



Universidade de Aveiro  
2023

Ana Patrícia  
Lopes da Silva

**Aplicação da metodologia SMED: redução de  
tempos de *setup* numa empresa de produção de  
artigos sanitários**



Universidade de Aveiro  
2023

**Ana Patrícia  
Lopes da Silva**

**Aplicação da metodologia SMED: redução de  
tempos de *setup* numa empresa de produção de  
artigos sanitários**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Prof.<sup>a</sup> Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à minha família pelo apoio incondicional.

## **o júri**

presidente

**Prof.<sup>a</sup> Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos**  
Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da  
Universidade de Aveiro

**Prof.<sup>a</sup> Doutora Maria Antónia Maio Nunes da Gonçalves**  
Professora Adjunta do Instituto Superior de Engenharia do Porto

**Prof.<sup>a</sup> Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre**  
Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da  
Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Agradeço à Grohe todo o acolhimento e a oportunidade de realizar o meu projeto.

À minha orientadora da Universidade de Aveiro, Ana Raquel Xambre, pelo apoio demonstrado.

Aos Eng<sup>os</sup>. Beatriz Correia, Dário Carvalho, Fábio Ventura, Tiago Pereira, Bernardo Prata e José Carvalho, por toda a ajuda disponibilizada na elaboração deste projeto.

Ao meu orientador na Grohe, Eng.<sup>o</sup> Celso Maia, pela disponibilidade e ensinamentos.

À minha família e a todos os meus amigos, pela motivação e por estarem sempre presentes.

## palavras-chave

*Single Minute Exchange of Die (SMED), 5S, Gestão Visual, Standard Work*

## resumo

O presente projeto foi realizado na Grohe Portugal - Componentes Sanitários, Lda, mais propriamente no departamento de Montagem.

Uma vez que os tempos de *setup* das linhas de montagem se encontravam com uma duração superior ao desejável, o objetivo deste projeto passou, precisamente, pela redução destes tempos em dois dos seus *streams*, as Lasers e os Lavatórios e Bidés.

De forma a atingir os objetivos, inicialmente foi realizado um estudo sobre os *setups*, no sentido de os conhecer e obter dados que retratassem a situação inicial, bem como detetar os principais problemas associados aos mesmos, como a falta de padronização destes processos.

Posteriormente, identificados todos os problemas inerentes aos momentos de troca de ferramenta, foram sugeridas medidas para os reduzir, seguindo-se a implementação das mesmas.

No que diz respeito ao *stream* Lasers, estas soluções passaram pela implementação de 5S e Gestão Visual em diversas áreas do chão de fábrica, reestruturações do *layout* e a criação de uma base de dados onde constassem todas as ferramentas associadas ao processo de *setup*, bem como o seu *stock* e localização.

Para o *stream* Lavatórios e Bidés, a solução passou pela criação de um *standard* de execução de *setups*, uma vez que este era um procedimento que ocorria sem qualquer tipo de organização ou regra.

Com estas medidas, nas linhas Laser, espera-se que a redução da duração média de execução do *setup* seja de cerca de 27%. Para além disso, foram sugeridas algumas medidas para implementação futura, que permitirão que o *setup* seja reduzido, adicionalmente, em 28%, o que conjugado resulta numa redução total de 55% da duração média de execução do *setup*.

No que diz respeito às linhas de montagem Lavatórios e Bidés, a implementação destas medidas resultou na redução de 41% da duração média do tempo de mudança de ferramenta.

**keywords**

*Single Minute Exchange of Die (SMED), 5S, Visual Management, Standard Work*

**abstract**

The present project was carried out in Grohe Portugal - Componentes Sanitários, Lda, more specifically in the Assembly department.

Since the setup times of the assembly lines are longer than expected, the objective of this project was, precisely, to reduce these times in two of its streams, the Lasers and the Washbasins and Bidets.

In order to achieve the objectives, initially a study was made regarding the setups, in order to know how they were done and obtain data that could portray their initial situation, as well as detect the main problems associated with them, such as the lack of standardization of these processes.

Subsequently, once all the problems inherent to the moments of tool change were identified, measures to reduce setup times were suggested, followed by their implementation.

Regarding the Lasers stream, these solutions included the implementation of 5S and Visual Management in several areas of the factory floor, layout restructuring and the creation of a database containing all the tools associated to the setup process, as well as their stock and location.

For the Washbasins and Bidets stream, the solution was to create a standard for the execution of setups, since this was a procedure that occurred without any type of organisation or rule.

With these measures, in the Laser lines, it is expected that the reduction of the average duration of execution of the setup will be around 27%. Also, some improvement actions for future implementation were also suggested, that could result in a further reduction of the setup time, of 28%, which, combined, results in a total reduction of 55% of the average duration of execution of the setup.

Regarding the assembly lines Washbasins and Bidets, the impact of these measures caused a 41% reduction in the average tool change time.



# Índice

Índice de Figuras .....	iii
Índice de Tabelas .....	iii
Índice de Anexos .....	iv
<b>1. Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1 Motivação e Contextualização do trabalho .....	1
1.2 Objetivos e Metodologia .....	2
1.3 Estrutura do Documento.....	3
<b>2. Revisão da Literatura .....</b>	<b>5</b>
2.1 Metodologia <i>Lean</i> .....	5
2.2 Desperdícios.....	6
2.2.1 Valor acrescentado e valor não acrescentado.....	7
2.3 Ferramentas <i>Lean</i> .....	8
2.3.1 Trabalho Padronizado ( <i>Standard Work</i> ) .....	8
2.3.2 5S.....	9
2.3.3 Gestão Visual.....	11
2.3.4 Diagrama de Esparguete .....	12
2.4 Tempos de <i>setup</i> .....	13
2.5 SMED .....	14
2.5.1 Aplicação de SMED em diferentes contextos .....	16
<b>3. Estudo Prático .....</b>	<b>17</b>
3.1 Descrição da Empresa .....	17
3.1.1 Grupo LIXIL.....	17
3.1.2 GROHE.....	17
3.1.3 Processo Produtivo Geral.....	18
3.1.4 Departamento de Montagem.....	19
3.2 Aplicação da metodologia SMED – <i>Stream Lasers</i> .....	21
3.2.1 <i>Stream Lasers</i> .....	21
3.2.2 Descrição da situação atual .....	22
3.2.3 Problemas Identificados .....	28
3.2.4 Melhorias para o processo de <i>setup</i> .....	30
3.2.5 Implementação das medidas.....	31

3.2.6 Resultados Obtidos .....	49
3.2.7 Trabalho Futuro .....	49
3.2.8 Resultados Obtidos .....	56
3.3 Aplicação da Metodologia SMED- <i>Stream</i> Lavatórios e Bidés (LBs).....	57
3.3.1 <i>Stream</i> Lavatórios e Bidés (LBs) .....	57
3.3.2 Descrição da situação atual.....	58
3.3.4 Problemas Identificados.....	63
3.3.5 Melhorias para o processo de <i>setup</i> .....	64
3.3.6 Resultados Obtidos .....	70
3.3.7 Trabalho Futuro .....	71
4. Conclusão .....	74
Referências .....	76
Anexos.....	81

## Índice de Figuras

Figura 1: Ciclo Investigação-Ação.....	2
Figura 2: Etapas do processo SMED (Shingo, 1985).....	15
Figura 3: <i>Layout</i> das áreas de produção da Grohe .....	18
Figura 4: Linha Laser.....	21
Figura 5: Duração média de um <i>setup</i> por máquina.....	26
Figura 6: Percentagem das atividades do <i>setup</i> no tempo total .....	27
Figura 7: Exemplo de um mapa de produto.....	29
Figura 8: Exemplo 1 de armazenamento inicial dos porta peças.....	32
Figura 9: Exemplo 2 de armazenamento inicial dos porta peças.....	32
Figura 10: Dimensões ideais para prateleiras de armazenamento dos porta peças .....	33
Figura 11: Dimensões ideais dos módulos .....	34
Figura 12: <i>Layout</i> da Ferramentaria das Lasers com a nova linha .....	34
Figura 13: Opção A .....	35
Figura 14: Opção B .....	36
Figura 15: Opção C .....	36
Figura 16: Armazenamento atual dos porta peças .....	37
Figura 17: Exemplo 1 de armazenamento inicial dos centradores .....	38
Figura 18: Exemplo 2 de armazenamento inicial dos centradores .....	39
Figura 19: Armazenamento atual dos centradores.....	40

## Índice de Tabelas

Tabela 1: Etapas necessárias para realização de um <i>setup</i> nas linhas laser .....	23
Tabela 2: <i>Standard</i> para execução do <i>setup</i> nas linhas laser.....	25
Tabela 3: Problemas identificados e respetivas medidas .....	30
Tabela 4: Base de dados de ferramentas do stream LS .....	48
Tabela 5: Classificação das atividades de execução do <i>setup</i> em internas/externas .....	54
Tabela 6: Tarefas necessárias à execução do <i>setup</i> nas LBs .....	59
Tabela 7: Atividades para execução de <i>setup</i> nas LBs e classificação em internas/externas.....	66
Tabela 8: Atividades de execução do <i>setup</i> associadas aos respetivos operadores.....	67
Tabela 9: Atividades associadas a cada operador ( <i>setup</i> com 2 operadores) .....	73
Tabela 10: Atividades associadas a cada operador ( <i>setup</i> com 1 operador).....	73

## **Índice de Anexos**

Anexo 1: Instrução de trabalho (setup com 2 operadores) .....	81
Anexo 2: Instrução de trabalho (setup com 1 operador).....	82

# 1. Introdução

O presente relatório descreve o projeto realizado na empresa Grohe Portugal-Componentes Sanitários, desenvolvido no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial.

No decorrer deste capítulo será, assim, apresentada uma contextualização do trabalho a desenvolver, bem como as motivações que estão sua origem. Serão ainda abordados os objetivos pretendidos com a execução deste projeto, assim como a metodologia seguida para os alcançar.

## 1.1 Motivação e Contextualização do trabalho

A vantagem que cada empresa pode obter é o que, em última análise, determina o seu sucesso. Em alguns setores, cuja produção opera consoante as encomendas, é imperativo que o cliente receba uma resposta rápida e com o menor preço possível (Souza et al., 2012).

O setor industrial é caracterizado por mercados cada vez mais voláteis e competitivos. Para permanecerem nesses mercados, as empresas são forçadas a tornarem-se mais flexíveis e a reduzirem as perdas durante o processo de produção, sejam elas de recursos, custos ou tempo (Mendhe & Rathi, 2017).

Com exigências cada vez maiores por parte dos clientes, dada a crescente individualização da procura, é natural que a diversidade da oferta de produtos cresça cada vez mais ao longo dos anos. A procura por parte dos clientes é atualmente marcada por uma menor quantidade de produtos, mas numa maior variedade, inculindo à indústria a produção em lotes cada vez mais reduzidos, o que por sua vez requer um maior número de *setups* entre produtos (Mendhe & Rathi, 2017).

Embora na produção em massa, mais tradicional, se tenha procurado reduzir a frequência com que as mudanças ocorrem, os modelos atuais, caracterizados por uma maior reatividade, exigem que a frequência destas mudanças permaneça elevada, mas que a sua duração seja reduzida.

Este trabalho foi desenvolvido na Grohe Portugal-Componentes Sanitários, Lda., uma empresa que se dedica à produção de componentes sanitários e uma marca líder a nível mundial.

Com a crescente diversificação dos produtos da marca, de forma a que estes se vão adaptando às necessidades atuais dos consumidores, a flexibilidade da produção torna-se um aspeto fulcral, uma vez que o tamanho dos lotes tende a diminuir e, conseqüentemente, o número de *setups* aumenta.

Desta forma, torna-se essencial atuar sobre os tempos de mudança de ferramenta, de forma a que estes se tornem mais rápidos e eficientes, o que se irá traduzir também numa maior capacidade de produção.

Assim, este projeto tem como foco principal a redução dos tempos de *setup* de dois dos *streams* da montagem, das Lasers (LS) e dos Lavatórios e Bidés (LBs), através da aplicação de ferramentas do *Lean Manufacturing*, sobretudo os 5S, Gestão Visual e SMED. Neste contexto, entendem-se por *streams* conjuntos de linhas que se encontram agrupados de acordo com o tipo de torneiras a produzir.

## 1.2 Objetivos e Metodologia

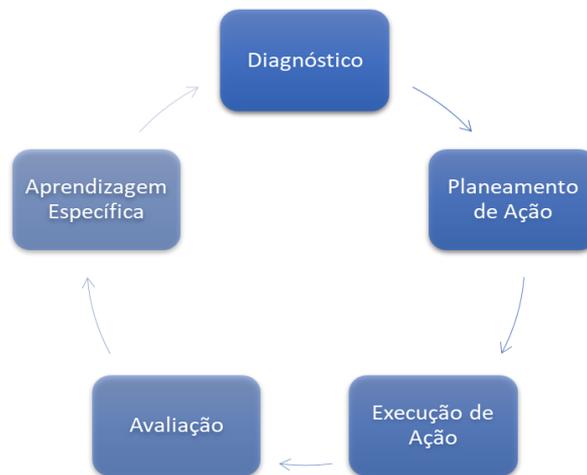
O objetivo deste trabalho consiste na redução dos tempos de *setup* dos *streams* Lasers e Lavatórios e Bidés face aos tempos atuais, através da aplicação de ferramentas da Metodologia *Lean* como 5S, Gestão Visual e SMED.

As linhas Laser, responsáveis por realizar a gravação dos corpos das torneiras para que estes sigam para as restantes linhas de montagem, encontra-se com tempos de *setup* superiores ao desejável, daí a necessidade de atuar sobre eles. Para além disso, a troca de ferramentas destas linhas exige a paragem total das mesmas, tornando-se essencial que a duração desta troca seja o mais reduzida possível, permitindo assim que o tempo total de paragem das máquinas seja o menor possível, contribuindo, conseqüentemente, para um aumento do tempo de produção.

As linhas de montagem também sentem o efeito do crescente número de *setups* e, como tal, será importante atuar também sobre estas linhas, começando, numa fase inicial, pelo *stream* de Lavatórios e Bidés (LBs), de modo a reduzir os seus tempos de *setup*. No entanto, futuramente, o objetivo é que este projeto seja alargado a toda a montagem e aplicado a todos os *streams*.

Relativamente à metodologia, será utilizada a Investigação-Ação, dado que este método engloba, em simultâneo, a ação e a investigação, constituindo assim um processo cíclico que intercala a mudança recorrente da ação e uma reflexão crítica. A cada novo ciclo os métodos, dados e o conhecimento resultante do conhecimento e experiência são aprimorados de forma contínua relativamente ao seu estado anterior.

Segundo Myers (1977), esta metodologia permite atuar na unidade em investigação e a análise dos respetivos objetivos, sendo constituída por 5 fases, retratadas na figura 1 (Santos et al., 2013):



**Figura 1:** Ciclo Investigação-Ação

A primeira fase diz respeito à fase de diagnóstico, cujo intuito é detetar uma oportunidade de melhoria ou solução de um problema identificado de antemão.

Daqui, resultam conjeturas sobre a natureza e domínio do problema, sendo para tal necessário ter uma visão global, com o objetivo de perceber o problema de forma integrada.

Seguidamente, a segunda fase tem como finalidade planear um conjunto de ações que orientem a investigação, assim como identificar qual a abordagem e os objetivos pretendidos com esta tomada de ação. Aquando da realização do planeamento são consideradas diferentes alternativas das possíveis abordagens a tomar, para que posteriormente se proceda à escolha da alternativa mais adequada.

Selecionadas as ações mais adequadas, de entre as idealizadas na fase anterior, na terceira fase passa-se à execução das mesmas, dando-se assim por concluída a fase de ação.

A fase seguinte consiste na fase de avaliação, onde se averigua se as ações levadas a cabo na fase de ação despoletaram os efeitos esperados e contribuíram para a resolução dos problemas iniciais. Nesta avaliação, é de extrema importância recorrer a uma análise crítica que permita apurar até que ponto as medidas e ações tomadas foram unicamente responsáveis pelos resultados obtidos.

A última fase, designada de aprendizagem específica, refere-se ao momento de identificar e registar todas as conclusões resultantes do processo.

A cada iteração deste ciclo de Investigação-Ação, em que se repetem estas 5 fases, as melhorias implementadas tendem a estabilizar.

O término deste ciclo alcança-se assim que a estabilização destas melhorias seja considerada significativa, sendo que a partir daqui se considera concluída a intervenção, ou parte-se para o desenho de novos objetivos, iniciando assim um novo ciclo.

### 1.3 Estrutura do Documento

Este relatório encontra-se segmentado em quatro capítulos, sendo composto pela introdução, revisão de literatura, seguido o caso de estudo e, por último, as conclusões.

Na introdução é realizada uma contextualização do trabalho bem como as motivações que despoletaram a sua origem, seguida da definição dos objetivos e da metodologia utilizada para os alcançar.

Na revisão de literatura é explorada a metodologia *Lean*, bem como algumas das ferramentas que a compõe, especialmente o SMED, sendo esta a ferramenta mais importante no contexto deste trabalho.

O capítulo seguinte diz respeito ao caso de estudo, onde se faz uma contextualização da empresa onde o projeto foi realizado e se explora todo o trabalho desenvolvido, bem como algumas sugestões de trabalho futuro.

Para finalizar, no último capítulo, são apresentadas as conclusões obtidas com este projeto e o impacto que o mesmo trouxe à empresa.



## 2. Revisão da Literatura

Ao longo deste capítulo será apresentada a revisão de literatura elaborada, cujos tópicos servem de suporte ao trabalho desenvolvido.

Esta, encontra-se dividida em quatro grandes partes. A primeira parte aborda a Metodologia *Lean*, fazendo uma exploração desta temática e reforçando os seus princípios. A segunda parte foca-se nos 8 desperdícios associados a esta metodologia, enquanto que o terceiro tópico explora algumas das ferramentas que fazem parte desta filosofia e que serão utilizadas neste projeto. Para finalizar, é realizada uma contextualização acerca dos tempos de *setup* e é atribuído destaque à ferramenta que tem mais peso neste projeto, o SMED.

### 2.1 Metodologia *Lean*

Esta metodologia foi desenvolvida pela Toyota nos anos 50 e trata de um processo de produção no qual se procurava eliminar desperdícios ou atividades sem valor acrescentado. Através da utilização de técnicas de fabrico *Lean*, a eficiência da produção e a redução de resíduos foram conseguidas com sucesso durante décadas (Shahriar et al., 2022).

O *Lean Manufacturing* tem como objetivo a produção rentável e sustentável, algo que pode ser atingido com o aumento da eficiência e da qualidade e redução dos custos e desperdícios. Como resultado desta filosofia, a satisfação do cliente aumenta significativamente (Emekdar et al., 2023).

Segundo Liker (2004), a filosofia *Lean*, construída sobre os princípios e procedimentos operacionais do Sistema de Produção Toyota, pode ser definida, na sua forma mais básica, como a eliminação de desperdícios. No entanto, este conceito é muitas das vezes definido de acordo com os 5 princípios Lean de Womack and Jones (2003), sendo eles:

- **Valor:** consiste na criação de produtos e serviços que acrescentem valor do ponto de vista do cliente final, garantindo a sua total satisfação, sendo o valor definido por Porter (1985) como aquilo que os clientes estão dispostos a pagar.
- **Cadeia de valor:** é essencial identificar todas as etapas necessárias para uma produção eficiente, as essenciais e as que geram desperdício. Desta forma, é possível eliminar as atividades que não agregam valor e melhorar o fluxo de valor.
- **Flow:** é fundamental eliminar as etapas do fluxo de trabalho que causam potenciais interrupções, refluxo, atrasos e destruição. Devem criar-se etapas que não sejam impactadas por estes efeitos negativos, o que contribui, mais uma vez, para a melhoria do fluxo de valor.
- **Pull:** o sistema deve reagir à procura do cliente. A produção deve acontecer apenas consoante as encomendas do cliente, fazendo com que os recursos não sejam desperdiçados.

- **Perfeição:** é necessário procurar sempre a perfeição, melhorando continuamente o sistema através da remoção contínua dos desperdícios à medida que estes vão surgindo.

Para Melton (2005), os benefícios da aplicação do *Lean* são a redução dos prazos de entrega aos clientes, a redução de *stocks*, a melhor gestão do conhecimento e processos mais robustos, com menos erros associados e, conseqüentemente, menos retrabalho.

Nuseir and Alshurideh (2021) acrescentam que a aplicação desta metodologia provoca a redução dos custos de produção, tornando propícia a venda de produtos abaixo do preço da concorrência, o que potencia a satisfação dos consumidores, atrai novos clientes e facilita a retenção dos mesmos.

Embora, aquando da sua origem, esta metodologia estivesse muito voltada para a indústria, este panorama tem-se alterado, e, atualmente, tem vindo a crescer em diversas empresas e setores, tendo já sido aplicada às mais variadas áreas, como a saúde, serviços públicos, desenvolvimento de produtos, construção, e até em serviços pós-venda (Olesen et al., 2015).

Este crescimento deve-se ao facto dos conceitos introduzidos por esta filosofia serem aplicados para alcançar os objetivos das organizações (Sarjiman et al., 2023), podendo ser adaptados aos mais diversos tipos de organizações.

## 2.2 Desperdícios

Os desperdícios causam interrupções no fluxo de valor. A existência de desperdícios associados a determinado processo produtivo revela a carência de uma correta padronização desse processo. Evidencia que o mesmo não é executado da forma mais eficiente, e, portanto, contribui para o aumento de custos, mas não para a agregação de valor (Alcaraz et al., 2021).

Para Womack e Jones (2003), os desperdícios são considerados como qualquer atividade humana que seja executada e que consome recursos sem criar qualquer tipo de valor. Assim, estes autores criaram uma classificação de 7 desperdícios, sendo eles:

- **Excesso de produção:** diz respeito a um nível de produção superior ao que o cliente pretende ou a uma produção que acontece cedo demais, sem ainda ser necessária (El-Namrouty, 2013).
- **Espera:** quando o tempo necessário para completar o trabalho é superior ao exigido pelo mesmo. Este desperdício ocorre quando os operadores esperam por ferramentas, horários ou instruções para prosseguir com o seu trabalho e tem impacto no movimento de bens e mão de obra (Wahab et al., 2013).
- **Transporte:** relacionado com a deslocação de materiais ou equipamentos no local de trabalho, cuja má organização e disposição do espaço causa inúmeras paragens e arranques durante um ciclo de produção. Assim sendo, a disposição do ambiente de trabalho pode ser a razão mais forte para transportes desnecessários (Ansah et al., 2016).

- **Retrabalho ou processamento excessivo:** acontece quando se adicionam ao processo procedimentos desnecessários, ou seja, quando as atividades desempenhadas para transformação dos produtos não acrescentam valor do ponto de vista do cliente (Ansah et al., 2016).
- **Excesso de Inventário:** refere-se ao armazenamento de *stock* durante demasiado tempo antes de ser necessário..
- **Movimentação Excessiva:** deslocações dos operadores para fora do seu local de trabalho são consideradas desperdícios. A energia perdida nessas deslocações provoca cansaço nos operadores, diminui a sua produtividade e origina problemas no seu desempenho (Ansah et al., 2016).
- **Defeitos:** os defeitos exigem custos significativos, uma vez que têm de ser retificados ou corrigidos, o que aumenta, conseqüentemente, o seu custo. Desta forma, a reparação ou renovação do produto, o seu desmantelamento e a análise dos defeitos associados resultam em perdas de tempo e dinheiro.

Para além destes 7 desperdícios enunciados, existem ainda um outro que tem vindo a destacar-se e a ganhar cada vez mais importância: o não aproveitamento do conhecimento e talento dos operadores do chão de fábrica.

Estes são os que mantêm um contacto permanente com os processos e os que mais conhecimento têm sobre os mesmos e sobre as melhorias que se deveriam implementar para os alterar positivamente. Nesse sentido, os operadores deveriam atuar como agentes da mudança, o que nem sempre acontece, o que leva a que se percam oportunidades de melhoria, deixando problemas por resolver, não se eliminando desperdícios nem custos associados aos processos (Cowin, 2018).

