 5S; Continuous improvement; Production Management

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS.....	ix
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Contextualização do Projeto	1
1.2 Objetivos	1
1.3 Metodologia do Projeto	2
1.4 Calendarização	2
1.5 Estrutura do Relatório.....	2
2 ENQUADRAMENTO TEÓRICO	4
2.1 A filosofia <i>Lean</i>	4
2.1.1 História da filosofia <i>Lean</i>	4
2.1.2 Toyota Production System	5
2.1.3 Princípios da filosofia <i>Lean</i>	7
2.1.4 Os Sete Desperdícios.....	10
2.2 Técnicas e Ferramentas utilizadas na Filosofia <i>Lean</i>	14
2.2.1 Os três M's.....	15
2.2.2 Kanban.....	15
2.2.3 Value Stream Mapping (VSM)	16
2.2.4 Ciclo PDCA	18
2.2.5 SMED (Single Minute Exchange of Die).....	20
2.2.6 Método dos 5S	22
2.2.7 Overall Equipment Effectiveness	26
3 DESENVOLVIMENTO DO ESTÁGIO.....	28
3.1 Apresentação da empresa	28
3.2 Apresentação do problema para o caso de estudo	29
3.3 Implementação do método 5S.....	29
3.4 Implementação/Criação de novo <i>Layout</i>	32
3.5 Implementação novo sistema de transporte armazém/nave 3.....	33
4 CONCLUSÕES.....	36
5 ANEXOS	39

5.1	Anexo 1.....	39
-----	--------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Edifício do TPS (Pinto, 2014)	6
Figura 2 - Princípios da filosofia Lean, (Do, 2017).....	8
Figura 3 - As diferentes partes interessadas numa organização (Pinto,2014).....	9
Figura 4 - Etapas usadas na criação do VSM (Manjunath <i>et al.</i> , 2014).....	17
Figura 5 - Ciclo PDCA (M.Sokovic <i>et al.</i> , 2010)	19
Figura 6 - SMED: Etapas e Técnicas Praticadas (Ulutas, 2011)	21
Figura 7 - A implementação do método dos 5S (Cristina Veres <i>et al.</i> , 2017).	22
Figura 8 - Local de trabalho onde é necessária a implementação dos 5S (A. Dimitrescu <i>et al.</i> , 2019) .	23
Figura 9 - Exemplo de local de trabalho bem organizado	24
Figura 10 Exemplo de um equipamento antes e após a limpeza (Dimitrescu <i>et al.</i> , 2019).....	24
Figura 11 - Símbolo Poço e Periplast.....	28
Figura 12 - Situação inicial nave 3	30
Figura 13 - Identificação do material a retirar	31
Figura 14 - Estantes nave 3 situação final	32
Figura 15 - Lista de Materiais da Estante	32
Figura 16 - Layout final da nave 3	33
Figura 17 - Tabela obras em construção	34
Figura 18 - Estantes com código para sistema de armazenamento	35
Figura 19 Talão de material.....	35

SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS

5S – Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke

JIT – Just in Time

NP EN ISSO 14001 – Sistema de Gestão Ambiental

OEE – Overall Equipment Effectiveness

OHSAS 18001 - Segurança e Saúde no Trabalho

PDCA – Plan, Do, Check, Act

SGI – Sistema de Gestão de Informação

SMED – Single Minute Exchange of Die

TPM - Toyota Production System

VSM – Value Stream Mapping

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório está inserido na Unidade Curricular de Estágio/Projeto/Dissertação, do Curso de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra do Instituto Politécnico de Coimbra.

Este trabalho centrou-se no funcionamento do processo produtivo da empresa Periplast, pertencente ao grupo Poço S.A., em Leiria.

Foi analisada a variedade de equipamentos fabricados na empresa, o seu *layout* e fluxo de funcionamento, desde o projeto até à expedição.

Após a familiarização com a empresa, a análise focou-se no processo de montagem de equipamentos e na sua melhoria.

Feita a sua análise, em articulação com a Administração da empresa, concluiu-se que a área do processo produtivo era onde havia um maior potencial de melhoria, no espaço temporal da elaboração do presente relatório.

Na implementação desta melhoria foram utilizadas ferramentas baseadas na filosofia *Lean*. As ferramentas utilizadas foram, nomeadamente, o método dos 5S, a gestão visual, e o ciclo PDCA, entre outros.

1.1 Contextualização do Projeto

Nos dias de hoje, a otimização do processo produtivo é uma realidade crescente em qualquer setor industrial, designadamente na melhoria contínua e na redução dos desperdícios durante este processo, desde a área de projeto até à expedição.

O objetivo é tornar a empresa mais competitiva e ajustada ao mercado atual.

Para atingir os objetivos propostos foram realizadas reuniões com a Administração da empresa, com o Departamento de Projeto e com os Funcionários da Produção, com o objetivo de verificar a situação atual, de identificar os pontos críticos da intervenção e em que setor se deve começar a efetuar a mudança. O estudo ficou limitado à zona de montagem de equipamentos plásticos e à transferência de material do armazém para esta mesma zona.

1.2 Objetivos

O principal objetivo deste trabalho é a melhoria contínua do processo de fabrico e a montagem dos equipamentos comercializados pela empresa, com suporte na filosofia *Lean*, abordada no curso de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial.

De forma a alcançar o objetivo proposto foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Melhorar o fluxo produtivo da empresa;
- Reduzir os custos de operação;
- Diminuir os tempos de resposta aos pedidos dos clientes.

1.3 Metodologia do Projeto

O processo deste trabalho encontra-se separado em duas partes, uma que integrou a preparação e recolha de dados e outra que agregou a aplicação no terreno das medidas de melhoria selecionadas anteriormente.

Na primeira fase inclui-se a revisão bibliográfica suportando a parte teórica. Analisou-se os métodos e as ferramentas relacionadas com a filosofia *Lean*.

A segunda fase houve a execução e implementação prática das melhorias acordadas na primeira fase. Sendo usadas as seguintes etapas:

- Observação/Adaptação;
- Medição e monitorização;
- Implementação das soluções *Lean*;
- Medição e monitorização;
- Manutenção das ações tomadas.

1.4 Calendarização

O estágio foi realizado em várias etapas, descritas, de seguida, pela seguinte ordem cronológica:

- Novembro – Familiarização com a empresa, desenhador no departamento de projeto;
- Dezembro – Escolha do tema;
- Dezembro a fevereiro – Estudo do fluxo da empresa e da organização;
- Fevereiro a abril – Análise e elaboração das medidas a aplicar;
- Abril a julho – Implementação das medidas e análise dos resultados obtidos;
- Julho – Fim do projeto.

1.5 Estrutura do Relatório

Este trabalho encontra-se dividido em seis capítulos:

- No primeiro capítulo é feita a introdução do trabalho, onde é dado a conhecer o projeto que vai ser realizado, quais os objetivos e resultados esperados; é também apresentada a ordem cronológica das tarefas concretizadas e o modo de organização do presente relatório.
- No segundo capítulo é feito o enquadramento teórico do relatório, onde são referidas as técnicas e ferramentas mais importantes da filosofia *Lean*.
- No terceiro capítulo é definido e apresentada a implementação do plano de ações para o processo produtivo.
- No quarto capítulo é feita a análise global do trabalho em relação aos objetivos estipulados; neste capítulo são também propostas as ações possíveis a tomar no futuro, com vista à melhoria do processo.

2 ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo é abordada o enquadramento teórico deste relatório, que tem como suporte a filosofia *Lean*, as suas metodologias e ferramentas.

2.1 A filosofia *Lean*

Atualmente, o mercado mundial está em constante evolução, seja nos meios de transporte ou de comunicação. Os clientes exigem uma ampla gama de produtos a curto prazo e a preços reduzidos; no entanto, com grande qualidade. O tempo de resposta às alterações do mercado é um aspeto decisivo na corrida contra a concorrência (Curado & Abreu, 2019).

O *Lean thinking* oferece várias ferramentas de forma a reduzir o desperdício em todos os processos de produção, aumentando o valor do produto (Curado & Abreu, 2019). Esta filosofia é apelidada de “antídoto para o desperdício”, pelos autores Womack e Jones (Pinto, 2014).

A filosofia *Lean* é cada vez mais recorrentemente usada pelas empresas, permitindo a evolução e melhoria dos seus recursos sem grandes investimentos, o que leva à diminuição de custos e produzir mais com o menor número de recursos possível.

O pensamento *Lean* está em constante evolução, graças ao contributo de várias entidades que utilizam esta filosofia todos os dias, implementando-o numa grande panóplia de setores de atividade (Pinto, 2014).

2.1.1 História da filosofia *Lean*

A filosofia *Lean* tem as suas bases no sistema TPS (*Toyota Production System*), criado por Taiichi Ohno, engenheiro industrial da Toyota, nos anos 1940s. Este sistema de produção foi, primordialmente, aplicado no setor da indústria automóvel (Pinto, 2014). No tempo pós-guerra, o Japão passou por uma grande crise, onde existiram grandes necessidades, quando os recursos eram escassos. Consequentemente, Taiichi Ohno foi obrigado a implementar e acionar as suas ideias, através da criação deste sistema (Curado & Abreu, 2019).

John Krafcik, em “Triumph of the Lean Production System” (1988), foi quem identificou a filosofia *Lean* pela primeira vez. James Womack e Daniel Jones, passado alguns anos, ao estudarem o sucesso das empresas japonesas, concluíram que era necessária a evolução para este modelo de gestão. Desde então, esta matéria tem evoluído e sido aplicada a vários setores, tais como, por exemplo, a saúde, turismo e a construção (Curado & Abreu, 2019).

2.1.2 Toyota Production System

A aplicação do Toyota Production System (TPS) é uma forma que aumenta a competitividade nas empresas. Os primeiros desenvolvimentos deste sistema partiram de Taiichi Ohno e, mais tarde, de Shigeo Shingo (Pinto, 2014).

