



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Diogo Rodrigues de Carvalho Marques
da Silva

**MELHORIA CONTÍNUA NA INDÚSTRIA
DO METAL DURO: IMPLEMENTAÇÃO
SIMBIÓTICA DE FERRAMENTAS *LEAN***

Dissertação no âmbito do Mestrado em Engenharia e
Gestão Industrial orientada pelo Professor Doutor
Samuel de Oliveira Moniz e apresentada ao
Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade
de Coimbra.

Outubro de 2020

• U



C •

FCTUC

FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Melhoria contínua na indústria do metal duro: Implementação simbiótica de ferramentas *Lean*

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Continuous improvement in hard metal industry: Symbiotic implementation of lean tools

Autor

Diogo Rodrigues de Carvalho Marques da Silva

Orientador

Professor Doutor Samuel de Oliveira Moniz

Júri

Presidente	Professora Doutora Aldora Gabriela Gomes Fernandes Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra Professora Catarina Moreira Marques Investigadora afiliada INESC TEC
Vogais	Professor Doutor Samuel de Oliveira Moniz Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra
Orientador	Professor Doutor Samuel de Oliveira Moniz Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional



Durit – Metalurgia Portuguesa do Tungsténio, LDA

Coimbra, Outubro, 2020

“Keep your face always towards the sunshine and shadows will fall behind
you.”

Walt Whitman

A todos que acreditam em mim.

Agradecimentos

Nesta etapa final da minha vida enquanto estudante, não posso esquecer quem caminhou comigo lado a lado.

Em primeiro lugar, agradecer à minha família. Sempre vos considerei a minha maior sorte e todas as minhas conquistas também foram, são e serão vossas.

A amizade é das coisas mais belas da vida. Assim sendo, aos meus amigos, um muito obrigado por todos os risos, histórias e aventuras que levarei para sempre. O vosso ouvido e conselho na altura certa foi fulcral para ultrapassar muitos obstáculos da minha vida.

Ao meu orientador, Professor Samuel Moniz, o meu eterno agradecimento por todas as palavras e conselhos dados sobre como abordar o trabalho. A maneira prática e simples como os transmitiu fez com que nunca perdesse o foco e rumo.

Obrigado a todos os meus professores que, de uma maneira ou de outra, irão fazer para sempre parte da minha vida. Todos os ensinamentos e sabedoria que tive oportunidade de recolher de vós no passado serão sempre a base para o meu futuro, no qual me lanço hoje.

Um grande agradecimento ao engenheiro Manuel Valente e Dr. Flausino Silva, pela oportunidade enorme que é poder realizar o meu estágio de fim de curso numa tão prestigiada empresa como é a Durit. Obrigado, também, a todos os colaboradores pela calorosa receção, adaptação e disponibilidade imediata para me auxiliar.

Aos meus orientadores da empresa, engenheiro Pedro Ferro e engenheira Teresa Tavares, ficarei sempre agradecido pelo incansável apoio neste meu projeto. Obrigado por todas as palavras, sugestões e constantes incentivos.

À minha namorada, por ser a minha maior motivação. Espero um dia agradecer-te o suficiente.

Obrigado a todos que desempenham ou desempenharam um papel para que estivesse aqui hoje.

Resumo

A evolução da procura e ambição das empresas em manterem-se competitivas no mercado fez com que a filosofia *lean* e a aposta em ferramentas de melhoria contínua fossem cada vez mais aplicadas em contexto industrial.

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma proposta de um modelo que una ferramentas *lean* para diminuir ou eliminar as ineficiências produtivas de uma célula de produção na Durit – Metal Duro.

Sustentado por um capítulo de enquadramento teórico onde se expõe as principais ideias da filosofia *lean* e respetivo uso das suas ferramentas, esta dissertação revela as principais vantagens das ferramentas *lean* e benefícios.

Para identificar corretamente os problemas e poder analisar as soluções de forma adequada, foi necessário o uso de algumas metodologias. Inicialmente, aplicou-se uma análise ABC para poder concentrar o estudo em produtos relevantes. De seguida, efetuou-se um *Gemba Walk*, onde, durante um período de tempo, se observou toda a comunicação e processos existentes na célula. Daqui, foram identificados os principais problemas de eficiência produtiva. De seguida, realizaram-se sessões de *brainstorming* para debater ideias e possíveis soluções *lean* a aplicar.

Finalmente, colocou-se as soluções provenientes do *brainstorming* em prática e propôs-se um modelo para implementar na célula de várias ferramentas *lean*, sendo elas o SMED, *Visual Management* e o 5S, que funcionavam quase por simbiose.

Este modelo, quando implementado na totalidade, poderá trazer melhorias significativas em termos de tempo produtivo, de comunicação no espaço de trabalho e ser um exemplo de modelo *lean* para implementar noutras células.

Palavras-chave: Melhoria contínua, Filosofia *lean*, *lean* 5S, SMED, Gestão visual

Abstract

The evolution of demand and the ambition of companies in sustaining their market competitiveness has made that investment on lean philosophy and tools of continuous improvement was growing increasingly more in industries.

The main objective of this work is to develop a proposition of a model that uses a union of lean tools to reduce or eliminate productive inefficiencies of a workcell in Durit – Metal Duro.

Based on a chapter of theoretical framework where the main ideas of lean philosophy and the use of its tools are exposed, this dissertation reveals the main advantages and benefits of lean tools.

To correctly identify the problems and analyse adequately the solutions it was necessary the use of some methodologies. At first, it was used an ABC analysis to be able to focus the study on relevant products. Then, a Gemba Walk was made for a period of time where all the existing processes and communication in the workcell were observed. From here, all the problems of productive efficiency were identified. The study was then moved to brainstorming sessions where ideas and possible solutions to apply were discussed.

Finally, all the solutions that brainstorming provided were put to practice and a model was proposed for implementation where there were various lean tools such as SMED, Visual Management and 5S would work symbiotically.

This model, when implemented totally, will be able to bring significant improvement in terms of productive time, workplace communication and be able to set an example for lean implementation on other workcells.

Keywords: Continuous improvement, Lean thinking, Lean 5S, SMED, Visual management

Índice

Índice de Figuras	xiii
Índice de Tabelas	xv
Simbologia e Siglas	xvii
Siglas	xvii
1. INTRODUÇÃO	1
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	3
2.1. Filosofia <i>lean</i>	3
2.2. SMED – <i>Single minute exchange of dies</i>	7
2.3. <i>Visual Management</i>	9
2.4. <i>Lean 5S</i>	11
3. ESTUDO DE CASO	15
3.1. Apresentação da empresa	15
3.1.1. História e atualidade da Durit	16
3.1.2. Produtos e processos produtivos	18
3.2. Descrição do problema	20
3.2.1. <i>Layout</i> atual	22
4. METODOLOGIA	27
4.1. Análise ABC	27
4.2. <i>Gemba Walk</i>	31
4.3. <i>Brainstorming</i>	34
5. PROPOSTAS DE FERRAMENTAS <i>LEAN</i> A USAR	37
5.1. Ordem de trabalhos	37
5.2. Proposta de implementação de SMED	39
5.3. Troca de informação e gestão visual	44
5.4. Proposta de implementação de <i>Lean 5S</i>	45
5.4.1. <i>5S - Sort</i>	46
5.4.2. <i>5S - Set in order</i>	47
5.4.3. <i>5S - Shine</i>	48
5.4.4. <i>5S - Standardize</i>	49
5.4.5. <i>5S - Sustain</i>	49
5.4.6. <i>5S – Medidas a implementar</i>	50
5.5. Proposta à alteração do espaço de trabalho	51
5.6. Dificuldades previstas	53
5.7. Melhorias previstas	53
6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXO A	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Benefícios típicos do <i>lean</i> (Melton, 2005)	7
Figura 2. Estágios e conceitos práticos do SMED (Ulutas, 2011)	9
Figura 3. Distribuição das instalações nacionais e internacionais da Durit.....	17
Figura 4. Peça de estampagem em bruto (Fonte: Durit)	18
Figura 5. Esfera de válvula (Fonte: Durit).....	19
Figura 6. Disco de válvula (Fonte: Durit).....	19
Figura 7. Esquema do processo produtivo da Durit	20
Figura 8. Mandril flutuante (Fonte: Durit)	21
Figura 9. Punção perfilado (Fonte: Durit)	21
Figura 10. Mesa de trabalho da célula	23
Figura 11. Móvel de entrada e saída de material na célula.....	23
Figura 12. Móvel de gaveta da célula	24
Figura 13. Layout atual da célula de trabalho	24
Figura 14. Fluxo de trabalho da célula	25
Figura 15. Célula de trabalho	26
Figura 16. Célula de trabalho (Outro ângulo).....	26
Figura 17. Análise ABC dos produtos da célula produzidos entre Fevereiro e Maio	30
Figura 18. Representação de um separador de OF's a implementar (Fonte: Fnac)	38
Figura 19. Fluxograma modelo para a <i>checklist</i> a implementar	42
Figura 20. Representação de exemplo de quadros magnéticos a implementar (Fonte: 360imprimir)	45
Figura 21. Exemplo de <i>pegboard</i> proposto para implementação (Fonte: HomeDepot)	48
Figura 22. Pegboard IKEA (Fonte: Ikea)	48
Figura 23. Nova disposição do espaço de trabalho	52
Figura 24. Novo espaço de trabalho	52
Figura 25. Exemplo de formulário de auditoria 5S.	61

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Ações a tomar para os processos de valor acrescentado e desperdício (Adaptado de Helmold, 2020)	4
Tabela 2. Problemas e soluções discutidas nas sessões de brainstorming.....	35
Tabela 3. Ideias descartadas pelo brainstorming	36
Tabela 4. Diferenciação do <i>Setup</i> em externo e interno	39
Tabela 5. Operações de <i>setup</i> e tempo médio	40
Tabela 6. Cenários de <i>Setup</i> pré-SMED	41
Tabela 7. Etapas de setup interno possíveis de transformar em setup externo.....	42
Tabela 8. Cenários de tempo de <i>Setup</i> interno pós-SMED	43
Tabela 9. Medidas de implementação do 5S	50

SIMBOLOGIA E SIGLAS

Siglas

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

IoT – *Internet of Things*

JIT – *Just-in-time*

MTO – *Make-to-order*

OF – *Ordem de fabrico*

SMED – *Single minute exchange of dies*

VM – *Visual Management*

1. INTRODUÇÃO

No decorrer deste início de século, a indústria e os mercados em geral têm sido surpreendidos frequentemente pelos firmes e sucessivos avanços tecnológicos que incentivam e agitam a competição, levando a uma procura constante de soluções que permitam às empresas atribuir valor aos seus processos e, conseqüentemente, gerar mais valor no produto que entregam ao cliente.

Face a este *boom* tecnológico, começaram a decrescer as margens de lucro das empresas. O investimento em novas máquinas e novas tecnologias era elevado e, portanto, muitas empresas dedicaram esforços à redução de desperdício como maneira de se manterem competitivas. Estes esforços tornaram-se fulcrais para a sobrevivência das empresas (J. Pettersen, 2009). A redução de desperdício foi algo introduzido como missão primária da filosofia Lean (Womack e Jones, 1996). A filosofia *Lean* tornou-se relevante na indústria japonesa, nomeadamente na Toyota. O *Lean* traduzia-se numa quantidade de ferramentas que auxiliam os colaboradores a reduzir o desperdício presente na cadeia de transformação do produto.

A Durit – Metal Duro é uma empresa sediada na zona industrial de Albergaria-a-Velha que produz e trabalha metal duro, vendendo as mais variadas peças e componentes compostas por este material. Numa fase em que se encontra em expansão e em construção de um novo pavilhão, a empresa procura otimizar e criar novas políticas de gestão visual. O problema desta dissertação irá ter lugar numa das células de produção da fábrica onde irão ser estudadas, identificadas e reduzidas as ineficiências do processo produtivo e respetivo fluxo de trabalho.

Neste sentido, esta dissertação assentará num caso prático onde vários aspetos poderão ser otimizados e, sempre com as ferramentas *Lean* como suporte e o *Lean Thinking* como mentalidade, será abordada uma metodologia assente numa literatura rica e consistente de modo a apresentar soluções possíveis e com sucesso.

Este trabalho está estruturado em 6 capítulos, em que o primeiro é referente à introdução. O capítulo seguinte será o de enquadramento teórico, onde irá ser apresentada

a base científica que irá servir para suportar toda a teoria por detrás da formulação da proposta final e que justificará as escolhas das ferramentas e metodologias utilizadas com suporte de artigos e outros elementos de conhecimento sobre este assunto.

No terceiro capítulo irá ser apresentado o caso de estudo. Será feita uma breve introdução da Durit, nomeadamente o que a empresa faz, produz e como foi crescendo desde a sua fundação. De seguida, ainda neste capítulo, será descrito o problema onde se apresentará, de maneira focada, todas as questões que a empresa colocou e para as quais necessita de resposta. Também é dado a conhecer o local onde se incide este estudo.

No quarto capítulo demonstram-se quais as metodologias adotadas para se poder analisar com rigor os problemas e a forma de os combater. São apresentadas três metodologias adotadas para poder concentrar o estudo e conseguir uma análise mais rigorosa sobre aqueles que são as principais ineficiências do processo produtivo da célula.

No quinto capítulo são apresentadas no papel as ideias que surgiram das várias metodologias apresentadas e como irão ser postas em prática. São também apresentados quais os fatores que estas ideias irão melhorar e a praticabilidade das suas implementações.

No sexto capítulo são apresentadas as impressões retiradas deste trabalho e fornecem-se também comentários acerca de trabalhos futuros que podem vir a ser feitos na empresa.