Quando o desperdício não tem valor é considerado dispensável e deve ser imediatamente eliminado. No entanto, este torna-se necessário quando é parte integrante de algum bem que já existe e não pode ser destruído. Desta forma, os resíduos indispensáveis podem ser reduzidos, mas não podem ser completamente eliminados do sistema (Yeh et al., 2021).

### 2.2.1 Valor acrescentado e valor não acrescentado

Para além da redução e eliminação de desperdícios, é necessário ter em atenção outro aspeto, a criação de valor para o cliente. Este pode obter-se através da redução de desperdícios ou através da transformação de atividades que não acrescentam valor em atividades de valor acrescentado (Murman, 2002).

O ideal seria que os processos que constituem a cadeia de valor ocorressem continuamente sem interrupções (Yeh et al., 2021), no entanto, as ações que realmente criam valor para o cliente são apenas uma percentagem do total das operações que ocorrem em todo o processo (Ünal et al., 2019).

Todas as atividades associadas a processos produtivos podem ser classificadas como atividades de valor acrescentado (VA), atividades de valor não acrescentado (VNA) e Atividades de Valor Não Acrescentado, mas Necessárias (NNVA).

Atividades de valor acrescentado são atividades que compõe a produção de determinado produto e pelas quais o cliente está disposto a pagar. Pelo contrário, atividades de valor não acrescentado adicionam apenas custos ao produto sem adicionar qualquer tipo de valor ao mesmo, o que significa que o cliente não pagará por estas atividades, consideradas meros desperdícios. Já as atividades de valor não acrescentado mas necessárias, são aquelas que não acrescentam diretamente valor ao produto, no entanto, são necessárias para dar apoio à execução das atividades de valor acrescentado, tornando-se assim essenciais (Agrahari et al., 2015).

## 2.3 Ferramentas *Lean*

As empresas utilizam uma variedade de conjuntos de ferramentas *Lean* para alcançar um bom desempenho como consequência da crescente concorrência do mercado (Tasdemir & Gazo, 2019).

Dada a sua capacidade de melhorar a qualidade do desempenho, a rentabilidade e a produtividade, as ferramentas *Lean* mais adequadas a cada contexto podem ser selecionadas e implementadas para obter uma série de benefícios (Behrouzi & Wong, 2013).

A escolha das ferramentas adequadas para implementar em qualquer organização poupa tempo e pode aumentar significativamente a eficiência dos processos, diminuindo ou eliminando os seus desperdícios e melhorando a sua performance (Naeemah & Wong, 2023).

Desta forma, de seguida são abordadas as ferramentas *lean* aplicadas ao longo deste projeto.

### 2.3.1 Trabalho Padronizado (*Standard Work*)

Antes de melhorar qualquer processo é necessário normalizá-lo e torná-lo estável (Liker, 2004). Isto significa que as normas e padrões constituem o ponto de partida a partir do qual as atividades de melhoria contínua são implementadas (Pereira et al., 2016).

Segundo Olesen et al. (2015), o trabalho padronizado é uma ferramenta considerada como um dos fundamentos básicos da filosofia *Lean*, desenvolvida nos anos 50 do século XX, por Taiichi Ohno (Ohno, 1998).

O trabalho padronizado é uma ferramenta extremamente útil para definir normas e determinar os melhores procedimentos e sequências para cada processo e cada operador, contribuindo assim para a redução do desperdício (Bragança & Costa, 2015).

Este requer a definição de padrões para a taxa de produção, relacionado com o *takt time*, para o inventário necessário e ainda para todas as sequências desempenhadas pelo operador para a produção (Zahraee et al., 2014). Não é permitida margem para o imprevisto e as operações devem ser realizadas exatamente como definidas (Arezes et al., 2010).

A compreensão de todos os procedimentos e atividades é fundamental para a normalização. Só depois é possível descobrir as melhores soluções e descrevê-las com precisão para garantir que são implementadas todos os dias, de forma consistente, com a mesma metodologia e nível, independentemente de qualquer imprevisto. Prevê-se que, desta forma, se diminuam os erros e se aumente a estabilidade e a eficácia (Pereira et al., 2016).

Puvanasvaran et al. (2018) estipularam alguns dos passos a seguir para implementar esta metodologia, que devem ser realizados para que se possa atingir as suas potencialidades, sendo eles:

1. Estudo e documentação de todo o processo, o que desencadeia a identificação dos problemas e desperdícios associados ao mesmo;
2. Análise e resolução dos problemas encontrados, reduzindo ou eliminando os desperdícios;
3. Aplicação das soluções aplicadas, definição de novos standards e medição dos resultados obtidos;
4. Repetição de todo este ciclo para que o processo seja melhorado continuamente.

A diminuição da aleatoriedade dos processos de fabrico em resultado da criação de *standards* para a produção pode reduzir variações nos tempos de ciclo, uma vez que essa sequência de operações é definida de acordo com o *takt time*, com o objetivo de responder à procura do cliente (Monden, 1998). Adicionalmente, esta ferramenta facilita a redução de erros de qualidade, que representam um dos principais desperdícios do processo de produção (Zahraee et al., 2014).

### 2.3.2 5S

Os 5S enfatizam a simplificação do ambiente de trabalho, a gestão de locais de trabalho produtivos e a redução de resíduos, enquanto promove a saúde e a segurança (Cirjaliu & Draghici, 2016).

Para além de promover o fabrico de uma forma mais limpa e organizada, os 5S também permitem tornar todo o processo mais limpo, na medida em que o simplifica, promove a poupança, quer de espaço operacional, quer dinheiro e de tempo, o que resulta em menos falhas nos produtos que são produzidos.

No fundo, cria um local de trabalho que é ordenado, arrumado e bem organizado, garantindo todas as condições para a produção (Chapman, 2005).

Segundo Aktar Demirtas et al. (2022), a filosofia japonesa conhecida como 5S é utilizada por organizações em todo o mundo para promover a melhoria contínua, sendo composta por cinco palavras japonesas, todas elas começadas com a letra "S":

- **Seiri:** consiste em remover itens desnecessários que são fáceis de eliminar e que não têm qualquer valor no espaço de trabalho. A organização do local de trabalho torna-se difícil quando materiais e equipamentos desnecessários ou pouco utilizados permanecem nesse espaço, o que também reduz a eficiência do próprio trabalho. A classificação é um ótimo método para transformar um *layout* desorganizado num espaço eficaz e limpo (Shahriar et al., 2022).

Para implementação desta etapa importa (Shahriar et al., 2022):

- Determinar o que é necessário e o que não é;
  - Decidir o destino a dar a esses itens desnecessários (por exemplo, eliminar ou doar).
- 
- **Seiton:** selecionar os objetos necessários, mas desorganizados, e colocá-los, num local adequado é o segundo passo no processo de implementação dos 5S. O método fundamental para realizar esta etapa é tentar utilizar a abordagem visual, quando possível, a fim de minimizar o tempo perdido durante a procura destes objetos (Shahriar et al., 2022). As regras fundamentais da abordagem Seiton são as seguintes (Shahriar et al., 2022):
    - Recolher e examinar dados históricos, a fim de desenvolver uma ligação de triagem;
    - Aproximar os locais de armazenamento de itens que estão ligados;
    - Organizar vários itens em filas distintas;
    - Cada item e local de armazenamento estão claramente rotulados (controlo visual).
- 
- **Seiso:** a terceira fase inclui a limpeza eficaz do local de trabalho e a manutenção de todo o equipamento e produtos acessíveis na indústria, de modo a que este funcione corretamente. Este procedimento de limpeza deve ser regularmente praticado e a sua eficácia avaliada. Os trabalhadores serão encorajados a aumentar a produtividade quando o chão de fábrica e as ferramentas estiverem limpos e organizados (Senthil Kumar et al., 2022).
- 
- **Seiketsu:** depois da área de fabrico organizada e limpa, é crucial manter o espaço dessa forma. Para isso, a empresa cria processos uniformes, diretrizes e padrões para assegurar que todas as áreas se mantêm fiéis a esse compromisso. Esta fase implica o desenvolvimento de normas estéticas para manter o local de trabalho ordenado,

arrumado e regularizado e estas normas devem ser comunicadas e compreendidas por todos os envolvidos neste processo (Shahriar et al., 2022).

- **Shitsuke:** o objetivo do quinto e último S é o de desenvolver hábitos e métodos de trabalho que reflitam os princípios dos quatro S's anteriores. Cada funcionário da organização deve manter a disciplina e estar consciente das vantagens de utilizar os 5S. É necessário um plano de formação, bem como auditorias internas e externas para assegurar que os 5S são devidamente utilizados em toda a organização, proporcionando aos operadores uma rápida adaptação aos procedimentos desta metodologia (Senthil Kumar et al., 2022).

A metodologia 5S classifica e organiza os materiais, ferramentas e equipamentos utilizados no local de trabalho e a aplicação destes conceitos resulta num ambiente de trabalho mais limpo e produtivo. Como resultado, espera-se que o desempenho dos colaboradores seja impactado de forma positiva (Randhawa & Ahuja, 2017).

Adicionalmente, a performance e sustentabilidade dos resultados alcançados com esta metodologia será garantida com as fases de standardização e disciplina, através das quais se espera que esta metodologia faça parte do dia a dia da organização (Khan et al., 2019).

Maior segurança e disponibilidade dos equipamentos, maior agilidade e flexibilidade da produção, melhor utilização dos ativos, bem como menores taxas de defeitos e custos, são as vantagens que a aplicação desta metodologia proporciona e que, conseqüentemente, conferem uma melhor imagem da empresa perante clientes, fornecedores, e os próprios funcionários, funcionando como um fator de motivação para estes últimos (Aktar Demirtas et al., 2022).

Os 5S são um pré-requisito fundamental para a aplicação de ferramentas de otimização bastante eficazes, como o SMED (Ribeiro et al., 2019).

Atualmente, a maioria das empresas emprega 5S como ferramenta de limpeza, classificação, organização e funcionamento, bem como para reduzir o tempo ocioso e as atividades sem valor acrescentado durante o processo de produção (Shahriar et al., 2022).

### 2.3.3 Gestão Visual

Sendo a visão o sentido que permite ao ser humano captar a maior quantidade de informação (cerca de 85%) é essencial que a informação disponibilizada seja transmitida através da captação visual, ou seja, mediante imagens (Coimbra & Kaizen Institute, 2009).

A ferramenta *Lean*, designada de Gestão Visual, tem o objetivo de tornar a informação vital prontamente disponível para todos (Ballard et al., 2013).

Esta ferramenta é caracterizada pela utilização de informação visual em vez de texto, tornando a transmissão de informação mais simples e de fácil compreensão para todos (Jamil & Fathi, 2016). De modo a aumentar a eficiência, o valor e a clareza, o design deve ser apresentado

de uma forma enfática que facilite a compreensão e a partilha entre os intervenientes (Tezel & Aziz, 2017).

Toda as regras de trabalho, de segurança e utensílios de trabalho devem estar providos de elementos visuais que proporcionem a fácil compreensão e comunicação da informação, visto que é essencial que esta seja disponibilizada da forma mais simples possível, para todos aqueles que fazem uso da mesma (Coimbra & Kaizen Institute, 2009).

Segundo Saudi et al. (2019), de um modo geral, a Gestão Visual diz respeito ao esforço e empenho colocados no sentido de tornar uma situação mais clara para todas as partes envolvidas no processo.

Além disso, a gestão visual incentiva a comunicação visual, aplicando uma variedade de sinais diretos que proporcionam uma compreensão imediata e ajudam os trabalhadores a concluir as tarefas mais rapidamente, reduzindo as taxas de erro e melhorando assim o desempenho da cadeia de abastecimento (Saudi et al., 2019).

Uma das vantagens da gestão visual é o facto de englobar a apresentação da evolução de determinadas ações, considerando que esses resultados podem ter impacto nos operadores. Caso o resultado espelhado pelas ações seja positivo, isto motiva e proporciona um aumento de confiança do operador no seu trabalho. Caso contrário, pode provocar alguns constrangimentos e levar a uma alteração do caminho seguido até então (Coimbra & Kaizen Institute, 2009).

Para além desta, Siaudzionis et al. (2018) mencionam as principais vantagens da gestão visual como sendo:

- **Melhoria contínua**, no sentido em que dá a oportunidade a todos de participarem na gestão e evolução da qualidade dos processos;
- **Transparência**, atuando como um facilitador da gestão, desde os colaboradores até à chefia de topo;
- **Unificação**, proporcionando a partilha e o acesso à mesma informação;
- **Formação *on-the-job***, uma vez que a disponibilização de informação permite a análise de diversas situações e serve como um meio de aprendizagem mediante a prática;
- **Simplificação do trabalho**, dado o acesso a ferramentas simples e de fácil compreensão a todos e que podem ser consultadas permanentemente.

#### 2.3.4 Diagrama de Esparguete

De acordo com Burroni et al. (2021), um diagrama de esparguete é uma ferramenta utilizada para melhorar o *layout* de determinada área com base em observações das distâncias que os operadores ou itens devem percorrer.

Estes diagramas permitem identificar *layouts* desajustados e ineficientes e evidenciam as grandes distâncias percorridas pelos operadores entre pontos chave do processo. Para a criação destes diagramas são necessários três passos, sendo eles (Burroni et al., 2021):

1. a criação de um diagrama que represente o espaço de trabalho;
2. a observação de todo o processo, incluindo a posição inicial do operador;
3. o desenho das linhas que representam os movimentos do colaborador ao longo de todo o processo, sendo que as mesmas podem ser numeradas de forma a que se evidenciem as fases do processo, e ainda de cores diferentes consoante a função desempenhada.

Posteriormente, após obter todo o esquema de movimentos necessário ao processo, é possível identificar aqueles que são desnecessários e, eliminá-los, ou então alterar determinados pontos do *layout* com o intuito de encurtar as distâncias a percorrer e, desta forma, tornar todo o fluxo mais eficiente (Burroni et al., 2021).

## 2.4 Tempos de *setup*

Nos atuais contextos de produção, em que os produtos e serviços precisam de ser entregues a tempo, a programação das atividades é muito influenciada pelo tempo e custos necessários para preparar a sua realização (Allahverdi & Soroush, 2008).

A produção de uma vasta variedade de bens e serviços utilizando os mesmos recursos requer procedimentos de configuração e mudança que causam interrupções dispendiosas do processo de produção/serviço. Assim, a redução do tempo destas paragens é um componente crucial de melhoria contínua de cada organização, tornando-se ainda mais crucial se uma empresa procura adaptar-se a mudanças como a diminuição dos prazos de entrega, tamanhos de lote menores e maiores requisitos de qualidade. Desta forma, é essencial detetar e potenciar melhorias nestes processos (Allahverdi & Soroush, 2008).

Braglia et al. (2017) reforça a ideia de que a capacidade das empresas passarem rapidamente de um produto para outro é essencial, e que para atingir este objetivo é necessário reduzir o tempo de preparação, que é o tempo que decorre entre o fabrico da última peça de um lote e a produção da primeira peça boa do lote seguinte

Pode definir-se o tempo de *setup* como o intervalo de tempo em que a produção é interrompida para se efetuar qualquer mudança no processo. Esta mudança pode ser relativa a manutenções na máquina, alteração de matéria-prima ou até mesmo do produto a produzir (Kumar & Abuthakeer, 2012). Para além disso, os *setups* incluem ainda obtenção e devolução de ferramentas, o correto posicionamento das mesmas para a execução do processo, a limpeza e a inspeção do material (Allahverdi et al., 1999).

Ribeiro et al. (2022) definem genericamente o tempo de *setup* como o tempo que decorre desde o fim de determinado processo e o início do próximo.

Durante muito tempo, tanto os custos como o tempo de *setup* eram considerados insignificantes e, portanto, eram ignorados ou incluídos como parte integrante do tempo de processamento (Allahverdi et al., 1999). No entanto, na maioria das situações é importante distinguir o tempo de *setup* do tempo de processamento, fazendo uma diferenciação visível entre estas duas atividades (Allahverdi et al., 1999).

Tratar o tempo de mudança de ferramenta separadamente do tempo de processamento permite que as operações sejam realizadas em simultâneo, melhorando assim todo o desempenho da sequência (Allahverdi et al., 1999).

A redução do tempo de troca de ferramenta tem uma série de vantagens, incluindo o aumento da produtividade (Rosa et al., 2017), a redução das despesas, o aumento da velocidade de produção, a redução dos prazos de entrega e uma maior competitividade, lucratividade e satisfação. Para além disso, permite uma maior variedade de tamanho de lotes, a redução do *stock*, maiores margens de lucro, entregas mais rápidas, e, conseqüentemente, uma maior satisfação do cliente (Allahverdi & Soroush, 2008).

## 2.5 SMED

Cada processo de fabrico é composto por uma série de etapas, cada uma das quais inclui uma série de ações mais pequenas, como a limpeza e substituição de equipamento, e a preparação das áreas de produção para as etapas seguintes. A maioria destas subetapas exige a paragem das máquinas, pelo que devem ser concluídas o mais rapidamente possível, uma vez que a eficiência sofre em consequência deste tempo de inatividade (Emekdar et al., 2023).

A abordagem SMED é um conjunto de métodos e ferramentas para acelerar as mudanças de máquinas, equipamentos e processos de produção (Oleksiak et al., 2023).

A metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*) foca-se essencialmente em proporcionar uma transição mais fácil entre diferentes tipos de produtos, através da redução do tempo de troca de ferramenta. Para além disso, permite a redução de stocks e facilita a transição de um lote de produção para o outro (Nikolic et al., 2023).

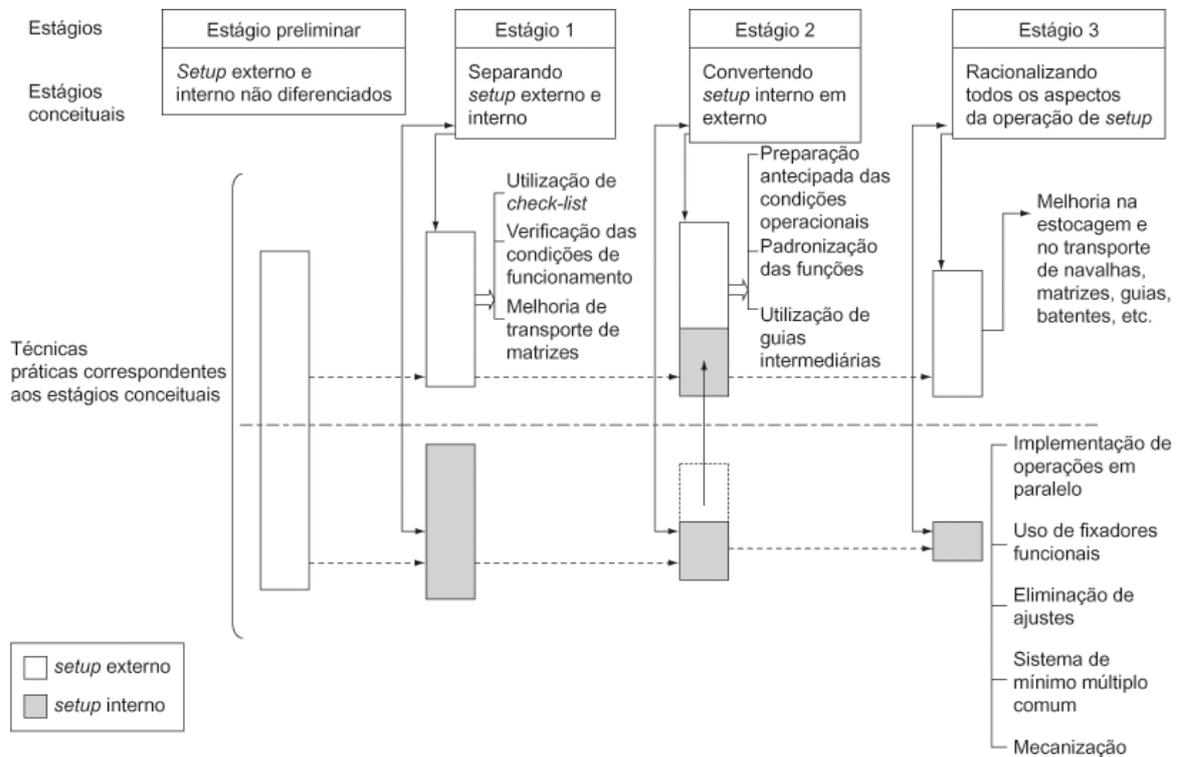
Esta metodologia distingue as atividades que constituem o *setup* entre internas e externas, sendo consideradas externas aquelas que são realizadas antes da produção ser interrompida, e as internas aquelas que só acontecem quando a máquina interrompe a sua produção (Shingo, 1985). Quando a distinção entre estes dois tipos de atividades ocorre, torna-se possível a redução do tempo de *setup* da máquina (Nikolic et al., 2023). O objetivo é transformar o máximo de atividades internas em atividades externas (Feld, 2000).

Os passos para aplicação desta metodologia são os seguintes (Shingo, 1985), também representados na figura 2:

- **Estágio Preliminar:** o objetivo desta etapa inicial consiste em observar a operação em estudo e registar todas as atividades que são realizadas no equipamento, bem como todos os tempos associados a cada uma;
- **Estágio 1:** classificam-se cada uma das atividades registadas na fase anterior como *setup* interno ou externo, sendo o *setup* interno as atividades que só podem ser realizadas com a máquina parada. Pelo contrário, todas as atividades que podem ser realizadas enquanto a máquina ainda se encontra a produzir, são consideradas de *setup* externo. Assim, o

objetivo desta fase consiste em obter as atividades da fase anterior divididas em dois grupos, o de atividades de *setup* interno e externo.

- **Estágio 2:** nesta fase todas as atividades não essenciais ao processo devem ser eliminadas. Para além disso, para as atividades que o permitam, devem transformar-se as atividades de *setup* interno em atividades de *setup* externo e realocá-las na sequência de tarefas.
- **Estágio 3:** a última fase consiste na implementação de ferramentas que proporcionem melhorias nas atividades de *setup* interno, tornando-as mais rápidas, práticas e seguras.



**Figura 2:** Etapas do processo SMED (Shingo, 1985)

Esta ferramenta permite a redução do tempo total gasto, o que é crítico para o fluxo e muito positivo para flexibilidade da produção (Burroni et al., 2021).

Segundo Ribeiro et al. (2019), todas as empresas que pretendem implementar SMED nas suas linhas de produção vão beneficiar com a aplicação desta metodologia, uma vez que a mesma salienta os desperdícios existentes, reduz os mesmos, ou até os elimina por completo e, deste modo, melhora a flexibilidade e contribui para o aumento do valor dos seus processos produtivos.

### 2.5.1 Aplicação de SMED em diferentes contextos

Em muitos ambientes práticos, é necessário considerar os tempos de troca de ferramenta separadamente dos tempos de processamento. Atualmente, são vários os setores que aplicam a metodologia SMED.

Desde os serviços até à indústria, estudos prévios mostram a aplicação desta ferramenta na área da saúde (Burroni et al., 2021), no setor da construção (Oleksiak et al., 2023), na indústria do óleo e do gás (Junior et al., 2021), na indústria automóvel (Rosa et al., 2017), no setor da tornearia (Costa, 2018), bem como em muitas outras.

Na área da saúde, a aplicação de SMED pode ser utilizada para reduzir o tempo de troca entre pacientes, incluindo o tempo de troca de equipamentos. Esta metodologia facilita a redução da duração total necessária para examinar os pacientes, o que aumenta a frequência de produção, a redução dos tempos de entrega e de espera dos relatórios, o que proporciona o aumento da satisfação dos doentes e a simplificação dos procedimentos de troca e configuração de forma a contribuir para melhorar a qualidade do serviço (Burroni et al., 2021).

No setor da construção, aplicando esta metodologia num parque de máquinas CNC, as alterações derivadas da aplicação de SMED, nomeadamente a transformação das atividades internas em externas permitiram a redução do tempo de mudança de ferramenta em 25%, 23% e 21%, para três tipos de máquinas diferentes; a reorganização dos postos de trabalho dos operadores CNC resultou numa redução de tempo de cerca de 61%, 52% e 12% para os três tipos de máquina; e a implementação de outra melhoria associada a esta metodologia permitiu reduzir o tempo de carregamento dos programas para as máquinas CNC em 88% (Oleksiak et al., 2023).