O TPS refere que os produtos sejam produzidos na quantidade e no tempo exato em que são necessários; desta forma, reduzem-se as perdas no processo de produção. Este sistema aderiu a uma política de produção por procura, de maneira a reduzir o número de lotes produzidos. Os trabalhadores dividiram-se em equipas especializadas para cada função na linha de produção, para assegurar a qualidade de todas as tarefas. Por este meio, conseguiu-se equilibrar a produção com a procura e, por conseguinte, com a redução dos níveis de *stock*, os produtos acabaram com maior qualidade, com menores custos e com um *lead time* reduzido (Ziegler *et al.*, 2020).

Segundo Pinto (2014), no estudo do *Toyota Production System* é normal apresentar este modelo como um edifício dividido em várias seções, bem determinadas, mas que estão bastante ligadas umas às outras. Pinto (2014) refere para ter-se especial atenção à base e aos alicerces deste edifício TPS, pois podem-se identificar aspetos fundamentais com a filosofia *Toyota*, que assenta em princípios e valores simples e intemporais, tais como a gestão visual e o equilíbrio da produção. Acrescenta que neste sistema também está inserido o respeito pelas pessoas, algo que é fundamental para a evolução do TPS e, consequentemente, crucial para o desenvolvimento da filosofia *Lean thinking*; na Figura 1 está representada o edifício do TPS.



Figura 1 - Edifício do TPS (Pinto, 2014)

Os dois principais alicerces do TPS é o JIT (*Just in Time*) e o *Jidoka*:

- O objetivo do primeiro alicerce é a diminuição do tempo de fabricação (*lead time*), a fim de corresponder à procura de um sistema *pull*;
- O segundo apoio deste sistema designa-se por *Jidoka*, que significa “automatização com um toque humano” - este conceito está diretamente relacionado com o controlo da qualidade, de forma a prevenir os defeitos através da especialização dos colaboradores e máquinas - os erros e as suas causas são identificados e trabalha-se de maneira a eliminá-los para que não ocorram novamente (Ziegler *et al.*, 2020).

O TPS foi criado para fornecer as ferramentas e as soluções às pessoas que nele trabalham, de forma a que estas consigam melhorar continuamente o seu desempenho. Este sistema é mais do que um conjunto de ferramentas e soluções de melhoria, é uma cultura. As pessoas que integram o TPS sentem-se mais integradas no projeto, com uma grande preocupação e curiosidade em solucionar os problemas e agindo de forma a que estes erros não se repitam. Com todas as pessoas envolvidas nos processos de melhoria contínua, faz com que cada um aumente a sua autonomia e poder nas empresas (Pinto, 2014).

De acordo com Pinto (2014), estes são, resumidamente, os 14 princípios da gestão Toyota:

1. Basear as decisões de gestão numa filosofia de longo prazo, mesmo que à custa de resultados financeiros no curto prazo;
2. Criar processos/fluxos contínuos de forma a tornar os problemas evidentes;
3. Usar o sistema *pull* para evitar excessos de produção;
4. Equilibrar a carga de trabalho;
5. Criar o hábito de pausar os processos para resolver os problemas;
6. Uniformização é a base da melhoria contínua e o *empowerment* das pessoas;
7. Usar controlos visuais para que os problemas não se escondam.
8. Usar apenas tecnologia fiável e já testada que suporte as pessoas e os processos;
9. Facilitar o desenvolvimento de líderes que realmente conheçam o trabalho, vivam a filosofia e ensinem os outros;
10. Desenvolver pessoas e equipas excecionais que sigam a filosofia da sua empresa;
11. Respeitar e estender isto à rede de parceiros, incluindo os fornecedores, desafiando-os e apoiando-os a melhorar;
12. “Vá e veja por si e verdadeiramente perceba a situação” (*genchi genbutsu*);
13. Tomar decisões consensuais – considerando todas as opiniões; implementar as decisões rapidamente;
14. Fomentar a criação de uma *learning organization* através da reflexão segura (*hansei*) e da melhoria contínua.

2.1.3 Princípios da filosofia Lean

A filosofia Lean incentiva a prática de melhoria contínua e tem como base fundamental o respeito pelas pessoas. Womack e Jones definiram os cinco princípios da produção Lean. Estes cinco princípios são considerados a receita para melhorar a eficiência do local de trabalho e estão incluídos na definição de valor, na cadeia de valor, no fluxo contínuo, no uso de um sistema *pull* e na procura pela perfeição (Do, 2017) – Figura 2.



Figura 2 - Princípios da filosofia Lean, (Do, 2017)

- O primeiro princípio do pensamento *Lean* é a definição de valor na perspectiva do cliente. Isto conduz a organização a avaliar quem são os seus verdadeiros clientes e o que esses clientes consideram como valor, enfatizando a definição de valor a partir da forma como o cliente o entende. Definir o valor é identificar o quanto um cliente está disposto a comprar um produto, na circunstância em que não pode executar a tarefa pretendida sozinho ou sem investir um custo ou tempo considerável na mesma. Isto obriga às empresas perceberem e definirem se os aspetos de um produto ou serviço são valorizados ou não do ponto de vista do cliente e corresponder à demanda, de forma a disponibilizarem o que os clientes querem comprar (Thangarajoo & Smith, 2015). Segundo Pinto (2014), valor engloba tudo o que justifica o tempo, a atenção ou o esforço que prestamos a algo. O valor que as organizações criam tem como finalidade a satisfação de todas as partes interessadas. Cada uma tem interesses e necessidades específicos e, quanto maior for a satisfação de todas, maior será o valor gerado pela organização (Figura 3).



Figura 3 - As diferentes partes interessadas numa organização (Pinto,2014)

- O segundo princípio Lean corresponde à identificação e mapeamento da cadeia de valor (*value stream*). Nesta etapa, o objetivo é usar os valores dados pelo cliente como ponto de referência, bem como identificar todas as atividades que não contribuem para estes valores. As atividades que não acrescentam valor para o cliente alvo são consideradas como desperdício. As atividades que geram desperdício podem ser separadas em duas categorias distintas: as que, apesar de não criarem valor, são indispensáveis e não podem ser eliminadas; e as que não acrescentam qualquer tipo de valor e são desnecessárias. Esta última corresponde a desperdício puro e, como tal, deve ser eliminada, enquanto a primeira deve ser reduzida ao mínimo possível. Reduzindo e eliminando estes processos e passos, pode garantir-se aos clientes que estão a adquirir exatamente o que pretendem, enquanto a organização reduz o tempo de produção e o custo desse produto ou serviço (Do, 2017).
- Após a eliminação dos desperdícios da cadeia de valor, a ação seguinte é garantir que o fluxo das restantes etapas ocorre continuamente, sem interrupções ou atrasos (Do, 2017). Este princípio de fluxo contínuo refere que os componentes de um produto final devem estar em movimento constante e homogêneo, de estação em estação, sem interrupções ou tempo mínimo de espera, com a intenção de alcançar o *stock* zero entre os processos de desenvolvimento de valor, criando um fluxo capaz de satisfazer o cliente (Thangarajoo & Smith, 2015).

- O quarto princípio da filosofia *Lean* é a implementação do sistema *pull*. Segundo Thangarajoo & Smith (2015), uma vez que a empresa esteja envolvida com os três primeiros princípios, o sistema *pull* é o próximo passo importante nesta filosofia, garantindo que os clientes recebem o produto ou serviço que desejam no exato momento que o pretendem. Este sistema garante o fluxo contínuo no processo de produção, pois associa os pedidos reais do cliente à taxa de produção. A operação a montante num fluxo de valor reage apenas à procura colocada pela operação a jusante, ou seja, as peças de produção são movidas para a seguinte estação de trabalho, somente após essa estação solicitar as peças. Ao sincronizar a procura de cada estação, os fabricantes serão capazes de controlar a taxa de produção com as procuras reais do cliente e produzir apenas produtos que são vendidos e não produzindo para *stock*.
- O último princípio é a constante procura pela perfeição - Com a implementação dos primeiros quatro princípios a um grande nível, as empresas serão capazes de lutar pela perfeição. Este princípio leva a uma gestão de procura contínua de oportunidades de melhoria, sejam eles a redução de tempo, o custo ou os erros na cadeia de valor. A eliminação de desperdício na cadeia de valor é um processo contínuo, não um evento único, tal como a entrega do produto exato que o cliente pretende e não só a tentativa de fazer melhor do que as empresas concorrentes. Esta cultura de constante procura por oportunidades para melhorar a eficiência operacional, leva a uma redução de custos e à melhoria da qualidade dos produtos fabricados, e ainda melhor qualidade de trabalho (Thangarajoo & Smith, 2015).

Os cinco princípios Lean fornecem uma estrutura para a criação de uma organização eficiente e eficaz. O pensamento *Lean* permite descobrir as ineficiências das organizações, de maneira a entregar mais valor aos clientes. Os princípios estimulam a criação de um melhor fluxo nos processos de produção e ao desenvolvimento de uma cultura de melhoria contínua. Ao praticar todos os cinco princípios, uma organização permanece competitiva, aumenta o valor entregue aos clientes, diminui o custo de fazer negócios e aumenta a sua lucratividade.

2.1.4 Os Sete Desperdícios

Taiichi Ohno (1912-90) e Shigeo Shingo (1909-90), ao desenvolverem o TPS, identificaram as sete categorias de desperdício, também designados por *muda*, que significa desperdício, em japonês. Esta classificação reúne as principais causas de desperdício nas organizações. Segundo Pinto (2014), estas sete formas de desperdício são: o excesso de produção, as esperas, o transporte e movimentações, o desperdício do processo, os *stocks*, os defeitos e o trabalho desnecessário.