A finalidade deste projeto desenvolvido em estágio é, através de estudo e leitura sobre melhoria contínua, aplicação de ferramentas *lean* e mentalidade *Lean*, conseguir chegar a uma proposta de um novo layout com implementação das ferramentas de gestão visual necessárias para um melhor fluxo de trabalho e, por fim, conseguir não só padronizar a utilização destas ferramentas, mas também que estes processos sejam interiorizados no processo produtivo da célula. Simultaneamente, torna-se de grande importância a oportunidade de colocar em prática todo o conhecimento adquirido não só em melhoria contínua, mas sim no decorrer destes anos de aprendizagem e formação em Engenharia e Gestão Industrial e, também ainda, os conhecimentos práticos absorvidos nesta vivência, embora curta, em ambiente industrial.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

De modo a poder garantir veracidade e autenticidade a qualquer documento científico, é necessário que existam bases que o suportem.

Este capítulo irá apresentar os alicerces que sustentam o núcleo do trabalho, sob a forma de artigos, livros e outros materiais já previamente publicados.

O enquadramento teórico deste trabalho basear-se-á em explicar a teoria por trás do pensamento utilizado ao longo do estágio e da escrita deste relatório.

2.1. Filosofia *lean*

Num mundo onde a indústria compete ferozmente por acrescentar valor aos seus produtos e serviços, surge uma proposta que demonstra que talvez este acréscimo de valor não passe inteiramente por inovar tecnologicamente os seus processos produtivos. Surge no Japão, nos anos 40 do século passado, logo após uma guerra que devastara o país, uma filosofia que viria a mudar o mundo da indústria (Womack *et al.*, 1990). Esta nova ideia tinha a denominação de *Toyota Production System*, originária da empresa onde ela foi desenvolvida e, posteriormente chamada de *Lean*.

Segundo Melton (2005), este sistema de produção era fortemente influenciado pelo desejo de reduzir os desperdícios e de interiorizar que não seriam longos processos produtivos que iriam provar ser os mais eficientes, mas sim a redução ou eliminação daquelas curtas frações de tempo que iriam acrescentar o maior valor possível para o cliente. De acordo com Melton (2005), o que acontecia no Ocidente era o exato oposto. A produção em massa era baseada à volta de planeamento de recursos e de produzir elevadas quantidades de produtos padronizados com poucas variações de processo.

No geral, a filosofia da *Toyota Production System (Lean)* focava-se em identificar as fontes do desperdício e usar ferramentas eficazes para a redução do mesmo. Segundo Ohno (1988), os principais objetivos da filosofia *Lean* passam por acrescentar valor para o cliente através da otimização de recursos e criar um sistema de trabalho padronizado baseado na procura de mercado. A filosofia *Lean* procura eliminar todo o tipo de desperdício

sob a forma de investimento, tempo ou trabalho, identificando-os em todas as etapas do processo produtivo e efetuando uma revisão de modo a poder remover os processos que não acrescentam valor (Bertagnolli, 2018).

Para Helmold (2020), a filosofia *Lean* consiste na constante busca pelo valor acrescentado no produto para o cliente. Como tal, existem três conceitos chave: atividades de valor acrescentado, desperdício óbvio e desperdício escondido. Na Tabela 1, Helmold (2020) demonstra os principais objetivos para a filosofia *Lean* em relação a estes conceitos.

Tabela 1. Ações a tomar para os processos de valor acrescentado e desperdício (Adaptado de Helmold, 2020)

Categoria	Descrição	Objetivo
Processos de valor acrescentado	<ul style="list-style-type: none"> • Acrescenta valor ao produto • O cliente paga por isso • O cliente reconhece os elementos que dão valor 	Aumentar
Desperdício óbvio	<ul style="list-style-type: none"> • Não acrescenta valor ao produto • A tarefa não é necessária para a produção 	Diminuir/Eliminar
Desperdício Escondido	<ul style="list-style-type: none"> • Não acrescenta valor ao produto • A tarefa não é necessária para a produção 	Diminuir/Eliminar

Wilson (2009) diz-nos que a filosofia *Lean* define os mais importantes tipos de desperdício como:

- Sobreprodução: Produzir mais do que é necessário ou produzir produtos antes que eles sejam precisos;
- Tempo de espera: Máquinas que se encontrem paradas ou em espera porque um determinado material ou produto ainda não acabou o processo anterior;
- Transporte: Movimento de materiais, peças, produtos ou de colaboradores que não acrescentem valor ao processo;
- Sobreprocessamento: Usar máquinas ou colaboradores com competências superiores à tarefa designada;
- Stock: Todo o tipo de acumulação de materiais ou produtos que aumentem o *lead-time*.
- Defeito: Fraca qualidade nos diferentes processos de transformação que possam ter de levar ao retrabalho, reparação, reinspeção ou mesmo que o produto não possa seguir para o cliente.
- Movimento: Elevado número de movimentos que um colaborador está sujeito nas suas operações e que pode levar a um cansaço acumulado e um conseqüente declínio na qualidade do seu desempenho.

Liker (2004) menciona a existência de um oitavo desperdício que se relaciona com a não utilização das capacidades que o colaborador possui.

Ainda em comparação com o Ocidente, Womack *et al.* (1990) refere que o pensamento *Lean* é uma metodologia *pull*. Ou seja, os produtos são produzidos consoante a encomenda do cliente. Para isto, a Toyota possui a singularidade de ter equipas multi-habilitadas em todos os níveis dos seus processos produtivos o que faz com que toda a sua cadeia de produção seja um sistema capaz de produzir grandes volumes com grande grau de customização. No ocidente, o pensamento era um método *push*, ou seja, produzia-se grandes quantidades de produtos padronizados que se podiam tornar num problema se existisse uma quebra desses mesmos. Em comparação com o Ocidente, os japoneses da Toyota focam-se em atingir a perfeição em todos os seus processos enquanto que os ocidentais têm como objetivo o simples “suficiente” (Womack *et al.*, 1990).

Womack e Jones (1996) mencionam ainda que os princípios *Lean* passam por:

- Identificação de valor;
- Eliminação do desperdício;
- Geração de fluxo de valor.

Raid (2011) identifica que as características ideais dos processos da filosofia *lean* serão:

- Produção *single-piece*;
- Produção *pull* e *JIT (Just-In-Time)*;
- Tempos de ciclo curtos;
- Rápidas trocas de material e ferramentas;
- Fluxo contínuo;
- Zero defeitos;
- Colaboradores com várias competências;
- Stocks reduzidos.

Para atingir estas características e objetivos, existem várias ferramentas e técnicas chave que foram desenvolvidas e implementadas na Toyota, que são, por exemplo (Melton, 2005):

- *Kanban* – é um suporte visual que auxilia o fluxo ao esclarecer qual a ordem de processos é que o produto precisa;
- *Poke Yoke* – um método anti-erro;
- *SMED (single minute exchange of dies)* – Um método de redução de tempos de troca tanto de produto como de ferramenta/máquina;
- *5S's* – É uma técnica de organização do espaço de trabalho que vai permitir um melhor fluxo de processo enquanto melhora, também, a gestão visual do chão de fábrica.

Mesmo as indústrias que não são baseadas em processos conseguem privilegiar dos benefícios que tão bem se associam à implementação da filosofia *Lean* (Melton, 2005). Estes benefícios são:

- Diminuição dos *lead times* para os clientes;

- Redução do inventário dos fabricantes;
- Uma melhor gestão do conhecimento do processo;
- Processos mais robustos no sentido em que levará a menos erros, logo a menos retrabalho.

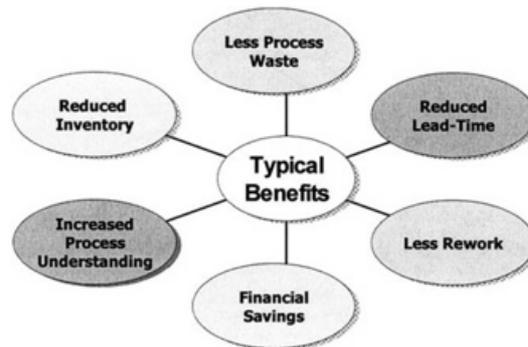


Figura 1. Benefícios típicos do *lean* (Melton, 2005)

Como a maioria das iniciativas de melhoria comportamental em empresas, o Lean possui inúmeras barreiras tanto à sua implementação como ao seu sucesso (Achanga *et al.*, 2006). As principais dificuldades à implementação Lean são (Jadhav *et al.*, 2014):

- Resistência por parte da administração;
- Falta de comunicação entre a gestão e os colaboradores;
- Falta de oferta de poder de decisão ao colaborador;
- Resistência dos colaboradores à mudança;
- Falta de persistência;
- Resistência cultural.

2.2. SMED – *Single minute exchange of dies*

Num mundo industrial onde o pensamento *Lean* está cada vez mais presente e há a ambição de servir os produtos *JIT* e oferecer a maior variedade possível ao cliente, um dos problemas a resolver é garantir que os *setups* e *changeover* ocupem o mínimo possível de tempo (Costa *et al.*, 2013).

Setup refere-se à operação completa que é necessária decorrer para que seja possível passar de produzir um certo tipo de produto para produzir um produto diferente (McIntosh *et al.*, 1996). Outro conceito extremamente importante é o tempo de troca ou *changeover*, que se refere ao tempo somado de todas as operações que decorrem entre a troca da produção de um produto para outro numa máquina ou linha de produção (Sugai *et al.*, 2007).

O SMED – *single minute exchange of dies* – foi uma técnica desenvolvida por Shigeo Shingo em 1950. Esta técnica propõe reduzir, idealmente, o tempo de todas as operações relacionadas com o *Setup* de ferramentas de uma área de produção. Shingo (2019) diz que as palavras “*single minute*” da sigla SMED não significam que estes *setups* têm de ser reduzidos a um único minuto, mas sim a menos de dez minutos.

O que faz desta técnica tão desejada pelas indústrias é, precisamente, a cada vez mais necessária produção muito diversa em pequenos lotes, onde existe uma constante necessidade de efetuar *setups* (Jebaraj Benjamin *et al.*, 2013).

O SMED é uma metodologia *Lean* que visa reduzir ou eliminar desperdícios associados às trocas de ferramenta e tempos de *setup*. Ou seja, para o SMED poder ser implementado, é imperativo que todos os processos relacionados com o *setup* e *changeover* estejam bem documentados e os seus desperdícios e ineficiências identificadas (Sousa *et al.*, 2009).

Segundo Van Goubergen e Van Landeghem (2002), existem três grandes motivos para que tempos de *setup* e *changeover* reduzidos sejam tão desejados:

- Flexibilidade – Devido a pedidos do cliente de grandes quantidades, produtos variados ou mesmo alteração na quantidade desejada, é necessário que uma empresa possua mecanismos para acelerar a alteração na produção;
- Capacidade dos *bottlenecks* – Nestes casos, qualquer minuto poupado é essencial para aumentar a capacidade da produção;
- Minimização de custos – Está diretamente relacionado com a redução de tempos mortos da máquina. Quanto menos tempo ela parar, maior é a sua produção por espaço de tempo.

Shingo (2019) defende que existem dois tipos associados ao *setup*: *setup* interno e *setup* externo. *Setup* interno consiste no número de operações que só podem ser realizadas uma vez que a máquina esteja parada. No que toca ao *setup* externo, este refere-se às operações que podem ser efetuadas enquanto a máquina está a funcionar.

Costa *et al.* (2013) diz que a implementação desta metodologia consiste em quatro estágios distintos:

1. Estágio preliminar – Analisar o *setup* interno e externo como um só;
2. Primeiro estágio – Separar *setup* interno de externo;
3. Segundo estágio – Converter o maior número de operações de *setup* interno em *setup* externo;
4. Terceiro estágio – Racionalizar o *setup* interno e externo.

Na Figura 2 é demonstrado figurativamente o percorrer destes estágios e a utilidade que o SMED representa na diminuição dos tempos de *setup* (Shingo, 2019):

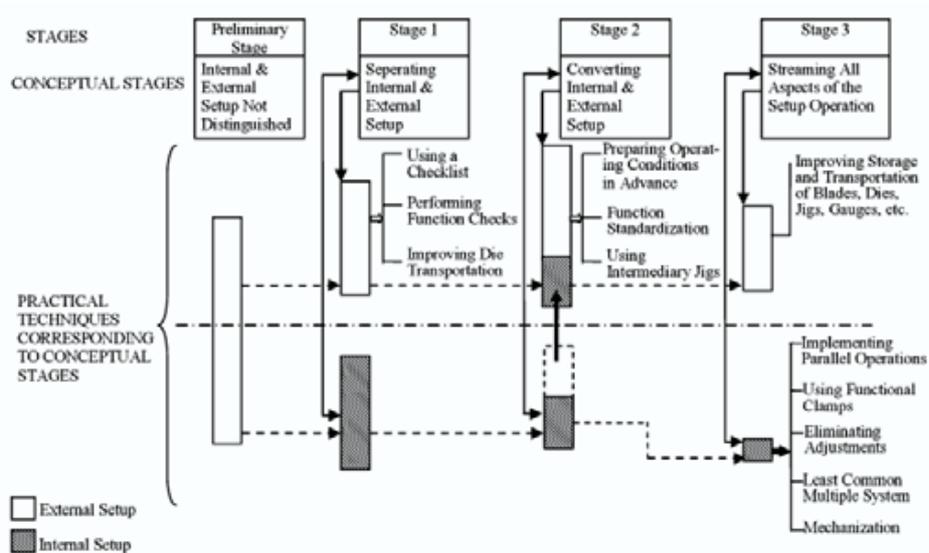


Figura 2. Estágios e conceitos práticos do SMED (Ulutas, 2011)

2.3. Visual Management

O *Visual Management* (VM ou, em português, Gestão Visual) é uma metodologia chave da filosofia *Lean* (Liker, 2004). Eaidgah *et al.* (2016) refere que o VM é a prática de visualizar informação e impor requisitos visuais para que se determinem direções em relação à produção.

Helmold (2020) diz que 83% da informação acerca dos problemas e processos provêm da observação visual, suportando, assim, que o VM representa uma parte crucial da metodologia da melhoria contínua.