Na indústria do óleo e do gás, segundo Junior et al. (2021), esta metodologia permitiu a redução do tempo de *setup* de 1h44min para apenas 27min49s, o que se traduz num aumento da disponibilidade da máquina para produção de 1h17min por turno.

Também a indústria automóvel beneficia com a aplicação de SMED, sendo que, a esta ferramenta, normalmente, surgem associadas outras que potenciam o seu resultado, como 5S, gestão visual e *standard work*. De acordo com Rosa et al. (2017), a conjugação destas quatro ferramentas permitiu à empresa a redução dos seus tempos de *setup* em 58.3%.

Na indústria de tornearia, também esta metodologia tem vindo a ser aplicada, e num exemplo explorado por Costa (2018), em conjugação com o ciclo PDCA, a sua aplicação permitiu a redução dos tempos de *setup* de 105min para 71min, bem como a melhoria da ergonomia dos postos de trabalho dos operadores e a organização do respetivo centro de trabalho.

## 3. Estudo Prático

Neste capítulo será apresentado o estudo prático elaborado ao longo dos últimos meses, que consiste na aplicação da metodologia SMED em dois *streams* diferentes do departamento de montagem, nomeadamente, as Lasers e os Lavatórios e Bidés.

### 3.1 Descrição da Empresa

Com o objetivo de dar a conhecer a empresa, onde foi realizado o projeto, de seguida apresenta-se uma pequena contextualização da mesma, começando pela apresentação do grupo a que pertence.

#### 3.1.1 Grupo LIXIL

O grupo japonês LIXIL, atualmente presente em mais de 150 países, e com cerca de 55.000 funcionários espalhados pelo mundo, foi fundado em 2011 através da junção das 5 melhores empresas de habitação e construção desse país, tornando-se o líder de mercado global na indústria de louças sanitárias e também fornecedora líder de materiais de construção e habitação do Japão.

Dedicado à criação de produtos relacionados com água e habitação, o objetivo do grupo é solucionar os desafios diários da vida real, proporcionando uma melhor experiência em casa, a todos os que optam pelos seus produtos.

Constituído por várias marcas individuais, o grupo conta com um portfólio que engloba marcas de produtos globais, como a INAX, GROHE e American Stand, marcas japonesas como a EXSIOR e de especialidades, como a COBRA e DVX, entre outras. Todas elas com o objetivo comum de tornar as casas a melhor realidade para todos, com soluções para cozinhas, casas de banho, portas, janelas, interiores e exteriores que já alcançaram mais de 1 bilião de clientes em todo o mundo.

No total, pertencem ao grupo 79 fábricas, em 10 mercados diferentes, para que se possa satisfazer a procura em todo o mundo.

#### 3.1.2 GROHE

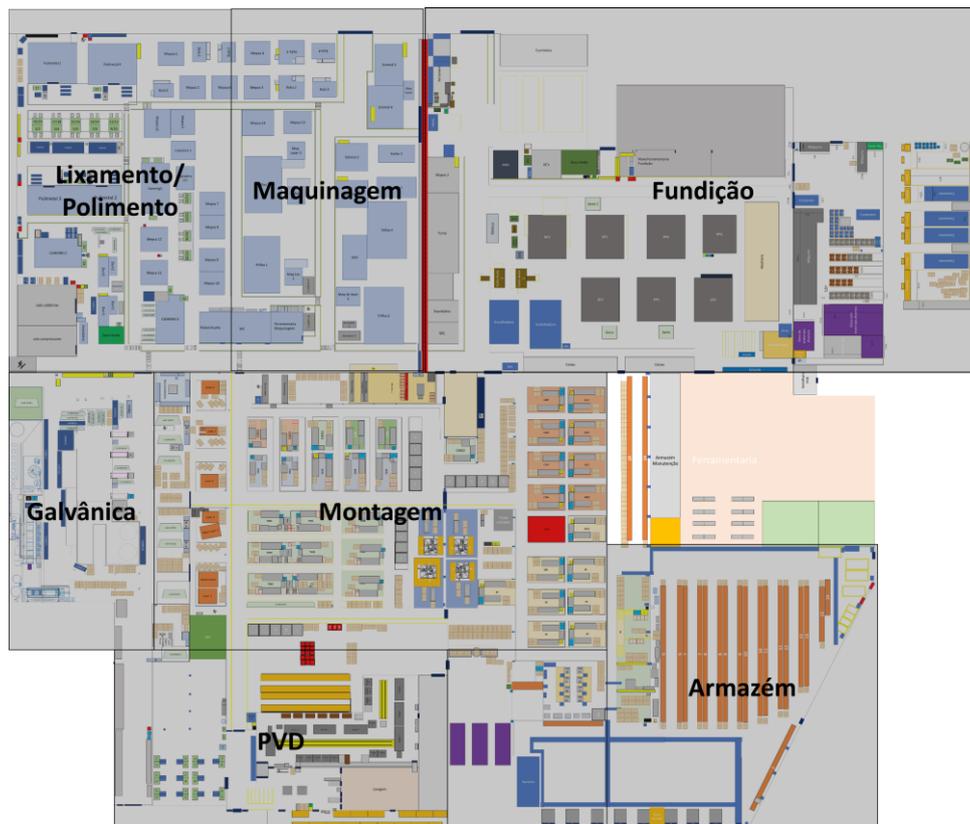
Líder global em soluções para casa de banho e acessórios de cozinha, a Grohe é uma das marcas pertencentes ao portfólio do grupo LIXIL desde 2014. Conta com mais de 7000 funcionários espalhados por cinco locais de produção. Três desses locais encontram-se na Alemanha, um na Tailândia e outro em Portugal, mais propriamente em Albergaria, local onde foi desenvolvido o trabalho descrito no presente relatório.

Com as atividades de engenharia, inovação e design concentradas na Alemanha, os produtos GROHE exibem o emblema de qualidade “*Made in Germany*”, reforçando a confiança dos clientes na marca.

Todos os produtos da Grohe têm na sua base os quatro valores da marca: qualidade, tecnologia, design e sustentabilidade, para proporcionar aos seus clientes o “*Pure Freude an Wasser*” (Puro Prazer da Água).

A unidade fabril portuguesa, implantada em 1998, é atualmente constituída por mais de 900 colaboradores e produz, anualmente, cerca de 2 milhões de utensílios de cozinha, 1.6 milhões de cartuchos termostáticos e 1.4 milhões de termostatos.

Composta por 6 grandes processos, a fábrica inclui as áreas de fundição, maquinagem, lixamento e polimento, galvanica, montagem e PVD, representados na figura 3.



**Figura 3:** *Layout* das áreas de produção da Grohe

### 3.1.3 Processo Produtivo Geral

É dentro de portas, e ao longo das 6 grandes áreas que compõem a empresa, que ocorre a produção das torneiras, desde a fundição do metal até à montagem dos componentes para entregar ao consumidor final.

O processo produtivo tem início na Fundição, onde ocorre a fusão de matérias-primas para a obtenção de uma liga metálica de cobre-zinco. É também aqui que se produzem os machos e que se faz o vazamento da liga metálica para o interior das coquilhas, a partir das quais se obtêm as diversas peças constituintes das torneiras finais. Seguidamente, as peças seguem para a Maquinagem, onde são sujeitas a processos de maquinação complexos.

Daqui, seguem para a zona de Lixamento/Polimento, onde são realizados acabamentos de superfície de forma a que esta se torne uniforme e sejam conferidos alguns retoques no acabamento das peças.

Posteriormente, estas peças seguem em carros de suspensão para a Galvânica, onde são sujeitas a processos que consistem na deposição de um revestimento de níquel seguido da deposição de uma camada de crómio que confere às peças um revestimento decorativo e uma camada protetora que permite a sua longa utilização.

Terminada esta fase, os corpos são encaminhados para a zona de Montagem, onde são montados todos os componentes que dão origem aos diferentes tipos de torneiras.

No entanto, antes desta fase, caso as peças necessitem de um acabamento colorido são encaminhadas para o PVD, onde são sujeitas a um dos processos de coloração mais modernos para revestimento de superfícies, de onde pode resultar um acabamento escovado ou brilhante e que lhes confere uma maior resistência a riscos e três vezes mais dureza superficial.

### 3.1.4 Departamento de Montagem

Dentro das várias áreas que a unidade fabril portuguesa da Grohe alberga, este trabalho decorreu no departamento de Montagem.

Este departamento é o responsável por garantir a montagem dos diversos componentes que constituem as torneiras, fabricados ou não internamente, alocando-os aos diversos *streams* de produção de acordo com o tipo de produtos que lhes estão associados: Cozinhas (CZ), Lavatórios e Bidés (LB), Termostáticas (TH), Clássicas (CA), Banheiras e Chuveiros (BC), Cozinhas Mistas (CM), *Blue and Red* (BR) e Lasers (LS). Por questões de organização as Lasers são também consideradas um *stream*, apesar destas linhas terem uma finalidade diferente das restantes linhas de montagem, sendo responsáveis por efetuar a gravação laser nos corpos com o logótipo da marca, as marcações dos lados quente e frio da água, entre outros.

No que diz respeito ao número de total de linhas, o conjunto de todos os *streams* perfaz um total de 45 linhas, sendo a distribuição das mesmas pelos vários *streams* a seguinte:

- Lavatórios e Bidés (LB): 8 linhas;
- Lasers (LS): 5 linhas;
- Clássicas (CA): 3 linhas;
- *Blue and Red* (BR): 2 linhas;
- Cozinhas Mistas (CM): 2 linhas;
- Banheiras e Chuveiros (BC): 3 linhas;
- Cozinhas (CZ): 9 linhas;
- Termostáticas (TH): 13 linhas;

Grande parte destes *streams* está preparado para trabalhar com três operadores, à exceção das *Blue and Red*, Cozinhas Mistas e Clássicas, que trabalham apenas com 2 operadores e as Lasers, onde o trabalho é realizado apenas por um operador.

Deste departamento resulta o produto final, bem como os semiacabados (*plant-to-plant*), que são exportados e finalizados noutras unidades fabris pertencentes ao grupo.

## 3.2 Aplicação da metodologia SMED – *Stream Lasers*

A necessidade de reduzir os tempos de *setup*, associada ao aumento do número de referências de produtos do portefólio da Grohe, deu origem a este projeto, realizado no departamento de Montagem, a partir do qual se pretende reduzir o tempo utilizado na mudança de ferramentas do *stream Laser*, de forma a que seja possível continuar a acompanhar a procura.

Para tal, será aplicada a metodologia SMED nestas linhas, uma vez que estas foram bastante impactadas pelo aumento do número de referências de produtos a produzir e, até então, não sofreram nenhum tipo de alteração para acompanhar esta evolução.

Assim, estamos perante um processo bastante desorganizado e desprovido das condições necessárias para que os operadores consigam fazer o *setup* de forma eficiente.

Importa salientar que o objetivo deste projeto será, em primeiro lugar, criar condições para que os operadores possam realizar o *setup* de acordo com um *standard* que já existe, no entanto, é deixado um contributo em forma de trabalho futuro, demonstrando o impacto positivo que a implementação da metodologia SMED pode ter neste processo.

### 3.2.1 *Stream Lasers*

As lasers são um *stream* composto por 5 linhas cuja função é realizar a gravação dos corpos das torneiras com a marca Grohe e outras indicações, nomeadamente o lado quente e frio da torneira, assim como outros pormenores associados à mesma.

Cada uma das linhas deste *stream* é composta por uma máquina que inclui uma base giratória com capacidade para suportar entre 6 a 12 peças em simultâneo, e duas ou três unidades de gravação, dependendo da linha em questão. Na figura 4 encontra-se um exemplo destas linhas.



**Figura 4:** Linha Laser

Para os corpos por gravar chegarem a estas linhas, anteriormente passaram pelo processo de galvanização, na Galvânica, que os deixa prontos para receberem a gravação.

A Galvânica envia estes corpos para o armazém e, posteriormente, o *team leader* responsável pelo *stream* requisita os corpos necessários às próximas ordens de produção com o mínimo de 2h30 de antecedência, para garantir que o abastecedor das linhas os consegue entregar na hora prevista.

Quando o abastecedor chega com os copos para gravar, coloca-os num dos 2 lugares de paletes de corpos associados a cada uma destas máquinas. Para além disso, estes corpos podem chegar às linhas numa palete ou em suspensões, de acordo com a melhor forma de os acomodar, estando esta opção apenas dependente das suas dimensões e peso.

Para o operador da linha iniciar a produção de uma nova ordem desloca a palete ou suspensão de corpos para junto da máquina e começa a retirar os corpos por gravar e a colocá-los nos suportes da máquina, os porta peças. De cada vez que a plataforma giratória roda, sendo essa ação desencadeada pelo próprio operador, este vai colocando, um a um, cada um dos corpos para gravar. Terminada a primeira volta, regressa ao operador a primeira peça gravada, que este retira do suporte e coloca na palete de produto acabado. Substitui esta peça por outra ainda por gravar e repete todo este processo até a ordem de produção se completar.

Assim que se acaba uma ordem de produção o operador desloca a palete completa para um local destinado a paletes de produto acabado para que o operador responsável pela recolha as leve de regresso para o armazém. De lá, os corpos são requisitados para as várias linhas de montagem para integrarem os vários produtos que ali se produzem, ou então para serem expedidos para o exterior.

### 3.2.2 Descrição da situação atual

A fim de realizar este projeto, primeiramente é necessário observar e compreender todas as etapas que constituem este *setup*, listadas na tabela 1.

**Tabela 1:** Etapas necessárias para realização de um *setup* nas linhas laser

	<b>Atividades</b>
<b>Porta peças e centradores</b>	Imprimir folha de produto da ordem de produção seguinte
	Retirar os porta peças e centradores não necessários da máquina
	Deslocar-se à ferramentaria
	Procurar e colocar porta peças no local certo
	Procurar e colocar centradores no local certo
	Selecionar e recolher porta peças necessários para o <i>setup</i> a realizar
	Selecionar e recolher centradores necessários para o <i>setup</i> a realizar
	Voltar à máquina
	Instalar os porta peças e centradores na máquina
	<b>Limpeza de copos e clichés</b>
Deslocar-se até ferramentaria	
Lavar os copos e os clichés recolhidos	
Deslocar-se até à máquina	
Retirar restantes copos de tinta da máquina	
Deslocar-se até ferramentaria	
Limpar restantes copos e clichés	
<b>Clichés</b>	Deslocar-se ao andar de cima com clichés limpos
	Procurar sítio dos clichés
	Colocar clichés no sítio
	Deslocar-se até à ferramentaria
<b>Preparação de tintas</b>	Recolher tintas do armário
	Pesar quantidades de tinta
	Guardar materiais necessários para a preparação das tintas
	Colocar copos de tinta no suporte junto com o respetivo clichê
	Deslocar-se com cliché até máquina
<b>Colocação de copos e clichés na máquina</b>	Colocar copos e clichés na máquina
<b>Peça Padrão</b>	Recolher peça padrão da ordem anterior
	Deslocar-se até local de armazenamento da peça padrão
	Procurar e recolhe peça padrão para próxima ordem de produção
	Procurar e coloca peça padrão não necessária no respetivo sítio
	Regressar à máquina
	Colocar peça padrão na máquina
	Alinhar gravação na peça padrão
<b>Afinação das unidades de gravação</b>	Afinar e testar unidades de gravação

Para o *setup* destas linhas, realizados pelos respetivos operadores, existem essencialmente 6 ferramentas a ter em conta:

1. **Porta Peças**, que constituem os suportes a serem colocados na máquina, responsáveis por suportar os corpos para gravação;
2. **Centradores**, utilizados para encaixar nos porta peças e garantir que os corpos ficam ajustados nas medidas necessárias para que a gravação seja realizada no sítio certo;
3. **Peças Padrão**, que são peças idênticas a cada um dos corpos a gravar, através das quais os operadores fazem a afinação da máquina e garantem que a gravação coincide exatamente com medidas representadas nestas peças;
4. **Clichês**, que são peças cerâmicas que contém todas as gravações a realizar nas peças;
5. **Tampões**, que são as peças responsáveis por transferir a gravação do clichê para o corpo, embora estas peças sejam trocadas apenas quando já revelam algum desgaste;
6. **Tintas**, sobre as quais o operador realiza uma mistura e as coloca num copo específico que posteriormente introduz nas unidades de gravação.

Assim que a produção é interrompida para ocorrer a troca de ferramentas, o primeiro passo consiste em imprimir a folha de produto da ordem de produção seguinte, de modo a que os operadores verifiquem os detalhes relativos aos próximos corpos a gravar e as ferramentas utilizadas para o *setup* a realizar.

De seguida, começa-se por retirar os porta peças utilizados na produção da ordem anterior e colocá-los no respetivo sítio, na Ferramentaria das Lasers, onde existem armários com a finalidade de armazenar estas ferramentas.

Posto isto, são recolhidos os porta peças necessários para a ordem de produção seguinte e levados para a máquina, onde se procede à sua instalação. Para além disso, podem também ser recolhidos os centradores, caso necessário.

Após os porta peças estarem já corretamente posicionados na máquina, o operador desloca-se até ao interior da mesma e retira do interior das unidades de gravação os copos de tinta e os clichês. Posteriormente, desloca-se novamente até à Ferramentaria das Lasers onde se procede à lavagem e limpeza dos mesmos. Os copos são novamente utilizados para se fazer a mistura de tintas necessária à próxima ordem de produção, enquanto que os clichês, após limpos, são colocados num respetivo armário, onde o operador recolhe também os novos clichês necessários ao *setup*.

Após estes passos, os copos com a nova mistura de tintas e os novos clichês são levados e colocados na máquina. De seguida, a peça padrão da ordem de produção anterior também é levada para o suporte de peças padrão, onde é recolhida também a nova peça padrão para a ordem de produção seguinte.

Desta forma, já com todas as ferramentas necessárias à produção colocadas na máquina, resta apenas o último passo, que consiste na afinação das unidades de gravação, onde o operador testa e afina a gravação com a peça padrão e faz os ajustes necessários para que esta seja realizada com a máxima qualidade possível.

Após a máquina estar completamente afinada, retira-se a peça padrão e inicia-se a produção.

É importante salientar que existe já um procedimento com a ordem das tarefas que os operadores devem seguir para realizar este *setup*, representado na tabela 2. No entanto, como este processo não apresenta as condições necessárias para a sua correta execução, por vezes os operadores não conseguem seguir exatamente este procedimento tal e qual é esperado, uma vez que existem muitas falhas relativamente às ferramentas e informação necessárias à execução do *setup*, e estas também se encontram bastante desorganizadas, o que dificulta, em muito, o trabalho dos operadores.

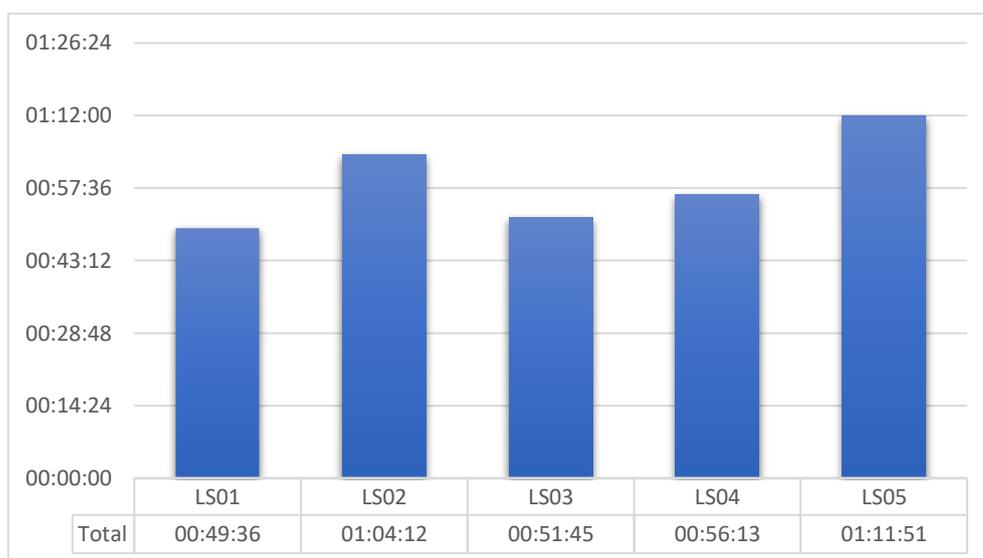
**Tabela 2:** *Standard* para execução do *setup* nas linhas laser



## Sequência Setup das Lasers

Ação nº:	Descrição
1	Retirar os porta-peças não necessários da máquina;
2	Colocar porta-peças retirados no suporte dos porta-peças;
3	Selecionar e recolher porta-peças necessários para o <i>setup</i> a realizar;
4	Instalar os porta-peças na máquina;
5	Retirar das unidades de gravação os copos e os <i>clichés</i> ;
6	Lavar os copos e os <i>clichés</i> recolhidos;
7	Preparar as tintas necessárias para o <i>setup</i> a realizar;
8	Colocar os copos e os <i>clichés</i> do <i>setup</i> a realizar nas unidades de gravação;
9	Colocar peça padrão não necessária no suporte de peças padrão;
10	Selecionar e recolher peça padrão necessária para o <i>setup</i> a realizar;
11	Afinação das unidades de gravação.

Para retratar o tempo médio de *setup* atual, representado na figura 5, foram recolhidos e analisados dados relativos aos últimos dois meses de 2022, ou seja, de novembro e dezembro, que se encontram estruturados por máquina. Neste período foram registadas no total 270 mudanças. Estes dados extraíram-se através de um *PowerBI* que recolhe estes tempos consoante as paragens que os operadores registam na linha.



**Figura 5:** Duração média de um *setup* por máquina

Através da análise dessa figura verifica-se que, globalmente, o tempo médio de *setup* é de, aproximadamente, 59 minutos. Tendo em conta que o número médio de paragens para *setup* por turno é de duas paragens por linha, estes dados revelam que cada máquina passa, em média, um total de 25% do turno parada, ocupada a realizar a troca de ferramentas.

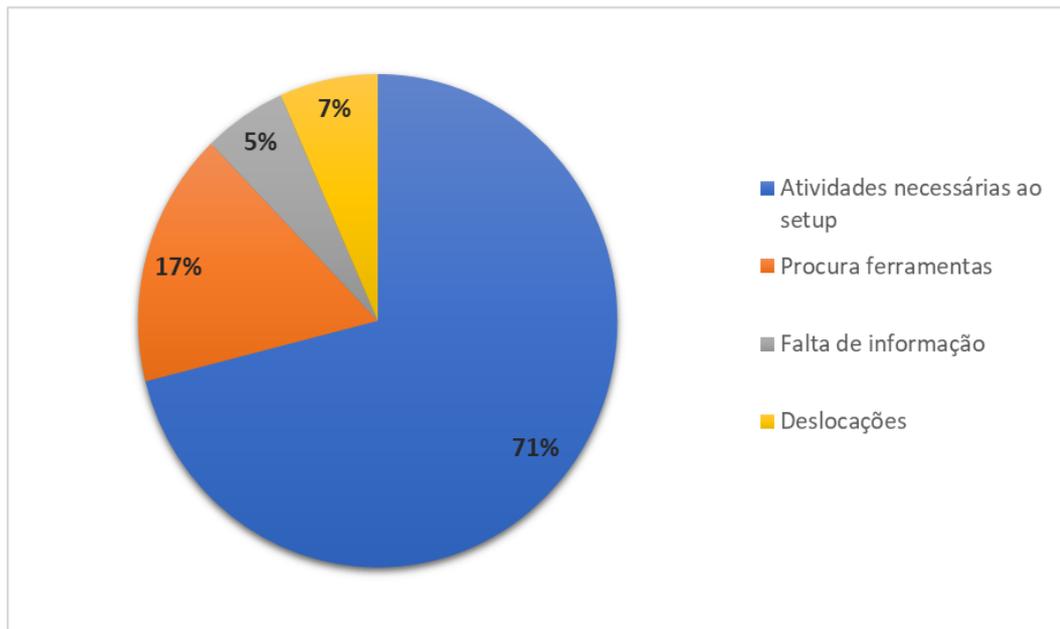
Uma vez que este *setup* implica a paragem total das máquinas, esta percentagem reflete-se na capacidade de produção destas linhas. Para além disso, uma vez que o portefólio de produtos da Grohe tem vindo a aumentar com o surgimento de novos produtos, a tendência é que este número venha a aumentar, daí a necessidade de atuar já sobre este processo e tentar melhorá-lo.