O excesso de produção é o desperdício de maior impacto, pois é o oposto da produção JIT (*Just In Time*). Como o próprio nome refere, significa a produção a mais do que o cliente pede, ou seja, a produção a mais do que é necessário, quando não é necessária, e em quantidades desnecessárias. De acordo com Pinto (2014), as consequências da produção em excesso são as seguintes:

- Ocupação desnecessária de recursos;
- Consumos de energia e matéria, sem retorno financeiro para a organização;
- Aumento de *stock*;
- Falta de flexibilidade no planeamento.

As causas mais frequentes desta forma de desperdício são:

- Grandes lotes de produção;
- Necessidade de rentabilizar o esforço feito em atividades que não aumentam valor;
- Antecipação da produção antes da venda dos produtos;
- Criação de *stock* para compensar o número de peças com defeito, de forma a compensar os atrasos nos prazos de entrega ou nas avarias dos equipamentos (Pinto, 2014).

Afim de equilibrar a capacidade com a procura, sem que ocorra a produção em excesso, é vital a implementação de métodos de *Lean manufacturing*, como, por exemplo:

- Trabalho programado e uniformizado ao longo da cadeia de valor;
- Postos de trabalho balanceados;
- Fluxo contínuo;
- Usar um sistema *pull* (JIT);
- Nivelar a produção, trabalhar em lotes pequenos para aumentar a flexibilidade;
- Mudança rápida de ferramentas (Pinto, 2014).

Os tempos de espera referem-se aos tempos de paragem de pessoas, componentes ou informação. As causas mais frequentes para este desperdício são:

- Fluxo obstruído, como uma avaria, defeitos de qualidade ou acidentes;
- Defeitos de *layout*, originando transporte excessivo, erros ou acidentes;
- Problemas e ou atrasos com entregas de fornecedores;

- Capacidade não equilibrada ou sincronizada com a procura;
- Grandes lotes de produção (Pinto, 2014).

Pinto (2014) refere que algumas soluções para este problema são:

- Optar pelo nivelamento das operações;
- Implementar um *layout* específico por produto/serviço, de preferência celular;
- Fazer mudanças rápidas de ferramentas;
- Melhorar o planeamento e a sincronização entre áreas de trabalho;
- Realizar o balanceamento dos postos de trabalho.

O transporte é qualquer deslocação de informa, máquinas, pessoas, material e produtos que não acrescentam valor ao processo. Os sistemas de transporte e movimentação originam efeitos perversos nas organizações; ocupam espaço na fábrica, aumentam os custos, elevam o tempo de produção e, ocasionalmente, levam à danificação dos produtos com as movimentações. Deve ser feita uma otimização de todas as transferências de materiais, de forma a reduzir ou eliminar os *stocks*. Para diminuir os transportes e movimentações devem-se corrigir *layouts*, alterar o planeamento das operações e optar por sistemas de transporte mais flexíveis. Os métodos para diminuir ou eliminar o fluxo de transportes e movimentações são:

- Utilização de células de fabrico;
- Produção fluída e puxada;
- Operadores e equipamentos flexíveis;
- Flexibilidade operacional;
- Produtos e serviços modulares (Pinto, 2014).

O desperdício do próprio processo refere-se a todas as operações que, durante o processo produtivo, não deveriam existir, mas que são repetidas vezes sem conta. O aumento de defeitos nas peças fabricadas pode ser uma consequência de operações ou processos incorretos. Podem existir instruções de trabalho pouco claras que levam à má utilização de equipamentos ou ferramentas e aplicação de processos inadequadamente; todos os processos geram desperdício; porém este deve ser reduzido ou extinguido ao máximo, através de esforços de automatização, formação aos colaboradores ou a substituição de processos por outros mais eficientes (Pinto, 2014).

De acordo com Pinto (2014), os *stocks* representam a presença de materiais retidos por um determinado tempo, dentro ou fora da fábrica. Nos pontos em que é criado

stock, normalmente, é onde se encontram grandes desperdícios. Existem várias causas para este problema, sendo as mais comuns as seguintes:

- Aceitar os *stocks* como normais, algo que faz parte do ativo da organização;
- Fraco *layout* de equipamentos, o que origina armazenamentos ou transportes;
- Elevados tempos de mudança de ferramentas;
- Existência de gargalos ou estrangulamentos nos processos;
- Antecipação da produção;
- Problemas de qualidade;
- Processos de trabalho a diferentes ritmos.

Para eliminar os *stocks* pode-se:

- Reforçar o planeamento e controlo de operações;
- Nivelar a produção, garantido um fluxo estável e contínuo;
- Regular o fluxo de operações;
- Produzir com um sistema *pull*;
- Melhorar a qualidade dos processos;
- Mudar rapidamente de ferramentas (Pinto, 2014).

Os defeitos são problemas que surgem durante os vários processos na produção, desde a documentação até à qualidade e entrega do produto. Segundo Pinto (2014), os defeitos estão associados aos custos de inspeção, resposta às queixas dos clientes e às reparações. Quando os defeitos ocorrem, aumentam as reclamações de clientes. Quando os defeitos surgem frequentemente, são aumentadas as inspeções para evitar que os defeitos passem para os clientes e os *stocks* aumentam para compensar as peças com defeito. Consequentemente, a produtividade diminui e o custo dos produtos e serviços aumenta. De acordo com Pinto (2014), as causas são:

- Pensar que errar é humano, mas não é;
- Ênfase na inspeção final, no controlo e no policiamento das pessoas e dos processos;
- Ausência de padrões de autocontrolo e de inspeção;
- Ausência de padrões nas operações de fabrico e de montagem;
- Falhas e erros humanos;
- Transporte e movimentação de materiais.

Para extinguir os defeitos as formas mais comuns são:

- Implementar operações padrão (sempre que possível, uniformizar operações, materiais e processos);
- Presença de dispositivos de deteção de erros;
- Construir qualidade na fonte e em cada processo/operação (garantir que cada um faz bem à primeira, evitando posteriores inspeções e controlos);
- Incentivar a produção em fluxo contínuo (sem *stocks* para camuflar problemas);
- Eliminar a necessidade de ter que movimentar peças e materiais;
- Se possível, automatizar determinadas atividades (Pinto, 2014).

Para se reduzirem os defeitos, a principal causa tem que ser encontrada. As inspeções detetam peças com defeito, mas não são a solução para eliminar os defeitos (Pinto, 2014).

O desperdício seguinte é o trabalho desnecessário que, segundo Pinto (2014), refere-se ao movimento que não é realmente necessário para executar as operações. Nas causas comuns deste problema estão:

- Operações isoladas;
- Desmotivação das pessoas;
- Incorreto *layout* de trabalho;
- Falta ou insuficiente formação e treino das pessoas;
- Capacidades e competências não desenvolvidas;
- Instabilidade nas operações.

As formas de eliminar o trabalho desnecessário, segundo Pinto (2014), são:

- Gradualmente, conseguir um fluxo contínuo de produção/serviço;
- Promover a uniformização das operações de trabalho;
- Apostar na formação e treino dos colaboradores.

2.2 Técnicas e Ferramentas utilizadas na Filosofia Lean

Muitas ferramentas e técnicas foram criadas no âmbito da filosofia *Lean*. Nesta seção são retratadas algumas das técnicas e ferramentas utilizadas no trabalho, sendo que muitas delas partem do sistema TPS e outras criadas de raiz, completando-se umas

às outras. O grande objetivo de todas estas ferramentas e técnicas é a eliminação do desperdício e a melhoria contínua.

2.2.1 Os três M's

Existem três palavras japonesas que definem desperdício, que são *Muda*, *Mura* e *Muri*. Estas representam o objetivo de alcançar o ponto em que a organização tem a mão-de-obra, infraestruturas e matéria necessária para fabricar a quantidade certa de um produto, ou seja, a capacidade é equivalente à produção na fábrica.

- *Muda* (desperdício) – capacidade excede o necessário;
- *Mura* (inconsistência ou variação) – a capacidade, tanto excede como fica abaixo da produção;
- *Muri* (irracionalidade) – produz mais do que a capacidade.

2.2.2 Kanban

O sistema Kanban foi desenvolvido pela Toyota e introduzido em 1962, de forma a assegurar que o fluxo de materiais seja feito com o mínimo possível de recursos. Kanban mostrou ser uma excelente ferramenta para reduzir o desperdício de recursos e otimizar o fluxo de materiais (Wakode *et al.*, 2015).

Existem muitas razões para implementar o sistema Kanban numa indústria de produção, tais como, a redução de inventários, a força para criar um processo eficiente, o diagnóstico das fraquezas do processo, a redução do tempo de produção, dos erros e da repetição dos mesmos trabalhos, da redução das etapas no processo de produção e do aumento da flexibilidade da produção (Wakode *et al.*, 2015).

Nas fábricas, os problemas têm várias causas, tais como o longo tempo de preparação, a qualidade do produto, os erros, a velocidade de produção não uniforme, as sequências de produção confusa e a as falhas na entrega. A intenção do sistema Kanban é assinalar quais as etapas do processo com mais necessidades e assegurar que essas etapas estão a produzir no tempo certo, de forma a que a etapa subsequente seja realizada. Isto é garantido pelo sistema *pull* na cadeia de montagem. Somente a última etapa do processo é que recebe um prazo por parte do escritório (Wakode *et al.*, 2015).

O sistema Kanban é uma forma de controlar o fluxo de peças. De acordo com a filosofia JIT, as peças devem ser produzidas ou movidas apenas quando for requisitada pela etapa seguinte (Wakode *et al.*, 2015).

Concluindo, o sistema Kanban é bastante eficiente na melhoria da produtividade, otimiza o processo, reduzindo os tempos de paragem entre processos, torna a organização mais flexível e reduz o desperdício (Wakode *et al.*, 2015).

2.2.3 Value Stream Mapping (VSM)

O Value Stream Mapping (VSM) é uma ferramenta utilizada para analisar o fluxo de materiais e o fluxo de informação necessário à entrega de um produto ao cliente. A vantagem de usar este método permite que qualquer pessoa identifique o fluxo do processo e o fluxo de comunicação dentro do processo ou fluxo de valor. Devido à capacidade de captar, analisar e apresentar informação num pequeno período de tempo, este método ganhou popularidade na melhoria contínua. O objetivo importante do método VSM é identificar oportunidades de melhoria num período futuro (Manjunath *et al.*, 2014).