O VM é posto em prática pela utilização de ferramentas específicas. Estas podem ter quatro naturezas distintas (Tezel e Aziz, 2017):

1. A ferramenta é usada para criar informação à qual o colaborador pode retirar;
2. A informação é dada pela ferramenta antes de ela ser necessária, criando assim uma prevenção de falha de informação;
3. A ferramenta fornece informação diretamente do elemento de processo, nomeadamente a interface da máquina, podendo assim o colaborador consultar informação durante o trabalho;
4. A informação é entregue pela ferramenta por forma simples e textual.

As ferramentas de VM podem, ainda, ser classificadas de quatro formas (Tezel e Aziz, 2017):

- Indicador visual – indica informação e a sua consulta requer apenas iniciativa do colaborador (ex.: sinais de segurança);
- Sinalizador visual – chama a atenção através de sinais com a expectativa de que o colaborador capte a informação (ex.: sinais de trânsito);
- Controlo visual – limita, regula e guia a resposta humana em relação a tempo, tamanho e quantidade (ex.: vias de trânsito);
- Garantia visual – avisa explicitamente o colaborador acerca de pontos críticos (ex.: sistemas *poka-yoke*).

Tezel e Aziz (2017) concluem que algumas das ferramentas VM mais utilizadas em sistemas de produção *Lean* são, por exemplo: *poka yoke*, *kanban*, *visual performance boards* e 5S.

O VM recai sobre dois domínios. O primeiro domínio possui carácter informativo, ou seja, com o único intuito de divulgar informação. No segundo domínio, o VM tem carácter diretivo e de transmitir informação que guie e indique instruções. Neste

segundo domínio é possível a ligação com iniciativas de melhoria contínua de modo a obter o melhor desempenho desta ferramenta (Eaidgah *et al.*, 2016).

2.4. *Lean 5S*

Tendo o mercado atual a exigência agressiva de tempos de ciclo reduzidos, rapidez nos processos e melhoria do ambiente de trabalho, é necessário que existam ferramentas de incentivo e preservação do bom funcionamento, organização do local de produção e, principalmente, ferramentas que ajudem a quantificar e medir os desempenhos (Badea e Burus, 2009).

Dentro desta perspectiva, a ferramenta *Lean 5S* prova ser uma solução, pois é um conceito simples que é capaz de, por si só, incentivar e manter os processos de melhoria contínua (Filip e Marascu-Klein, 2015).

O 5S é uma abreviação de cinco conceitos japoneses que resumem a metodologia que a ferramenta segue. São estes o *Seiri* (Eliminar desperdício), *Seiton* (Organizar), *Seiso* (Limpar), *Seiketsu* (Padronizar) e *Shitsuke* (Disciplinar) (Michalska e Szewieczek, 2007). Estes conceitos em si têm o seguinte significado prático (Peterson e Smith, 2001):

- *Seiri* ou *Sort* – Refere-se a remover os elementos do local de trabalho que são excedentários e manter os essenciais à prática do processo produtivo.
- *Seiton* ou *Set in Order* – Refere-se à organização de todo o material do local de trabalho. Todas as ferramentas, materiais e matérias-primas necessárias devem encontrar-se devidamente identificadas e guardadas.
- *Seiso* ou *Shine* – Refere-se à limpeza diária das máquinas, ferramentas e local de trabalho.
- *Seiketsu* ou *Standardize* – Refere-se à padronização das tarefas a realizar e da localização de todos os elementos da área de trabalho. Deve estar tudo bem delineado para que cada colaborador saiba perfeitamente onde se encontram as ferramentas e as tarefas que precisa de desempenhar;

- *Shitsuke* ou *Sustain* – Refere-se à disciplina das anteriores etapas do 5S. É necessária a criação de referências e objetivos de eficiência e mantê-los ao longo do tempo.

Muitas vezes é subestimado o poder dos últimos 2S. Chapman (2005) diz que grande parte das vezes em que o 5S não é bem-sucedido é devido à negligência das etapas referentes a padronização e disciplina do mesmo, após a aplicação dos primeiros 3S.

Assimilando bem estes conceitos, implementar o 5S, na sua generalidade, poderá melhorar as condições de trabalho, aumentar a qualidade, produtividade e reduzir custos (Zhang e Tan, 2011). Zhang e Tan (2011) referem ainda que, uma área de trabalho organizada e limpa fará diminuir o desperdício e maximizará a produtividade.

O 5S prova também ser uma ferramenta que desempenha um papel fulcral quando se quer implementar outras ferramentas *Lean* no local de trabalho. Por exemplo, para implementar ferramentas de gestão visual, SMED ou um *Poka-Yoke* é necessário um ambiente organizado e, se não existir um sistema 5S eficaz, estas ferramentas irão ter um desempenho pouco satisfatório (Chapman, 2005).

Segundo Michalska e Szewieczek (2007), implementar o 5S deve começar com um treino específico adequado aos colaboradores mais produtivos, relacionado com as regras e questões essenciais desta metodologia *Lean*.

Para Zhang e Tan (2011), o maior obstáculo da implementação do 5S é que este necessita de colaboradores informados acerca da metodologia. Um número de mudanças que os trabalhadores que frequentam a área de trabalho considerem elevado dificultará a seriedade e rigor com que estes executam as tarefas. Estas políticas devem ser encorajadas e as expectativas monitorizadas pelo departamento de gestão e planeamento de modo a exigir rigor e seriedade por parte dos trabalhadores.

Peterson e Smith (2001) referem que a implementação e manutenção com sucesso de um modelo 5S trará vantagens, sejam elas competitivas ou de melhoria, sendo algumas destas vantagens as seguintes:

- Tempos de ciclo reduzidos;
- Aumento do espaço de trabalho;
- Melhoria das condições de trabalho;
- Melhoria do trabalho de equipa;

- Melhoria da gestão de stock e inventário;
- Redução de casos de acidentes;
- Melhoria da troca de informação;
- Redução do tempo de formação a novos colaboradores;
- Aumento da motivação do colaborador.

3. ESTUDO DE CASO

Para poder dar início à apresentação da metodologia e posteriores conclusões, é necessário esclarecer o espaço e as circunstâncias em que foi desenvolvido o projeto.

Neste capítulo irá ser dada informação acerca da Durit, nomeadamente sobre a sua história, as suas instalações, colaboradores, produtos e processos produtivos.

Serão também descritos o problema proposto e os objetivos traçados para o fim deste projeto.

3.1. Apresentação da empresa

A empresa Durit – Metal Duro é o nome abreviado da designação social: Durit – Metalurgia Portuguesa do Tungsténio, LDA.

A sua atividade é desenvolvida na metalurgia do tungsténio e, através da tecnologia de pulverometalúrgica, tem como principal produção as ferramentas e peças de metal duro já totalmente acabadas ou somente sinterizadas. Grande parte do metal duro trabalhado é produzido na própria fábrica, sofrendo ao longo das diversas etapas da sua transformação um rigoroso controlo de qualidade. Estas ferramentas e peças aqui produzidas são soluções de longa duração e extremamente resistentes ao desgaste.

A sede social da DURIT localiza-se na zona industrial de Albergaria-a-Velha no concelho homónimo. Possui cerca de 340 colaboradores divididos por 4 edifícios onde realiza a sua atividade. Atividade esta que economicamente segue o CAE08 – fabricação de ferramentas mecânicas.

Como compromissos estratégicos, a Durit define como missão “Desenvolver e produzir as melhores soluções em metal duro por uma equipa experiente e empenhada em acrescentar valor aos seus clientes.”; como visão “Manter a liderança no mercado nacional, aumentar as quotas dos mercados europeu e brasileiro e liderar o mercado de ferramentas à medida.” e, ainda, adota como valores o rigor e ética, responsabilidade, humildade, justiça, honestidade, seriedade e transparência.

A Durit possui ainda uma série de certificações na sua atividade, sendo elas:

- ISO 9001:2015;
- ISO 14001:2015;
- NP 4457:2007;
- ISO 50001:2011.

3.1.1. História e atualidade da Durit

Fundada em 1981, a Durit (inicialmente Durite) foi um projeto iniciado com o objetivo de incorporar uma ideia que seria um exemplo pioneiro na indústria metalúrgica portuguesa.

Tendo a metalurgia de tungsténio como seu foco, os produtos principais que produz são ferramentas de metal duro sinterizado que viria a introduzir, naquela época, uma ideologia inovadora de preferência por pequenas séries de produtos altamente customizados e específicos.

A empresa iniciou as suas atividades na unidade industrial de Albergaria-A-Velha. Este local foi o escolhido muito por influência da proximidade com o acesso à A1 e também porque grande parte dos colaboradores inicialmente envolvidos pertenciam aquela zona.

Em 1985, com a constituição da Duromin (Empresa de comercialização de ferramentas de produção), a Durit inicia a expansão para outros mercados e completa esta expansão com a fundação das seguintes empresas:

- Moldit – moldes de injeção de plásticos;
- TeAndM – revestimentos técnicos e nanotecnologia;
- DuritCast – peças de ferro e fundição de aço;
- Helitene – Tubos plásticos;
- Vitricer – vidros e esmaltes para a indústria cerâmica;

Estas empresas acima referidas fazem parte do Grupo Durit, constituído no início deste século.

A nível internacional, a Durit estabelece uma empresa de nível técnico e comercial na Alemanha de modo a angariar um maior número de clientes europeus. Em 1990, a Durit adquire, através da empresa norte-americana Hughes Tools, um complexo metalúrgico localizado em Salvador da Bahia, assegurando, assim, uma maior presença no mercado sul-americano. Por volta de 1996, é criada também uma segmentação espanhola com a fundação da Durit Espanha. Possui, também, escritórios de carácter comercial em França.

DURIT IS GLOBALLY NEARBY.

» locations



Figura 3. Distribuição das instalações nacionais e internacionais da Durit

Nos dias de hoje, a Durit exporta cerca de 90% dos produtos tendo como mercados mais importantes o espanhol, francês, brasileiro e o alemão, este último que, sozinho, representa 60% da produção exportada. Para além destes, existem adicionalmente clientes em Inglaterra, Itália, Suíça, Eslováquia, Israel, Nova Zelândia, África do Sul, entre outros.

3.1.2. Produtos e processos produtivos

A Durit tem como principal atividade a produção e maquinação do metal duro. O metal duro é um material que consiste num carboneto de tungsténio com outro material ligante. Na maioria dos casos, o material ligante é o cobalto. No entanto, consoante a finalidade e o pedido do cliente, por vezes é utilizado o níquel ou o níquel-crómio para aumentar a resistência à corrosão, caso este seja um fator determinante.

Possuindo a experiência e conhecimento técnico necessário, a Durit produz e trabalha com mais de 40 graus diferentes de metal duro, cada um com o propósito de ser mais adequado ao produto final.

A Durit possui um leque de produtos quase infinito. Estando dotada do mais moderno equipamento de maquinação de metal duro, a empresa vê a capacidade de resposta ao pedido do cliente como a sua principal prioridade.

Sendo assim, a Durit é capaz de servir inúmeros clientes sendo a indústria automóvel, indústria química, indústria petroquímica e do petróleo, indústrias de mineração e a indústria farmacêutica apenas alguns desses exemplos. Para estas indústrias, produz componentes de metal duro em grande diversidade e tamanhos, como válvulas, mandris, fieiras, matrizes, punções, anéis, componentes mecânicos, entre outros. Nas Figura 4, Figura 5 e Figura 6 podemos ver exemplos de peças produzidas na fábrica.



Figura 4. Peça de estampagem em bruto (Fonte: Durit)



Figura 5. Esfera de válvula (Fonte: Durit)



Figura 6. Disco de válvula (Fonte: Durit)

A Durit possui, neste momento, três pavilhões onde desenvolve a sua atividade produtiva. Estes distinguem-se pelas diferentes áreas da transformação de produto que realizam.

Primeiramente, a Durit desenvolve o seu próprio metal duro num dos pavilhões (Pav. II). Neste pavilhão subdivide-se a atividade em duas componentes, em matéria-prima e em metalurgia. Na componente da matéria-prima é onde se efetua a preparação do grau de metal duro e sua atomização. No que toca à metalurgia, aqui é onde o metal duro é transformado através de tecnologias mecânicas (dependendo da sua finalidade) como a prensagem, conformação a verde e sinterização. Ainda neste pavilhão é realizado um controlo físico de modo a apurar a qualidade e dureza do material.

Em seguida, o produto segue para o seu acabamento em um de dois pavilhões possíveis, onde concluirá, assim, a sua etapa de transformação na fábrica. No Pavilhão I, o metal duro, na sua maioria das vezes, segue para uma incorporação com outros materiais metálicos. Aqui, é feita a maquinação de aços, utilizando várias tecnologias como a

eletroerosão. No Pavilhão III, é trabalhado somente o metal duro. Neste pavilhão, o produto é trabalhado em máquinas de controlo numérico ou manuais. Em ambos os pavilhões, o produto é sujeito a um tratamento de polimento onde, de seguida, irá para o controlo final e estando dentro dos conformes será enviado para o cliente.

