



isec
Engenharia

MESTRADO EM ENGENHARIA E
GESTÃO INDUSTRIAL

**Aplicação do SMED nas Linhas de
Montagem da Grohe Portugal**

DEFINITIVO

Autor

Márcio Fernando Pires Tavares

Orientador

Prof. Doutor José Luís Ferreira Martinho

INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, dezembro de 2022



isec

Engenharia

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E
BIOLÓGICA

Aplicação do SMED nas Linhas de Montagem da Grohe Portugal

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

Autor

Márcio Fernando Pires Tavares

Orientador

Prof. Doutor José Luís Ferreira Martinho

Supervisor na empresa Grohe Portugal

Eng.º Celso Maia

INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, dezembro de 2022

AGRADECIMENTOS

A realização do presente relatório de estágio, apesar do seu cariz individual, contou com o apoio de várias pessoas e entidades às quais devo expressar o meu agradecimento.

Ao Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC) pela disponibilização de todas as condições para a realização deste ciclo de estudos, bem como toda a minha formação académica. Analogamente, gostaria de expressar a minha maior gratidão ao professor orientador José Martinho, pelo apoio incansável ao longo de todo este processo e pela preocupação demonstrada para com o seu aluno e com a concretização dos seus objetivos.

À Grohe Portugal, pela vontade manifestada em ser a instituição parceira do presente estágio curricular e pela garantia de ótimas condições de acolhimento. Neste âmbito, um agradecimento ao Ricardo Almeida, pelo acompanhamento de todo este processo, bem como ao Eng^o Celso Maia por todo o suporte prestado ao longo das atividades desenvolvidas. Um especial agradecimento à equipa de VSM's, Beatriz, Dário, Fábio e Tiago, por toda a ajuda e pelo excelente ambiente de trabalho que facilitou, sem dúvida, a concretização desta etapa. Um grande obrigado ao José Carvalho, pela preocupação e apoio constantes, bem como à equipa de afinadores, por todos os ensinamentos e pela prontidão no auxílio prestado.

À minha família, avós, pais, irmã e cunhado, pela compreensão demonstrada ao longo de todos os momentos em que – por via da elaboração deste relatório – não pude estar presente. Ao meu afilhado Gustavo, pelo alento trazido com o seu nascimento, que veio animar até os dias mais sombrios. À minha namorada Adriana, por ser um pilar constante na concretização de todos os meus objetivos, e pela pessoa incrível que é todos os dias.

Aos meus amigos e colegas de casa, Daniel, Diogo e Marcelo, por todas as experiências únicas vividas em conjunto e pelas conversas de entreajuda que tornaram este caminho mais fácil. Aos amigos que Coimbra me trouxe, pelos momentos incríveis e que jamais esquecerei: um especial agradecimento ao meu amigo Paulo, pela boa vontade desinteressada em me acolher da melhor maneira, pelas várias parcerias em trabalhos de grupo e pela partilha de experiências.

E por último, a Coimbra, cidade dos estudantes, que para sempre levarei na memória, onde quer que me encontre.

RESUMO

Num mundo altamente globalizado, é essencial para a sobrevivência das empresas o aumento do leque de produtos disponíveis de forma a atender as expectativas dos clientes e a ganhar o mercado. Em contrapartida, associado às constantes variações em ambiente produtivo, está também o maior número de preparações e afinações das linhas de montagem, que fazem aumentar os tempos de inatividade e, conseqüentemente, os custos de produção.

O presente relatório de estágio tem como objetivo a aplicação da metodologia SMED nas linhas de montagem da Grohe, uma empresa multinacional alemã, líder de mercado na produção de torneiras e componentes sanitários. Esta metodologia de 4 etapas, desenvolvida ao longo de meados do século XX por um consultor japonês, promove a redução dos tempos de *setup* através da otimização e coordenação das tarefas desenvolvidas por todos os intervenientes, sendo o seu principal objetivo a realização dos *setups* em apenas 10 minutos.