VSM é definido como uma ferramenta poderosa que não apenas destaca ineficiências do processo, incompatibilidades transacionais e de comunicação, mas também orienta sobre a melhoria. Uma vez que VSM é um método analítico e é baseado no nível dos detalhes disponíveis, o VSM pode-se aplicar apenas num processo, ou às linhas de produção, ou a toda a fábrica (Manjunath *et al.*, 2014).

Quando o VSM é usado, são necessários alguns preparativos para recolher informação relacionada com a situação da empresa. O ponto de partida para o processo de melhoria será conhecer a situação atual e os locais que precisam de ser melhorados. Para traçar o VSM é muito importante usar habilidades de observação, documentar a situação da empresa e não negligenciar ou ocultar a sua situação exata (Manjunath *et al.*, 2014).

Baseado nos princípios da filosofia *Lean*, o VSM visa:

- Especificar o valor da perspetiva do cliente;
- Identificar o fluxo de valor;
- Eliminar o Muda (desperdícios);
- Fazer o trabalho fluir;
- O trabalho ser puxado em vez de empurrado;
- Estimular, de forma a alcançar o nível de perfeição;

A criação do VSM inclui cinco etapas básicas, referidas abaixo e ilustrado na Figura 4:

- Identificar o produto;
- Criar um VSM atual;
- Avaliar o mapa atual;
- Criar o estado futuro;
- Implementar o plano final.

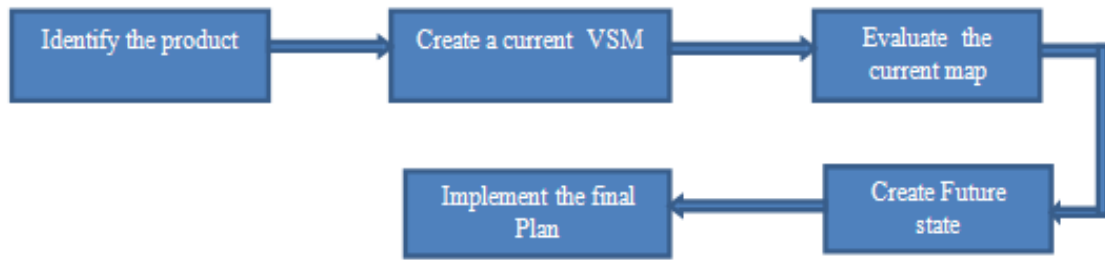


Figura 4 - Etapas usadas na criação do VSM (Manjunath *et al.*, 2014)

O VSM está dividido em três seções principais (Manjunath *et al.*, 2014):

- Fluxo de Material - a equipa deve identificar o ponto inicial e final do produto, descrever do processo, movimentos de materiais, e detalhes dos operadores para desenhar o fluxo de valor.
- Fluxo de Informação ou Comunicação - A comunicação em todo o processo deve ser adequada e simples, de modo a que possa ser entendida por funcionários, fornecedores, clientes e a gestão. A comunicação significa o fluxo de informações entre todos os envolvidos no processo.
- Linha do Tempo - A linha do tempo representa o tempo necessário para o produto percorrer todo o processo de produção.

Depois de desenvolver o estado futuro, na maioria das situações não permanece igual ao desenhado. O mapa pode sofrer algumas alterações devido a novos problemas ou à identificação de novas áreas de melhoria. O mapa do estado futuro será o primeiro ponto para melhorias. Independentemente da metodologia utilizada por cada empresa para criar o seu próprio programa de *design* e melhoria, o primeiro passo é desenvolver um plano de ação que inclua todas as atividades de melhoria de processos. O foco principal do plano de ação deve ser no sentido de melhorar todo o processo, eliminando o desperdício. A abordagem padrão deve ser seguida pela equipa de projeto para a implementação bem-sucedida do plano de ação. A filosofia *Lean* fornece várias ferramentas e conceitos necessários para tornar a mudança uma realidade e implementar a mudança na mesma velocidade do mapeamento do processo. Para eliminar erros e defeitos, cada empresa possui os seus próprios sistemas de qualidade para identificação e redução dos problemas. Esses sistemas podem estar focados num produto, num processo ou em todo o fluxo. O produto pode ser verificado colocando uma pessoa em cada etapa da linha de produção, implementando um plano de ação. As causas que levam aos problemas devem ser descobertas, em vez de encontrar os defeitos e isolá-los. Os funcionários devem ser incentivados a participar ativamente na criação e implementação do VSM, sendo a melhor maneira de ganhar a sua confiança, valorizando as suas contribuições e ideias (Manjunath *et al.*, 2014).

Concluindo, o VSM é a ferramenta mais importante para a produção *Lean* e permite que as empresas compreendam e melhorem continuamente em direção à filosofia *Lean*. Esta fornece uma comunicação clara e breve entre as equipas de chão de fábrica e a gestão sobre as perspetivas de otimização, juntamente com a informação real e o fluxo de materiais. A eficácia do VSM é exposta quando a equipa percorre o processo de produção, comunica com os trabalhadores e observa como o produto é transformado desde a matéria-prima ao produto acabado. O desenho do VSM deve ser fácil de perceber por todos os intervenientes da empresa, facilitando, desta forma, a identificação dos problemas reais do processo atual e de criar uma visão de como o processo deve estar após efetuadas as melhorias propostas (Manjunath *et al.*, 2014).

2.2.4 Ciclo PDCA

O ciclo Plan-Do-Check-Act (PDCA) é uma técnica iterativa de resolução de problemas de quatro etapas usada para melhorar os vários tipos de processos. Desenvolvido originalmente pelo físico americano Walter A. Shewhart durante a década de 1920, o ciclo inspira-se na avaliação contínua das práticas de gestão e na disposição da gestão de adotar e desconsiderar ideias sem suporte (Hargrave, 2019).

O método foi popularizado por Dr. W Edwards Deming na década de 1950; primeiro chamou-lhe Ciclo de “Shewhart” após o seu mentor. Foi Deming quem percebeu que o Ciclo PDCA poderia ser usado para melhorar os processos de produção nos EUA durante a Segunda Guerra Mundial (Hargrave, 2019).

O Ciclo PDCA pode ajudar a diferenciar uma empresa da concorrência, especialmente no mundo industrial, onde qualquer coisa que possa ajudar a otimizar todo o processo para reduzir custos, aumentar lucros e melhorar a satisfação do cliente pode oferecer uma vantagem (Hargrave, 2019).

Muitos gestores, potencialmente sem saber, usam o Ciclo PDCA para ajudar a direcionar as suas organizações, pois aquele abrange os princípios básicos do planeamento estratégico (Hargrave, 2019).

Segundo Sokovic (2010), os quatro componentes da verificação PDCA são ilustrados na Figura 5.

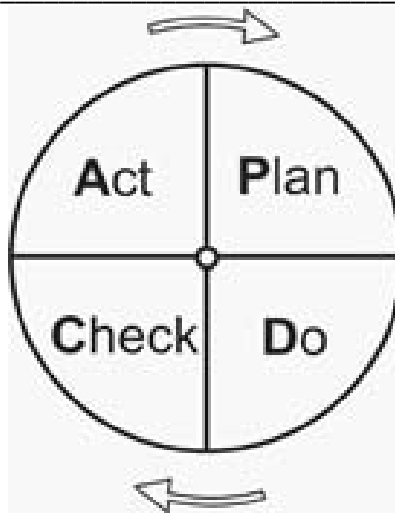


Figura 5 - Ciclo PDCA (M.Sokovic et al, 2010)

Plan

- O conceito de qualidade e objetivos;
- Responsabilidade do produto e segurança do produto;
- Treinar para Qualidade;
- Fazer o controlo do *Design* dos produtos.

Do

- Compras
- Usar métodos Just-in-Time;
- Capacidade do Processo;
- Fiabilidade do produto;
- Conhecimento dos Materiais;
- Manutenção Preventiva;
- Qualidade do serviço;
- Documentações e registos;
- Normas e padronização de conformidade e compatibilidade.

Check

- Gráficos de controlo;
- Inspeções regulares;
- Testes funcionais;
- Equipamentos de Inspeção e Medição;

- Auditorias e revisões de qualidade;
- Custo relacionado com a qualidade e segurança;
- Avaliação comparativa.

Act

- Gerir as não conformidades;
- Certificação ISO 9001;
- Alterar aspetos culturais e organizacionais;
- Gestão de qualidade Total;
- Sistemas de Gestão Ambiental;
- Integração no sistema de gestão.

As empresas que pretendem melhorar os seus processos internos ou externos, através da implementação do método PDCA visam minimizar erros e maximizar os resultados. Uma vez colocado em prática, as empresas podem repetir o Ciclo PDCA e torná-lo uma constante nas suas organizações como uma espécie de procedimento operacional padrão. O facto de uma das quatro etapas ser a implantação de ações corretivas, torna esta ferramenta ideal para alcançar a melhoria contínua (Hargrave, 2019).

2.2.5 SMED (Single Minute Exchange of Die)

Segundo Shingo, “o SMED é uma abordagem científica para a redução do tempo de *setup*, que pode ser aplicada em qualquer unidade industrial e em qualquer máquina”.

O SMED foi desenvolvido por Shigeo Shingo no Japão dos anos 1950 em resposta às necessidades emergentes dos tamanhos de lote de produção cada vez menores, necessários para atender à flexibilidade necessária para a procura do cliente. O estudo foi originalmente desenvolvido através do estudo de um processo de troca de matrizes. Geralmente, o SMED visa padronizar e simplificar as operações (Ulutas, 2011).