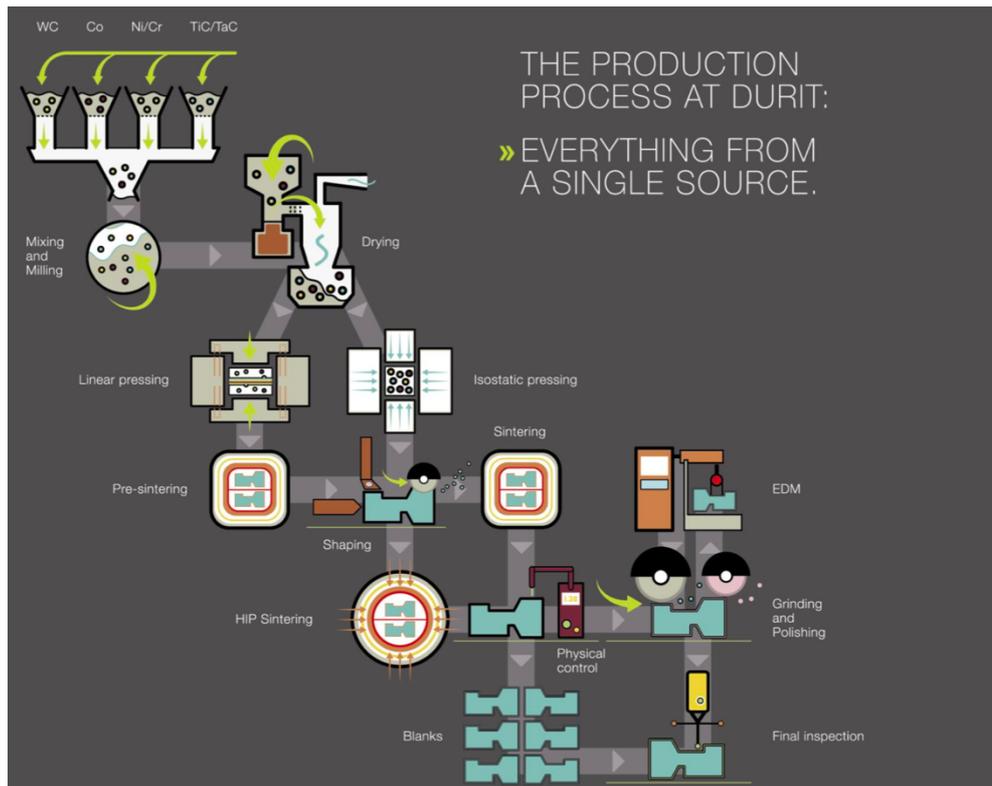


Figura 7. Esquema do processo produtivo da Durit

3.2. Descrição do problema

Atualmente, a Durit encontra-se numa fase de crescimento. A decorrer a construção de um novo pavilhão, a empresa está interessada em colocar os equipamentos mais modernos e técnicas mais avançadas no mesmo edifício e, como tal, possui a ambição de planear o melhor ambiente produtivo para as células que ali se irão colocar.

Assim, nasce o principal desafio deste estudo. No Pavilhão III, encontra-se o lugar onde vai ser alvo o trabalho. Trata-se de uma célula composta por três máquinas Rollomatic, uma Strausak e, ainda, um robot de polimento. As máquinas Rollomatic são equipamentos de maquinação por controlo numérico que trabalham *blanks* cilíndricos, neste caso de metal duro, perfazendo os perfis utilizando mós de desbaste e acabamento. A

Strausak é uma máquina que também trabalha estes *blanks* cilíndricos, mas, que possui cinco eixos e, portanto, é capaz de produzir peças mais detalhadas e com maior precisão.

Nesta célula, são produzidos uma variedade e quantidade enorme de produtos. De acordo com os dados de produção relativos aos meses de Fevereiro, Março, Abril e Maio, foram produzidas cerca de 4700 peças de uma variedade de grupos de produto, como peças de controlo de caudal, barras e núcleos de matrizes, sendo que a grande maioria pertence a dois grandes grupos, o grupo dos mandris e o grupo das punções. Na Figura 8 e Figura 9, encontram-se dois exemplos de produtos da família dos mandris e das punções, respetivamente.



Figura 8. Mandril flutuante (Fonte: Durit)



Figura 9. Punção perfilado (Fonte: Durit)

Tendo ainda, como elemento desta célula, um robot de polimento, a Durit ambiciona que esta célula se torne autónoma no futuro. Sendo os *blanks* de metal duro comprados a um fornecedor, e juntamente com o *robot* de polimento, será possível que um

produto seja inteiramente produzido na célula sem ter que passar por qualquer outro tipo de maquinação ou setor da fábrica.

No entanto, mesmo possuindo os equipamentos técnicos e capacidade de produção necessários para ter autonomia e acrescentar valor à fábrica, a célula carece de sistemas de gestão visual, nomeadamente no que toca a gestão das ferramentas e ordens de produção que permitam a otimização do fluxo produtivo e à consequente maximização da capacidade de trabalho. Questões como o facto de o plano de produção ser vasto e de que a célula produz uma variedade quase infinita de produtos são fulcrais para este problema, assim como a questão dos *setups* das máquinas respetivas.

Para este problema, não foi considerado os processos de *setup* do *robot* de polimento, pois ainda é um elemento recente na célula e encontrava-se a ser alvo de testes aquando deste estudo.

O principal objetivo do problema é conseguir, através da implementação de ferramentas *Lean*, criar modelos de gestão visual que auxiliem a melhoria contínua do fluxo de trabalho da célula.

3.2.1. Layout atual

Como foi referido, a célula é composta por quatro máquinas: três Rollomatic e uma Strausak. Em termos de equipamentos de produção, possui também um robot de polimento e uma máquina manual de corte usada para cortar os *blanks*.

O espaço de trabalho possui três mesas que correspondem ao espaço de trabalho de cada uma das máquinas Rollomatic. Na Figura 10, encontra-se uma imagem de como ela é usada e normalmente ocupada.



Figura 10. Mesa de trabalho da célula

Na Figura 11, está representado o local onde é dada a entrada e saída de trabalho na célula.



Figura 11. Móvel de entrada e saída de material na célula

Possui também um móvel com gavetas onde nelas estão guardados diversos itens de trabalho desde ferramentas de corte e medição, desenhos de peças anteriores, entre outros.



Figura 12. Móvel de gaveta da célula

Na Figura 13, está apresentado um desenho da posição dos elementos que constituem a célula e respetiva legenda.

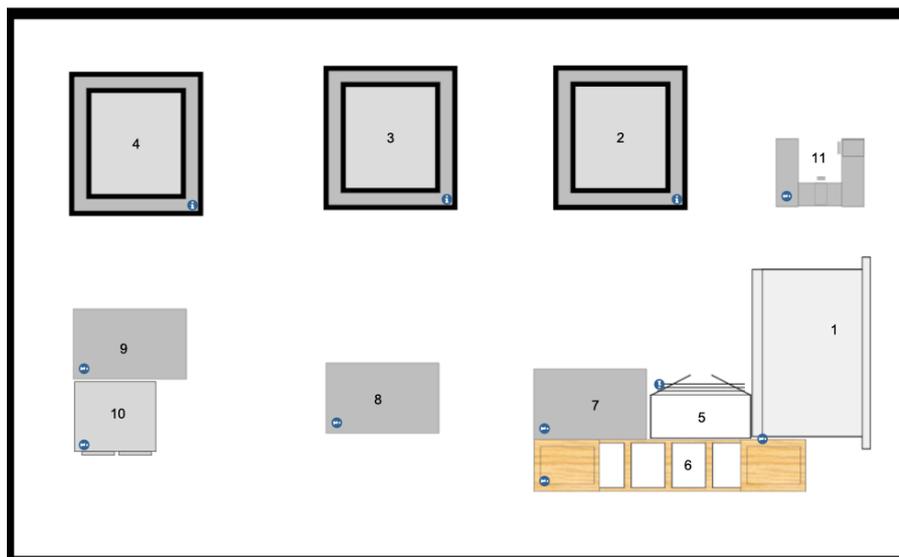


Figura 13. Layout atual da célula de trabalho

Ainda relativo à Figura 13, apresenta-se na imagem números que correspondem aos móveis, equipamento e máquinas presentes na célula. Cada número corresponde à seguinte designação:

1. Máquina Strausak;

2. Máquina Rollomatic 1;
3. Máquina Rollomatic 2;
4. Máquina Rollomatic 3;
5. Móvel de armazenamento (gavetas);
6. Prateleiras de material;
7. Mesa de trabalho 1;
8. Mesa de trabalho 2;
9. Mesa de trabalho 3;
10. Robot de polimento;
11. Máquina de corte.

O fluxo de trabalho da célula inicia-se após a decisão da OF a trabalhar e, de seguida, são preparados os *blanks* que se encontram na prateleira de material. Após a medição dos *blanks* e preparação da máquina nas mesas correspondentes, o material é introduzido e é iniciado o programa. No momento em que o programa anterior terminar e a OF estiver concluída, o material volta para a prateleira de material, numa caixa designada, para seguir para o controlo final e polimento.

Idealmente, assim que o robot de polimento estiver operacional, o polimento será a última etapa do produto na célula.

Para um entendimento mais visual do fluxo de trabalho, pode-se seguir o esquema da Figura 14:

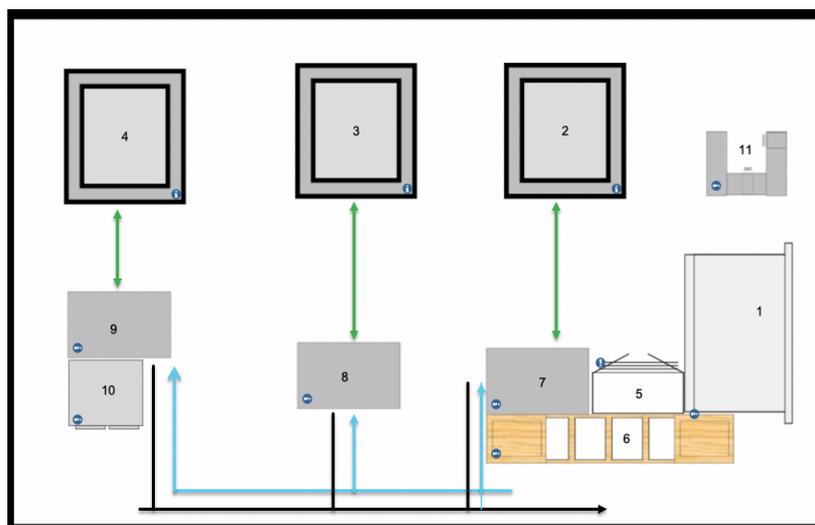


Figura 14. Fluxo de trabalho da célula

Na Figura 14, está representado a azul o fluxo inicial de trabalho que se refere ao momento em que o trabalho é decidido e se vai buscar o material à prateleira. A verde, o fluxo durante o trabalho da máquina em que são retiradas as peças que estão acabadas e introduzidas as que estão em espera. A preto, está descrito o fluxo final em que, após a medição, as peças seguem de novo para a prateleira para serem levadas para o controlo final.

Também representado na Figura 15 e Figura 16 encontram-se dois planos, de ângulos diferentes, da célula.



Figura 15. Célula de trabalho



Figura 16. Célula de trabalho (Outro ângulo)

4. METODOLOGIA

Neste capítulo, irão ser apresentados e fundamentados os passos e as metodologias utilizadas para atingir as respostas e soluções para os problemas propostos.

Será feita uma abordagem dividida em três subcapítulos que explicam cada uma das metodologias, como foram usadas e quais as respostas obtidas com as mesmas.

Inicialmente, foi realizada uma análise ABC. A célula, como explicado anteriormente, produz uma variedade infinita de produtos proveniente da política MTO da empresa. Nesse sentido, agruparam-se os produtos em famílias, com os dados relativos ao período entre Fevereiro e Maio de 2020, e efetuou-se a análise.

Em seguida, foi realizado um *Gemba Walk*. Durante um período de um mês, foi observado todo o processo de produção e as lacunas nele existentes.

Por fim, foram realizadas sessões de *brainstorming* em que foram debatidas ideias para solucionar os problemas encontrados. Deste *brainstorming*, surgiram as ideias que mais tarde serão propostas.

4.1. Análise ABC

De modo a poder iniciar e fundamentar as propostas de melhoria, foi necessário saber exatamente todos os processos produtivos da célula e as especificidades técnicas que a maioria dos seus produtos necessita.

Como foi referido no capítulo do estudo de caso, esta fábrica produz uma variedade muito grande de produtos e, como tal, esta célula também não é exceção. Para começar a poder ter algum rigor no estudo do fluxo de trabalho, foi necessário analisar quais os principais tipos de itens produzidos na célula e agrupá-los por famílias. De seguida, efetuou-se uma análise ABC ou de Pareto para averiguar quais os produtos com maior relevância para a produção da célula.

Antes de tudo, é necessário referir que a Análise ABC ou de Pareto é uma ferramenta de análise estatística inventada pelo economista italiano Vilfredo Pareto. Este, através de um estudo relacionado com a renda paga pela população de Itália, reparou que 20% de população pagava 80% do total de rendas naquele país enquanto que o resto da população pagava a parte correspondente (Simões, 2007).

A classificação ABC consiste em dividir os produtos de um inventário em três classes (Simões, 2007):

- Classe A - produtos de valor alto, grande procura e que constituem cerca de 20% do inventário e cerca de 80% do valor do mesmo;
- Classe B – produtos com valor e procura intermediária e que constituem cerca de 30% do inventário e à volta de 15% do valor do mesmo;
- Classe C – produtos com baixo valor e procura e que constituem cerca de 50% do inventário e 5% do valor do mesmo.

Para Canha (2007), o método ABC não é, no entanto, um método unicamente de cálculo contabilístico, mas também uma ferramenta de controlo de gestão e *stock*. Para a mesma autora, o método ABC transmite a mensagem de que produtos consomem atividades e as atividades consomem os recursos, indo assim contra a ideia de que os produtos é que consomem recursos (gastos).

Para Simões (2007), esta forma de classificar os produtos de uma indústria permite identificar a relação do valor do produto com a sua verdadeira importância para o mercado da empresa.

Nesse sentido e tendo acesso aos dados de produção da célula de Fevereiro a Maio de 2020, foi possível fazer uma classificação ABC dos produtos que a célula produz para poder avaliar quais serão os itens de maior relevância e aos quais se deve prestar especial atenção aos seus processos de trabalho. Os dados de produção forneciam as seguintes informações:

- Número da OF – É o número identificativo da ordem de fabrico. É aqui que consta a informação sobre a peça, nomeadamente a quantidade de peças, o grupo, hierarquia, desenho e processos a realizar;

- Quantidade calculada – É o número de vezes que esta OF foi introduzida na máquina. Normalmente, não reflete o número de peças que é pedido na OF pois algumas vezes existem retrabalho, calibração, necessidade de ajuste de medidas ou de ferramentas que irá fazer com que a máquina contabilize mais operações do que as que a OF pede;
- Quantidade OF – Este dado é referente ao número de peças que a OF pede. Ou seja, o número de produtos acabados que tem de sair da máquina para que a OF se dê como concluída;
- Grupo – Esta informação é a designação da família de peças a que o elemento da OF pertence;
- Hierarquia – É o nome do produto discriminado. Dentro do grupo, existem várias subdivisões baseadas no tamanho do *blank* a usar e a finalidade e feitiço da peça;
- Preço Unitário – É o preço a que cada peça é vendida;
- Outras informações – Nos dados fornecidos, constam ainda outras informações como o número do operador, número de máquina, a data de início e fim e duração da OF.