Analisando a tabela mais em detalhe, constatamos que a laser 2 e a laser 5 são as máquinas com os tempos médios de *setup* mais elevados, facto que pode ser justificado pela necessidade de, para estas máquinas, serem necessárias mais algumas tarefas para realizar o *setup*, nomeadamente a troca dos porta peças e centradores com maior frequência.

### Análise dos tempos de *setup*

De forma a fazer uma análise mais detalhada do tempo de execução de cada uma das atividades foi recolhida, por observação direta, uma amostra de 10 tempos de *setup*.

Através dos dados recolhidos, é perceptível que os principais desperdícios associados a estes processos estão relacionados com a falta de informação acerca do *setup*, o tempo perdido na procura de ferramentas, e, ainda, associado a estes, o tempo perdido em deslocações (ver figura 6).



**Figura 6:** Percentagem das atividades do *setup* no tempo total

Com base na análise desta amostra podemos dividir as atividades que ocorrem durante a troca de ferramentas em 3 grupos:

- **Atividades de valor acrescentado:** atividades necessárias ao *setup*;
- **Atividades de valor não acrescentado:** procura de ferramentas e falta de informação;
- **Atividades de valor não acrescentado, mas necessárias:** deslocações.

É notório que as percentagens associadas às atividades de procura de ferramentas e falta de informação, que constituem atividades de valor não acrescentado, com uma percentagem de 22% do total do tempo de *setup* devem ser reduzidas ou, na melhor das hipóteses, eliminadas. Já as atividades referentes a deslocações, que constituem 7% do tempo do *setup*, que não acrescentam valor, mas são necessárias, devem ser reduzidas.

Desta forma, este projeto irá incidir na eliminação desta percentagem correspondente a, no máximo, 29% de desperdício associado às atividades de *setup*, com o objetivo de garantir aos colaboradores as condições iniciais para execução do *setup*.

### Atividades Internas e Externas

Para a classificação das atividades em internas e externas, é importante ter em consideração que os *setups* nas linhas Laser são realizados pelo mesmo operador que está responsável pela máquina. Este só pode iniciar a preparação da troca de ferramenta depois de parar a máquina, uma vez que para que esta esteja a produzir é necessário que o operador esteja constantemente a ativar o movimento giratório da mesma permitindo, desta forma, que os corpos vão sendo gravados um a um.

Desta forma, nesta fase do projeto, todas as atividades inerentes ao *setup* requerem que as máquinas estejam paradas, o que significa que todas elas se classificam como atividades de *setup* interno.

Posteriormente, e numa perspetiva de trabalho futuro, garantindo outras condições de execução de *setups* aos operadores, a classificação destas atividades enquanto internas e externas será revista.

### 3.2.3 Problemas Identificados

Com base nas medições e observações referidas anteriormente, foi possível identificar as principais perdas e dificuldades associadas ao processo, sendo elas:

#### Mapas de produto incompletos

A primeira dificuldade reside no facto de grande parte dos mapas de produto, representados na figura 7, se encontrarem incompletos. Os mapas de produto são um documento, impresso no início de cada *setup*, que contém todas as informações necessárias acerca do próximo produto a produzir e também sobre como realizar o *setup*, nomeadamente, as ferramentas necessárias e o local onde se encontram.

No entanto, a especificidade com que esta informação é apresentada não é a suficiente, uma vez que, como o armazenamento destas ferramentas não está organizado, muitas das vezes estas encontram-se fora do sítio, o que faz com que os operadores vejam muito do seu tempo de *setup* perdido a tentar perceber onde se encontram as ferramentas que precisam.

Mapa do Produto		Máquina:	Elaborado por:	Aprovado por:	Data:	Revisão:
Corpo Lavatório Allure 417 243 DC3		LS04	Hugo Dias	Dário Carvalho	28/01/2023	0
PRODUTO		DESENHO		PROGRAMA		
Designação	Corpo Lavatório Allure	Designação	Corpo Lavatório Allure	Designação	417 243 040.VLF	
Código	417 243 DC3	Código	P-0001073	Pasta arquivo	C:\Users\Trump\Desktop\Lasar\417 243 040	
Nº fases	1	Revisão/ECN nº	262226	Comentários		
FOTOGRAFIAS/IMAGENS						
PORTA-PEÇAS						
<b>Geral</b> Código: 872A5320 Quantidade: 3 Armário: Armário Novo laset3 Prateleira: Desenho:		<b>Suportes/Apoios a trocar</b> 				
Observações						
PEÇA-PADRÃO						
<b>Peça Padrão 1</b> Código: 417 243 040 Quantidade: 1 Armário: Armário peças padrão Armário:						
Observações						
UNIDADES DE TAMPOGRAFIA						
Unidade		1				
Identificação	Gravação/figura	Logotipo (21mm)				
	Tipos de placa	Cerâmico				
	Dimensão do clone	70x140				
	Código do clone	22A045				
Classe	Armário	Armário Clichês				
	Prateleira	Gaveta 8				
Copo de lista	Dimensão do copo	Pequeno				
	Nº de copos	1 Copo de uma cor				
	Identificação de cores	Silver print - Type 218 GL SF 79/08 Silver Komponenten Farbe Milch 20.1				
Templado	Referencial fotografia	63523000				
	Armário	Armário A				
	Prateleira	Prateleira de tampões				
Observações		Redondo grande (Ø 51)				
OBSERVAÇÕES						

Figura 7: Exemplo de um mapa de produto

### Desorganização do local de armazenamento de ferramentas

No que diz respeito ao armazenamento das ferramentas de apoio ao *setup*, muitas delas encontram-se em locais dispersos pelo chão de fábrica, fazendo ainda com que se perca algum tempo do *setup* em deslocações entre os locais de armazenamento e a máquina. Para além disso, não existe nenhum inventário destas ferramentas, o que faz com que não se consiga ter controlo sobre a quantidade e também a localização das ferramentas que existem ou não dentro da fábrica, para se realizar o *setup*.

Algumas ferramentas encontram-se identificadas com o respetivo código, no entanto alguma dessa informação já se encontra desatualizada. Existem também algumas marcações na tentativa de delimitar o espaço ocupado por cada um dos códigos de ferramentas, no entanto este já não

se encontra dimensionado para as necessidades atuais. Noutros casos, existem ferramentas de diversos tipos misturadas nos mesmos espaços.

### Associação das ferramentas aos produtos

Para além disso, e ainda relacionado com as fichas de produto, muitos dos produtos ainda não apresentam uma associação às ferramentas que são necessárias ao seu *setup*, o que faz com que o operador ainda perca mais tempo a tentar perceber quais as ferramentas que tem de recolher para que consiga realizar o *setup* com as ferramentas certas.

### 3.2.4 Melhorias para o processo de *setup*

Após a análise dos tempos de *setup* e identificação das maiores perdas associadas ao mesmo, é necessário definir como atuar no sentido de melhorar cada um destes aspetos, fazendo com que os tempos de *setup* no geral sofram uma diminuição da sua duração média.

Desta forma, para cada um dos problemas identificados, foram estabelecidas algumas medidas de atuação para combater ou atenuar o seu efeito, representadas na tabela 3.

**Tabela 3:** Problemas identificados e respetivas medidas

<b>Problema Identificado</b>	<b>Medidas a aplicar</b>
<b>Desorganização do local de armazenamento de ferramentas</b>	Reestruturação dos locais de armazenamento de ferramentas- Aplicação de 5S e Gestão Visual nos locais de armazenamento
<b>Mapas de produto incompletos</b>	Criação de uma base de dados com todas as ferramentas, <i>stocks</i> respetivos e local exato de armazenamento
<b>Associação das ferramentas aos produtos</b>	Atualização da base de dados de associação dos produtos às respetivas ferramentas

De entre os 3 problemas referidos, este projeto incidiu sobretudo no problema da desorganização do local de armazenamento de ferramentas e dos mapas de produto incompletos, com a aplicação das medidas referidas na tabela 3, garantindo que a informação apresentada é correta e suficiente para a adequada realização do *setup*.

Paralelamente a estas medidas, tem vindo a ser desenvolvido o trabalho de associar as ferramentas aos produtos pelo team leader deste *stream*, uma vez que este é o que melhor conhece o processo e que apresenta o conhecimento necessário para desempenhar este trabalho.

### 3.2.5 Implementação das medidas

#### Reestruturação dos locais de armazenamento das ferramentas

Tal como mencionado na descrição da situação atual, existem essencialmente 6 ferramentas necessárias para se executar o *setup*. Ou seja, existem 6 locais de armazenamento que necessitam de ser organizados.

Nesta medida foram aplicadas, sobretudo, duas ferramentas da metodologia *Lean*, 5S e Gestão Visual, em cada um dos locais que armazenam as ferramentas, de modo a facilitar o acesso e identificação das mesmas, fazendo com que se reduzam as deslocações e as perdas de tempo associadas à procura destas.

A par da organização a cada um dos locais de armazenamento, foram também criados *bins*, devidamente identificados, para que sirvam de apoio à medida da criação da base de dados das ferramentas. Estes *bins* consistem em lugares específicos, criados para que cada uma das ferramentas possua um lugar definido nos diversos espaços de armazenamento, caracterizados por números e letras que identificam o respetivo armário, nível e coluna a que pertencem.

#### Porta Peças

Os porta peças foram a primeira ferramenta cujo local de armazenamento sofreu alterações, sendo esta a ferramenta que existe em maior quantidade, variedade e maiores dimensões, que conta com 75 códigos com várias unidades cada, o que equivale a 462 porta peças no total. Deste modo, foi esta a primeira ferramenta a alocar na área destinada, sendo aquela que requereu a maior área.

#### Situação Inicial

A situação inicial do armazenamento dos porta peças encontra-se retratada nas figuras 8 e 9, onde é perceptível o esforço para identificar cada um dos códigos desta ferramenta, no entanto, a falta de atualização e de disponibilidade para manter a organização do espaço fez com que esta se fosse perdendo ao longo do tempo.

Assim, existiam referências de porta peças colocadas fora do local certo, dado que algumas das etiquetas de identificação já não existiam, ou então não se encontravam colocadas no local correto. Existiam ainda unidades de porta peças que se sobrepunham umas às outras, dada a falta de espaço de acondicionamento decorrente do incorreto dimensionamento do mesmo, uma vez que a quantidade de produtos tem vindo a aumentar, e são cada vez mais as referências de porta peças que exigem um espaço dedicado. Existiam ainda porta peças obsoletos, não necessários para as produções atuais, mas que se foram mantendo no mesmo local ao longo do tempo.

Para além disso, existiam no total 7 armários colocados na Ferramentaria das Lasers a guardar os porta peças, no entanto, muitos deles continham outras ferramentas e acessórios em simultâneo, tal como é possível constatar na figura 8.



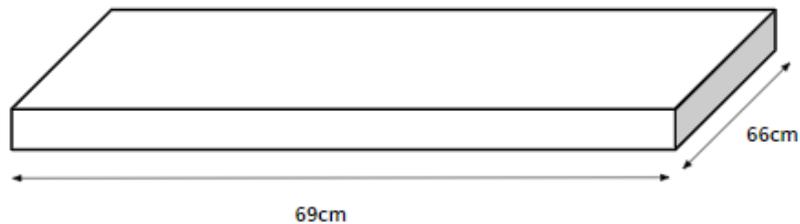
## Implementação das alterações

Os primeiros passos para organização dos porta peças consistiram na identificação, junto do *team leader* do *stream*, dos porta peças obsoletos. Estes, foram retirados dos armários e deixaram de se ter em conta para o armazenamento futuro, uma vez que não seriam mais necessários para produções futuras.

De seguida, foi dimensionado um novo armazenamento para os porta peças. Para isso, foram adquiridos novos módulos de armários, uma vez que os atuais já não se encontravam dimensionados consoante as necessidades atuais.

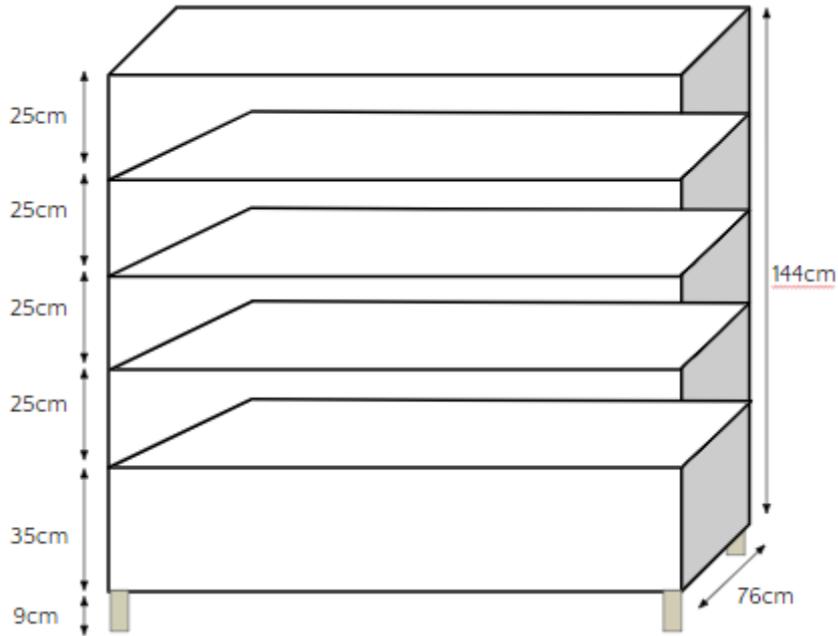
Uma vez que existem em stock 462 unidades desta ferramenta correspondentes a diferentes códigos, foi realizado o dimensionamento destes armários para que todo o *stock* tivesse um espaço dedicado.

Desta forma, com base no porta peças de maiores dimensões, foi feito o dimensionamento que as prateleiras teriam de ter para que coubessem todos os porta peças, visto que existem peças destas bastante diferentes umas das outras em termos de dimensões. As medidas obtidas correspondem a 69cm de comprimento e 66cm de largura, estão representadas na figura 10.



**Figura 10:** Dimensões ideais para prateleiras de armazenamento dos porta peças

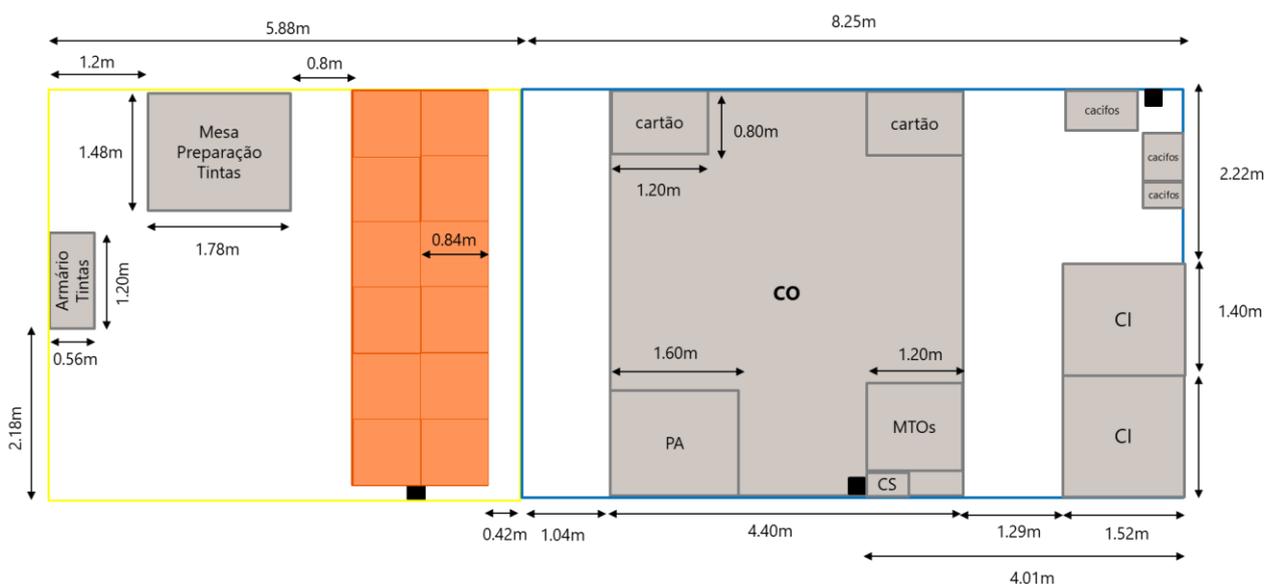
Tendo em conta a dimensão das prateleiras chegou-se a um número ideal de 6 níveis por módulo, sendo precisos portanto 9 módulos para armazenar todo o *stock* destas ferramentas. Com uma altura de 25cm entre todos os níveis, exceto o último, que por questões ergonómicas deve ter uma altura superior, de 35cm. A altura total de cada módulo é de 144 cm, como é possível comprovar na figura 11, garantindo que a maior parte das pessoas consegue alcançar com facilidade todos os níveis do novo espaço de armazenamento.



**Figura 11:** Dimensões ideais dos módulos

Outro pormenor a ter em conta neste dimensionamento é o peso máximo a ter por nível. Para isso, foram registados os pesos máximos dos porta peças destinados a cada nível, sendo que os mais pesados serão colocados nos níveis mais acessíveis e os mais leves colocados na parte inferior e superior dos módulos (Nível 6: 4kg; Nível 5: 13kg; Nível 4: 22kg; Nível 3: 10kg; Nível 2: 9kg; Nível 1: 9kg).

Com o número de módulos definidos, foi idealizado o espaço para os colocar na Ferramentaria das Lasers. Para este dimensionamento, foi necessário ter em conta que, no espaço imediatamente a seguir à Ferramentaria das Lasers, iria ser colocada uma linha de montagem pertencente a um *stream* diferente e, portanto, o *layout* teve de ter em conta as dimensões que a linha exigia conjugadas com as necessárias para o armazenamento dos porta peças. O resultado encontra-se na figura 12.



**Figura 12:** Layout da Ferramentaria das Lasers com a nova linha

Relativamente às siglas encontradas na figura associadas à nova linha de montagem, estas representam elementos que pertencem a todas as linhas, como o PA, que corresponde a lugares de paletes onde é suposto colocarem-se as paletes com o produto acabado, ou seja, onde os operadores vão colocando as torneiras embaladas à medida que vão produzindo. A sigla MTO é também referente a lugares de paletes onde são colocadas as paletes com todos os componentes que são necessários para a produção. A sigla CS refere-se aos carros de sucata, colocados em todas as linhas, onde são colocados carros para que, no final da produção, os operadores recolham todas as torneiras para sucatar e as coloquem nestes carros para as deslocar até ao devido destino. Relativamente ao CI, esta sigla representa os Centros de Informação, que são os locais onde se encontram cada uma das *team leaders* dos diversos *streams*.

Tendo em conta que já se encontravam reunidas todas as informações necessárias, o próximo passo consistiu em selecionar, de entre 3 opções diferentes dadas por um fornecedor, o tipo de módulos que melhor se adequava às necessidades, apresentadas de seguida nas figuras 13, 14 e 15.