O SMED é um dos muitos métodos de produção *Lean* para reduzir o desperdício num processo de fabricação. Este fornece uma maneira rápida e eficiente de converter um processo de produção de um produto atual no próximo produto. Essa rápida mudança é a chave para reduzir os tamanhos dos lotes de produção e, assim, melhorar o fluxo (Ulutas, 2011).

O SMED foi originalmente desenvolvido para melhorar as configurações de prensas e ferramentas de máquinas, mas os seus princípios aplicam-se a trocas em todos os

tipos de processos. A operação de configuração é definida como a preparação ou pós-ajuste que é realizado, antes e depois de cada lote ser processado.

Shingo divide a operação de configuração em duas partes (Ulutas, 2011):

- *Internal setup* - A operação de configuração que pode ser feita apenas quando a máquina é desligada;
- *External setup* - a operação de configuração que pode ser feita quando a máquina ainda está a funcionar.

Estas operações podem ser realizadas antes ou depois da máquina ser desligada; por exemplo, deixar o equipamento pronto para a operação de configuração seguinte pode ser feito antes que a máquina seja desligada (Ulutas, 2011).

Segundo Ulutas (2011), as três principais etapas do SMED podem ser resumidas nas seguintes:

- Fase 1- Separar os *setups* internos e externos;
- Fase 2 – Converter os *setups* internos em externos;
- Fase 3 – Alinhar todos os aspetos do *setup* de operação.

Podemos verificar as fases acima mencionadas na Figura 6.

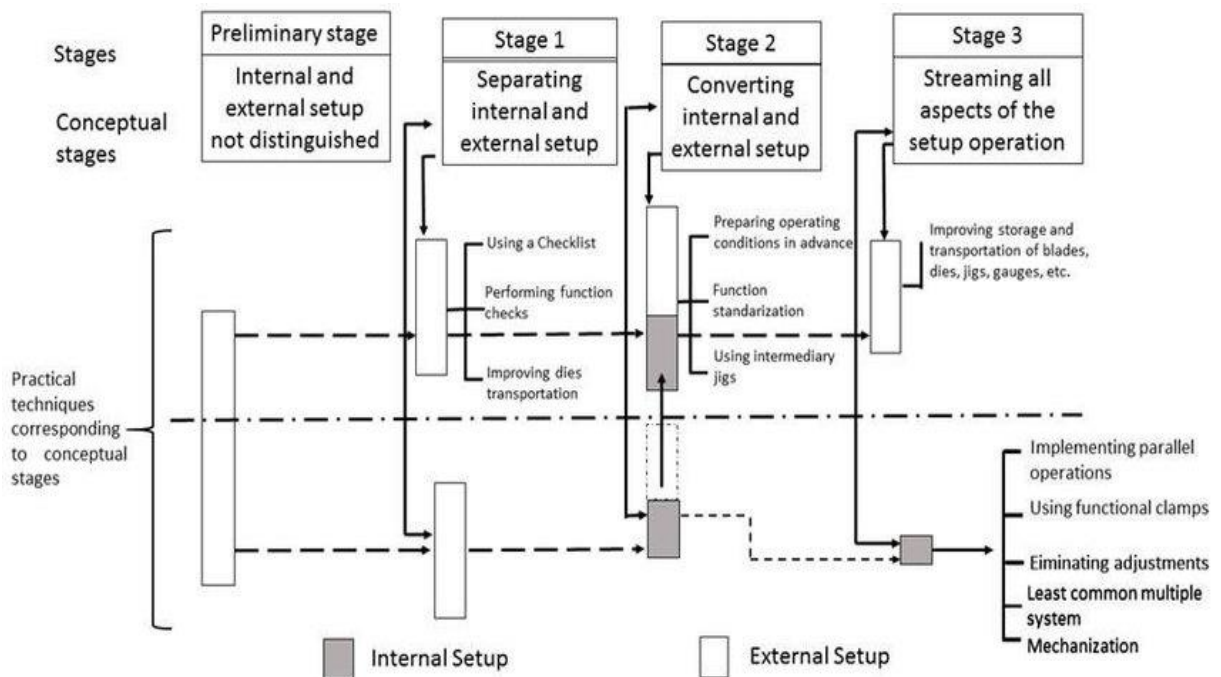


Figura 6 - SMED: Etapas e Técnicas Praticadas (Ulutas, 2011)

2.2.6 Método dos 5S

O método dos 5S é um programa estruturado para, sistematicamente, alcançar “organização, limpeza e normalização do trabalho”, contribuindo para a produtividade, reduzir o desperdício e aumentar a segurança (Dimitrescu *et al.*, 2019).

O ciclo dos 5S segue o princípio PDCA já referido anteriormente. As regras do princípio em consideração são transversais, na medida em que não se referem a uma atividade ou método. O início dos procedimentos relacionados começa, em primeiro lugar, definindo o estado inicial dos trabalhos e medindo a lacuna em relação aos objetivos. Assim, o esforço será medido, mas também para onde vai levar, se o estado for claramente visível (gestão visual). A visibilidade é um verdadeiro fio condutor na aplicação dos 5S (Dimitrescu *et al.*, 2019).

Partindo da afirmação que “perdas são potenciais benefícios”, qualquer eliminação de uma perda é um ganho. Contudo, é importante realçar que não existe uma real melhoria na produtividade ou qualidade se o desperdício persistir. Ou seja, o método dos 5S é um termo genérico para a eliminação do desperdício (Dimitrescu *et al.*, 2019).

Frequentemente, o método dos 5S é mal interpretado, somente como uma atividade de limpeza; contudo, a limpeza é muito importante. Este método está relacionado com a organização no espaço de trabalho, sendo uma entrada de acesso para iniciar a filosofia *Lean* na empresa, envolvendo os colaboradores no desenvolvimento e uso das normas e práticas a utilizar (Dimitrescu *et al.*, 2019).

Os 5S são as cinco primeiras letras de cinco termos japoneses, *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*, que são, respetivamente, Senso da organização, Senso de arrumação, Senso da limpeza, Senso de normalização e Senso de autodisciplina (Dimitrescu *et al.*, 2019).



Figura 7 - A implementação do método dos 5S (Cristina Veres *et al.*, 2017).

Seiri

O lema desta primeira regra é “escolher e manter o material necessário no local de trabalho e descartar o resto”. A acumulação de objetos não favorece a limpeza e a

eficiência do trabalho. A arrumação do material que é dispensável leva à eliminação do material ou ferramentas inutilizadas no local de trabalho (Dimitrescu *et al.*, 2019).



Figura 8 - Local de trabalho onde é necessária a implementação dos 5S (A. Dimitrescu *et al.*, 2019)

Seiton

Seiton significa organizar, reduzindo o tempo de procura das ferramentas. Podemos resumir esta etapa nos pontos seguintes (Dimitrescu *et al.*, 2019):

- Disposição dos objetos úteis de forma funcional e prática;
- Ter o hábito de voltar a colocar o material usado ou ferramentas usadas no sitio correspondente, logo após a sua utilização;
- Especificar e estabelecer um sítio bem definido para todas as ferramentas;
- Aquisição ou criação de acessórios ou suportes que permitam a identificação rápida das ferramentas;
- Definir regras de arrumação.



Figura 9 - Exemplo de local de trabalho bem organizado

Seiso

Num ambiente limpo, quaisquer anomalias são detetadas mais facilmente e rapidamente. A manutenção da maquinaria, equipamentos e o ambiente de trabalho é importante para a segurança e saúde da empresa, tal como a redução de desperdício. Reduzindo as perdas de tempo causadas pelas paragens na produção e paragens para reparações, as quais podem ser evitadas, permitindo focar numa produção de alta qualidade. Após a primeira grande limpeza, deve ser uma atividade continuidade, não permitindo a regressão. Isto é possível através de várias soluções, tais como:

- Divisão do espaço de trabalho;
- Limpeza regulares do espaço de trabalho e o seu ambiente envolvente;
- Identificação e, se possível, eliminação as causas da sujidade;
- Nomear os objetivos e um sistema de avaliação do grau de cumprimento (Dimitrescu *et al.*, 2019).



Figura 10 Exemplo de um equipamento antes e após a limpeza (Dimitrescu *et al.*, 2019)

Seiketsu

Esta regra obriga os colaboradores a respeitar os primeiros 3S, sem o qual não será possível chegar à próxima etapa. As três primeiras regras são ações obrigatórias que, na maioria das vezes, são executadas sob o impulso de uma restrição hierárquica. Para manter a limpeza e eliminar as causas da desordem, as ações para isso devem tornar-se hábitos e ser natural cumprir os padrões e as normas. A normalização ajuda a combater os velhos hábitos, que são prejudiciais à produtividade (Dimitrescu *et al.*, 2019).

Este passo deve ser feito a partir da criação de tarefas padronizadas e otimizadas em etapas simples e fáceis, para cada etapa do processo. A gestão visual de processos padronizados orienta os operadores a realizar tarefas sempre da mesma forma, usando um processo claramente definido. Combina e usa de forma eficiente vários recursos, tais como tempo, tecnologia, ferramentas e materiais (Dimitrescu *et al.*, 2019).

Normalmente, é melhor formular regras e definir padrões com o envolvimento da equipa, seguindo os objetivos seguintes:

- Superar a resistência à mudança;
- Garantir a propriedade do projeto;
- Facilitar a adesão ao projeto;
- Facilitar a implementação e observação das regras estabelecidas pelos colaboradores envolvidos nas três etapas anteriores (Dimitrescu *et al.*, 2019).

Shitsuke

Para implementar os primeiros 4S, as regras devem ser monitorizadas continuamente, recuperadas e corrigidas relativamente aos desvios do padrão (Dimitrescu *et al.*, 2019).

Shitsuke significa perseguição, mas envolve também envolvimento, autoavaliação, promoção do espírito de equipa, estabelecimento de regras de conduta, implementação de boa comunicação, valorização dos resultados obtidos, etc. (Dimitrescu *et al.*, 2019).