Como se sabe, a célula em que decorre este estudo, assim como a fábrica no geral, produz numa política MTO e, como tal, é necessário focar o estudo nos produtos e peças que mais se fazem.

Pegando nos dados relativos entre Fevereiro e Maio de 2020, realizou-se uma análise ABC. Esta análise usou como objeto os grupos de produtos e não a hierarquia. Cada grupo de produto tem um método de produção semelhante, variando, por vezes unicamente, no tamanho e no seu desenho.

Desta análise, surgiu o gráfico representado na Figura 17:

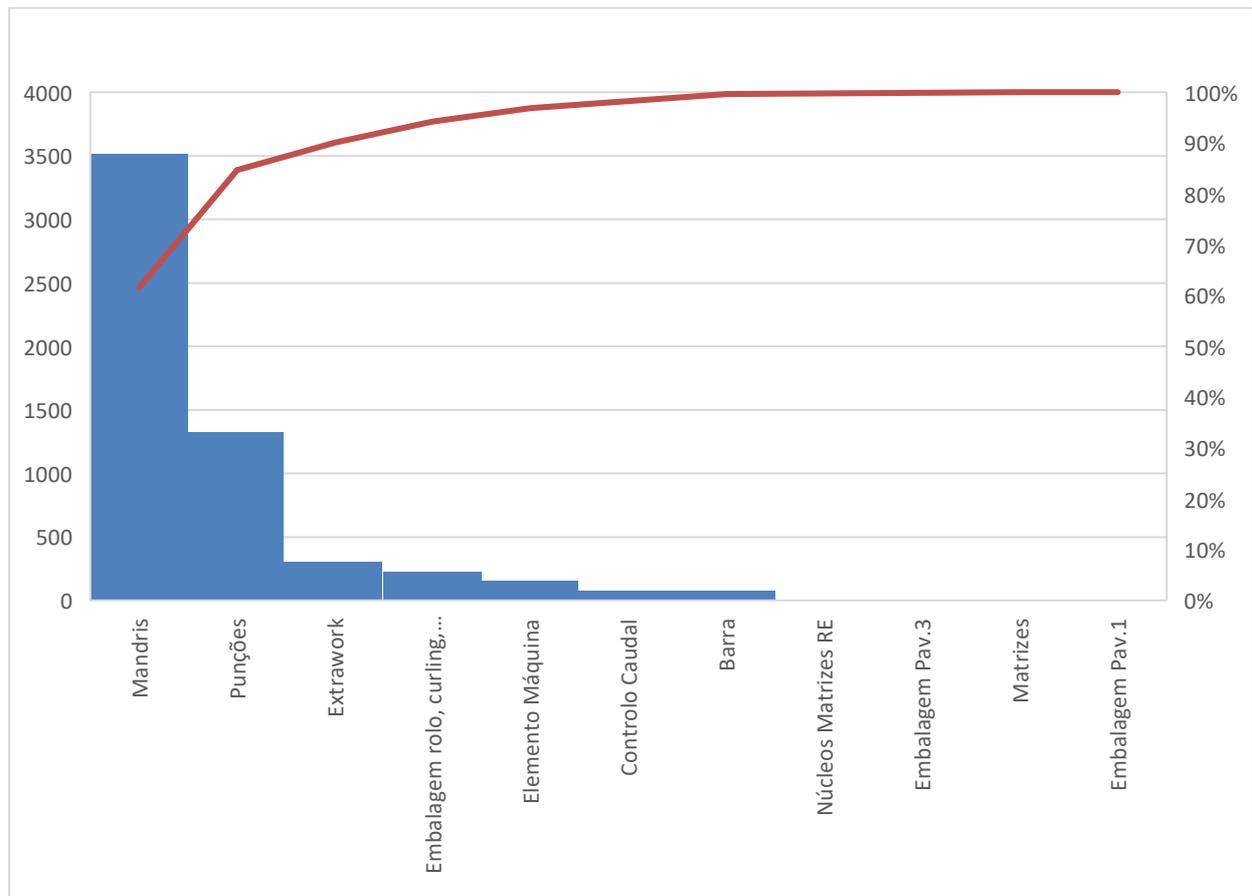


Figura 17. Análise ABC dos produtos da célula produzidos entre Fevereiro e Maio

Pela análise das quantidades produzidas, sabemos que num total de 4721 peças produzidas entre Fevereiro e Maio, mais de 80% das peças pertenciam ao grupo dos mandris e punções.

Em teoria, seria benéfico fazer uma análise tendo em conta o aspeto financeiro das mesmas e o que as peças significam em termos de vendas e lucros para a empresa. No entanto, como o estudo irá incidir na otimização dos processos, *setups* e fluxo de trabalho, é de maior relevância que os produtos em estudo sejam os que são produzidos em maior quantidade. Neste caso, estes são os produtos pertencentes aos grupos dos mandris e das punções.

4.2. *Gemba Walk*

O *gemba walk* é uma metodologia que vem, etimologicamente, da palavra japonesa *gemba* que significa “lugar real ou atual” (Kerem et al., 2013; Dalton 2019). Dalton (2019) refere que o *gemba walk* é uma técnica que consiste em observar e perceber como o processo produtivo é realizado.

Shook (2010) explica que o *Gemba Walk* é baseado na teoria de que é possível observar todas as ineficiências produtivas e tudo o que é importante acerca da transformação de produto através da presença no local de trabalho.

Dalton (2019) identifica no *Gemba Walk* três elementos funcionais da metodologia:

- Observação – Observar os colaboradores a trabalhar na primeira pessoa;
- Localização – Observar o local e como os colaboradores se movimentam;
- Colaboração – Observar como os trabalhadores interagem entre si.

Womack (2011) explica que o *Gemba Walk* serve como uma técnica de perceber especificamente os problemas antes de tomar uma ação relativamente a eles. Descreve ainda que esta metodologia é uma ferramenta essencial já que nos dias de hoje a maioria das organizações estão estruturadas verticalmente, mas o seu valor flui horizontalmente percorrendo os diversos departamentos até chegar ao cliente.

Para que um *gemba walk* seja bem-sucedido, Dalton (2019) diz que são necessários os seguintes comportamentos:

- O *Gemba walk* tem de ser realizado no local onde as atividades decorrem;
- É necessário observar os procedimentos da equipa de trabalho e fazer perguntas se for caso disso;
- Perceber a perspetiva do trabalhador sobre a tarefa que desempenha, assim como ouvir as suas visões sobre os problemas existentes e suas ideias para melhorias;
- O *Gemba Walk* não deve ser usado para resolver problemas;
- Necessário documentar as observações e as oportunidades de melhoria identificadas;
- Fornecer, atempadamente, *feedback* à equipa de trabalho.

Este método é a base para identificar com rigor as ineficiências que existem na célula tanto em termos materiais como na maneira como os processos se desenvolvem. Durante cerca de um mês, foi promovido por parte do autor comunicação constante com os colaboradores da célula, enquanto também se observavam as falhas existentes na produção a nível de gestão visual e controlo de produção.

Após este período, tornaram-se claros quais os problemas que necessitavam de atenção e mudança. Os principais problemas observados foram a falta de mecanismos para a troca de informação entre colaboradores e para armazenar essa mesma informação - de forma a poder ser consultada posteriormente-, a não existência de locais próprios e acessíveis para colocar as ferramentas, a indecisão na escolha da próxima OF, que leva a perdas de tempo nomeadamente com *setups*, e a ineficiente utilização do espaço de trabalho.

Além da observação dos processos, a atenção à comunicação entre colaboradores é também um aspeto importante a reter quando se realiza um *Gemba Walk*. Neste caso, quando se tem uma equipa de dois elementos que trocam de turno diariamente, são necessários sistemas para a gestão dos produtos em processamento. Ou seja, é importante que o turno seguinte consiga acompanhar o que estava previamente a ser realizado pelo turno precedente. Na maioria dos casos, os turnos cruzavam-se e trocavam a informação pessoalmente. No entanto, quando tal não sucede, os colaboradores escrevem a marcador na mesa, ocupando parte do espaço da mesma.

Neste período, foi também possível observar quais as principais ineficiências do processo de *setup*. Como foi referido anteriormente, este estudo focar-se-á nos passos de produção das peças dos grupos dos mandris e das punções. Nesse sentido, foram analisadas e identificadas as etapas da preparação de OF's deste grupo de produtos.

No princípio da preparação, a etapa principal é decidir qual a OF que entra na máquina. Para isto, seria ideal ter já uma ordem predefinida sobre a qual os colaboradores pudessem tomar uma decisão informada. Se não ocorrer uma ordem específica vinda de setores superiores, os colaboradores procuram selecionar uma OF cujo diâmetro do *blank* trabalhado e o tipo de peça seja semelhante ou então simplesmente decidem consoante o prazo de entrega da peça.

De seguida, é necessário escolher os *blanks* consoante o tamanho e quantidade pedida na OF. Existem casos em que os *blanks* são reaproveitados de outras OF's anteriores.

Como são barras de metal duro de comprimento uniforme, é possível em grande parte das vezes cortá-lo de modo a dividir o material e poder aproveitar várias vezes. No entanto, este corte é realizado numa máquina manual e acaba por não ser muito rigoroso e, assim, leva a outra etapa do processo de preparação que é a medição.

A medição dos *blanks* antes de introduzir na máquina é um passo essencial. Quando falamos da indústria metalúrgica, a ínfima unidade de medida a mais ou a menos pode ser extremamente relevante para o cliente.

Tendo este aspeto em conta, é necessário que estes *blanks* reaproveitados sejam medidos para que se inicie o trabalho com o *blank* que possuir a menor medida de comprimento. Quando se introduz a peça e o programa na máquina, tendo introduzido o *blank* mais pequeno em primeiro lugar, sabe-se que as peças seguintes nunca vão ficar abaixo de medida. Isto é de extrema importância, já que, quando se trata de maquinação metálica, é sempre possível remover material, mas é impossível repô-lo, resultando, portanto, numa sucata e conseqüente desperdício para a empresa.

De seguida, é necessário preparar a máquina para a peça. Estas máquinas trabalham com duas mós: uma de desgaste e uma de acabamento. Na maioria das vezes, estas mós podem trabalhar alguns dias sem necessitar de retificação, mas, por vezes, existem perfis bastante complexos (maioritariamente em punções) em que é necessário que a quina da mó de acabamento esteja em excelentes condições. Para esta etapa, é necessário trocar a mó caso a atual não esteja em conformidade com o que é preciso. Aqui, é preciso, primeiramente, verificar se existem mós retificadas já em stock, ou se é necessário retificar uma, o que levará a um atraso natural do início do trabalho.

Ainda na preparação da máquina, não tendo o *blank* o mesmo diâmetro que a peça feita anteriormente, é necessário também recorrer a uma troca de buchas e suporte do *blank*. Este é um processo manual que requer que a máquina esteja parada e trata-se de um *setup* direto da peça.

Em relação à inserção do desenho da peça, as máquinas (tanto a Rollomatic como a Strausak) possuem um software bastante intuitivo, o que facilita bastante o trabalho dos colaboradores. O software requer apenas que sejam inseridas as medidas finais da peça e o tipo de acabamento desejado para a máquina realizar o que é pedido. Mas antes de começar verdadeiramente, os colaboradores realizam uma espécie de simulação do programa para verificar que nada está mal e que não haverá erros durante o processo de maquinação.

No que toca à organização adequada de ferramentas e material de apoio às máquinas (buchas de aperto, chaves e micrómetros), a célula encontra-se deficitada. As ferramentas não possuem localização própria para serem colocadas, o que resulta, por vezes, na perda de tempo para as encontrar.

Em resumo, as ineficiências principais derivavam todas das seguintes falhas:

- Falta de elementos físicos para a troca de informação – leva a erros e atrasos do processo de trabalho;
- Indecisão na seleção do próximo trabalho – não permite que o trabalho flua por antecipação e leva a atrasos no *setup* devido à não preparação prévia do próximo trabalho;
- Desorganização do espaço de trabalho – conduz a demoras no processo de medição e troca de equipamento de suporte da máquina.

O *Gemba Walk* provou ser uma metodologia de relevância extrema para usar neste caso de estudo. Através da sua realização, foi possível observar em primeira mão e detalhadamente quais as ineficiências principais e secundárias no fluxo de trabalho, e, assim começar a planear e discutir soluções práticas e eficazes para a melhoria contínua do espaço da célula.

O próximo passo passa por estudar soluções e selecionar as respostas mais simples e práticas para instalar maior fluidez nestes processos e combater as perdas de tempo que provêm das ineficiências observadas.

4.3. Brainstorming

O *brainstorming* é um método individual ou coletivo de gerar ideias, criar eficácia criativa ou para encontrar soluções para problemas (Wilson, 2013). Osborn (1957) diz que para o *brainstorming* coletivo ser produtivo são necessárias regras.

Para Wilson (2013) existem 3 princípios fundamentais no *brainstorming*:

1. Prezar a quantidade acima da qualidade. O principal objetivo do *brainstorming* é a de recolher o maior número de ideias possíveis;

2. Impedir qualquer tipo de julgamento ou crítica no *brainstorming*. É importante não emitir qualquer tipo de comentário, positivo ou negativo, explicitamente ou implicitamente de modo a não bloquear a criatividade dos participantes;
3. Encorajar ideias fora de contexto. Por vezes, ideias fora do tema principal da sessão de *brainstorming* podem funcionar como uma forma de desbloquear o pensamento e levar a ideias interessantes.

Segundo Parnes e Meadow (1959), o *brainstorming* com regras é capaz de gerar mais ideias do que um *brainstorming* não estruturado.