Inicialmente foi definido um conjunto genérico de linhas de montagem manual, de forma a recolher uma amostra de tempos normalizada e realista, sob a qual foi aplicada a metodologia de uma forma conceptual. Posteriormente surgiria um conjunto de possíveis melhorias que, com maior ou menor sucesso, viriam a ser implementadas no dia-a-dia do departamento de montagem. Embora algumas das melhorias não tenham ficado totalmente finalizadas após a realização do presente estágio curricular, observou-se um impacto bastante significativo na coordenação de tarefas, principalmente da equipa de afinadores, responsável pela substituição e afinação dos equipamentos de montagem.

Palavras-Chave: Desperdício, *Lean Manufacturing*, SMED, *Setup*, Troca de ferramenta.

ABSTRACT

In a highly globalized world, it is essential for the survival of companies to increase the range of products available in order to meet customer expectations and win the market share. On the other hand, associated with the constant variations in the productive environment, is also the increased number of preparations and adjustments of assembly lines, which increase downtime and, consequently, production costs.

This internship report aims to apply the SMED methodology in the assembly lines of Grohe, a German multinational company, market leader in the production of faucets and sanitary components. This 4-step methodology, developed in the middle of the 20th century by a Japanese consultant, promotes the reduction of setup times by optimizing and coordinating the tasks performed by all the intervening parties, with its main objective being to carry out the setups in just 10 minutes.

Initially, a general set of manual assembly lines was defined, in order to collect a normalized and realistic sample of times, under which the methodology was applied in a conceptual way. Later on, a set of possible improvements would emerge, which, with more or less success, would be implemented on the daily activities of the assembly department. Although some of the improvements were not totally finalized after the conclusion of this curricular internship, it was possible to observe a very significant impact on task coordination, especially in the setter's team, responsible for the replacement and tuning of the assembly equipment.

Keywords: Waste, Lean Manufacturing, SMED, Setup, Tool change.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABELAS	x
SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS	xi
CAPÍTULO 1	1
INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Metodologia e Objetivos	2
1.3 Estrutura do Relatório	3
CAPÍTULO 2	5
ENQUADRAMENTO TEÓRICO	5
2.1 <i>Lean Manufacturing</i>	5
2.1.1 Origem Histórica	5
2.1.1 <i>Toyota Production System</i>	7
2.1.2 Princípios e Desperdícios do <i>Lean Manufacturing</i>	8
2.1.3 Ferramentas do <i>Lean Manufacturing</i>	12
2.2 <i>Single Minute Exchange of Die (SMED)</i>	19
2.2.1 Conceito	20
2.2.2 Origem	21
2.2.3 Metodologia	22
2.2.4 Vantagens	26
2.2.5 Falhas e Barreiras de Implementação	27
2.2.6 Variantes do SMED	29
CAPÍTULO 3	31
A EMPRESA	31
3.1 GROHE	31
3.1.1 História	31
3.1.2 Grupo Lixil	32
3.1.3 Valores da Marca	33
3.1.4 Infraestruturas e Produtos	34

3.2	Grohe Portugal	36
3.2.1	História.....	36
3.2.2	Estrutura Organizacional.....	37
3.2.3	Processo Produtivo	38
3.3	Departamento de Montagem	44
3.3.1	Organização e Hierarquia	45
3.3.2	<i>Layout</i>	48
3.3.3	Constituição das Linhas de Montagem	49
3.3.4	Processo de Montagem.....	51
CAPÍTULO 4		57
O SMED NAS LINHAS DE MONTAGEM DA GROHE.....		57
4.1	Levantamento do Problema.....	57
4.1.1	A Complexidade das Linhas de Montagem da Grohe	58
4.1.2	Problema e Método	59
4.2	Primeiras Observações	60
4.3	Aplicação da metodologia.....	63
4.3.1	Etapa Preliminar – Registo de Atividades e Tempos.....	63
4.3.2	Etapa 1 – Separação em <i>Setup</i> Externo e Interno	67
4.3.3	Etapa 2 – Conversão de <i>Setup</i> Interno em Externo	70
4.3.4	Etapa 3 – Otimização dos <i>Setups</i> Externo e Interno	71
4.4	Análise e Propostas de Melhoria	74
CAPÍTULO 5		79
ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS		79
5.1	Definição de Melhorias a Implementar.....	79
5.2	O Projeto da Ferramentaria da Montagem.....	81
5.2.1	Estado Inicial	81
5.2.2	Procedimento	82
5.2.3	Ferramentas em SAP.....	85
5.2.4	Extensão do <i>Layout</i> da Ferramentaria da Montagem.....	85
5.2.5	Estado Final.....	90
5.3	Extensão do <i>Layout</i> da Montagem	93
5.3.1	Estado Inicial	93
5.3.2	Definição e Implementação de Melhorias	95
5.3.3	Estado Final.....	98
5.4	Outras Melhorias	100
5.4.1	Matriz de <i>Setup</i>	100
5.4.2	Mapas de Produto	103