Após uma tentativa bem-sucedida, é possível continuar a triagem, de forma a melhorar a disposição (ou limpeza) e alguns locais não considerados na primeira etapa. Essa melhoria deve levar à atualização do padrão e dos *benchmarks* a seguir (Dimitrescu *et al.*, 2019).

Manutenção, monitorização e ajustes contínuos são necessários: os processos podem ser analisados e otimizados ainda mais pela aplicação de diferentes técnicas

Lean para proporcionar economia de custos e manter altos padrões, bem como maior eficiência para melhoria contínua (Dimitrescu *et al.*, 2019).

O sucesso contínuo do método 5S depende da disciplina da equipa na utilização de documentos de auditoria e deve ser um indicador chave de desempenho, avaliado e revisto durante o trabalho (Dimitrescu *et al.*, 2019).

2.2.7 Overall Equipment Effectiveness

A ferramenta de medição OEE foi desenvolvida a partir do conceito TPM lançado por Nakajima em 1988. O objetivo do TPM é atingir zero avarias e zero defeitos relacionados com os equipamentos. A consequência da redução de quebras e defeitos é a melhoria do ritmo de produção, redução de custos, redução de *stocks* e, eventualmente, aumento da produtividade do trabalho. O conceito TPM dá muita atenção aos equipamentos de produção, uma vez que têm grande influência na qualidade, produtividade, custo, segurança e saúde e saída da produção, principalmente para processos de produção totalmente automatizados (Pintelon & Muchiri, 2008).

O OEE é definido como uma medida do desempenho total do equipamento. Ou seja, o grau com que o equipamento está a fazer o que deve. É uma ferramenta de análise de três partes para o desempenho do equipamento, com base na sua disponibilidade, desempenho e taxa de qualidade da saída. É usado para identificar num equipamento as perdas relacionadas com o objetivo de melhorar o desempenho e a fiabilidade do ativo total; categoriza as principais perdas ou razões para o baixo desempenho e, portanto, fornece a base para definir as prioridades das melhorias e para iniciar a análise da causa raiz. Pode apontar para a capacidade oculta num processo de fabricação e levar a um fluxo equilibrado. O OEE é usado para procurar e definir melhorias ou declínio na eficácia do equipamento ao longo de um período de tempo (Pintelon & Muchiri, 2008).

As três medidas (taxa de disponibilidade, taxa de performance e taxa de qualidade) utilizadas no OEE indicam o grau de conformidade com os requisitos de saída.

Existem seis grandes perdas, de acordo com Nakajima (1988):

1. Perdas por avarias, categorizadas como perdas de tempo e perdas de quantidade, causadas por falha ou avaria do equipamento;
2. Perdas de configuração e ajuste, que ocorrem quando a produção muda a produção de um produto para outro;
3. Perdas inerentes à ocorrência de pequenas paragens na produção ou de tempo ocioso, resultantes de funcionamentos defeituosos dos equipamentos;
4. Perdas relacionadas com a reduzida velocidade de produção, a qual é dada pela diferença entre a velocidade atual e a velocidade ideal de um equipamento;

5. Perdas de baixo rendimento, que ocorrem maioritariamente no início do funcionamento dos equipamentos, devido à necessidade de estabilização inicial;
6. Perdas de qualidade, englobando produtos inconformes e produtos que necessitem de retrabalho, que surgem devido a funcionamento defeituoso dos equipamentos.

Segundo Pintelon & Muchiri (2008), as seis grandes perdas são medidas pelo OEE, que é função da Disponibilidade (D), Performance (P) e índice de Qualidade (Q) – Fórmula (1):

$$OEE = D * P * Q \quad (1)$$

Onde:

$$Disponibilidade = \frac{Tempo\ de\ Operação\ (hrs)}{Tempo\ de\ Produção\ Planeado(hrs)} \quad (2)$$

$$Performance = \frac{Total\ de\ unidades * Tempo\ de\ ciclo\ teórico\ (hrs)}{Tempo\ de\ Operação\ (hrs)} \quad (3)$$

$$Qualidade = \frac{Total\ de\ unidades - Total\ de\ unidades\ rejeitadas}{Total\ de\ unidades} \quad (4)$$

O indicador OEE é uma ferramenta muito importante para acompanhar o desempenho das linhas de produção. Com ele é possível perceber tendências, detetar quais as linhas que estão a trabalhar abaixo dos objetivos e agir mais rapidamente para evitar quebras.

A simplicidade da sua fórmula de cálculo levou à sua rápida adoção pela indústria, sendo, hoje em dia, uma métrica universal e comum no chão de fábrica.

No entanto, é necessária alguma sensibilidade e cuidado ao definir premissas internas, para não viciar a fórmula, garantindo resultados que reflitam a realidade.

3 DESENVOLVIMENTO DO ESTÁGIO

3.1 Apresentação da empresa

A Poço – Equipamentos Industriais, S.A. é uma empresa cuja atividade principal centra-se na metalomecânica geral, tendo vindo a especializar-se em projetos industriais de grande envergadura e complexidade.

Constituída em 1991 na Marinha Grande, tem vindo a crescer, tendo mudado de instalações, designadamente em 2014, para a Zona Industrial da Cova das Faias, em Leiria.

A empresa é, desde 2015, certificada pelas NP EN ISO 14001:2012 (Sistema de Gestão Ambiental) e OHSAS 18001 (Segurança e Saúde no Trabalho).

A Poço tem como visão ser reconhecida como referência mundial em estruturas metálicas, equipamentos industriais, soluções completas “chave-na-mão” e, em soluções integradas de desenvolvimento socioeconómico em parques industriais com o lema “a fábrica das fábricas”. A sua missão passa por construir com base na experiência acumulada, na inovação tecnológica e na criatividade da melhor solução para satisfazer o cliente, criando valor económico, social e ambiental.

Em termos de organização interna, a empresa divide-se em duas áreas principais: Estruturas Metálicas e Equipamentos Industriais (Periplast) – Figura 11 - prestando ainda serviços de arquitetura e engenharias várias no desenvolvimento de soluções “chave na mão”, de acordo com as especificações dos seus clientes. Este tipo de projetos pode ir de projetos simples, tais como a movimentação de cargas, aos mais complexos, tais como a conceção integral de fábricas, isto é, estrutura e equipamentos.



Figura 11 - Símbolo Poço e Periplast

A Periplast é especialista na área de extrusão plástica, implementando soluções de acordo com os mais modernos *standards* da Indústria 4.0, alimentação e pesagem, manuseio e serviço de material a granel, trazendo uma riqueza de *know-how* e experiência ao mercado da indústria do plástico; os clientes beneficiam do facto da Periplast estar integralmente ligada, em rede, para lhes oferecer o suporte máximo no projeto, fabricação e implementação dos melhores sistemas. Além das aplicações em larga escala, uma estreita colaboração com os clientes impulsionou o desenvolvimento contínuo de sistemas e componentes; fabricam linhas completas, produtos para tubos / perfis / filmes e desenvolvimentos de produtos inteligentes para indústrias.

3.2 Apresentação do problema para o caso de estudo

Em resultado do grande crescimento da Poço, que motivou a construção de um novo edifício sede, a sua estrutura de recursos humanos e o número de departamentos na empresa cresceram também, tendo motivado novos arranjos a nível organizacional. Por outro lado, a reorganização do *layout* produtivo e a incorporação de novas unidades de negócio motivaram a implementação de novos métodos de gestão e organização do espaço produtivo.

Após a gestão da Poço ter mostrado abertura para acolher nas suas instalações a implementação de um projeto *Lean*, foram realizadas algumas reuniões nas quais se identificaram os principais constrangimentos e as áreas prioritárias de intervenção.

Como principais preocupações da gestão foram identificadas a desorganização e falta de método de trabalho na área dos equipamentos industriais de plásticos. Por outro lado, a empresa depara-se também com dificuldades, em não só garantir a rastreabilidade dos produtos, como também os identificar e localizar dentro das próprias instalações, antes de cada obra estar concluída para expedição.

Assim sendo, foram definidas como áreas prioritárias de intervenção para o desenvolvimento do projeto *Lean*, a zona de montagem de equipamentos na nave 3, pertencente à Periplast e a zona de armazém onde são recebidas todas as encomendas para a montagem dos mesmos, tal como a ligação entre os dois setores.

Para se alcançarem estes objetivos, após reunir com a gestão, foram decididos três projetos:

1. Implementação do método dos 5S;
2. Criar novo Layout da nave 3;
3. Criar novo sistema de transporte de materiais entre o armazém e a nave 3.

3.3 Implementação do método 5S

A aplicação do método 5S foi efetuada na montagem de equipamentos industriais plásticos, na nave 3. Esta é a zona em que todas as máquinas são montadas e

testadas, sendo a última etapa antes da expedição dos equipamentos. Esta é uma área que temos de considerar a não uniformidade do trabalho, pois todas as máquinas têm as suas especificidades.

Após o levantamento de problemas com os mecânicos e eletricitas que pertencem a este departamento, e a uma análise cuidada da situação corrente na empresa, revelou-se que não existia qualquer tipo de planeamento ou organização. As peças das máquinas eram sistematicamente espalhadas em paletes pelo chão de fábrica, reduzindo drasticamente o espaço de trabalho. Não existia qualquer local de armazenagem de peças para equipamentos que ainda não estavam prontos para montagem o que provocava, frequentemente, a perda das mesmas dentro das instalações da empresa. A situação inicial pode ser observada nas Figuras 12-13.