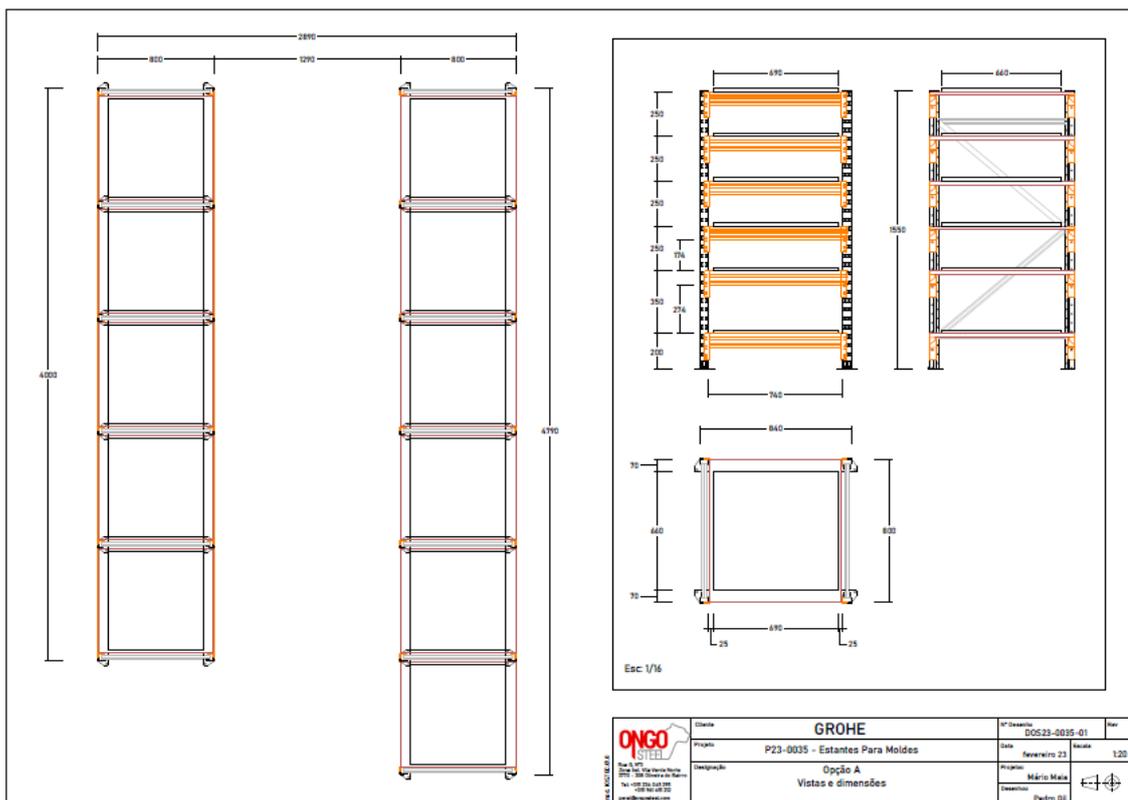


Figura 13: Opção A

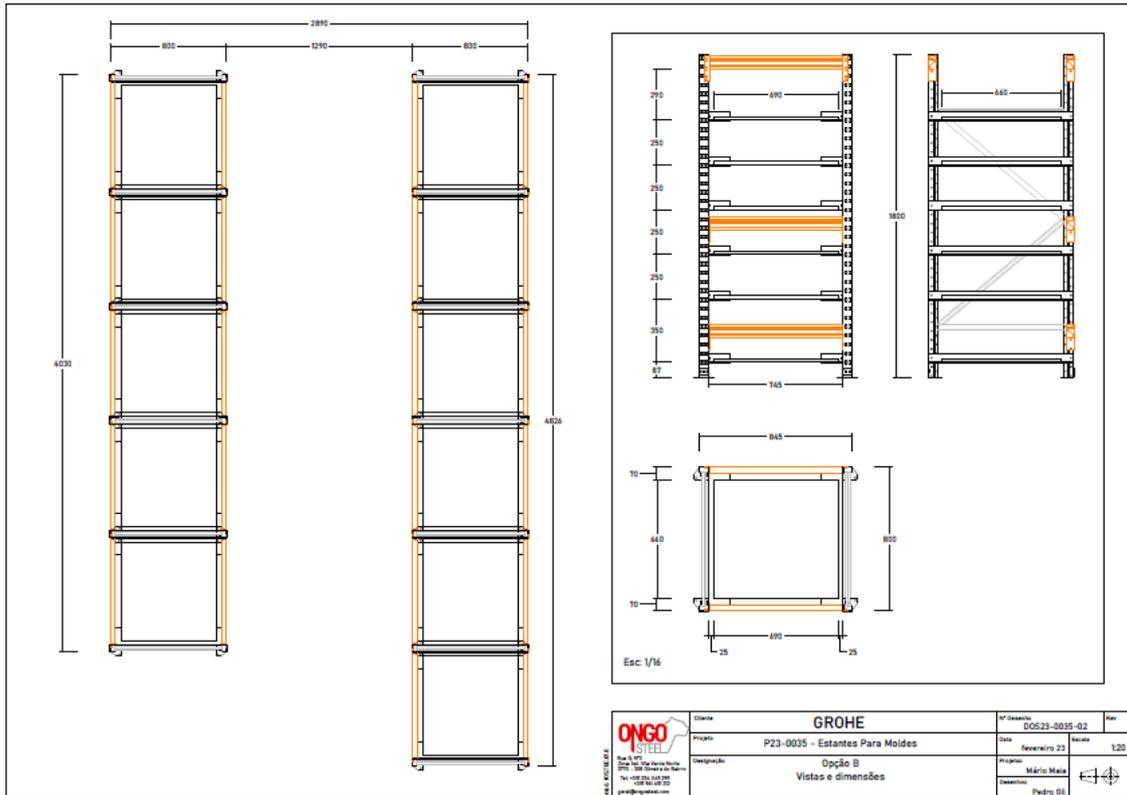


Figura 14: Opção B

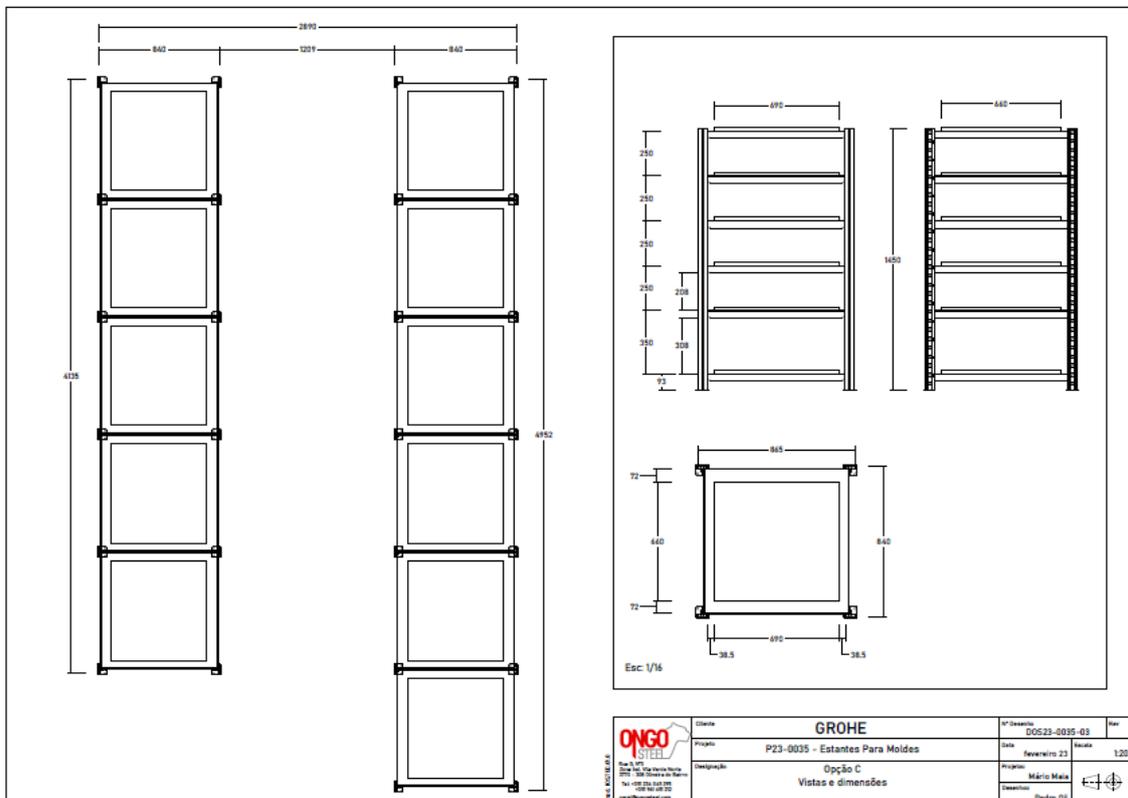


Figura 15: Opção C

Após alguma ponderação, a opção escolhida foi a opção C, uma vez que este tipo de armários se apresenta como a opção mais prática e segura para este tipo de ferramentas. O critério de escolha desta solução baseou-se na robustez que este armário exige, uma vez que é suposto suportar elevadas cargas.

### Resultado após as melhorias

Após as melhorias, o armazenamento dos porta peças ficou como se pode observar na figura 16, com todos os porta peças dispostos de forma organizada e devidamente identificados, facilitando assim a sua identificação.



**Figura 16:** Armazenamento atual dos porta peças

De notar que o dimensionamento destes armários foi realizado para que alguns níveis ficassem livres, uma vez que com a chegada de produtos novos, são exigidos cada vez mais porta peças novos.

Junto com a identificação do código do porta peças, cada um deles tem também a identificação do *bin* a que pertence, criado através da letra do armário a que pertence, a letra correspondente ao módulo, seguido do número do nível e da coluna a que pertence, sendo que

cada um destes *bins* ficará com uma identificação deste formato: M-A21 (armário M, módulo A, prateleira 2, coluna 1). E será este o modelo usado para a criação de *bins* para todas as ferramentas.

## Centradores

### Situação Atual

Os centradores encontravam-se armazenados em duas localizações distintas. Num armário junto de uma linha laser e noutra localizado na Ferramentaria das Lasers.

A situação inicial, representada nas figuras 17 e 18, era de um conjunto de ferramentas que se encontravam bastante desorganizadas, com centradores com códigos diferentes misturados, centradores obsoletos a ocupar espaço útil e ainda centradores fisicamente diferentes, mas aos quais, por algum erro que pode ser justificado pela inexistência de uma base de dados que contenha todas estas ferramentas, foi atribuído o mesmo código de ferramenta.



**Figura 17:** Exemplo 1 de armazenamento inicial dos centradores



**Figura 18:** Exemplo 2 de armazenamento inicial dos centradores

### Implementação das alterações

Para organização destas ferramentas foram inicialmente criados diferentes grupos com centradores obsoletos, que foram eliminados, centradores fisicamente diferentes mas com código de ferramenta igual, que foram entregues à Ferramentaria que se encarregou da recodificação dos mesmos, e, desta forma, restaram os centradores que exigiam um espaço dedicado.

Alguns destes códigos de centradores foram realocados ao armário junto da linha laser, uma vez que este ainda apresentava alguma capacidade de armazenamento. Este armário foi identificado com todos os códigos de ferramenta que armazena, bem como todos os níveis e colunas foram identificados devidamente, de forma a que se consigam criar os *bins* associados a cada ferramenta.

Os restantes, que se encontravam armazenados num armário na ferramentaria, permaneceram no mesmo local, no entanto, foram todos separados por códigos e devidamente identificados. A ideia final passa por colocar todos os centradores juntos, no entanto, como de momento não se dispunha de um armazenamento que o permitisse, fez-se apenas a separação destes últimos para que, quando existir um espaço de armazenamento mais eficaz, a troca de lugar seja facilitada.

### Resultado após as melhorias

Após as melhorias, o armazenamento dos centradores ficou como é visível na figura 19, com todos os códigos de ferramenta devidamente identificados.



**Figura 19:** Armazenamento atual dos centradores

## Clichés

### Situação Inicial

Relativamente aos clichés, estes encontravam-se armazenados em dois locais diferentes, num andar superior, e ainda noutra armário junto das lasers, ambos representados nas figuras 20 e 21.

Estes armários permitem o armazenamento de 6 clichés por gaveta. Em termos de identificações, aquilo com que nos deparamos é que cada gaveta possui etiquetas com os códigos dos clichés que contém.

Para além disso, num dos armários, a organização dos primeiros 4 níveis estava feita de acordo com os produtos mais gravados neste *stream*, destacando-se assim, o código do produto e os clichés associados ao mesmo.

Contudo, quando é necessário procurar algum cliché, aquilo que acontece é que muitas das vezes ou este não se encontrava na gaveta correta, ou então encontrava-se na gaveta, no entanto pode estar em qualquer um dos 6 lugares disponíveis (figura 22), dada a falta de identificação no interior do armário, o que dificulta a identificação do cliché necessário.



**Figura 20:** Exemplo 1 de armazenamento inicial dos clichés



**Figura 21:** Exemplo 2 de armazenamento inicial dos clichés



**Figura 22:** Gaveta de armário dos clichés

## Implementação das alterações

Para um melhor acondicionamento dos clichés nestes armários, foi determinado que todos eles passariam a ser identificados da mesma forma, terminando a distinção que existia nos primeiros níveis de um dos armários com o destaque do produto associado ao cliché. Assim, as etiquetas passam só a conter os códigos dos clichés.

Para além disso, foi realizado um levantamento de todos os códigos e, à semelhança do que se fez nas restantes ferramentas, identificaram-se os obsoletos, eliminando-os. A par desta alteração, foi realizada uma realocação dos clichés aos diversos espaços nas gavetas, uma vez que existiam gavetas cuja capacidade não estava a ser utilizada na sua totalidade. Desta forma, foi possível reduzir o número total de gavetas utilizadas pelos clichés, obtendo-se assim mais espaço para clichés que surjam no futuro dado o aumento do número de produtos a produzir.

No que diz respeito às identificações no interior dos armários, foram colocadas etiquetas em cada um dos lugares dos clichés, de modo a que os operadores soubessem exatamente o local correspondente a cada cliché, facilitando a procura pelos mesmos.

Tal como nas ferramentas anteriores, também os armários dos clichés foram identificados com os respetivos níveis, facilitando a criação do *bin* associado a cada ferramenta, que neste caso será identificada pelo armário, nível e espaço correspondente dentro da gaveta.

## Resultado após as melhorias

Após as melhorias implementadas, é possível ver o resultado nas figura 23 e 24. Todos os lugares se encontram identificados com o código do cliché atualizado, bem como o *bin* associado.



Figura 23: Armazenamento atual dos clichés



Figura 24: Exemplo do estado atual das gavetas dos clichés

## Peça Padrão

### Situação Atual

Quanto às peças padrão, existem 2 pontos de armazenamento destas ferramentas. O primeiro, representado na figura 24, encontra-se entre duas linhas laser. Neste armário, as peças encontram-se grande parte das vezes organizadas por categorias de produto, no entanto não existe qualquer tipo de identificação, o que significa que esta divisão é realizada pelos operadores ou pelo *team leader*, como tentativa de diminuir o tempo perdido a tentar encontrar estas peças na hora do *setup*.

Já no segundo armário, representado na figura 25, existem algumas peças dispostas de forma organizada, identificadas com o respetivo código de produto, que é a forma pela qual os operadores as identificam.

O objetivo para este tipo de peças e respetivo armazenamento consiste em dispor todas elas tal como na figura 25, permitindo assim a criação de *bins* para cada uma delas, atribuindo-lhes um local específico.



**Figura 24:** Local 1 de armazenamento das peças padrão

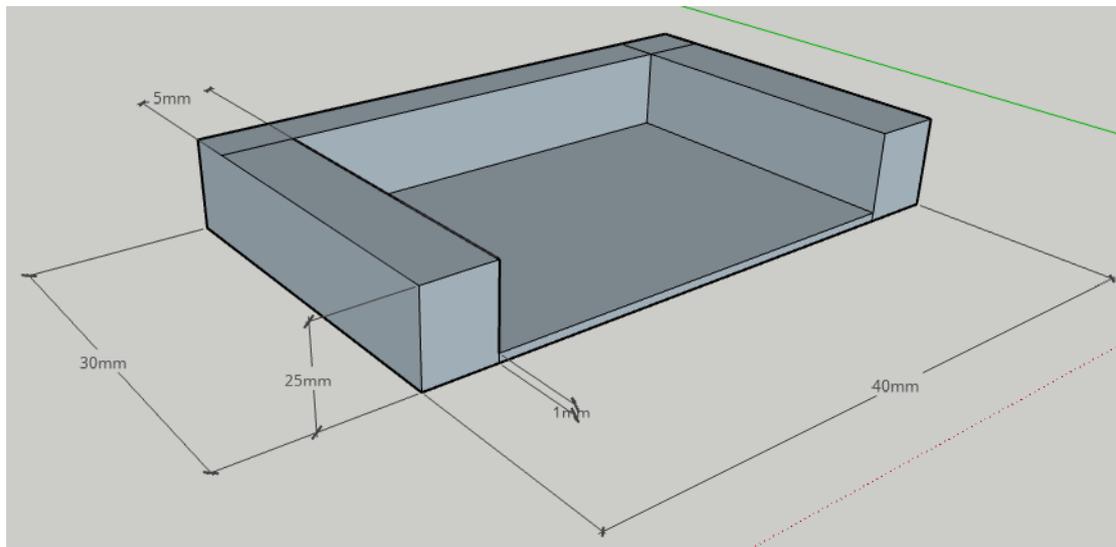


**Figura 25:** Local 2 de armazenamento das peças padrão

## Implementação das alterações

Desta forma, para concretizar o objetivo de dispor todas as peças tal como na figura 25, a principal tarefa passou por criar suportes que permitissem que as mesmas pudessem ser transferidas para este armário e para outro semelhante, de forma a que todas as peças permanecessem na mesma área.

Assim, como são cerca de 180 peças, algumas bastante diferentes umas das outras, foram criados diversos suportes, estando um exemplo representado na figura 26. A criação dos suportes foi elaborada com recurso a um paquímetro, medindo-se para cada peça a melhor forma de acondicionar e as respetivas medidas requeridas para os suportes.



**Figura 26:** Exemplo de suporte para peças padrão

## Resultado após as melhorias

Com os suportes criados, ficou a faltar a sua produção. Assim, esta medida não chegou a ser totalmente implementada.

Contudo, para a sua implementação, para além da aquisição dos suportes, restava apenas identificar cada peça pelo respetivo código e o armário com as respetivas etiquetas para identificação de cada um dos *bins*, correspondendo cada um deles a uma peça diferente.

## Tampões

### Situação Inicial

Os tampões encontram-se num armário colocado junto da laser 1, ocupando apenas uma prateleira.

Inicialmente, encontravam-se separados por tipos, uma vez que existem diversos tipos de tampões, que diferem em termos de diâmetro e formato. Cada um deles, com uma identificação colocada na forma de etiqueta, tal como é perceptível na figura 27.



**Figura 27:** Armazenamento inicial dos tampões

### Implementação das alterações

Neste caso, as reformulações consistiram apenas na atualização das etiquetas e na criação de divisórias que limitassem o espaço disponível para cada tipo de tampão.

### Resultado após as melhorias

O resultado destas melhorias encontra-se na figura 28.



**Figura 28:** Armazenamento atual dos tampões

### Tintas

O último material a organizar são as tintas, que requerem alguma atenção na sua forma de armazenamento, uma vez que se trata de um produto que pode ser tóxico para a saúde.

Desta forma, existe um armário específico para estes materiais que possui um sistema de exaustão, o que significa que o local de armazenamento se manterá, sendo apenas reestruturado o seu interior.

## Situação Inicial

A situação inicial do armazenamento das tintas, representada na figura 29, apresentava, tal como em ferramentas anteriores, um esforço na identificação e organização dos materiais. No entanto, mais uma vez, dada a falta de acompanhamento e atualização do mesmo, esta organização já não estava a ser cumprida. Para alguns materiais existiam delimitações de espaço e etiquetas associadas, apesar de muitas vezes estes não serem respeitados, outros encontravam-se sem qualquer tipo de identificação e espalhados pelos espaços livres do armário, onde quer que eles fossem.



**Figura 29:** Armazenamento inicial das tintas

## Implementação das alterações

Para a melhoria deste espaço foram registadas todas as tintas usadas diariamente pelos operadores e todos os materiais que dão apoio a este processo, como o álcool, os copos de tinta, os sacos do lixo e os rolos de limpeza das unidades de tampografia, e que, portanto, seria conveniente manter neste armário.

Identificaram-se todos os materiais com etiquetas com a informação necessária para que conseguissem diferenciar todos os tipos de tinta, bem como os restantes materiais, e delimitou-se

o espaço de cada um deles, de modo a que estes sejam colocados no sítio correto durante o setup.

Para além disso, todo o armário foi identificado com os respetivos níveis e colunas correspondentes, de forma a permitir a criação de *bins* para estes materiais.

### Resultado após as melhorias

Aplicadas as melhorias, este armário ficou como representado na figura 30, com todos os materiais devidamente identificados e com diversas ajudas visuais que permitem aos operadores identificarem imediatamente os materiais que precisam.



**Figura 30:** Armazenamento atual das tintas

Criação de uma base de dados com todas as ferramentas, *stocks* respetivos e local exato de armazenamento

Outro fator que influencia bastante os tempos de *setup* é a inexistência de um controlo sobre as ferramentas que existem, efetivamente, no chão de fábrica e que dão suporte à mudança de ferramenta do *stream* LS.

Desta forma, para minimizar o impacto deste problema, é essencial a criação de uma base de dados que permita refletir quais as ferramentas que existem, identificadas pelos códigos, o *stock* de cada uma e o respetivo local de armazenamento, bem como a associação de cada uma destas ferramentas aos respetivos produtos.

De realçar que, para a criação de *bins* de armazenamento, na medida de reestruturação dos locais de armazenamento das ferramentas teve-se o cuidado de identificar cada um dos armários com letras que os identificassem e números que representam cada uma das prateleiras e as respetivas colunas, quando aplicável.

O resultado desta base de dados encontra-se exemplificado na tabela 4, que reflete apenas uma parte da mesma.

**Tabela 4:** Base de dados de ferramentas do stream LS

Ferramenta	Designação	Sto	Bin	Stream	Local	Código Produto
894A6350	LS-Porta-Peças	8	MC21	LS	Ferramentaria Lasers	04700DC3,07683A03,07683A08,07683AL3,07683AL8,07683DA3,07683DA8,0
894A5450	LS-Porta-Peças	6	MD41	LS	Ferramentaria Lasers	400379040,400379DC3,400379DC4,400493040,400493340,400493DC3,40049
894A5450	LS-Porta-Peças	4	MD31	LS	Ferramentaria Lasers	400379040,400379DC3,400379DC4,400493040,400493340,400493DC3,40049
894A6000	LS-Porta-Peças	8	NA41	LS	Ferramentaria Lasers	400384040,400384DC3,400384DC4,400395040,400395DC3,400395DC4,40049
894A6050	LS-Porta-Peças	8	NC32	LS	Ferramentaria Lasers	400384040,400384DC3,400384DC4,400395040,400395DC3,400395DC4,40151
872A5000	LS-Porta-Peças	6	ND51	LS	Ferramentaria Lasers	400394140,402905140,403131040,404232040,404233040,404947040,405940
872A5000	LS-Porta-Peças	6	ND41	LS	Ferramentaria Lasers	400394140,402905140,403131040,404232040,404233040,404947040,405940
894A5950	LS-Porta-Peças	8	MB21	LS	Ferramentaria Lasers	400564AL3,400585AL3,400585DC3,400585DC4,400586AL3,400586DC3,40061
894A6730	LS-Porta-Peças	8	NC21	LS	Ferramentaria Lasers	400658A03,400658AL8,400658GL8,402238AL3,402238DC3
894A8330	LS-Porta-Peças	2	MC11	LS	Ferramentaria Lasers	401666AL3,401666AL8,401666DC3,401678AL3,401678DC3,401705AL3,40248
894A7860	LS-Porta-Peças	8	MA61	LS	Ferramentaria Lasers	401682AL8,401682DC8,401692AL8,412304A03,412304DL3,412304GN3,41351
894A6280	LS-Porta-Peças	2	ME12	LS	Ferramentaria Lasers	401852AL3,401852DC3
894A6300	LS-Porta-Peças	6	NA61	LS	Ferramentaria Lasers	402238AL3,402238DC3,404004DA3,406245A08,406245AL8,406245BE8,4062
894A7690	LS-Porta-Peças	8	NC33	LS	Ferramentaria Lasers	404004DA3
894A5150	LS-Porta-Peças	3	MD32	LS	Ferramentaria Lasers	404050DA3
894A6710	LS-Porta-Peças	6	MB61	LS	Ferramentaria Lasers	405844AL3,405844GL3,405844GN3,405844KC3,409919AL3,409919DA3,4099
894A7300	LS-Porta-Peças	8	MB51	LS	Ferramentaria Lasers	405913040,405913140,405913340,405913A03,405913AL3,405913BE3,405913
894A6500	LS-Porta-Peças	6	MB11	LS	Ferramentaria Lasers	405981EN3,405982EN3,406168A03,406168AL3,406168BE3,406168DA3,4061
894A7590	LS-Porta-Peças	8	NB21	LS	Ferramentaria Lasers	406131KF5,406685A08,406685AL8,406685BE8,406685DA3,406685DA8,4066
894A6450	LS-Porta-Peças	8	NA62	LS	Ferramentaria Lasers	406245A08,406245AL8,406245BE8,406245DA8,406245DC8,406245DCN,4062
894A7700	LS-Porta-Peças	8	MD21	LS	Ferramentaria Lasers	406721DA3
894A7400	LS-Porta-Peças	9	NC61	LS	Ferramentaria Lasers	406999AL3,406999DA3,406999DC3,409250DC3,409250GL3,409250KC4,4096

O próximo passo consiste em enviar esta base de dados ao departamento de IT, para que estes códigos e respetiva informação sejam colocados em SAP e para que esta informação possa ser utilizada nas novas fichas de produto, ficando toda a informação relativa às ferramentas devidamente atualizada.

Futuramente, quando todas as fichas de produto se encontrarem atualizadas, o objetivo é retirar as etiquetas dos códigos que atualmente se encontram a identificar cada ferramenta, sendo suficiente o operador guiar-se pelo *bin* para uma identificação mais imediata.

### Atualização da base de dados de associação dos produtos às respectivas ferramentas

Para além das medidas implementadas anteriormente, e uma vez que existem cada vez mais produtos novos, existe um trabalho simultâneo, realizado pelo *team leader* do *stream*, de associar cada um dos produtos que passam nas Lasers às ferramentas necessárias para executar o seu *setup*, de modo a que se pudessem atualizar as fichas de produto com a informação correta.

#### 3.2.6 Resultados Obtidos

Apesar das medidas anteriormente apresentadas não terem sido totalmente implementadas, é possível prever quais os resultados esperados com a implementação total das mesmas.

Desta forma, é previsto que as percentagens iniciais de 17% e 5% associadas à procura de ferramentas e falta de informação, respetivamente, fossem reduzidas a 0%, eliminando assim 22% do tempo de *setup* associado a estas atividades.

Esta redução impactaria o tempo de *setup* provocando a redução do tempo médio de 59 para 46 minutos.

#### 3.2.7 Trabalho Futuro

Em relação ao trabalho futuro, e com o objetivo de complementar as melhorias implementadas anteriormente, será ainda deixado um contributo em termos de medidas a implementar enquanto próximos passos para melhorar ainda mais este processo.

Desta forma, a próxima melhoria a implementar seria apresentada seguidamente.

#### Alteração do *layout* da Ferramentaria das Lasers

Com a tendência crescente de aumento da variedade de produtos a gravar neste *stream*, a previsão é que o número de *setups* por turno venha a aumentar.

Nesse sentido, apesar das medidas implementadas neste projeto impactarem o tempo médio de execução de *setups*, é necessário continuar a pensar em medidas futuras para que o processo seja melhorado continuamente.

Após a reestruturação dos locais de armazenamento das ferramentas, ficam reunidas as condições para avançar para um próximo passo, o de alterar o *layout* da Ferramentaria das Lasers.

Este é um espaço que atualmente contém apenas materiais associados a este *stream* e o objetivo é redimensioná-lo para que todas as ferramentas sejam lá alocadas. Isto irá permitir reduzir o número e tempo perdido em deslocações efetuadas pelos operadores durante o *setup* e, conseqüentemente, a diminuição do tempo associado à procura das ferramentas.