5.4.3	Cintos de Ferramentas	104
5.4.4	Reuniões de Preparação de <i>Setup</i>	105
5.4.5	<i>Dashboard</i> e Contagem Peça-a-peça.....	106
CAPÍTULO 6		109
CONCLUSÃO.....		109
6.1	Síntese das Melhorias Implementadas	109
6.2	Desenvolvimentos Futuros	111
6.3	Outras Atividades Desenvolvidas no Estágio.....	111
6.4	Reflexão Pessoal.....	112
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		113
ANEXOS		117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Combinação da Produção Artesanal e da Produção em Massa: <i>Lean Manufacturing</i> . Adaptado de Womack et al. (1990).	7
Figura 2 - Os 5 princípios do LM. Adaptado de Smith A. & Thangarajoo Y. (2015). ...	9
Figura 3 - Exemplo de um mapa de fluxo de valor (VSM). Retirado de Forno et al. (2014).	12
Figura 4 - Representação da aplicação da metodologia 5S (antes e depois). Retirado de Siddiqui (2021).	14
Figura 5 - Os 8 pilares do TPM. Adaptado de Ahuja & Khamba (2008).	15
Figura 6 - Exemplificação de um sistema <i>Kanban</i>	17
Figura 7 - Exemplo de dispositivo Andon. Retirado de EngProcess (2017).	18
Figura 8 - Representação de um <i>setup</i> . Adaptado de Sahin & Kologlu (2021).	20
Figura 9 - Os 4 passos da metodologia de Shingo.....	23
Figura 10 - Principais estágios da metodologia SMED e o seu impacto no tempo da mudança. Adaptado de Borges Lopes et al. (2015).	25
Figura 11 - Perdas de produção durante períodos de aceleração e desaceleração. Retirado de Sugai et al. (2007).	28
Figura 12 - Slogan e logótipo da Grohe. Retirado de Grohe (2022).	31
Figura 13 - Empresas adquiridas pela Grohe ao longo do século XX. Adaptado de Grohe (2022).	32
Figura 14 - Logótipo e slogan da Lixil. Retirado de Lixil (2022).	32
Figura 15 - Empresas do Grupo Lixil. Retirado de Lixil (2022).	33
Figura 16 - Código de conduta do grupo Lixil. Retirado de Lixil (2022).	33
Figura 17 - Ilustração do portefólio de produtos da Grohe. Retirado de Grohe (2022).	35
Figura 18 - Artigos de referência em cada fábrica da Grohe. Adaptado de Grohe (2022).	35
Figura 19 - Grohe Portugal, Componentes Sanitários, Zona Industrial de Areeiros (Albergaria-a-Velha). Retirado de <i>Engexpor</i> (2018).	36
Figura 20 - Organização da Grohe Portugal.....	37
Figura 21 - Processo produtivo da Grohe Portugal (Pré-processo e Montagem).....	39
Figura 22 - Forno da fusão central (à esquerda); Caixas de machos (à direita).....	39
Figura 23 - Extração de cachos da máquina de fundição (à esquerda); cachos extraídos em espera para serragem (à direita).	40
Figura 24 - Máquina CNC (à esquerda); peça em operação (à direita).....	40
Figura 25 - Testes de estanquidade após maquinagem (à esquerda); Caixas de corpos maquinados (à direita).	41
Figura 26 - Lixamento automático realizado por braço robótico (à esquerda); lixamento manual de acabamento (à direita).....	41
Figura 27 - Zona de polimento, automático e manual (à esquerda); inspeção e marcação de zonas com defeito (à direita).....	42
Figura 28 - Banho químico de crómio (à esquerda); corpos cromados (à direita).....	42
Figura 29 - Diferença entre torneiras produzidas com corpos sujeitos a: PVD (1º plano); PVD+Brushing (2º plano).	43