Neste caso de estudo, o *brainstorming* foi utilizado como ferramenta principal para debater possíveis soluções em conjunto com o departamento de planeamento.

Foram feitas reuniões nas quais foram debatidos os problemas encontrados e quais as ferramentas ideais a serem utilizadas como é demonstrado na Tabela 2:

Tabela 2. Problemas e soluções discutidos nas sessões de *brainstorming*

Problema	Ferramenta Lean
Comunicação	<ul style="list-style-type: none"> • Gestão Visual – Quadros magnéticos a colocar nas máquinas
Fator decisão e preparação de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> • Gestão visual – Adquirir um separador de folhas para atribuir uma ordem de trabalho • SMED – Implementação de uma checklist
Organização do espaço de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> • Lean 5S - introdução de uma pegboard para ferramentas

Deste *brainstorming*, também foram eliminados supostos problemas que não eram relevantes e ideias que não eram aplicáveis, como apresentado na Tabela 3:

Tabela 3. Ideias descartadas pelo *brainstorming*

Problema não relevante	Razão
<ul style="list-style-type: none">• Requalificação e ordenação de desenhos antigos	A maioria dos desenhos encontram-se desatualizados que pode levar a que erros sejam cometidos
<ul style="list-style-type: none">• Reaproveitamento de ferramentas e mós antigas	O nível de detalhe e medida imposto em grande parte dos produtos não permite a reutilização de mós e ferramentas reaproveitadas

5. PROPOSTAS DE FERRAMENTAS *LEAN* A USAR

Neste capítulo irão ser apresentadas e fundamentadas as medidas propostas para implementar na célula de forma a ser possível responder adequadamente aos problemas referidos no decorrer da metodologia.

Nesta parte do trabalho, irão ser divididas em subcapítulos as diferentes propostas de ferramentas a usar. Começar-se-á por apresentar a solução relativamente à ordem de trabalhos; de seguida, a implementação do SMED; posteriormente, a proposta relativa a solução para a troca de informação de colaboradores; por fim, as propostas 5S para introduzir na célula.

Após a análise do que é proposto, haverá um subcapítulo onde é discutida a maneira simbiótica para integrar as ferramentas propostas e onde estas se encontrarão num novo espaço de trabalho.

Finalmente, dois subcapítulos serão destinados ao esclarecimento daqueles que são os principais obstáculos e melhorias previstas acontecer com a implementação deste modelo.

5.1. Ordem de trabalhos

Como referido, uma ineficiência da célula é visível logo no início do processo produtivo. Trata-se da seleção do próximo trabalho.

Na célula, encontra-se presente um recipiente onde o departamento de planeamento coloca as OF's. Neste recipiente, as OF's encontram-se divididas pelo mês referente ao prazo de entrega.

Muitas vezes, a ordem cronológica não é, de todo, a mais otimizada. Segundo o departamento de planeamento, existem diversos fatores importantes para os quais as ordens das OF's devem ser ordenadas. Estes fatores, ordenados por ordem de importância, são:

1. Urgência – Peças cujo cliente solicitou urgência ou peças que se encontram com prazos atrasados;

2. Importância do cliente – alguns clientes necessitam de especial atenção e, por vezes, os seus pedidos obtêm prioridade;
3. Diâmetro do *blank*/peça – este fator é importante na medida em que se estiver a ser trabalhada uma peça com diâmetro semelhante, o Setup e continuidade do trabalho é muito facilitado;
4. Prazo – caso não seja uma OF atrasada ou para um prazo muito curto.

Normalmente, esta célula trabalha com muito poucas OF's em atraso. Com isso em mente, o prazo delas acaba por ser o fator menos importante quando falamos em ordem de trabalho.

Como resposta a este problema, foi proposta a introdução de um separador de 4 prateleiras onde terá a ordem de trabalhos listada por importância da OF. A Figura 18 representa um exemplo do que se propõe:



Figura 18. Representação de um separador de OF's a implementar (Fonte: Fnac)

O objeto representado na Figura 18 é uma mera ilustração do que é proposto. O ideal será um objeto semelhante, com 4 separadores, que seguirá a ordem vertical de cima para baixo de:

1. Urgente;
2. Importante;
3. A fazer;
4. Prazo longo.

Este objeto pode ser adquirido pelo valor de 30,00€ numa loja FNAC (2020).

O separador em que serão colocadas as OF's será da responsabilidade do departamento de planeamento. A ideia será assumir que a primeira prateleira terá prioridade sobre a segunda e por aí adiante.

O principal objetivo desta proposta é facilitar e reduzir o tempo de decisão por parte do colaborador acerca do próximo trabalho a fazer.

5.2. Proposta de implementação de SMED

Um dos principais problemas da célula é o tempo demorado que leva a realizar um *setup*. Neste sentido, foram pensadas e discutidas quais as ferramentas *Lean* que melhor se aplicavam num contexto de melhoria contínua, tendo em conta os problemas referentes à célula de produção.

No caso específico da preparação da máquina, foram observadas com clareza as operações de *setup* externo e *setup* interno. Sendo assim, foi garantida a possibilidade de implementação de uma metodologia SMED na célula e seus possíveis benefícios.

Como foi referido no capítulo referente ao SMED do enquadramento teórico, após uma etapa de reconhecimento do *setup* como um todo, o passo seguinte é de identificar os *setups* internos e externos da preparação da produção de uma peça.

Tabela 4. Diferenciação do *setup* em externo e interno

<i>Setup</i> Externo	<i>Setup</i> Interno
<ul style="list-style-type: none"> • Seleção da OF • Corte dos blanks • Medição dos blanks • Verificação da necessidade de mó retificada • Retificação da mó 	<ul style="list-style-type: none"> • Introdução do programa do desenho • Troca de bucha e equipamento de suporte • Troca da mó

Após o reconhecimento de ambas as partes do *setup*, foi feita a cronometragem do tempo que, em média, estes *setups* levavam.

Tabela 5. Operações de *setup* e tempo médio

Operação de <i>setup</i>	Tempo (em média)
Seleção da OF	1 minuto
Medição dos blanks	30 segundos/blank
Verificação da necessidade de mó retificada	30 segundos
Introdução do programa do desenho	5 minutos
Retificação da mó	15 minutos
Troca de bucha e equipamento de suporte	10 minutos
Troca da mó	10 minutos

Esta cronometragem foi realizada ao longo de uma semana, em que foram observados os tempos dos processos de *setup* das várias hierarquias dos grupos dos mandris e punções.

Algumas etapas do *setup* eram extremamente afetadas devido as características da peça. Nomeadamente, um subprocesso da troca de equipamento de suporte, que consiste em equilibrar a peça num elemento de encaixe da máquina para prevenir a oscilação desta, era alvo de algumas queixas por parte dos colaboradores. Este passo, quando se trata de peças de diâmetro muito reduzido (maioritariamente punções), torna-se difícil de realizar e, por vezes, esta pequena etapa poderá chegar a demorar 20 minutos. No entanto, não sendo assim tão comum este tipo de problema, considerou-se as médias de tempos cronometrados nesta etapa de 10 minutos.

Após o estudo dos tempos de cada etapa do *setup*, são possíveis de contabilizar, em tempo, vários cenários possíveis. Estes cenários são:

1. *Setup* da máquina sem necessidade de retificar mó;
2. *Setup* da máquina com necessidade de mó retificada, mas ela existe em *stock* sendo necessária simplesmente;

3. *Setup* da máquina com necessidade de mó retificada e ela não existe em *stock*.

No primeiro cenário, não sendo necessário a verificação de mó retificada nem de a retificar, o *setup* da máquina com a introdução de uma OF nova pode demorar, em média, 16 minutos e 30 segundos mais o tempo de medição de *blanks* que pode aumentar significativamente consoante o número de *blanks*. O número de *blanks* a medir é altamente variável.

O segundo possui o tempo contabilizado no primeiro cenário, acrescentando-se ao tempo de *setup* o tempo de troca de mó. Para chegar ao tempo de *setup* do terceiro cenário acrescenta-se ao tempo do segundo cenário o tempo da retificação de mó e troca da mesma. Do primeiro para o segundo cenário há um aumento de 10 minutos e do segundo para o terceiro cenário há um aumento de 15 minutos.

Tabela 6. Cenários de *setup* pré-SMED

Cenário	Tempo de <i>setup</i> pré-SMED
Cenário 1	16 minutos e 30 segundos mais tempo de medição dos <i>blanks</i>
Cenário 2	26 minutos e 30 segundos mais tempo de medição dos <i>blanks</i>
Cenário 3	41 minutos e 30 segundos mais tempo de medição de <i>blanks</i>

Analisando o *setup* como um todo, verificou-se que parte dos processos de *setup* externo, por vezes, são efetuados com a máquina parada.

Para certificar que a maior quantidade possível de etapas de *setup* externo é realizada enquanto a máquina trabalha, optou-se por criar uma *checklist* para colocar na célula. Esta *checklist* teria como objetivo indicar aos colaboradores da célula todas as etapas de *setup* que podem realizar nos tempos em que a máquina labora. Por outras palavras, reduzir os tempos mortos.

A *checklist* representará de forma prática e gráfica aquilo que são os passos do seguinte fluxograma representado na Figura 19:

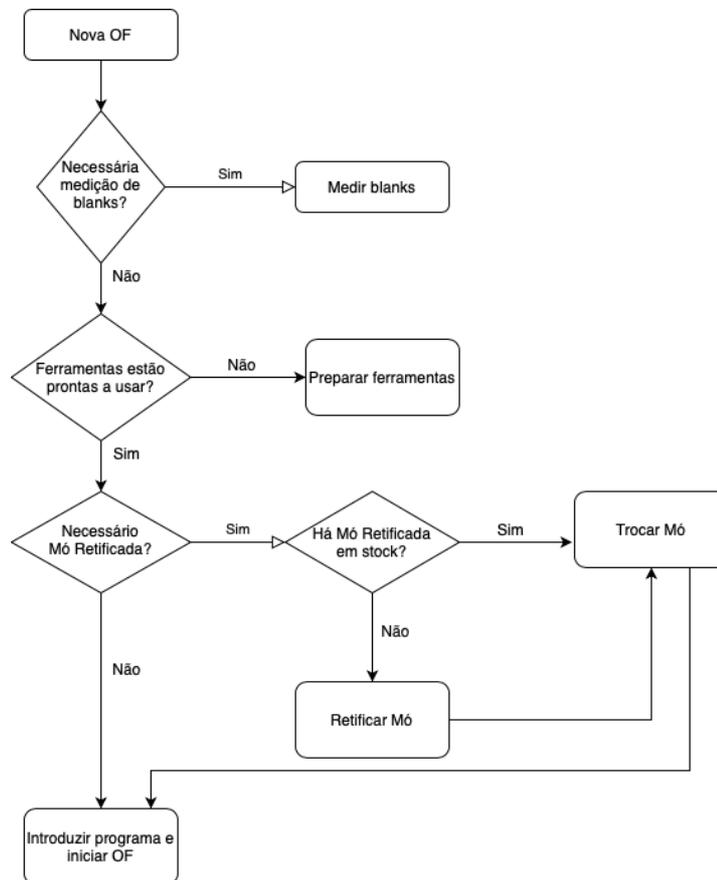


Figura 19. Fluxograma modelo para a *checklist* a implementar

Se esta *checklist* for seguida e for dedicado o máximo esforço possível para que as etapas de *setup* externo sejam efetuadas durante o funcionamento da máquina, será possível nos vários cenários atingir a eliminação por completo dos tempos de *setup* externo apresentado na Tabela 7.

Tabela 7. Etapas de *setup* interno possíveis de transformar em *setup* externo

Cenários	<i>Setups</i> internos a transformar para externo com a <i>checklist</i>
Cenário 1	<ul style="list-style-type: none"> • Seleção da OF • Verificação da mó retificada

	<ul style="list-style-type: none"> • Medição de <i>blanks</i>
Cenário 2	<ul style="list-style-type: none"> • Seleção da OF • Verificação da mó retificada • Medição de <i>blanks</i>
Cenário 3	<ul style="list-style-type: none"> • Seleção da OF • Verificação da mó retificada • Medição de <i>blanks</i> • Retificação da mó

Admitindo que será possível, assim que o SMED esteja implementado com sucesso e os obstáculos ultrapassados, permutar estas etapas de *setup* interno para etapas de *setup* externo, será possível obter as melhorias apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8. Cenários de tempo de *setup* interno pós-SMED

Cenários	Tempo de <i>setup</i> interno previsto pré-SMED	Tempo de <i>setup</i> interno previsto pós-SMED	Melhoria face ao tempo de <i>setup</i> interno pré-SMED (%)
Cenário 1	16 minutos e 30 segundos	15 minutos	9.1%
Cenário 2	26 minutos e 30 segundos	25 minutos	5.7%
Cenário 3	41 minutos e 30 segundos	25 minutos	39.8%

Ainda em relação à Tabela 8, para a quantificação da melhoria não foi contabilizado o tempo de medição de *blanks*. Este é um dado extremamente relevante, mas difícil de se atribuir um valor, pois na célula trabalha-se com um número quase aleatório de peças. No entanto, salvaguarda-se que a etapa referente à sua medição seria completamente

eliminada do tempo de *setup* após uma implementação bem-sucedida do SMED, traduzindo-se numa melhoria superior à apresentada na tabela.

Através da análise da tabela, pode-se verificar que o cumprimento rigoroso desta *checklist* irá resultar na garantia de que existirão melhorias relevantes de tempo de *setup* interno, com especial atenção nas etapas de troca e retificação de mó.

5.3. Troca de informação e gestão visual

Como foi mencionado antes, esta célula funciona com dois turnos formados, cada um, por dois colaboradores, que operam em quatro máquinas em simultâneo.

Como tal, a troca de informação é uma componente vital para que o processo produtivo funcione com a maior fluidez possível. Uma fraca troca de informação poderá levar a perdas de tempo útil. Por exemplo, na dificuldade que um colaborador pode ter em perceber aquilo que o turno anterior estava a fazer e o que fazer a seguir.