## Situação Atual

Primeiramente, é necessário retratar o espaço dedicado ao *stream* LS e aos respectivos locais de armazenamento das ferramentas necessárias ao *setup*.

Existem ferramentas armazenadas nos locais 1, 2, 3 e 4, assinalados na figura 31, sendo que o local 1 corresponde à Ferramentaria das Lasers, onde se encontram armazenados os porta peças, alguns centradores, tintas e outros acessórios de apoio às lasers. As linhas laser encontram-se representadas pelos retângulos a laranja na mesma imagem. Os clichés encontram-se armazenados no local 3, que corresponde a um andar superior, e ainda no local 4, que já corresponde ao andar de baixo, onde existe outro armário dedicado a clichés.

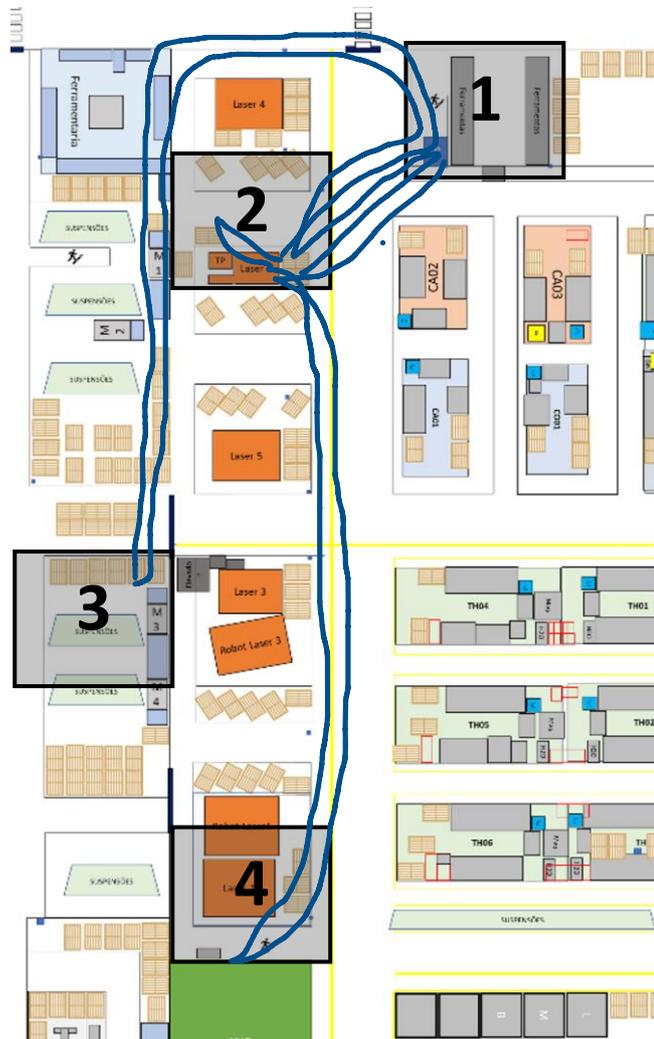
Os tampões encontram-se num armário também no local 4.

As peças padrão, encontram-se colocadas no local 2, que corresponde a um espaço entre duas das linhas laser.



**Figura 31:** Representação das zonas de armazenamento de ferramentas

No diagrama de esparguete representado na figura 32, é possível observar as deslocações que os operadores efetuam com a distribuição atual do armazenamento das ferramentas e que faz com que estes percorram cerca de 130 metros em cada *setup*.

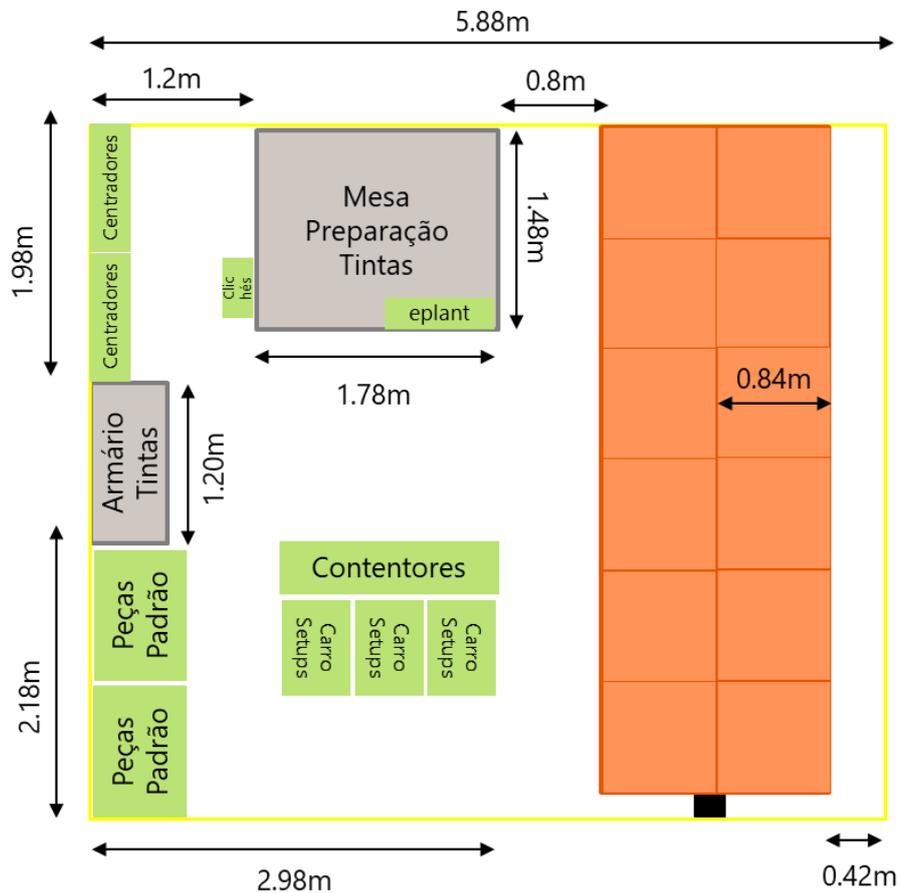


**Figura 32:** Diagrama de Esparguete antes das melhorias

### Resultado após melhorias

Dimensionados todos os locais para armazenamento das ferramentas, o resultado de como poderia ficar o *layout* final da Ferramentaria das Lasers encontra-se representado na figura 33. De notar que nesta figura encontra-se já um espaço destinado a carros de *setup* e a um *eplant*, elementos que fazem parte de uma medida apresentada no ponto seguinte. O *eplant* consiste num dispositivo colocado em todas as linhas de montagem que serve de suporte aos operadores e que possui um sistema que lhes permite aceder a diversas funcionalidades, como aceder às

ordens de produção atuais e seguintes, verificar as fichas técnicas dos produtos com as listas de componentes a utilizar na montagem dos mesmos e verificar as instruções de acondicionamento dos produtos na palete. Para além disso, além de outras funcionalidades, é neste dispositivo que os operadores registam o início e o fim do *setup* da linha onde estão a operar.



**Figura 33:** Proposta do novo *layout* da Ferramentaria das Lasers

Com estas alterações, conseguimos reduzir o número de deslocações, e consequentemente, os metros percorridos pelos operadores durante o *setup*.

Com o novo *layout*, seria possível reduzir as deslocações para cerca de 35 metros, sendo visível a redução do número de deslocações fora da máquina, na figura 34. Estes dados traduzem-se numa redução de 95m em cada *setup*.



Desta forma, perante estas condições, os *setups* poderão começar a ser preparados quando a respetiva máquina ainda está a trabalhar, o que leva à necessidade de rever a classificação das atividades em internas e externas anteriormente apresentada, retificadas agora na tabela 5.

Desta forma, conseguimos perceber que grande parte das atividades que agora são executadas com a máquina parada podem ser realizadas simultaneamente enquanto a máquina ainda se encontra a produzir, o que proporciona uma redução significativa da duração destes *setups*.

**Tabela 5:** Classificação das atividades de execução do *setup* em internas/externas

	<b>Atividades</b>	<b>Classificação</b>
<b>Porta peças e centradores</b>	Imprimir folha de produto da ordem de produção seguinte	Externa
	Retirar os porta-peças e centradores não necessários da máquina	Interna
	Deslocar-se à ferramentaria	Externa
	Procurar e colocar porta peças no local certo	Externa
	Procurar e colocar centradores no local certo	Externa
	Selecionar e recolher porta-peças necessários para o setup a realizar	Externa
	Selecionar e recolher centradores necessários para o setup a realizar	Externa
	Voltar à máquina	Externa
	Instalar os porta-peças e centradores na máquina	Interna
<b>Limpeza de copos e clichés</b>	Retirar copo e cliché da máquina	Interna
	Deslocar-se até ferramentaria	Externa
	Lavar os copos e os clichés recolhidos	Externa
	Deslocar-se até à máquina	Externa
	Retirar restantes copos de tinta da máquina	Interna
	Deslocar-se até ferramentaria	Externa
	Limpar restantes copos e clichés	Externa
<b>Clichés</b>	Deslocar-se ao andar de cima com clichés limpos	Externa
	Procurar sítio dos clichés	Externa
	Colocar clichés no sítio	Externa
	Deslocar-se até à ferramentaria	Externa
<b>Preparação de tintas</b>	Recolher tintas do armário	Externa
	Pesar quantidades de tinta	Externa
	Guardar materiais necessários para a preparação das tintas	Externa
	Colocar copos de tinta no suporte junto com o respetivo clichê	Externa
	Deslocar-se com clichê até máquina	Externa
<b>Coloca copos e clichés na máquina</b>	Colocar copos e clichés na máquina	Interna
<b>Peça Padrão</b>	Recolher peça padrão da ordem anterior	Externa
	Deslocar-se até local de armazenamento da peça padrão	Externa
	Procurar e recolhe peça padrão para próxima ordem de produção	Externa
	Procurar e coloca peça padrão não necessária no respetivo sítio	Externa
	Regressar à máquina	Externa
	Colocar peça padrão na máquina	Interna
	Alinhar gravação na peça padrão	Interna
<b>Afinação das unidades de gravação</b>	Afinar e testar unidades de gravação	Interna



### 3.2.8 Resultados Obtidos

Com a transformação das atividades internas em externas, obter-se-ia uma redução adicional à duração média dos *setups* de 28%, e com a alteração do *layout* da ferramentaria das lasers, uma redução de 5% desse tempo, referente às deslocações durante as atividades de *setup*.

Isto, conjugado com a aplicação das medidas apresentadas no projeto, resulta numa redução total de 55% do tempo total de execução dos *setups*.

Desta forma, estima-se que a duração média da troca de ferramenta passaria dos 59 minutos iniciais para 26 minutos.

### 3.3 Aplicação da Metodologia SMED-*Stream* Lavatórios e Bidés (LBs)

Tal como nas Lasers, os outros *streams* pertencentes à montagem, responsáveis por realizar a montagem das torneiras, também sentem os efeitos do aumento do número de produtos a produzir, em quantidades cada vez mais pequenas, nas suas linhas.

Assim, também o número de *setups* destes *streams* tendem a aumentar, pelo que é essencial atuar no sentido de reduzir a sua duração, uma vez que a troca de ferramenta que ocorre nestas linhas não tem qualquer tipo de standard, e portanto, trata-se de um processo que ocorre de forma bastante desorganizada.

Para tal, será aplicada, mais uma vez, a metodologia SMED.

#### 3.3.1 *Stream* Lavatórios e Bidés (LBs)

O *stream* de linhas LBs é responsável por um tipo de torneiras relacionados com casas de banho, mais propriamente, lavatórios e bidés. Este *stream*, representado na figura 36, difere das linhas laser na medida em que se trata de uma linha de montagem em que o objetivo é montar todos os componentes para que, no final, se obtenham as torneiras montadas.



**Figura 36:** Exemplo de uma linha de montagem LB

Existem 8 linhas neste *stream* que se dedicam à montagem de torneiras. Estas são em forma de U, o que é muito vantajoso em termos de produção e entreajuda, uma vez que permite aos operadores trocarem mais facilmente de operações entre si, permite uma maior flexibilidade no que diz respeito ao número de pessoas a trabalhar por linha e permite que os operadores consigam comunicar melhor entre si e entreajudar-se mais. São compostas por duas bancadas laterais, onde ficam dispostos os componentes e ocorre a montagem dos mesmos e uma bancada central, que consiste no teste de estanquidade da torneira ou teste de ar, para verificar se existem fugas na mesma.

Estas linhas são pensadas para trabalharem com 3 operadores, sendo um deles associado à montagem dos componentes da bancada 1, outro da bancada 2 e, por fim, outro responsável pela zona do teste. No entanto, há casos em que a linha opera apenas com 2 operadores.

Tudo começa com o pedido de material que a *team leader* faz ao armazém com, no mínimo, 2h30 de antecedência. Isto para que o armazém traga atempadamente o material até uma zona de MTOs que se encontra dividida pelos vários *streams*, sendo a responsabilidade de levar os materiais desse local até às respetivas linhas do abastecedor. Assim, quando se aproxima a hora de uma nova ordem de produção o abastecedor leva os materiais das MTOs (*Make-to-Order*) até à linha e também algum material que se encontra armazenado em supermercados espalhados pelo chão de fábrica. Este material é todo colocado à entrada da linha, num espaço dedicado.

Assim, quando os operadores da linha concluem a paleta da ordem anterior já devem ter todo o material necessário à ordem seguinte à entrada da linha para que possam iniciar o *setup*.

À saída da linha encontram-se locais específicos para paletes em curso, espumas, utilizadas para acondicionamento dos corpos nas caixas e paletes de produto acabado, que é o local para onde as paletes são deslocadas assim que se termina determinada ordem e onde estas esperam que o *firewall* verifique a qualidade das peças que esta contém. Verificada a qualidade, o operador de recolha de produto acabado pode recolher esta paletes e levá-la para a zona de expedição, terminando assim o seu percurso dentro de portas.

### 3.3.2 Descrição da situação atual

Tal como realizado para as linhas laser, para perceber qual o estado atual deste processo, primeiramente, é necessário efetuar algumas observações do mesmo, com o objetivo de listar todas as atividades necessárias à sua execução. Assim, foram observados 10 *setups* e a lista de atividades obtida para a realização dos mesmos encontram-se retratadas na tabela 6.

**Tabela 6:** Tarefas necessárias à execução do *setup* nas LBs

<b>Atividades</b>
Registrar última palete
Confrontar ordem atual e anterior
Recolher componentes que não entram na ordem seguinte
Colocar componentes na bancada
Contar componentes e registrar no eplant
Ir buscar folhas de devolução e colocar nos respectivos componentes
Confirmar e mudar carimbo
Devolver paletes ao armazém
Confirmar componentes da bancada
Deslocar paleta de produto acabado para o local correto

Antes de iniciar a descrição dos *setups*, é de realçar que o *setup* deste conjunto de linhas está dividido em dois tipos: *setup* de componentes e *setup* de ferramentas. O *setup* de componentes, realizado pelos operadores da linha, corresponde à troca dos componentes da bancada de produção, retirando os que restaram da ordem de produção anterior e colocando os componentes necessários à produção da ordem seguinte. O *setup* de ferramentas, que é da responsabilidade dos afinadores, diz respeito à afinação ou troca das máquinas necessárias à produção, uma vez que estas têm de ser trocadas consoante o produto que se está a produzir, sendo que torneiras diferentes exigem suportes e apoios diferentes para a correta montagem das mesmas. No *setup* das ferramentas também se inclui a troca do teste, que é uma ferramenta colocada na bancada central e que serve para verificar se, aquando da montagem da torneira, esta apresenta fugas.

Assim, para o *setup* das linhas de montagem, podem acontecer estes dois tipos de *setup*, ou então apenas um deles, caso não seja necessário a afinação das máquinas por se tratar de uma troca para um produto semelhante.

Desta forma, aqui será tratado apenas o *setup* de componentes, embora também seja uma ambição melhorar o *setup* de ferramentas no futuro. No entanto, a prioridade neste momento é padronizar o *setup* de componentes, e após o mesmo se encontrar consolidado, começar a trabalhar no *setup* de ferramentas.

O *setup* de componentes inicia-se a partir do momento em que a operadora do posto de embalagem termina a última peça. A partir deste momento, a paleta pode ser registada e regista-se também o início do *setup* de componentes no *eplant*, começando o tempo de *setup* a contar.

Nem todos os *setups* são iguais, sendo que existem algumas atividades que diferem de *setup* para *setup*, no entanto há tarefas que são necessárias realizar sempre, sendo elas: registrar a última paleta produzida, confrontar ambas as ordens para verificar quais são os componentes que não são necessários na próxima ordem, retirar da bancada os componentes da ordem anterior que já não serão necessários, colocar na bancada os componentes da ordem seguinte, confirmar através da lista técnica todos os componentes após estes estarem colocados na bancada, efetuar

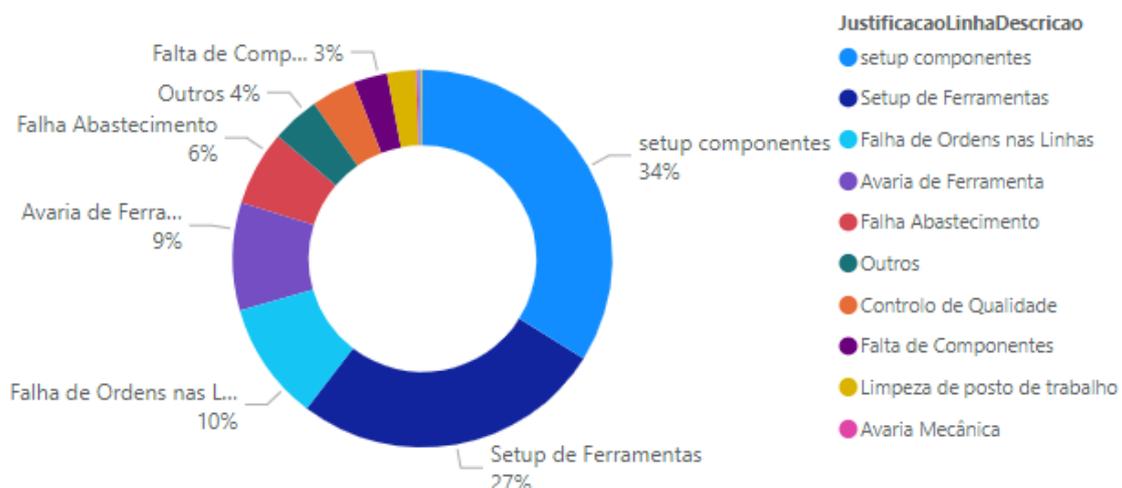
a confirmação e a troca do carimbo, sendo esta uma regra implementada recentemente uma vez que após a ocorrência de alguns erros com o carimbo das torneiras, ficou definido que o mesmo teria de ser trocado a cada ordem de produção. Para além disso, é ainda necessário mover a paleta com o produto acabado da ordem anterior para o local para ela definido, e dar então como finalizado o *setup* de componentes no *eplant* após a conclusão da 1ª peça.

No entanto, existem ainda outras atividades que podem ter de ser realizadas dependendo do *setup*, como a devolução de componentes ao armazém. De notar que, quando os componentes da ordem anterior são retirados da bancada, existem dois tipos de componentes diferentes: os que têm de ser devolvidos a dinâmico, uma vez que pertencem a um supermercado, sendo a responsabilidade de os levar de volta para o seu destino do abastecedor das linhas, e os que têm de ser devolvidos a armazém, sendo, nesse caso, a responsabilidade da devolução dos operadores das linhas. Desta forma, se após terminar determinada ordem de produção sobram na bancada componentes que pertencem ao armazém, os operadores da linha têm de retirar esses componentes da bancada, contar e registar no *eplant* as quantidades de cada componente, deslocar-se até ao posto das *team leaders* e trazer a impressão com a identificação e quantidades desses componentes, colocar essas folhas nos respetivos componentes e levar uma paleta com os mesmos para o *flow*, ou logística inversa, para que estes sejam devolvidos ao armazém.

### Análise dos tempos de *setup*

Existem diversos motivos que podem desencadear a paragem das linhas de produção, sendo eles: *setup* de componentes, *setup* de ferramentas, falha de ordens nas linhas, avaria de ferramentas, falhas no abastecimento ou controlo de qualidade, falta de componentes, limpeza do posto de trabalho e avarias mecânicas.

Destes, o *setup* de componentes e o *setup* de ferramentas são as percentagens que apresentam o maior peso, com 27% e 25%, respetivamente, nos meses de março e abril, tal como mostra a figura 37.

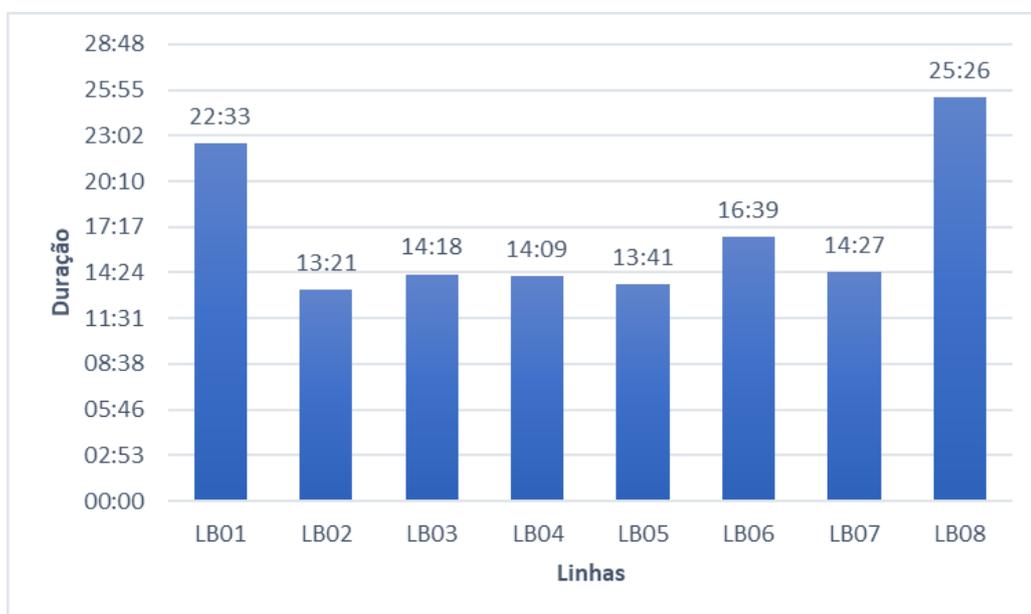


**Figura 37:** Motivos para paragem das LBs

Assim sendo, fazendo uma análise dos tempos de *setup* de componentes com base nos meses de março e abril de 2023, que conta com um total de 1152 mudanças, é possível concluir que o tempo médio de paragem para realizar *setups* neste tipo de linhas é de 15 minutos e 20 segundos.