Figura 30 - Zona de <i>brushing</i> (à esquerda); Câmaras de PVD (à direita).	44
Figura 31 - Vista superior do Departamento de Montagem.....	45
Figura 32 - <i>Layout</i> da Montagem (Piso Inferior).	48
Figura 33 - Linha de montagem manual genérica.	49
Figura 34 - Exemplos de ferramentas de montagem: teste de estanquidade (à esquerda) e limpeza (à direita).	50
Figura 35 - <i>E-plant</i> (à esquerda); impressora de TPI's (à direita).	51
Figura 36 - Máquina Laser (à esquerda); porta-peças com exemplo de gravação (à direita).	52
Figura 37 - Etiqueta de identificação (à esquerda); folha de gravação (à direita).	53
Figura 38 - Carro de <i>setups</i> (à esquerda); carro de ferramentas (à direita).	54
Figura 39 - Exemplo da bancada 1 de uma linha genérica.	55
Figura 40 - Exemplo da bancada 2 (à esquerda) e da bancada 3 (à direita), de uma linha genérica.	56
Figura 41 - Constrangimento numa zona de passagem.....	61
Figura 42 - Desorganização de ferramentas de montagem.	62
Figura 43 - Cronograma de atividades desempenhadas pelos elementos intervenientes do <i>setup</i> na "Etapa Preliminar".....	67
Figura 44 - Cronograma de atividades desempenhadas pelos elementos intervenientes do <i>setup</i> na "Etapa 1".....	69
Figura 45 - Cronograma de atividades desempenhadas pelos elementos intervenientes do <i>setup</i> na "Etapa 2".....	70
Figura 46 - Cronograma de atividades desempenhadas pelos elementos intervenientes do <i>setup</i> na "Etapa 3".....	73
Figura 47 - Variação do tempo das tarefas de <i>setup</i> realizadas pela TL, após a aplicação do SMED.	75
Figura 48 - Variação do tempo das tarefas de <i>setup</i> realizadas pelas operadoras de montagem, após a aplicação do SMED.	75
Figura 49 - Variação do tempo das tarefas de <i>setup</i> realizadas pelo Abastecedor, após a aplicação do SMED.	76
Figura 50 - Variação do tempo das tarefas de <i>setup</i> realizadas pelo Afinador, após a aplicação do SMED.	77
Figura 51 - Estado inicial de armazenamento das ferramentas da montagem.	82
Figura 52 - Excerto da base de dados de ferramentas de montagem.....	83
Figura 53 - Estantes de armazenamento de ferramentas (à esquerda) e exemplo de prato com ferramentas (à direita).	84
Figura 54 - Ferramentaria da Montagem, antes da implementação do projeto.	86
Figura 55 - Fases da realocação da Ferramentaria da Montagem: a) espaço inicial; b) pavimentação; c) transporte de equipamentos; d) novo espaço da Ferramentaria da Montagem.	86
Figura 56 - Esquematisação do novo sistema de armazenamento de ferramentas baseado em estantes móveis.....	87
Figura 57 - Nova zona de estacionamento dos carros de ferramentas.	88
Figura 58 - Construção de uma nova bancada de trabalho, dedicada à manutenção/reparação de aparafusadoras.....	88
Figura 59 - Novo <i>layout</i> da Ferramentaria da Montagem, incluindo o "quadro de <i>setups</i> " e um <i>E-plant</i>	89