Como o *Gemba Walk* ajudou a perceber, esta célula não possui mecanismos práticos para que a informação seja transmitida de forma saudável. E, assim, foi necessário debater qual a melhor maneira em termos de espaço e eficiência para gerir a informação das quatro máquinas.

Em debate com o departamento de planeamento, foi proposta a ideia de implementar, em cada uma das máquinas, um quadro magnético pequeno, mas com espaço suficiente para que fosse permitido ao colaborador transmitir informação ao colaborador com quem partilha o turno, aos colaboradores que se seguirão no próximo turno e a si mesmo, caso seja necessário.

Na Figura 20, segue um exemplo destes quadros:

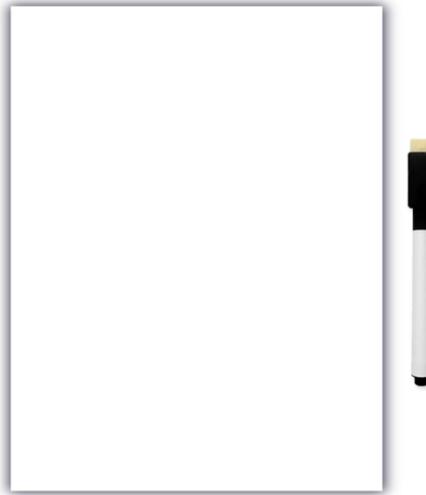


Figura 20. Representação de exemplo de quadros magnéticos a implementar (Fonte: 360imprimir)

Estes quadros teriam cerca de 25 centímetros de altura por 30 centímetros de largura e seriam colocados em cada uma das máquinas. Estes quadros são uma solução eficaz e prática na troca de informação sobre o que está a ser feito em cada uma das máquinas, mas também é uma excelente ferramenta de gestão visual que auxilia o colaborador a manter controlo sobre as tarefas que está a desempenhar.

Estes quadros são personalizáveis quanto à questão de tamanho e possuem o custo de 21,64€. Tendo em conta que serão necessários quatro (um por cada máquina), perfazerá um custo total de 86,56€ o investimento nestes quadros.

5.4. Proposta de implementação de *Lean 5S*

Através das informações que foram possíveis retirar após a prática do *Gemba Walk*, foi observado que a célula possui uma organização inadequada, que acaba por constituir uma forma de impedir o fluxo ótimo do processo de produção que ali se realiza.

As principais falhas encontradas neste aspeto foram, essencialmente, relacionadas com a quantidade de material supérfluo existente e a falta de locais para guardar e simplificar o acesso às ferramentas.

A célula é composta por quatro máquinas e um *robot*, mas possui também equipamentos de armazenamento e trabalho como mesas e móveis com gavetas onde é

guardado ferramentas das máquinas, materiais e alguns desenhos em papel vegetal de peças realizadas. Estes desenhos, embora estejam guardados e organizados, acabam por ser, na sua maioria, material considerado inútil por serem desenhos desatualizados e que dificilmente serão utilizados no futuro.

Tendo em foco estas necessidades de limpeza e organização que existem na célula, a ferramenta *Lean 5S* demonstra ser perfeitamente adequada para ser implementada e conseguir obter resultados.

Como foi esclarecido no enquadramento teórico, o sucesso da implementação do 5S recai na responsabilidade da boa execução de cada um dos seus cinco passos.

Neste sentido, foi necessário sequenciar o pensamento e a abordagem a este problema de maneira a acompanhar cada um dos 5S (*Sort, Set in order, Shine, Standardize, Sustain*).

5.4.1. 5S - Sort

A primeira etapa do *Lean 5S* é a etapa *Seiri/Sort* que tem como objetivo remover o desperdício físico e tudo o que possa ser um obstáculo ao curso de trabalho. Nesta etapa, devem estar presentes as seguintes questões em relação a todo o material: “Porque é que isto é necessário?”; “Quando foi isto preciso a última vez?”; “Em que ocasiões foi isto requisitado?”.

Na etapa do *Gemba Walk*, foi observado que nesta célula existe material supérfluo, que não possui utilidade em estar presente.

Existem nas gavetas onde se guarda utensílios e folhas de desenho ferramentas avariadas e em desuso, nomeadamente equipamento de medição, mós e buchas já com desgaste extremo. Estes itens deverão ser eliminados ou enviados para arranjo, se este for possível.

Existem ainda folhas de desenho que estão desatualizadas. A presença destas folhas, guardadas em dossier, representam um fator que pode levar aos colaboradores com olho menos atento a cometer erros em trabalho semelhantes. Deve ser feita uma seleção e consequente remoção destas folhas para que:

1. Seja removido o carácter indutivo de erro do processo produtivo associado às mesmas;
2. Seja possível iniciar a organização do material útil.

5.4.2. 5S - *Set in order*

A segunda etapa do *Lean 5S* é a *Seiton/Set in order*. Esta etapa tem o objetivo de certificar que aquilo que restou e foi considerado útil e imprescindível na etapa anterior é devidamente identificado e organizado de modo a facilitar o seu acesso e utilização.

No caso desta célula, deverão ser introduzidos elementos distintos que permitam diferenciar os itens e utensílios necessários ao processo. Nomeadamente, inserir uma *pegboard* em espaço visível, próximo ao local de trabalho e prático onde se colocarão as ferramentas de medição e de trabalho.

Também é necessário formular uma disposição útil e prática para ordenar os dossiers dos desenhos passados que se apresentarem úteis para o trabalho. Dentro deste pensamento, também é essencial que, após a remoção das mós e buchas excedentárias, estas sejam devidamente organizadas por tamanho e nível de desgaste para que, caso sejam necessárias, o colaborador tenha o menor tempo de decisão possível.

Em termos de aspeto visual dos móveis de trabalho na célula, foi referido no *Gemba Walk* que existem mesas que são demasiado grandes para o trabalho que ali é feito. Neste caso, é necessária uma reorganização dos móveis de espaço de trabalho para poder melhorar o fluxo de movimentos e remover as mesas que não são necessárias.

No fim da utilização de cada elemento, este deve retornar ao local original, de modo a preservar a organização proposta.

Na Figura 21 segue um exemplo meramente ilustrativo daquilo que seria a *pegboard* sugerida para guardar as ferramentas de trabalho.



Figura 21. Exemplo de *pegboard* proposto para implementação (Fonte: HomeDepot)

Estas *pegboards* (Figura 22) podem ser adquiridas no IKEA (2020) por 10€ a unidade.



Figura 22. Pegboard IKEA (Fonte: Ikea)

5.4.3. 5S - Shine

Esta terceira etapa do 5S (*Seiso/Shine*) diz respeito à manutenção e melhoria do ambiente de trabalho.

Filip e Marascu-Klein (2015) referem que a qualidade do produto traduz a qualidade do ambiente onde foi produzido. Como tal, é necessário, numa célula com 5S implementado, haver limpezas semanais, não só das máquinas, mas também de todo o material utilizado, desde as ferramentas até aos móveis e outros utensílios.

Correntemente, já existem limpezas semanais agendadas na fábrica, mas estas referem-se unicamente à limpeza das máquinas. A proposta, nesta parte do trabalho, cinge-se à questão das ferramentas e móveis da célula.

5.4.4. 5S - Standardize

Standardize ou *Seiketsu* é a operação do 5S que diz respeito à padronização e manutenção de todas as medidas propostas e efetuadas nos 3S anteriores.

Para isto é necessário documentar todas as etapas 5S realizadas até aqui e, de seguida, simplificar estas noções para que sejam de fácil compreensão para o colaborador. Colocar uma folha no local de trabalho que, de forma prática e acessível, indique ao colaborador a quais fatores este tem de estar atento e quais as tarefas a cumprir para contribuir para o sucesso do 5S.

Nesta etapa, é necessário que o departamento administrativo responsável observe e repare quais as principais dificuldades na aceitação do 5S por parte dos colaboradores. Ouvir as ideias, preocupações e sugestões do colaborador irá levar a que este aceite de forma mais simples a mudança de comportamentos e hábitos que poderia ter que prejudicariam a implementação do 5S.

5.4.5. 5S - Sustain

Esta etapa é a última do 5S. Ela diz respeito às medidas necessárias para que o 5S seja um método duradouro e promovedor de melhoria contínua. Este passo é fulcral, e se as medidas a ele associadas não forem as adequadas, todo o processo do 5S falhará eventualmente.

Sustain significa, em português, sustentar ou manter. Como tal, nesta parte do processo de implementação do 5S é necessário impor medidas que assegurem que o 5S é seguido e constantemente aplicado ao longo do tempo.

Tendo em conta o carácter do trabalho realizado na célula e as medidas de 5S anteriormente propostas, propõe-se que seja feita uma auditoria mensal com análise de fatores relativos ao 5S e ao que é praticado dentro dessa metodologia.

Estas auditorias teriam como objetivo avaliar a qualidade da introdução do 5S e se este apresenta os resultados pretendidos. Também servirá para avaliar o nível de empenho do colaborador ao realizar estas tarefas.

De maneira a combater o atrito da mudança por parte do colaborador, conclui-se que incentivos a definir por parte da administração poderiam promover a implementação desta mesma ferramenta *Lean*. Estes incentivos, para além da promoção para a implementação, também serviriam como motivação para a autodisciplina dos colaboradores.

5.4.6. 5S – Medidas a implementar

Adotando a ordem natural do 5S, as medidas propostas para a sua implementação são as seguintes demonstradas na Tabela 9:

Tabela 9. Medidas de implementação do 5S

5S	Medidas
<i>Seiri</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Remover as ferramentas avariadas e em desuso • Remover folhas de desenho desatualizadas
<i>Seiton</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Criar e implementar uma <i>pegboard</i> para colocar e identificar as ferramentas • Criar um depósito para os desenhos de peça atualizados • Organizar, por tamanho, o <i>stock</i> de mós e buchas nas gavetas • Remover equipamento desnecessário (mesas)

<i>Seiso</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar a limpeza das mesas • Limpeza das gavetas e das prateleiras
<i>Seiketsu</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de um documento informativo acerca dos passos necessários a realizar no 5S
<i>Shitsuke</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Esforço necessário pelos colaboradores e administração para garantir a disciplina nos primeiros tempos • Solicitar autodisciplina por parte dos colaboradores • Realização de auditorias 5S

5.5. Proposta à alteração do espaço de trabalho

Aplicando todas as ferramentas propostas para a melhoria contínua do processo produtivo da célula, é necessário formular um layout para que estas funcionem em simbiose.

A aplicação do 5S, como é referido anteriormente, irá organizar e libertar espaço, tornando o fluxo de movimento e trabalho mais agradável ao colaborador e, futuramente, traduzir-se-á em resultados tangíveis.

A proposta do autor passa por remover as mesas que estão destacadas para o trabalho de cada máquina e substituí-las por um local comum, dividido entre uma secção de trabalho a preparar e trabalho a decorrer, onde também se encontrarão o *pegboard* de ferramentas, o separador de OF e a *checklist* propostas.

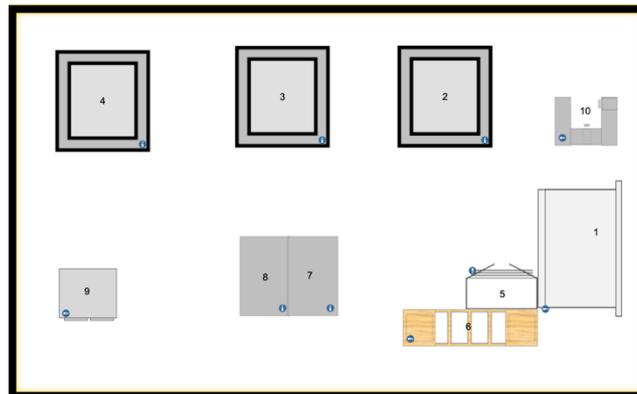


Figura 23. Nova disposição do espaço de trabalho

A Figura 23 representa aquilo que seria o layout que permite que todas estas propostas funcionem em conjunto. Na imagem, os números correspondentes ao 7 e 8 representam o espaço de trabalho a preparar e o espaço de trabalho a decorrer, respetivamente.

A Figura 24 demonstra a proposta para este novo espaço de trabalho:

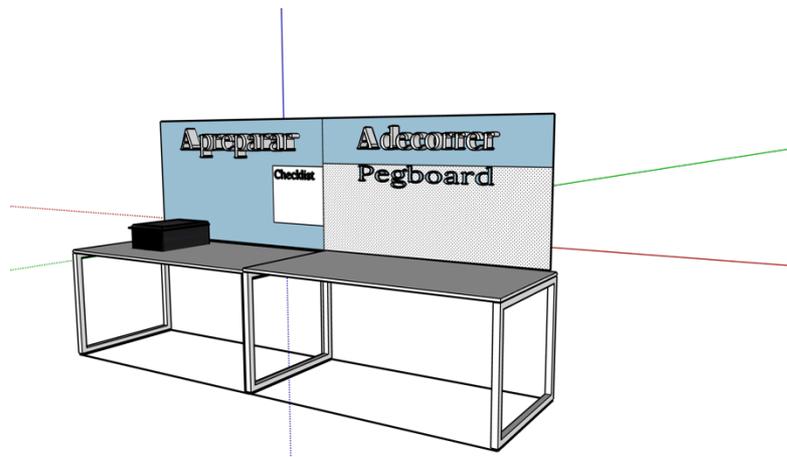


Figura 24. Novo espaço de trabalho

Na figura consegue-se observar a *checklist* e o separador designado para as OF's na parte de trabalho a preparar e a *pegboard* na secção de trabalho a decorrer.

Relativamente à troca de informação, esta será feita nos quadros magnéticos que se irão colocar nas máquinas.

5.6. Dificuldades previstas

Como qualquer implementação *Lean*, estas propostas irão ser alvo de forças de repulsão à mudança.

Naturalmente, quando se trata de uma implementação teórica de uma metodologia que aparenta ser pouco produtiva, é difícil avaliar com certidão quais os obstáculos que esta mudança fará aparecer.