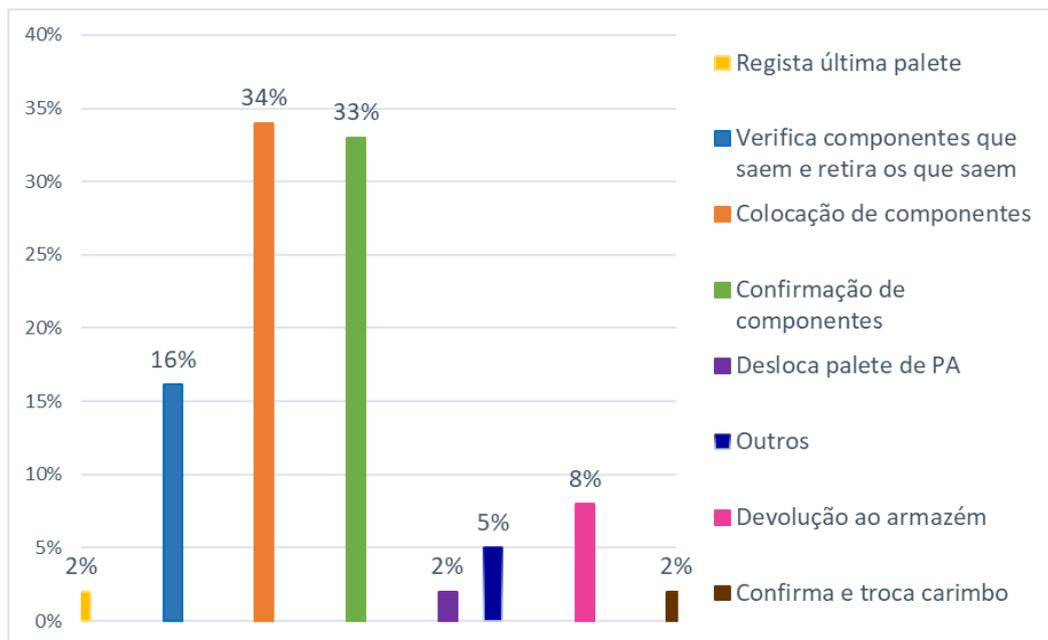
Para além disso, o número médio de paragens para *setup* deste *stream* é de 16 paragens por turno. Isto traduz-se em cerca de 51% do turno a realizar *setups*, valor que tem tendência a aumentar consideravelmente com a procura atual, caracterizada por produtos muito variados e em pequenas quantidades.

Fazendo uma análise mais pormenorizada, tendo em conta a figura 38, onde os dados se encontram estruturados por linha, é perceptível que das 8 linhas LBs existentes, a LB01 e a LB8 são as que apresentam as maiores paragens, facto que pode ser justificado uma vez que este *stream* tem linhas dedicadas a determinados produtos que exigem mais ou menos componentes para a sua produção, e por isso, o *setup* pode ser mais demorado.



**Figura 38:** Duração média dos *setups* das LBs

Simultaneamente à observação dos *setups* neste *stream* foram ainda registados tempos relativos a dez trocas de ferramenta, de forma a verificar o peso que cada atividade representa no tempo total de *setup*, representados na figura 39.



**Figura 39:** Percentagem de cada uma das atividades no tempo de *setup*

Através da análise da figura 39, é possível constatar que existem duas tarefas que se destacam dada a percentagem que representam no tempo de *setup* médio deste *stream*: a colocação de componentes na bancada (34%) e a confirmação destes mesmos componentes após terem sido colocados na bancada (33%). Seguidamente, a maior percentagem corresponde ao momento em que o operador confronta as duas ordens de produção (16%), de modo a verificar quais os componentes a retirar da linha por não fazerem parte da ordem de produção seguinte e os que se mantêm. Para além destas, existem ainda outras atividades como a devolução de componentes ao armazém (8%), o registo da última paleta no *epiant* (2%) e o deslocamento da paleta de PA, que para além de representarem percentagens menores, são fundamentais para que o *setup* seja executado da forma correta.

Para além destas atividades, foi também registada uma como “Outros”, que corresponde a momentos diversos, como por exemplo, alturas em que os operadores se deslocavam fora da linha para ir buscar componentes que não tinham sido abastecidos, para chamar a *team leader* devido a alguma dúvida com as ordens de produção, ou até mesmo à limpeza da linha que alguns operadores iam fazendo.

### Atividades Internas e Externas

Tendo em conta a lista de tarefas acima apresentada, o próximo passo consiste em identificar as tarefas que podem ser realizadas ainda durante a produção.

Desta forma, identifica-se a verificação dos componentes a trocar de uma ordem para a outra, a devolução de componentes ao armazém com a contagem, registo no *epiant* e entrega destes

componentes ao *flow*/logística inversa, o reposicionamento da paleta de produto acabado e ainda a recolha dos componentes que não fazem parte da ordem seguinte, pelo menos da bancada 1, como atividades que podem ser transformadas em atividades externas.

No entanto, uma vez que a definição deste *standard* se baseou em alguns princípios definidos para evitar erros na montagem das peças, nem todas estas atividades sofreram esta alteração.

### 3.3.4 Problemas Identificados

Durante a observação dos *setups* foram identificados alguns problemas aquando da realização dos mesmos, que serão explorados de seguida.

#### Inexistência de um *standard* de execução de *setups* das linhas de montagem

Apesar de no *setup* das linhas laser já existir um procedimento com todas as tarefas a executar, o mesmo não acontece para as restantes linhas de montagem, onde este processo carece de um *standard*.

Através do acompanhamento das equipas para a compreensão das atividades, foi possível verificar que os *setups* deste tipo de linhas é bastante desorganizado e acontece de formas diferentes de equipa para equipa, sendo que cada uma delas opera consoante o que pretende, o que faz com que a carga de trabalho de cada um dos operadores durante o *setup* varie muito e que as tarefas se encontrem desigualmente distribuídas.

#### Sequenciamento incorreto das tarefas

Associado à falta de um *standard* para este processo, e por ser cada uma das equipas a gerir a forma como realizavam o *setup*, existiam diversas atividades que deviam seguir uma sequência lógica, mas que, na realidade, ocorriam numa sequência que não era a mais favorável para este processo o que, por vezes, despoletava erros na produção.

Alguns exemplos disto são o hábito já criado por algumas equipas em ser a pessoa do posto da embalagem a confirmar os componentes para produção da ordem seguinte. Simultaneamente, e enquanto esta pessoa confirmava, a operadora do primeiro posto iniciava já a produção. Este hábito criado por algumas equipas fazia com que, por vezes, a pessoa do primeiro posto montasse componentes errados, pelo facto da confirmação dos componentes não estar completamente concluída antes desta começar a produzir.

#### Incorreta marcação do início e fim do *setup*

Os operadores são responsáveis pela marcação do início e fim do *setup* no *eplant*, no entanto, uma prática errada é o facto do início do *setup* ser na maior parte das vezes marcado pela pessoa do primeiro posto assim que esta acaba de produzir, ainda com os restantes dois postos a terminarem a ordem de produção. Da mesma forma, grande parte das vezes, o fim do *setup* era marcado quando também pela pessoa do primeiro posto antes desta iniciar a produção.

### 3.3.5 Melhorias para o processo de *setup*

De acordo com os problemas identificados acima, e de forma a combatê-los, foram definidas algumas melhorias relativas às seguintes atividades:

#### Verificação de componentes a retirar e a colocar nas bancadas

Atualmente, esta confirmação é realizada por um operador que, através das listas técnicas das duas ordens de produção (a anterior e a seguinte), compara componente a componente dessas duas listas para verificar os componentes que diferem e que, portanto, têm de ser retirados das bancadas durante o *setup*.

No entanto, como há ordens de produção que exigem muitos componentes, esta tarefa pode tornar-se bastante demorada.

Para isso, sugere-se que daqui em diante os operadores passem a imprimir, através do *eplant*, uma folha com a lista de diferença de peças entre ambas as ordens de produção. Esta folha contém duas listas: uma referente aos componentes que já não vão fazer parte da próxima ordem, e que, portanto, devem ser retirados da bancada, e ainda outra com os componentes que devem ser colocados nas bancadas para a ordem seguinte, pertencentes às MTOs e aos supermercados, e que devem já estar à entrada da linha e cujo abastecimento é tarefa dos abastecedores.

#### Marcação do início e fim do *setup*

Um dos problemas identificados durante as observações dos *setups* foi o facto dos operadores marcarem o início e fim do *setup* no *eplant* numa altura incorreta.

Assim, foi definido que a marcação do *setup* fica inteiramente da responsabilidade da pessoa da embalagem que, quando termina de embalar a última peça da ordem de produção regista a paleta finalizada e inicia o *setup* no *eplant*.

Posto isto, a marcação do fim do *setup* é realizada pelo mesmo operador, aquando da finalização da primeira peça.

#### Sequenciamento das tarefas

Tal como descrito acima nos problemas identificados, o facto de não existir um *standard* para a execução da troca de ferramenta nas linhas de montagem faz com que algumas das atividades sejam executadas numa ordem que não é a mais correta e que pode despoletar defeitos nas peças montadas.

Assim, foi definida uma ordem de execução de algumas das tarefas consoantes princípios que impedem ou reduzem o aparecimento de defeitos e erros na montagem das torneiras, sendo eles:

### 1. A recolha dos componentes das bancadas nunca pode ser realizada antes da produção terminar

Algo que foi perceptível nas observações dos *setups* foi que, muitas das vezes, o que acontece é que os operadores alocados ao teste e à bancada 2 ainda estão a finalizar a produção, no entanto, como a pessoa do primeiro posto já terminou a sua parte da montagem, começa a retirar componentes das bancadas.

No entanto, isto pode trazer implicações, uma vez que caso os operadores dos últimos dois postos detetem algum problema na torneira e tenham de montar novamente, alguns dos componentes já recolhidos podem voltar a ser precisos, o que faz com que os operadores percam tempo a identificar quais são e onde estão os componentes necessários, bem como confundir com outros componentes que já estejam na linha, o que pode resultar em problemas de qualidade associados à torneira.

### 2. A confirmação dos componentes é realizada sempre pela pessoa do primeiro posto

Este princípio foi definido uma vez que muitas das vezes algumas das equipas dividiam as tarefas de forma a que fosse a pessoa do posto da embalagem a realizar a confirmação final de componentes.

Desta forma, as pessoas do posto 1 e 2 iniciavam a produção. No entanto, esta divisão de tarefas pode causar transtornos, uma vez que a pessoa da embalagem pode estar a confirmar os componentes da bancada 1 e detetar algum erro e a pessoa 1 e 2 já terem montado algumas torneiras.

Assim, alocou-se esta tarefa exclusivamente à pessoa do primeiro posto de forma a garantir que apenas se iniciava a produção quando todos os componentes estivessem devidamente validados.

### 3. A colocação dos componentes na bancada e confirmação final dos mesmos é realizada por operadores diferentes

É importante que a colocação dos componentes na bancada através da informação que consta na folha de diferença de componentes, impressa no início do *setup*, seja realizada por um operador diferente daquele que faz a confirmação final dos componentes através da lista técnica, que possui todos os componentes associados à ordem de produção.

Isto porque como determinadas ordens exigem um número bastante elevado de componentes, é importante que a confirmação seja realizada por uma segunda pessoa, que como ainda não teve contacto com os componentes, os vai confirmar com mais cuidado do que se fosse a pessoa que os colocou a confirmar, que por já considerar que os conhece pode não ter tanta atenção à tarefa, conduzindo à mistura de componentes corretos com errados.

De acordo com as alterações e princípios definidos para as atividades que constituem o *setup* de componentes, obtém-se a lista de todas as atividades necessárias ao *setup*, com a respetiva classificação em atividade de *setup* interna ou externa:

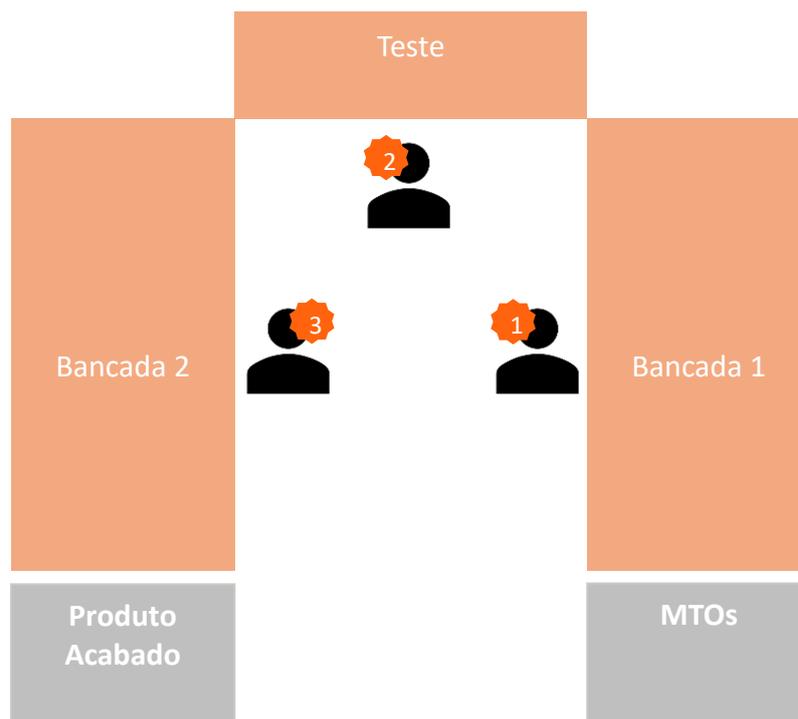
**Tabela 7:** Atividades para execução de *setup* nas LBs e classificação em internas/externas

<b>Atividades</b>	<b>Classificação</b>
Imprimir folha de diferença de componentes no <i>eplant</i>	Externa
Ir buscar impressão ao Centro de Informação	Externa
Pedir afinador à <i>team leader</i>	Interna
Retirar componentes que não fazem parte da ordem seguinte	Interna
Deslocar palete de produto acabado para o local correto	Interna
Confirmar e mudar carimbo	Interna
Confirmar componentes da próxima ordem	Interna
Contar materiais do <i>flow</i>	Interna
Registrar quantidades do <i>flow</i>	Interna
Ir ao Centro de Informação buscar folhas do <i>flow</i>	Interna
Colocar folhas de <i>flow</i> a identificar componentes	Interna
Levar palete de devoluções ao <i>flow</i>	Interna
Registrar última palete	Interna
Iniciar <i>setup</i> no <i>eplant</i>	Interna
Colocar materiais da próxima ordem na bancada	Interna
Terminar <i>setup</i> no <i>eplant</i>	Interna

### Criação de um *standard* de execução de *setups*

Com todas as exigências associadas ao *setup* bem definidas, é então possível definir um *standard* para execução do mesmo.

Para isso, primeiramente foram definidas 3 posições que correspondem às posições ocupadas pelos operadores durante a produção, representadas na figura 40, e que será o ponto de partida para a identificação das suas tarefas durante o *setup*.



**Figura 40:** Posição dos operadores num *setup* com 3 pessoas

Assim, resta associar cada uma das tarefas de execução do *setup* aos respectivos operadores, o que se encontra representado na tabela 8.

**Tabela 8:** Atividades de execução do *setup* associadas aos respetivos operadores

Operador 1	Operador 2	Operador 3
Imprimir folha de diferença de componentes no <i>eplant</i>	Contar materiais do <i>flow</i>	Registrar última paleta
Ir buscar impressão ao Centro de Informação	Registrar quantidades do <i>flow</i>	Iniciar <i>setup</i> no <i>eplant</i>
Pedir afinador à <i>team leader</i>	Ir ao Centro de Informação buscar folhas do <i>flow</i>	Retirar componentes que não fazem parte da ordem seguinte (bancada 2)
Retirar componentes que não fazem parte da ordem seguinte (bancada 1)	Colocar folhas de <i>flow</i> a identificar componentes	Colocar materiais da próxima ordem na bancada (bancada 1 e 2)
Deslocar paleta de produto acabado para o local correto	Levar paleta de devoluções ao <i>flow</i>	Terminar <i>setup</i> no <i>eplant</i>
Confirmar e mudar carimbo		
Confirmar componentes da próxima ordem (bancada 1 e 2)		

Com esta divisão, quando o operador 1, da bancada 1, termina de produzir, sendo que ele vai ser sempre o primeiro, começa por imprimir a folha de diferença de componentes no *eplant*, desloca-se até ao CI (centro de informação, que é o local onde se encontra a *team leader* e a impressora), recolhe esta folha e, caso necessário, pede um afinador à *team leader*. Quando regressa à linha, uma vez que a produção ocorre em *one piece flow*, é suposto que a pessoa 2 e 3 tenham já terminado ou estejam mesmo a terminar a sua parte da produção. Desta forma, a pessoa 1 começa por retirar os componentes da sua bancada que não são precisos para a ordem seguinte.

A pessoa 3 começa por registar a palete que acabaram de produzir e inicia então a contagem do tempo de *setup* no *eplant*. De seguida, começa também ela a retirar os componentes não necessários para a ordem seguinte da sua bancada. Quando termina estas tarefas, começa por colocar os materiais da próxima ordem em ambas as bancadas.

Entretanto, a pessoa 1 reposiciona a palete de produto acabado, que diz respeito ao deslocamento da palete de produto acabado do local de palete em curso para o local de produto acabado, para que a *firewall* a possa vir aprovar, e confirma e troca o carimbo. Desta forma, é suposto que a pessoa 3 já tenha colocado grande parte dos componentes ou, então, em ordens maiores, que os componentes da bancada 1 já estejam todos colocados. Assim, a pessoa 1 começa a confirmar os componentes da nova ordem, começando pelas etiquetas, uma vez que estas são dos primeiros materiais a colocar na linha e, de seguida, começando pela bancada 1, de forma a garantir que os componentes que está a confirmar são já os da próxima ordem.

A pessoa 2 é a responsável por efetuar as devoluções de componentes ao armazém. Assim, começa por contar todos os componentes a devolver, regista estes componentes e respetivas quantidades no *eplant*, imprime as folhas de devolução ao armazém, cuja finalidade é facilitar a identificação e a contagem dos componentes ao operador do armazém e leva a palete com os componentes a devolver ao *flow/logística inversa*, que é um posto pertencente ao armazém e cuja finalidade é fazer retornar ao armazém componentes que foram pedidos pela montagem para as diversas linhas, mas que pela quantidade necessária para cada uma das ordens não foram necessários.

Com todas estas tarefas executadas podem iniciar a produção na linha. Fica apenas a faltar a tarefa de terminar o *setup* no *eplant*, pelo operador número 3, após concluírem a primeira peça e, desta forma, garantirem que está tudo pronto para continuarem a produção e que o *setup* foi bem executado.

Todas estas tarefas associadas a cada operador foram resumidas numa instrução de trabalho, representada na figura 41.

**GROHE LIXIL**  
Link to Good Living

## Instruções de Operações Standard-Setups Operador 1

- 1 Imprime folha de diferença de componentes (eplant)
- 2 Vai buscar impressão ao CI e pede afinador à TL (caso necessário)
- 3 Retira materiais que não fazem parte da próxima ordem (**bancada 1**)
- 4 Reposiciona palete de PA
- 5 Confirma e muda carimbo
- 6 Confirma componentes da próxima ordem-começar pelas etiquetas (**bancada 1 e 2**)

## Operador 2

- 1 Conta e regista materiais do flow no eplant
- 2 Leva sucata e identifica-a (impressão no CI)
- 3 Traz folhas do flow do CI e identifica componentes
- 4 Leva palete de devoluções ao flow

## Operador 3

- 1 Regista última palete e inicia setup (eplant)
- 2 Retira materiais que não fazem parte da próxima ordem (**bancada 2**)
- 3 Coloca materiais da próxima ordem (**bancada 1 e 2**)
- 4 Termina setup (eplant)

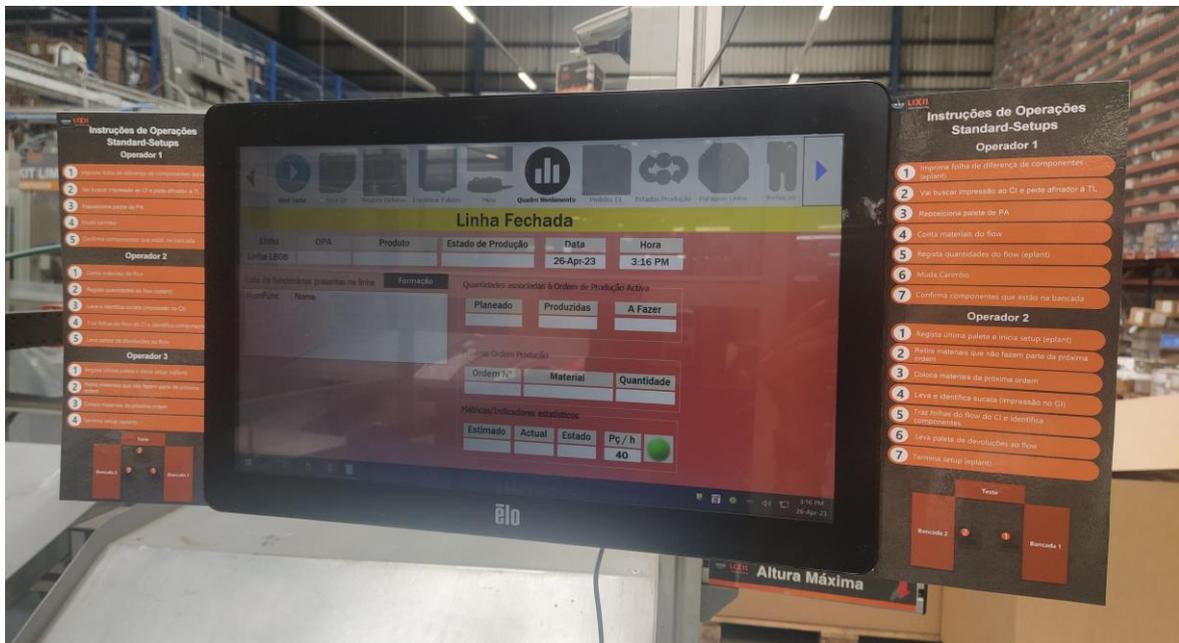
**Figura 41:** Instrução de trabalho (*standard* com 3 operadores)

### 3.3.6 Resultados Obtidos

Com o *standard* definido, foi necessário testá-lo. Para isso, inicialmente, durante 3 dias, efetuaram-se alguns testes piloto com equipas aleatórias, cujo intuito era ver a aplicação prática deste *standard* e receber algum feedback dos colaboradores, de forma a conseguir ajustar a coordenação das tarefas caso necessário.

Após estes 3 dias, e com o *standard* já validado, iniciou-se uma nova fase que consistiu em dar formação a todas as equipas deste *stream*, para que ficassem a conhecer e começassem a implementar este *standard*, a partir de então.

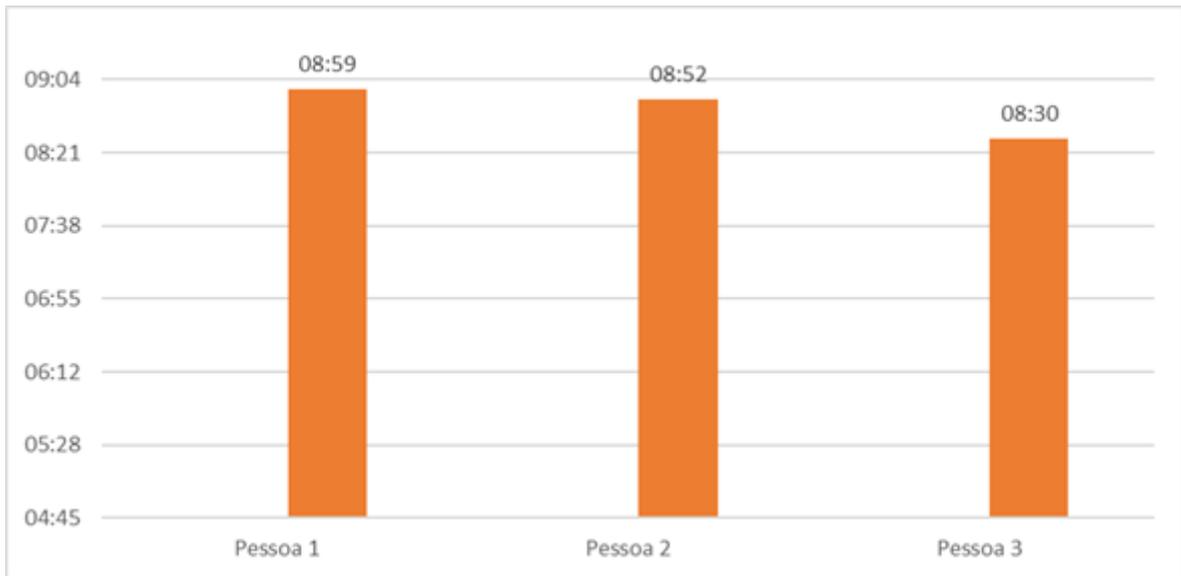
Para auxiliar a introdução deste procedimento, foram colocadas no *eplant* as instruções de trabalho, para que numa primeira fase os operadores consigam consultar estas instruções e seguir as tarefas que lhe estão associadas, tal como demonstrado na figura 42.