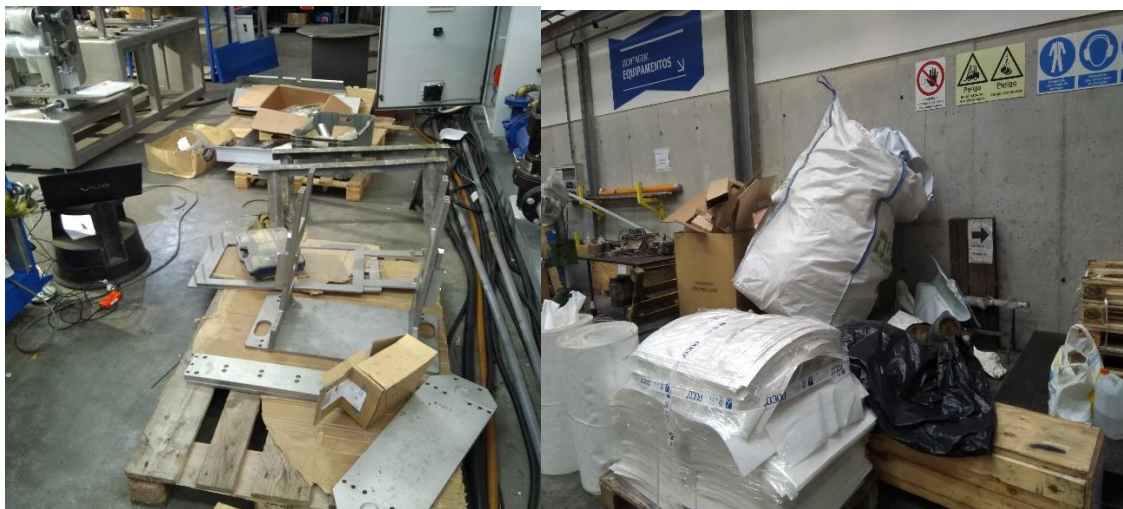


Figura 12 - Situação inicial nave 3

Após algumas reuniões com o diretor de produção e o engenheiro de produção do departamento de equipamentos industriais, agendou-se uma formação para todos os colaboradores desta área da fábrica de maneira a consciencializar sobre as melhorias que este método traria, quer para a administração quer para os próprios colaboradores. Com isso, também foram avaliadas todas as sugestões dadas pelos colaboradores, de maneira a criar o bem-estar para todos os intervenientes.

Primeiramente, foi realizada a identificação de todo o material que não era indispensável para a realização das obras que os mecânicos estavam atualmente a trabalhar. Colocaram-se autocolantes vermelhos em todo o material e ferramentas que seriam depois direcionadas para o lixo ou para armazém.



Figura 13 - Identificação do material a retirar

Reparou-se que existia uma enorme quantidade de materiais que sobraram ou com defeitos de antigas obras que ainda estavam no chão de fábrica. Outro problema recorrente era o amontoar de obras no espaço de trabalho, devido ao mau planeamento de obras por parte da Direção.

Foram retirados os materiais das estantes e reorganizados de maneira a ser mais fácil a sua identificação para as respetivas obras e a criar-se uma norma de armazenamento das mesmas, como se pode verificar nas Figuras 14-15.

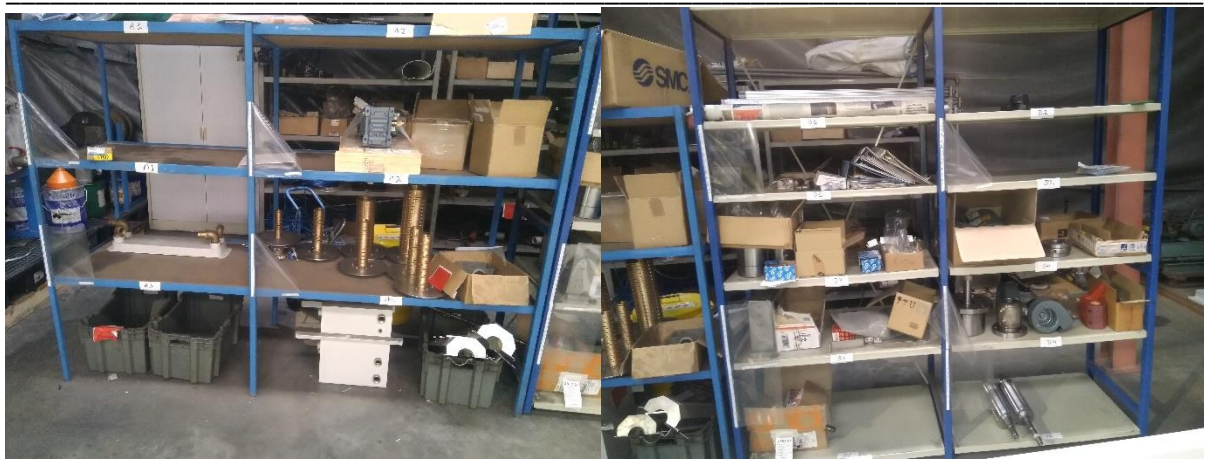


Figura 14 - Estantes nave 3 situação final

[illegible]

Figura 15 - Lista de Materiais da Estante

Contudo, a Direção foi um dos maiores obstáculos para a realização desta etapa, pois, apesar de alguns dos membros serem a favor da mudança, outros não permitiam a remoção de materiais do chão de fábrica ou a paragem nas montagens para reorganizar e limpar a área, o que se tornou um grande entrave para a realização deste método ser bem-sucedida.

3.4 Implementação/Criação de novo *Layout*

Um dos grandes problemas na nave 3 foi a falta de espaço; por este motivo, a otimização de espaço deve ser máxima. Devido ao elevado número de obras ativas

no mesmo momento no chão de fábrica torna-se necessária uma divisão rigorosa dos espaços de trabalho e uma fluidez na passagem para cada etapa de montagem.

Face ao exposto, foi este dividido em três estações de trabalho para os mecânicos e uma zona específica para a eletrificação das máquinas, de maneira a separar o trabalho dos eletricistas, dos mecânicos. Foram delineados dois corredores para linhas completas de produção, desde a extrusão ao corte, onde são realizados os testes de qualidade das linhas; o *layout* final pode ser observado na Figura 16.

Uma das vantagens da nave 3 é a facilidade para a movimentação de cargas através da ponte rolante, o que nos permite mudar as máquinas de estação sem qualquer tipo de problema.

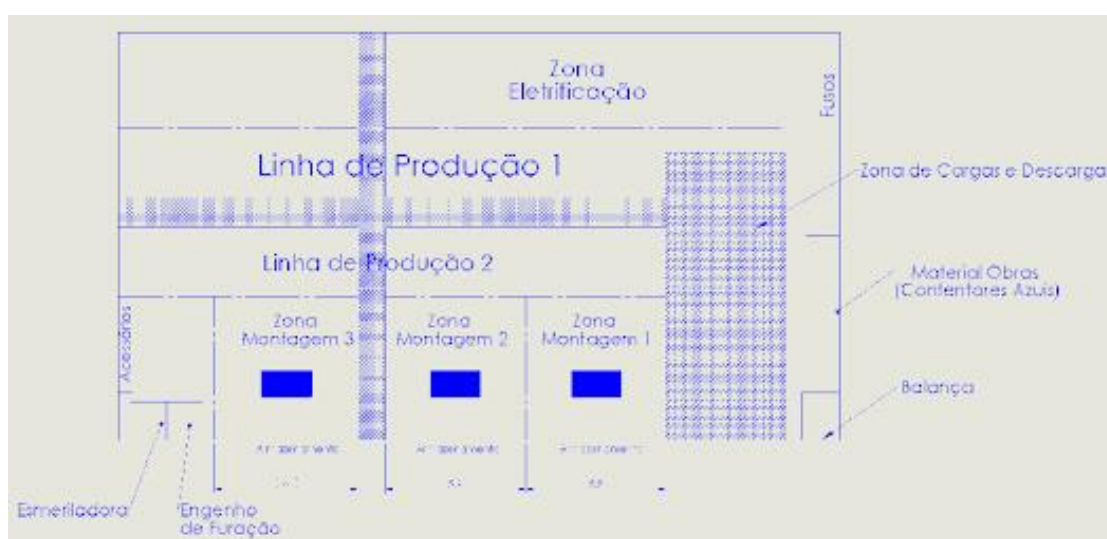


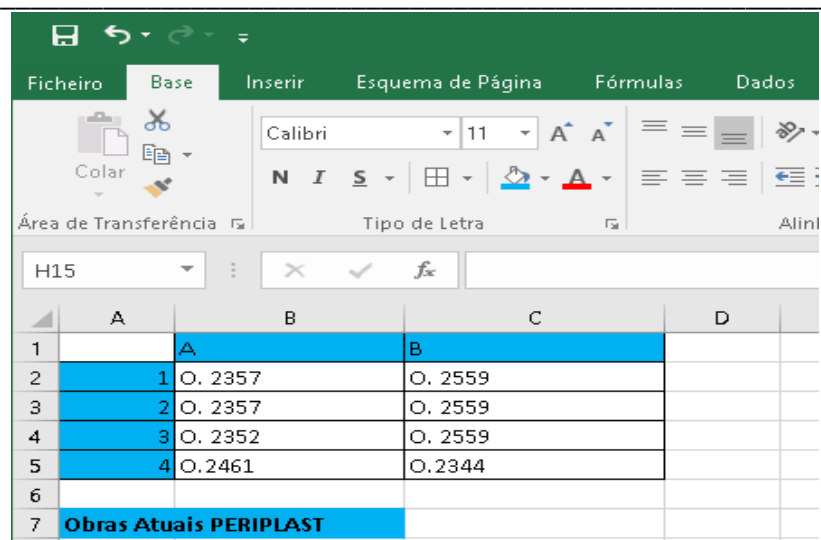
Figura 16 - Layout final da nave 3

3.5 Implementação novo sistema de transporte armazém/nave 3

Um problema que acontecia constantemente era a falta de comunicação entre o armazém e a nave 3. Devido a esse fator, muitas encomendas acabavam no local errado, levando a que se despendesse muito tempo à procura de peças e acessórios das máquinas que estavam a ser montadas.