A Durit tem, acima de tudo, uma cultura social familiar. Muitos dos colaboradores realizam a mesma tarefa há algum tempo e a sua vontade de alterar os seus comportamentos pode ser reduzida, tendo em conta os resultados pouco tangíveis e pouco imediatos que o *Lean* produz. Os principais obstáculos esperados serão, principalmente, nesta vertente organizacional.

Na célula em questão, tendo em conta as propostas de carácter comunicativo que serão implementadas, os colaboradores facilmente encontrarão a motivação para concretizar as etapas do 5S e habituarem-se ao novo espaço de trabalho.

5.7. Melhorias previstas

No conjunto das várias implementações de diversas ferramentas *Lean*, apresentadas nesta proposta para a organização da célula, é possível prever as seguintes melhorias:

- Com o SMED, vai ser possível reduzir, em média, os tempos de *setup* até quase 40%, como é o caso do cenário 3 apresentado;
- Com a introdução do 5S, é previsto que o espaço de trabalho se torne muito mais fluido e agradável para trabalhar, promovendo assim a motivação intrínseca do colaborador;
- Com a implementação dos quadros magnéticos para troca de informação irá aumentar a eficiência da comunicação do trabalho a decorrer, assim como irá certamente reduzir com significado o número de erros que pode surgir diminuindo assim também os *lead times*;

- A instalação de um separador de OF's irá auxiliar o colaborador a decidir com maior facilidade o trabalho a seguir, poupando assim tempo e também ajudará o planejamento do trabalho *next-in-line*;
- A criação de um novo espaço de trabalho (A preparar/A decorrer) irá concentrar as ferramentas e o material a preparar e, assim, fará com que existam menos movimentações por parte dos colaboradores e também irá promover a concentração e rigor do colaborador.

6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Os principais objetivos deste trabalho foram criar condições para que uma célula de produção produza com a maior fluidez possível.

Neste aspeto, considera-se que neste trabalho se conseguiu chegar à meta proposta de sugerir um método baseado em ferramentas *Lean* para promover a melhoria contínua numa célula de produção.

Como foi visto ao longo dos capítulos deste trabalho, foi possível suportar a teoria de que, com as medidas propostas e tendo em conta as ineficiências estudadas e apresentadas na célula, é possível atingir bons resultados no que toca a reduzir o tempo de trabalho.

Os tempos de *setup* e preparação de trabalho são sempre aspetos relevantes num contexto MTO. Especialmente, quando se trata de uma célula com quatro máquinas automáticas de transformação de metal duro que são capazes de produzir imensas peças por dia. Uma pequena melhoria por dia em termos de tempo de trabalho pode significar um grande aumento de produção no fim do mês.

Ficou também visto que implementar medidas *Lean* é um investimento em aspetos comportamentais, sendo preciso pouco investimento financeiro por parte de qualquer empresa. No entanto, estes aspetos comportamentais tornam-se, por vezes, barreiras difíceis de superar, sendo importante ouvir e respeitar o colaborador.

Infelizmente, com a situação pandémica que se viveu desde Março de 2020, as restrições de controlo e prevenção do contágio de CoVid-19 impediram que fosse atingida a etapa de implementação física. Assim sendo, este passo que, inicialmente, fez parte dos objetivos deste projeto, fica como trabalho a concluir.

Como recomendações e trabalhos futuros, foi analisado e observado que, usando a célula estudada como exemplo, existem passos que, embora simples, se forem tomados, conseguem trazer resultados tanto a curto como a médio e longo prazo. Sendo assim, é necessário que, após a implementação, se exija rigor e disciplina por parte dos colaboradores e que se proponha um sistema de recompensas por parte da administração, se os resultados das auditorias 5S mostrarem que será adequado.

A Durit, apesar da constante procura e ambição em evoluir tecnologicamente, assim como muitas empresas do setor, ainda possui lacunas que pode colmatar instalando pequenas ferramentas e metodologias *Lean*. Através do *Lean*, é possível não só obter

resultados materiais e financeiros, mas também criar um ambiente propício a aumentar a motivação do colaborador e equipa de trabalho que, por si só, influenciará a manutenção das pretensões de melhoria contínua.

Será importante, igualmente, no futuro, adaptar estas ferramentas à emergente evolução tecnológica de modo a poder estar constantemente na frente daquelas que são as políticas de melhoria contínua. Por exemplo, uma introdução de *Internet of Things*, nos modelos *Lean* de produção, pode trazer melhorias, em termos de fluxo de trabalho e de redução de tempos mortos, ainda mais significativas do que as propostas neste projeto.

No caso específico da Durit, uma grande quantidade dos produtos atravessa os diversos pavilhões em que é realizado a produção. Neste aspeto, é necessário ter em conta que uma implementação IoT representaria um investimento de elevado custo, mas que numa indústria MTO, como é o caso, não tardaria a revelar resultados positivos em termos de tempo de produção.

Este projeto, acima da missão proposta de carácter semelhante ao profissional, também me enriqueceu, em termos de conhecimento prático, com aquelas que foram as matérias que fui absorvendo ao longo dos anos em que frequentei Engenharia e Gestão Industrial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achanga, P., Shehab, E., Roy, R., & Nelder, G. (2006). Critical success factors for lean implementation within SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- Bertagnolli, F. (2018). Lean Management. In *Lean Management*.
- Canha, H. M. (2007). O método ABC como factor de competitividade da empresa. *Revista TOC*, 84, 52-58.
- Chapman, C. D. (2005). Clean house with lean 5S. *Quality progress*, 38(6), 27-32.
- Costa, E. S. M. da, Sousa, R. M., Bragança, S., & Alves, A. C. (2013). An industrial application of the SMED methodology and other lean production tools. 4th International Conference on Integrity, Reliability and Failure.
- Dalton, J. (2019). Gemba Walks. In *Great Big Agile* (pp. 173-174). Apress, Berkeley, CA.
- Durit (2020), Acedido em: 29 de Setembro. Retirado de: https://www.durit.com/fileadmin/_processed_/b/3/csm_Stempelrohling-Rohling-Durit_cde581250e.jpg
- Durit (2020), Acedido em: 29 de Setembro. Retirado de: https://www.durit.com/fileadmin/user_upload/durit/Produkte/_processed_/f/e/csm_Ventilkugel_Pumpen-Ventile-Kompressoren-Durit_64246e3135.jpg
- Durit (2020). Acedido em: 29 de Setembro. Retirado de: https://www.durit.com/fileadmin/user_upload/durit/Produkte/_processed_/5/3/csm_Ventilscheibe_OEI-Gas-Petrochemie-Durit_13fb43f02e.jpg
- Durit (2020). Acedido em: 30 de Setembro. Retirado de: https://www.durit.com/fileadmin/user_upload/durit/Produkte/_processed_/9/4/csm_Fliegender_Doppeldorn_Ziehwerkzeuge-Durit_b533676a0c.jpg
- Durit (2020). Acedido em: 30 de Setembro. Retirado de: https://www.durit.com/fileadmin/user_upload/durit/Produkte/_processed_/4/9/csm_Profilstempel_2_Pulverpressen_und_Tablettieren-Durit_d673e7939e.jpg
- Eaidgah, Y., Maki, A. A., Kurczewski, K., & Abdekhodae, A. (2016). Visual management, performance management and continuous improvement. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(2).
- Filip, F. C., & Marascu-Klein, V. (2015). The 5S lean method as a tool of industrial management performances. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 95, No. 1, pp. 1-6).
- FNAC (2020). Acedido em: 16 de Outubro. Retirado de: <https://www.fnac.pt/mp8919022/Durable-Varicolor?gclid=CjwKCAjw8->

[78BRA0EiwAFUw8LPehyVIJgwSRftJTFdGjKpCd3psbu76JqQm3wxC_eTgpUMWIF2iK2RoCpXAQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds](https://www.homedepot.com/c/ai/how-to-organize-tools-on-a-pegboard/9ba683603be9fa5395fab901725eb974)

- Helmold, M. (2020). Lean Management and Kaizen. Management for Professionals.
- HomeDepot (2020). Acedido em: 27 de Julho. Retirado de: <https://www.homedepot.com/c/ai/how-to-organize-tools-on-a-pegboard/9ba683603be9fa5395fab901725eb974>
- IKEA (2020). Acedido em: 26 de Outubro. Retirado de: https://www.ikea.com/pt/pt/p/skadis-placar-branco-50320805/?utm_source=google&utm_medium=surfaces&utm_campaign=shopping_feed&utm_content=free_google_shopping_clicks_Homeorganisation&gclid=CjwKCAjw8-78BRA0EiwAFUw8LBR_7BDHtUoSGjrJNyf6GFdKbEpiBRxdSKY9rVbbtEAQFrjXmw2G0hoCLnQQAvD_BwE
- Jadhav, J. R., Mantha, S. S., & Rane, S. B. (2014). Exploring barriers in lean implementation. *International Journal of Lean Six Sigma*.
- Jebaraj Benjamin, S., Murugaiah, U., & Srikamaladevi Marathamuthu, M. (2013). The use of SMED to eliminate small stops in a manufacturing firm. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- Kerem, C., Barak, R., Sacks, R., & Priven, V. (2013). Learning to see - Managers working in the gemba as part of the tidhar way training program. 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2013, IGLC 2013.
- Liker, J. K. (2004) "The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer", McGraw-Hill, NY.
- McIntosh, R., Culley, S., Gest, G., Mileham, T., & Owen, G. (1996). An assessment of the role of design in the improvement of changeover performance. In *International Journal of Operations and Production Management*.
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries. *Chemical engineering research and design*, 83(6), 662-673.
- Michalska, J., & Szewieczek, D. (2007). The 5S methodology as a tool for improving the organization. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*.
- Ohno, T. (1988). Toyota Production System Summary. In *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*.
- Osborn, A. F. (1957). Applied Imagination--Principles and Procedures of Creative Thinking. *Personnel Journal* (Pre-1986).
- Parnes, S. J., & Meadow, A. (1959). Effects of "brainstorming" instructions on creative problem solving by trained and untrained subjects. *Journal of Educational Psychology*.
- Peterson, J., & Smith, R. (2019). Initiate the 5S's. In *The 5S Pocket Guide*.

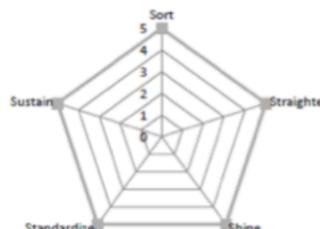
-
- Pettersen, J. (2009). Defining lean production: Some conceptual and practical issues. *TQM Journal*.
- Raid A. Al-Aomar. (2011). *Applying 5S Lean Technology: An Infrastructure for Continuous Process Improvement*. International Scholarly and Scientific Research & Innovation.
- Shingo, S. (2019). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. In *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*.
- Shook, J. (2010). How to change a culture: Lessons from NUMMI. *MIT Sloan Management Review*.
- Simões, L. (2007). *a Curva Abc Como Ferramenta Para Análise De Estoques*. Igarss 2007.
- Sousa, R. M., Lima, R. M., Carvalho, J. D., & Alves, A. C. (2009). An industrial application of resource constrained scheduling for quick changeover. *IEEM 2009 - IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*.
- Sugai, M., McIntosh, R. I., & Novaski, O. (2007). Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. *Gestão & Produção*.
- Tezel, A., & Aziz, Z. (2017). From conventional to it based visual management: A conceptual discussion for lean construction. *Journal of Information Technology in Construction*.
- Ulutas, B. (2011). An application of SMED methodology. *World Academy of Science, Engineering and Technology*.
- Van Goubergen, D., & Van Landeghem, H. (2002). Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*.
- Wilson, C. (2013). *Brainstorming and Beyond*. In *Brainstorming and Beyond*.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). From lean production to the lean enterprise. *IEEE Engineering Management Review*.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2000). *Lean Thinking by Womack and Jones*. *Review Literature And Arts Of The Americas*.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *A Máquina Que Mudou o Mundo*. In *World*.
- Zhang, S., & Tan, Y. (2011). Defects and Improvement of 5S Implementation in the Workshop of MTO Electronic Assembly Industry at the Pearl River Delta Economic Zone. *2011 International Conference on Management and Service Science*.

ANEXO A

Área		Data	
Responsável		Supervisor	

Auditoria 5S

Categoria	Pontuação	Média
Sort		
Straighten		
Shine		
Standardize		
Sustain		
Pontuação total		



No.	1S - SORT	Pontuação
1	Local de trabalho não tem material desnecessário.	
2	No local de trabalho encontram-se apenas as ferramentas necessárias.	
3	No local de trabalho encontra-se apenas o material necessário.	
	Total	

No.	2S - STRAIGHTEN	Pontuação
1	Localização das ferramentas está identificada.	
2	Itens de uso frequente encontram-se acessíveis no local de trabalho.	
3	Todos os itens em repouso estão devidamente guardados.	
4	Espaços de trabalho estão bem marcados.	
5	Existe gestão visual e equipamento de controlo.	
	Total	

No.	3S - SHINE	Pontuação
1	Tudo na célula está em condições de uso.	
2	Inexistência de pó ou sujidade no local de trabalho.	
3	Caixote do lixo e reciclagem esvaziados diariamente.	
5	Equipamento de limpeza encontra-se guardado e rapidamente acessível.	
	Total	

No.	4S - STANDARDIZE	Pontuação
1	Estão disponíveis checklists e são seguidas com rigor.	
2	Resultados da auditoria anterior estão visíveis no local de trabalho.	
3	Foram feitas melhorias em relação à última auditoria.	
	Total	

No.	5S - SUSTAIN	Points
1	Um membro da administração participou numa das últimas 3 auditorias.	
2	É dado tempo e atenção às medidas 5S por parte da administração.	
3	É dado o reconhecimento à equipa que segue as medidas 5S.	
4	Pontuação média das auditorias acima de 4.0 nos últimos 3 meses.	
5	Pontuação média das auditorias acima de 4.0 nos últimos 6 meses.	
	Total	

Figura 25. Exemplo de formulário de auditoria 5S.