Figura 60 - Estado final de execução das várias fases do Projeto da Ferramentaria da Montagem.	91
Figura 61 - Estado inicial das linhas de montagem: a) corredores estreitos; b) material nos corredores; c) falta de espaço para a realização de todas as operações.	93
Figura 62 - Estado inicial das linhas de montagem: a) falta de espaço de circulação; b) falta de rampas de retorno e mau aproveitamento do espaço; c) desorganização e mau estado de conservação das bancadas.	94
Figura 63 - Exemplo do projeto de uma linha de montagem do <i>stream</i> das CZ's.	96
Figura 64 - Etapas da definição e construção das novas linhas de montagem: a) construção do “esqueleto”; b) colocação da linha montada na nova zona das CZ's; c) novo <i>layout</i>	97
Figura 65 - Estado final das linhas de montagem: a) maior área dedicada; b) corredores largos e desimpedidos; c) espaço disponível para a realização de todas as operações.	98
Figura 66 - Estado final das linhas de montagem: a) maior espaço de circulação; b) rampas de abastecimento organizadas; c) criação de rampas de retorno.	99
Figura 67 - Organização dos tubos de ar comprimido, de ligação às aparafusadoras: antes (à esquerda) e depois (à direita).	99
Figura 68 - Vista superior do novo <i>layout</i> do Departamento de Montagem, <i>stream</i> CZ's.	100
Figura 69 - Gráfico de Pareto relativo às paragens registados no <i>stream</i> "BC's", no ano de 2021.	101
Figura 70 - Cinto de Ferramentas de teste.	105
Figura 71 - 1ª Reunião de preparação de <i>setup</i>	106

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo dos sete desperdícios produtivos.....	11
Tabela 2 - Resumo do procedimento de implementação da metodologia 5S. Adaptado de Siddiqui (2021).	13
Tabela 3 - Proporção normal de tempo gasto nas principais operações de <i>setup</i> . Retirado de Shingo (1983).	22
Tabela 4 - Principais benefícios da aplicação do SMED. Retirado de Shingo (1983).	26
Tabela 5 - Descrição dos <i>streams</i> do departamento e das linhas de montagem alocadas.....	46
Tabela 6 - Distribuição dos <i>streams</i> /tarefas pelos VSM's.	47
Tabela 7 - Consequências do aumento da diversidade de produtos, bem como as respetivas causas.....	59
Tabela 8 - Diferenças entre “ <i>setup</i> de ferramentas” e “ <i>setup</i> de componentes”.	61
Tabela 9 - Tarefas desempenhadas por cada um dos intervenientes ao longo do <i>setup</i> e a sua duração (em minutos), mínima e máxima, registada.	64
Tabela 10 - Duração média aproximada dos 3 principais grupos de tarefas desempenhados ao longo do <i>setup</i>	66
Tabela 11 - Duração média aproximada (em minutos) dos 2 tipos de <i>setup</i> , <i>E-plant</i> vs Real.	66
Tabela 12 - Classificação das tarefas desempenhadas por cada um dos intervenientes ao longo do <i>setup</i> , como <i>setup</i> interno ou externo.	68
Tabela 13 - Principais problemas e possíveis soluções que permitem a implementação de melhorias do processo de <i>setup</i> . A verde as soluções posteriormente implementadas.	74
Tabela 14 - Tempos de <i>setup</i> de ferramentas e de componentes antes e depois do SMED.....	77
Tabela 15 - Descrição das melhorias a implementar nos 2 principais projetos.	79
Tabela 16 - Estado final das ferramentas da montagem.....	90
Tabela 17 - Problemas e respetivas causas associadas ao <i>layout</i> inicial das linhas de montagem.	95
Tabela 18 - Matriz de <i>setup</i> , <i>stream</i> "BC's".....	102

SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS

Δt – Duração (min.)