De maneira a resolver este problema, a Direção pediu para elaborar um sistema em que o armazém soubesse exatamente o material que deveria ser enviado para a nave 3 e o material para ficar armazenado até ser necessário para a obra na nave 3.

Surgiu a ideia de criar um ficheiro Excel inserido no SGI (Sistema Geral de Informação) da empresa com acesso ao gestor do armazém e ao gestor da nave 3. Este ficheiro tem um esquema de estantes, em que cada prateleira tem um código e uma correspondente obra que esteja em processo (Figura 17).



	A	B	C	D
1		A	B	
2	1	O. 2357	O. 2559	
3	2	O. 2357	O. 2559	
4	3	O. 2352	O. 2559	
5	4	O.2461	O.2344	
6				
7		Obras Atuais PERIPLAST		

Figura 17 - Tabela obras em construção

Com isto, o gestor de obras da Periplast atualiza o ficheiro Excel, pelo que o armazém sabe as obras que estão a ser montadas e quais os materiais e acessórios que devem ser encaminhados para a zona de montagem (Figura 18).





Figura 18 - Estantes com código para sistema de armazenamento

O armazém, para conhecer o material correspondente a cada obra, basta pôr o número da requisição do material que tinha chegado e, imediatamente, imprime o talão com o material respetivo e o seu número de obra, tal como mostra a Figura 19.

Recepção de compras

Sub-obra

2461.06

Periplast - Equipamentos Industriais

Encomenda nº 48142 / requisição nº 23577
 Fornecedor: Metalomecânica Vitor Monteiro, Lda
 Pedido por: Fernando Oliveira

Descrição da sub-obra
 PERIPLAST _OB2337,06 :- Co-extrusora Ø3

Material recebido

1 - B25697B S235JR+AR
1 - B25698B-2 S275JR+AR
1 - B25698B-1 S235JR+AR
2 - B25699B-3 S275JR+AR
2 - B25699B-1 S275JR+AR

Material em falta
 já foram recebidos todos os materiais

documento de entrega do material
 FT 162/2020

Figura 19 Talão de material

4 CONCLUSÕES

O crescimento bastante rápido por parte da Poço S.A. contribuiu para alguma desestabilização a nível organizacional, já há alguns anos. Após a fase inicial de diagnóstico foi possível concluir que um dos problemas que mais afeta o bom funcionamento da empresa é a falta de comunicação, entre e dentro de cada departamento, bem como a falta de rotinas de recolha e a partilha de informação.

Apesar da Poço/Periplast ser uma empresa certificada pelas normas ISO 9001:2015 e EN 1090, não estão totalmente implementados os mecanismos e rotinas de operação que permitem um efetivo controlo de qualidade do processo e do produto, não havendo ainda uma compilação de dados de operação ou criação de histórico de análise. Estas duas lacunas identificadas dificultam o trabalho da gestão, não só do processo como da empresa, ao inviabilizarem a análise de qualquer tipo de indicadores de desempenho ou qualidade. Tendo sido identificadas estas limitações, as soluções propostas visaram a colmatação destas falhas e criar uma base de trabalho para sustentar melhores práticas de operação e para permitir uma melhoria contínua sustentada em dados objetivos e quantificáveis.

As soluções propostas foram bem acolhidas pela maior parte dos colaboradores; no entanto, levaram algum tempo a ser implementadas e a gerar resultados, não só devido ao curto período de implementação do projeto, mas também devido às novas condições de trabalho por causa da COVID-19 e à falta de uniformidade característica da área de negócio. O processo produtivo é bastante instável, oscilando o volume de trabalho e as próprias etapas produtivas em função do tipo de produtos em produção.

Como já foi referido neste trabalho, os resultados não foram os pretendidos, devido às causas referidas acima, mas também ao pouco comprometimento da Direção da empresa com as medidas implementadas, sendo tratadas como terceiro plano. O sistema de armazenamento de acessórios e materiais foi o que resultou na totalidade, devido ao comprometimento dos responsáveis de armazém e da nave 3, e ainda dos seus colaboradores.

Como proposta de trabalho futuro sugere-se a continuação da implementação de 5S nos variados departamentos e a criação de uma equipa de trabalho para esta ferramenta, experiente e qualificada. Foi ainda sugerido que se efetuasse a manutenção preventiva dos equipamentos e a normalização do trabalho com os mesmos, devido às recorrentes paragens por avaria, muitas vezes devido ao mau uso dos equipamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berna Ulutas (2011). *Na application of SMED Methodology*. International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering Vol:5, No:7.
- C. Ziegler, R. M. Ueda, A. M. Souza, L. C. Rosa (2020). *Identificação de Perdas por Meio do Sistema Toyota de Produção: Um Estudo de Caso em um Apiário*. Rev. FSA, Teresina, v. 17, n. 1, art. 10, p. 195-216, jan. 2020
- Cristina Veres, Liviu Marian, Sorina Moica e Karam Al-Akel (2017). *Case study concerning 5S method impact in na automotive company*. 11th International Conference Interdisciplinarity in Engineering, INTER-ENG 2017, 5-6 Outubro 2017, Tirgu-Mures, Romania
- Curado, A. G. & Abreu, A. (2019). *Application of lean methodologies in the reduction of setup times in the pharmaceutical industry*. Millenium, 2(8), 37-52.
- Dimitrescu, C. Babiş, E. Niculae, O. Chivu e L. Dascălu (2019). *Impact on quality of production using 5S method*. Journal of Research and Innovation for Sustainable Society, Vol 1, Issue 1, p. 81-86.
- Doanh Do (2017). *The Five Principles of Lean*. Obtido a 27 de Agosto de 2020 de <https://theleanway.net/The-Five-Principles-of-Lean>
- Emad Abdalla Atwa Ibrahim (2014). *Implementation of Lean Tools and Techniques to the Production Operational Process at INS Plant*.
- Liliane M-y A Pintelon, Peter Nganga Muchiri (2008). *Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): Literature review and practical application discussion*. International Journal of Production Research, Taylor & Francis, 46 (13), pp.3517-3535.
- Manjunath M., Dr. Shiva Prasad H. C., Keerthesh Kumar K. S., Deepa Puthran (2014). *Value Stream Mapping: A Lean Tool*. The International Journal Of Business & Management, Vol 2, Issue 4, p. 100-104
- Marshall Hargrave (2019). *PDCA Cycle*. Obtido a 18 de Setembro de 2020 de <https://www.investopedia.com/terms/p/pdca-cycle.asp>
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean - A filosofia das organizações vencedoras* (6th ed.).
- Rajat B. Wakode, Laukik P. Raut e Pravin Talmale (2015). *Overview on Kanban Methodology and its Implementation*. IJSRD - International Journal for Scientific Research & Development, Vol. 3, Issue 02.
- Thangarajoo Y, Smith A (2015). *Lean Thinking: An Overview*. Industrial Engineering and Management, 4: 159.

5 ANEXOS

5.1 Anexo 1

Apresentação da formação dos 5S



Método 5S

UMA FERRAMENTA LEAN

O que é o método dos 5S?

- ▶ É uma ferramenta que consiste em 5 passos distintos, proveniente das cinco iniciais de palavras japonesas: Seiri, Seiton, Seison, Seiketsu e Shitsuke (Organização, Arrumação, Limpeza, Normalização e Autodisciplina)



Objetivos dos 5S's

- ▶ *Produtividade;*
- ▶ *Segurança;*
- ▶ *Redução dos desperdícios;*
- ▶ *Compromisso do trabalhador.*

Benefícios dos 5'S

- ▶ *Aumentar a eficiência organizacional;*
- ▶ *Reduzir o desperdício em todas as formas;*
- ▶ *Diminuir a frustração quando o sistema não funciona;*
- ▶ *Aumentar a velocidade e qualidade da performance de trabalho;*
- ▶ *Aumentar a segurança;*
- ▶ *Criar um ambiente visual atrativo.*

Senso da Organização

- ▶ “Separar o útil do inútil.”
- ▶ Identificar todos os objetos, materiais e equipamentos existentes;
- ▶ Eliminar todos aqueles que não são necessários;
- ▶ Priorizar objetos de grande requisição e guardar em locais de fácil acesso;
- ▶ Material desnecessário é armazenado ou descartado.



Senso da Arrumação

- ▶ “Um lugar para cada coisa e cada coisa no seu lugar.”;
- ▶ O sítio para cada item deve ser etiquetado e marcado claramente;
- ▶ As ferramentas devem estar disponibilizadas de maneira a promover uma eficiente fluidez de trabalho, estando o equipamento de maior uso onde é mais acessível.



Senso da Limpeza

- ▶ “Limpar o local de trabalho e verificar se existem oportunidades para melhorar.”;
- ▶ No fim de cada turno, limpar a área de trabalho e certificar que está tudo no seu devido lugar;
- ▶ Manter a limpeza deve fazer parte da rotina diária e não um evento ocasional.



Senso da Normalização

- ▶ “Garantir que não se faz o que sempre foi feito.”;
- ▶ Todas as estações de trabalho para um trabalho em particular devem ser idênticas;
- ▶ Todos os funcionários devem saber exatamente as suas responsabilidades para executarem devidamente os primeiros três “S’s”;
- ▶ Deverão existir normas e princípios aplicáveis a cada situação.



Senso da Autodisciplina

- ▶ “Ter os outros S's como parte do quotidiano para manter a melhoria.”;
- ▶ Manutenção e revisão das normas aplicadas;
- ▶ Manter o foco neste novo caminho e não permitir voltar aos velhos hábitos;
- ▶ Apontar os pontos a melhorar de forma a alcançar o melhor funcionamento possível.



Conclusão

- ▶ Os 5S's são uma prática reconhecida usada, primeiramente pelos japoneses, de forma a melhorar o ambiente de trabalho;
- ▶ É fundamental para a qualidade e produtividade de trabalho numa empresa;
- ▶ Este método ajuda todos os envolvidos na organização para ter uma vida laborar melhor.



Método 5S

UMA FERRAMENTA LEAN