**Figura 42:** Instruções de trabalho colocadas nos *eplants*

Para a medição dos resultados obtidos com este standard foram medidos mais 10 tempos de *setup*, obtendo-se uma duração média para os mesmos de 8:59 min, contrastando com os 15:20min iniciais, o que equivale a uma redução de 41,4% da duração média de execução do *setup*.

Para além disso, as tarefas dos operadores foram redistribuídas e a média de tempo total das tarefas associada a cada um deles encontra-se representada na figura 43.

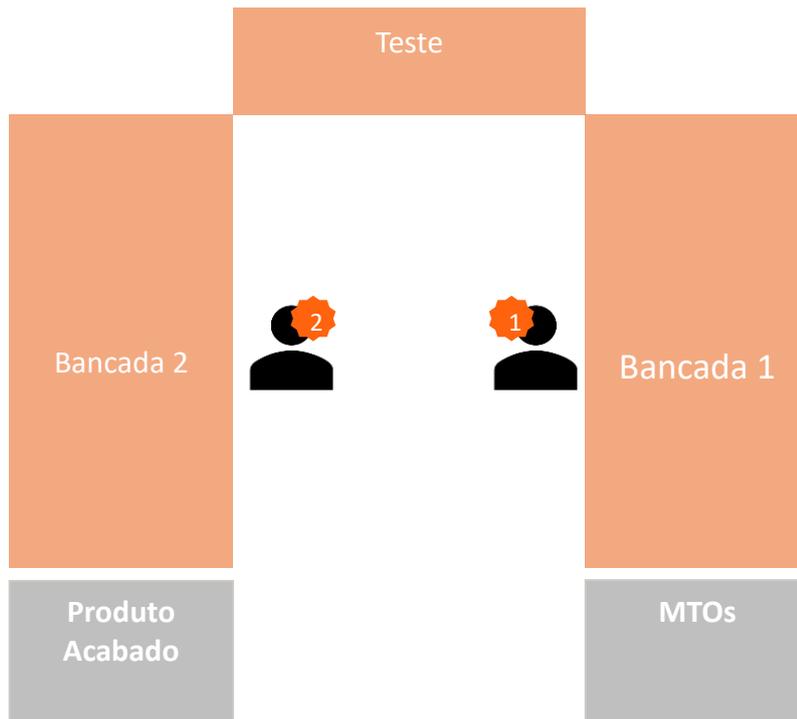


**Figura 43:** Média de tempo de *setup* associado a cada operador

### 3.3.7 Trabalho Futuro

Uma vez que, futuramente, o objetivo da criação deste *standard* de trabalho é estender este projeto a toda a montagem, de forma a que em todos os *streams* o *setup* se execute da mesma forma, seguindo as mesmas regras, foi concebido um *standard* de execução de *setups* também para linhas que trabalham com 2 e com 1 operador.

No que diz respeito ao *setup* com 2 operadores, cuja identificação dos operadores se encontra na figura 44, teve-se o cuidado de manter a mesma lógica de execução de *setup* com 3 pessoas e apenas distribuir as tarefas da pessoa 2 do *setup* a 3 pessoas, entre as pessoas 1 e 2 do *setup* com 2 operadores. Isto para diminuir a dificuldade de aprendizagem dos operadores e para que, quando por algum motivo tiverem de trocar de *stream*, a realização do *setup* não seja muito diferente daquilo que já praticavam no seu próprio *stream*.



**Figura 44:** Posições para execução do *setup* com 2 operadores

Na tabela 9 é possível verificar a distribuição de tarefas para *setups* com 2 operadores. Uma vez que distribuição das tarefas mantém a mesma lógica que as tarefas alocadas aos operadores dos *setups* com 3 pessoas, o operador 1 e 2 mantêm-se responsáveis pelas mesmas tarefas que o operador 1 e 3 do *setup* realizado a 3 pessoas, respetivamente. Relativamente às tarefas que ficam a faltar realizar (pertencentes à pessoa 2 do *setup* a 3 pessoas), relacionadas com as devoluções de componentes ao armazém, a contagem e registo do número de componentes fica ao encargo da pessoa 1, enquanto que a deslocação até ao CI para ir buscar as folhas de identificação destes componentes e a colocação da paleta de materiais a devolver ao armazém na zona de *flow/logística* inversa fica da responsabilidade do operador 2.

No anexo 1, é possível verificar a instrução de trabalho associada ao *setup* com 2 pessoas.

**Tabela 9:** Atividades associadas a cada operador (*setup* com 2 operadores)

<b>Operador 1</b>	<b>Operador 2</b>
Imprimir folha de diferença de componentes no <i>eplant</i>	Registrar última paleta
Ir buscar impressão ao Centro de Informação	Iniciar <i>setup</i> no <i>eplant</i>
Pedir afinador à <i>team leader</i>	Retirar componentes que não fazem parte da ordem seguinte (bancada 2)
Retirar componentes que não fazem parte da ordem seguinte (bancada 1)	Colocar materiais da próxima ordem na bancada (bancada 1 e 2)
Deslocar paleta de produto acabado para o local correto	Ir ao Centro de Informação buscar folhas do <i>flow</i>
Contar materiais do <i>flow</i>	Colocar folhas de <i>flow</i> a identificar componentes
Registrar quantidades do <i>flow</i>	Levar paleta de devoluções ao <i>flow</i>
Confirmar e mudar carimbo	Terminar <i>setup</i> no <i>eplant</i>
Conformar componentes da próxima ordem (bancada 1 e 2)	

Para as linhas que trabalham com 1 operador, também foi executado o *standard*, representado na tabela 10, e que consiste na junção de todas as atividades necessárias à execução do *setup* ordenadas de acordo com os princípios inicialmente definidos e, também, de acordo com o *setup* a 3 e 2 operadores, para que a sequência de tarefas a executar se mantivesse semelhante. No anexo 2, é possível verificar a instrução de trabalho associada ao *setup* com 1 pessoa.

**Tabela 10:** Atividades associadas a cada operador (*setup* com 1 operador)

<b>Operador 1</b>
Imprimir folha de diferença de componentes no <i>eplant</i>
Ir buscar impressão ao Centro de Informação
Pedir afinador à <i>team leader</i>
Registrar última paleta
Iniciar <i>setup</i> no <i>eplant</i>
Deslocar paleta de produto acabado para o local correto
Retirar componentes que não fazem parte da ordem seguinte (bancada 1 e 2)
Contar materiais do <i>flow</i>
Registrar quantidades do <i>flow</i>
Ir ao Centro de Informação buscar folhas do <i>flow</i>
Colocar folhas de <i>flow</i> a identificar componentes
Levar paleta de devoluções ao <i>flow</i>
Colocar materiais da próxima ordem na bancada (bancada 1 e 2)
Colocar materiais da próxima ordem na bancada (bancada 1 e 2)
Confirmar e mudar carimbo
Confirmar componentes da próxima ordem (bancada 1 e 2)
Terminar <i>setup</i> no <i>eplant</i>

## 4. Conclusão

No momento de realização deste projeto, os *setups* faziam parte de uma das prioridades da empresa em termos de necessidade de atuação, uma vez que estes processos ocorriam de forma bastante desorganizadas, com falta de condições, como era o caso das LS, e sem qualquer tipo de *standard* associado, como constatado nas LBs.

O objetivo deste projeto passou pela redução dos tempos de troca de ferramenta associados a estes dois *streams* de LS e LBs, nos quais se implementaram diversas ferramentas associadas à Metodologia *Lean*, como 5S, Gestão Visual, *Standard Work*, e aquela que mais se destacou ao longo deste trabalho, o SMED.

Com a aplicação destas ferramentas conseguiram criar-se melhores condições de realização dos *setups*, bem como a definição de processos mais estáveis, reduzindo significativamente a variabilidade associada aos mesmos.

No *stream* LS, apesar das medidas não terem sido totalmente implementadas, fez-se uma previsão em termos de redução de tempos de *setup* que seria de esperar com todas as medidas implementadas. Assim, obteve-se um valor de 22% redução do valor do tempo de *setup* face ao inicial, o que resultaria numa redução do tempo médio de 59 para 46 minutos.

Foram ainda deixados alguns contributos em termos de trabalho futuro, que despoletariam uma redução adicional dos tempos de *setup* em 33%, o que conjugado com as medidas anteriores, resultaria numa redução total de 55% no tempo total de execução da troca de ferramenta, passando este a ser de 26 minutos.

No que diz respeito ao *stream* de LBs, obteve-se uma redução de 41,4% da duração média de execução do *setup*.

Uma vez que a standardização do *setup* de componentes é algo que se pretende estender a todos os *streams* de linhas de montagem, no seguimento daquilo que foi elaborado neste projeto para as LBs, foram ainda estruturados os *standards* de execução de *setup* para algumas linhas de outros *streams* que trabalham apenas com 1 ou 2 operadores, ficando este ponto para aplicação futura.

Para finalizar, após a implementação destas medidas, é perceptível pelo trabalho futuro proposto que ainda existe muito trabalho a executar relativamente a este tema nos vários *streams*, isto para que os processos evoluam continuamente, o que exige um esforço das chefias e todos os subordinados associados ao processo para a sua devida concretização.



## Referências

- Agrahari, R. S., Dangle, P. A., & Chandratre, K. v. (2015). Implementation Of 5S Methodology In The Small Scale Industry: A Case Study. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH*, 4(04). [www.ijstr.org](http://www.ijstr.org)
- Aktar Demirtas, E., Gultekin, O. S., & Uskup, C. (2022). A case study for surgical mask production during the COVID-19 pandemic: continuous improvement with Kaizen and 5S applications. *International Journal of Lean Six Sigma*. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-02-2022-0025>
- Alcaraz, J. L. G., Hernández, F. A. M., Tiznado, J. E. O., Vargas, A. R., Macías, E. J., & Lardies, C. J. (2021). Effect of quality lean manufacturing tools on commercial benefits gained by mexican maquiladoras. *Mathematics*, 9(9). <https://doi.org/10.3390/math9090971>
- Allahverdi, A., & Soroush, H. M. (2008). The significance of reducing setup times/setup costs. *European Journal of Operational Research*, 187(3), 978–984. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.09.010>
- Allahverdi, A., Gupta, J. N. D., & Aldowaisan, T. (1999). A review of scheduling research involving setup considerations. [https://doi.org/10.1016/S0305-0483\(98\)00042-5](https://doi.org/10.1016/S0305-0483(98)00042-5)
- Ansah, R. H., Sorooshian, S., & Mustafa, S. bin. (2016). *LEAN CONSTRUCTION: AN EFFECTIVE APPROACH FOR PROJECT MANAGEMENT*. 11(3). [www.arnjournals.com](http://www.arnjournals.com)
- Arezes, P. M., Dinis-Carvalho, J., & Alves, A. C. (2010). *Threats and Opportunities for Workplace Ergonomics in Lean Environments*. <https://hdl.handle.net/1822/19111>
- Ballard, G., Tommelein, I., Koskela, L., & Howell, G. (2013). *Lean construction tools and techniques*.
- Behrouzi, F., & Wong, K. Y. (2013). An integrated stochastic-fuzzy modeling approach for supply chain leanness evaluation. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 68(5–8), 1677–1696. <https://doi.org/10.1007/s00170-013-4966-1>
- Bragança, S., & Costa, E. (2015). An application of the lean production tool standard work. *Jurnal Teknologi*, 76(1), 47–53. <https://doi.org/10.11113/jt.v76.3659>
- Braglia, M., Frosolini, M., & Gallo, M. (2017). SMED enhanced with 5-Whys Analysis to improve set-upreduction programs: the SWAN approach. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 90(5–8), 1845–1855. <https://doi.org/10.1007/s00170-016-9477-4>
- Chapman, C. D. (2005). *Clean House With Lean 5S*. [www.asq.org](http://www.asq.org)
- Cirjaliu, B., & Draghici, A. (2016). Ergonomic Issues in Lean Manufacturing. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 221, 105–110. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.095>
- Coimbra, E. A., & Kaizen Institute. (2009). Total management flow: achieving excellence with kaizen and lean supply chains. Kaizen Institute. Retrieved from <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58748/1/000130046.pdf>

Costa, L. (2018). Gestão de Produção e Aplicação das ferramentas de melhoria contínua no setor de tornearia. Recuperado de <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/25383>

Cowin, R. (2018). Found in translation: Lean lessons from manufacturing and healthcare. *Proceedings ACM SIGUCCS User Services Conference*, 151–153. <https://doi.org/10.1145/3235715.3235721>

El-Namrouty, K. A. (2013). Seven Wastes Elimination Targeted by Lean Manufacturing Case Study "Gaza Strip Manufacturing Firms". *International Journal of Economics, Finance and Management Sciences*, 1(2), 68. <https://doi.org/10.11648/j.ijefm.20130102.12>

Emekdar, E., Açikgöz-Tufan, H., Şahin, U. K., Kurşun Bahadır, S., Tuluk, B., & Şimşek, A. N. (2023). Process improvement and efficiency analysis using the Single-Minute Exchange of Dies method applied to the set-up and operation of screen-printing machines. *Coloration Technology*. <https://doi.org/10.1111/cote.12676>

Feld, M. W. (2000). *Lean Manufacturing: Tools, Techniques, and how to use them*. Boca Raton, FL: The St. Lucie Press.

Jamil, A. H. A., & Fathi, M. S. (2016). The Integration of Lean Construction and Sustainable Construction: A Stakeholder Perspective in Analyzing Sustainable Lean Construction Strategies in Malaysia. *Procedia Computer Science*, 100, 634–643. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.205>

Junior, R. G. P., Inácio, R. H., da Silva, I. B., Hassui, A., & Barbosa, G. F. (2022). A novel framework for single-minute exchange of die (SMED) assisted by lean tools. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 119(9–10), 6469–6487. <https://doi.org/10.1007/s00170-021-08534-w>

Khan, S. A., Kaviani, M. A., J. Galli, B., & Ishtiaq, P. (2019). Application of continuous improvement techniques to improve organization performance: A case study. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(2), 542–565. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-05-2017-0048>

Kumar, B. S., & Abuthakeer, S. S. (2012). *Implementation of Lean Tools and Techniques in an Automotive Industry*.

Liker, J.K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill Education.

Burroni, L., Bianciardi, C., Romagnolo, C., Cottignoli, C., Palucci, A., Fringuelli, F. M., Biscontini, G., & Guercin, J. (2021). Lean approach to improving performance and efficiency in a nuclear medicine department. In *Clinical and Translational Imaging* (Vol. 9, Issue 2, pp. 129–139). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s40336-021-00418-z>

Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>

Mendhe, S., & Rathi, M. G. (2017). *Implementation of SMED Technique to Reduce Setup Time of Bandsaw Cutting Machine Shashikant Mendhe*. 10.17577/IJERTV6IS010230

Monden, Y. (1998). *Toyota Production System: An integrated approach to Just-In-Time*. Norcross: Engineering and Management Press.

Murman, E. M. (2002). *Lean enterprise value: insights from MIT's Lean Aerospace Initiative*. Palgrave.

Myers, M. D. (1997). Qualitative research in information systems. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 21(2), 241–242. <https://doi.org/10.2307/249422>

Naeemah, A. J., & Wong, K. Y. (2023). Sustainability metrics and a hybrid decision-making model for selecting lean manufacturing tools. *Resources, Environment and Sustainability*, 13. <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2023.100120>

Nikolic, J., Dasic, M., & Djapan, M. (2023). SMED AS AN INDISPENSABLE PART OF LEAN MANUFACTURING IN THE SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES. *International Journal for Quality Research*, 17(1), 255–270. <https://doi.org/10.24874/ijqr17.01-16>

Nuseir, M. T., & Alshurideh, M. T. (2021). THE IMPACT OF SOCIAL MEDIA POWER ON THE SOCIAL COMMERCE INTENTIONS: DOUBLE MEDIATING ROLE OF ECONOMIC AND SOCIAL SATISFACTION. 24. 2021. 10.1007/978-3-031-12382-5\_1

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Largescale Production*. Cambridge: Productivity Press.

Oleksiak, B., Ciecierska, B., Ołów, P., & Hordyńska, M. (2023). Analysis of the Possibility of Introducing the Reduction of Changeover Time of Selected CNC Machines Using the SMED Method. *Production Engineering Archives*, 29(1), 83–93. <https://doi.org/10.30657/pea.2023.29.10>

Olesen, P., Powell, D., Hvolby, H. H., & Fraser, K. (2015). Using lean principles to drive operational improvements in intermodal container facilities: A conceptual framework. *Journal of Facilities Management*, 13(3), 266–281. <https://doi.org/10.1108/JFM-09-2014-0030>

Pereira, A., Abreu, M. F., Silva, D., Alves, A. C., Oliveira, J. A., Lopes, I., & Figueiredo, M. C. (2016). Reconfigurable Standardized Work in a Lean Company - A Case Study. *Procedia CIRP*, 52, 239–244. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.019>

Porter, M. E. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York, NY: The Free Press.

Puvanasvaran, A. P., Ab. Hamid, M. N. H. & Yoong, S. S. (2018). *CYCLE TIME REDUCTION FOR COIL SETUP PROCESS THROUGH STANDARD WORK: CASE STUDY IN CERAMIC INDUSTRY*. 13(1). [www.arpnjournals.com](http://www.arpnjournals.com)

Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017). 5S – a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. In *International Journal of Quality and Reliability Management* (Vol. 34, Issue 3, pp. 334–361). Emerald Group Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2015-0045>

Ribeiro, M. A. S., Santos, A. C. O., de Amorim, G. da F., de Oliveira, C. H., Braga, R. A. da S., & Netto, R. S. (2022). Analysis of the Implementation of the Single Minute Exchange of Die Methodology in an Agroindustry through Action Research. *Machines*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/machines10050287>

Ribeiro, P., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., Pereira, M. T., & Santos, G. (2019). The impact of the application of lean tools for improvement of process in a plastic company: A case study. *Procedia Manufacturing*, 38, 765–775. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.104>

Rosa, C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., & Campilho, R. (2017). SMED methodology: The reduction of setup times for Steel Wire-Rope assembly lines in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 13, 1034–1042. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.110>

Santos, V., Amaral, L., & Mamede, H. (2013). *Using the Action-Research Method in Information Systems Planning creativity research A Sociedade da Informação nas regiões portuguesas: medir para desenvolver View project Disruptive e-learning View project*. <https://www.researchgate.net/publication/261464482>

Sarjiman, Y., Lazim, H. M., & Lamsali, H. (2023). A LEAN MANAGEMENT APPROACH OF RICE SUBSIDY DISTRIBUTION: SOME FINDINGS FROM A STUDY IN SELANGOR. *International Journal of Professional Business Review*, 8(1). <https://doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i1.1257>

Saudi, M. H. M., Juniati, S., Kozicka, K., & Razimi, M. S. A. (2019). Influence of lean practices on supply chain performance. *Polish Journal of Management Studies*, 19(1), 353–363. <https://doi.org/10.17512/pjms.2019.19.1.27>

Senthil Kumar, K. M., Akila, K., Arun, K. K., Prabhu, S., & Selvakumar, C. (2022). Implementation of 5S practices in a small scale manufacturing industries. *Materials Today: Proceedings*, 62, 1913–1916. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.01.402>

Shahriar, M. M., Parvez, M. S., Islam, M. A., & Talapatra, S. (2022). Implementation of 5S in a plastic bag manufacturing industry: A case study. *Cleaner Engineering and Technology*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100488>

Shingo, S. (1985). *A revolution in manufacturing: The SMED system*. (A.P. Dillon, Trans.). Productivity Press.

Siaudzionis Filho, F. A. B., Pontes, H. L. J., Albertin, M. R., de Lima, R. L. M., & Moraes, T. de C. (2018). Application of visual management panel on an airplane assembly station. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 67(6), 1045–1062. doi:10.1108/IJPPM-09-2016-0189

Souza, M., Brandão, L. C., Rascalhaa, A., Marelli, M., Lara, C., Sávio De Souza, M., Cardoso Brandão, L., Rascalha\*, A., Lara\*, C. H., & Giarola De Souza, M. (2012). *REDUCTION OF SETUP TIME IN THE AUTO PARTS MANUFACTURING INDUSTRY USING THE SMED METHODOLOGY: A CASE STUDY*. <https://www.researchgate.net/publication/255722067>

Tasdemir, C., & Gazo, R. (2019). Validation of sustainability benchmarking tool in the context of value-added wood products manufacturing activities. *Sustainability (Switzerland)*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/su11082361>

Tezel, A., & Aziz, Z. (2017). Benefits of visual management in construction: Cases from the transportation sector in England. In *Construction Innovation* (Vol. 17, Issue 2, pp. 125–157). Emerald Group Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1108/CI-05-2016-0029>

Ünal, C., Çilgin, C., Unal, C., Tuna, H., Cilgin, C., & Goksen, Y. (2019). *THE INTERACTION OF LEAN MANUFACTURING-INDUSTRY 4.0 AND A SECTORAL ANALYSIS*.

<https://www.researchgate.net/publication/350343305>

Wahab, A. N. A., Mukhtar, M., & Sulaiman, R. (2013). A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions. *Procedia Technology*, *11*, 1292–1298. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.327>

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, *48*(11), 1148–1148.

<https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>

Yeh, S. T., Arthaud-Day, M., & Turvey-Welch, M. (2021). Propagation of lean thinking in academic libraries. *Journal of Academic Librarianship*, *47*(3). <https://doi.org/10.1016/j.acalib.2021.102357>

Zahraee, S. M., Hashemi, A., Abdi, A. A., Shahpanah, A., & Rohani, J. M. (2014). Lean manufacturing implementation through value stream mapping: A case study. *Jurnal Teknologi (Sciences and Engineering)*, *68*(3), 119–124. <https://doi.org/10.11113/jt.v68.2957>

## Anexos

### Anexo 1: Instrução de trabalho (setup com 2 operadores)

**GROHE LIXIL**  
Link to Good Living

## Instruções de Operações Standard-Setups

### Operador 1

- 1 Imprime folha de diferença de componentes (eplant)
- 2 Vai buscar impressão ao CI e pede afinador à TL (caso necessário)
- 3 Retira materiais que não fazem parte da próxima ordem (**bancada 1**)
- 4 Reposiciona palete de PA
- 5 Conta materiais do flow
- 6 Regista quantidades do flow (eplant)
- 7 Confirma e muda carimbo
- 8 Confirma componentes que estão na bancada- começar pelas etiquetas (**bancada 1 e 2**)

### Operador 2

- 1 Regista última palete e inicia setup (eplant)
- 2 Retira materiais que não fazem parte da próxima ordem (**bancada 2**)
- 3 Coloca materiais da próxima ordem (**bancada 1 e 2**)
- 4 Leva e identifica sucata (impressão no CI)
- 5 Traz folhas do flow do CI e identifica componentes
- 6 Leva palete de devoluções ao flow
- 7 Termina setup (eplant)

**Teste**

Bancada 2      2      1      Bancada 1

## Anexo 2: Instrução de trabalho (setup com 1 operador)

 **Instruções de Operações**  
**Standard-Setups**  
**Operador 1**

- 1 Imprime folha de diferença de componentes (eplant)
- 2 Vai buscar impressão ao CI e pede afinador à TL
- 3 Regista última palete e inicia setup (eplant)
- 4 Reposiciona palete de PA
- 5 Retira materiais que não fazem parte da próxima ordem
- 6 Conta materiais do flow
- 7 Regista quantidades do flow (eplant)
- 8 Leva e identifica sucata (impressão no CI)
- 9 Traz folhas do flow do CI e identifica componentes
- 10 Leva palete de devoluções ao flow
- 11 Coloca materiais da próxima ordem
- 12 Muda carimbo
- 13 Confirma componentes que estão na bancada



O diagrama ilustra o layout de trabalho. No topo, há uma área rotulada "Teste". Abaixo dela, há duas bancadas: "Bancada 2" à esquerda e "Bancada 1" à direita. No centro, entre as bancadas, há um ícone de um operador com o número "1" no peito, representando o Operador 1.