CI – Centro de Informação

FLAOP – Folha de Libertação/Acompanhamento da Ordem de Produção

ISEC – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

IT – *Information Technology* (Tecnologia de Informação)

JIT – *Just-in-Time*

KPI – *Key Performance Indicator* (Indicador-Chave de Desempenho)

LM – *Lean Manufacturing*

MTO – Make to Order

OEE – *Overall Efficient Equipment* (Eficiência Global do Equipamento)

OP – Ordem(s) de Produção

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

SKU – *Stock Keeping Unit* (referência do produto)

TL – *Team Leader*

Ton – Toneladas

TPM – *Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total)

TPS – *Toyota Production System* (Sistema de Produção da Toyota)

VSM – *Value Stream Mapping* (Mapeamento do Fluxo de Valor)

VSM – *Value Stream Manager* (Gestor do Fluxo de Valor)

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

De entre os vários problemas que assolam a população mundial nos dias que correm, o excesso de consumo é aquele que mais relevância e impacto traz ao mundo empresarial – para lá de todos os problemas ambientais e sociais que possa desencadear. A melhoria da qualidade de vida, o aumento do poder de compra, a redução de preços e a facilidade de acesso a bens e serviços são alguns dos principais fatores que levam à insatisfação e à busca constantes pelo produto ideal, que preencha os requisitos individuais de cada cidadão.

A nível empresarial é fácil apontar os benefícios que o aumento do consumo pode gerar, no entanto é o constante aumento dos padrões dos consumidores – que leva as empresas a tentar responder com o aumento da variedade de produtos disponíveis – um dos grandes causadores dos problemas a nível produtivo.

Com o crescimento da procura, que faz variar o planeamento de venda semanal para diário, é expectável que a linha produtiva seja sobrecarregada de forma a atender as necessidades dos clientes (Agustin & Santiago, 1996) e dada a quantidade de produtos a atender, o resultado é o aumento do *lead time* de entrega – uma vez que a maioria das unidades produtivas não têm capacidade de produzir todos os seus produtos em simultâneo. De acordo com Balaji et al. (2021) o *lead time* é um dos critérios mais importantes de qualquer indústria e em outros tempos não lhe era dada a devida importância graças à baixa competitividade do negócio e à baixa procura do mercado. Sabendo que a redução do *lead time* é uma das formas de aumentar a produtividade e a competitividade das empresas (Rosa et al., 2017) é urgente o desenvolvimento de mecanismos para a resolução deste problema.

Indo ao encontro da alta taxa de procura, com esta grande variedade de produtos, as companhias têm vindo a baixar o tamanho dos lotes de forma a atender os seus pedidos com um *lead time* aceitável. O problema com este novo método, apesar de todas as vantagens que possa trazer, é o grande aumento do número de mudanças ao longo do tempo de produção, o que reduz significativamente a produtividade, uma vez que em grande parte delas é necessária a paragem da linha produtiva.

Estas alterações, ou *setups*, são as modificações dos equipamentos e das ferramentas de forma a prepará-las para a nova ordem e em alguns casos pode tomar uma grande percentagem do tempo de produção, o que aumenta o custo produtivo para a empresa. Com isto pode-se dizer que a disponibilidade da unidade produtiva decresce à medida que o número de produtos diferentes aumenta.

De acordo com Sousa et al. (2018) se o tempo requerido para levar a cabo o *setup* for demasiado longo ou indesejado há uma tendência para a produção de lotes maiores, de forma a evitar ao máximo o período de inatividade. Contudo, como vimos anteriormente, isto vai contra as necessidades das organizações de hoje em dia. Para lidar com esta situação, é urgente adquirir versatilidade de forma a aumentar a produção, flexibilidade e também diminuir custos, com o objetivo de colocar novos produtos no mercado ao menor preço possível (Simões & Tenera, 2010).

Resumindo, existe uma grande necessidade de reduzir o tempo de *setup* de forma a aumentar a disponibilidade das unidades produtivas, permitindo otimizar a capacidade disponível.

1.2 Metodologia e Objetivos

De forma a reduzir o tempo de *setup* das linhas produtivas foi desenvolvida ao longo dos anos 50 e 60 uma metodologia que permite otimizar todas as atividades inerentes ao *setup*, aumentando de forma drástica a produtividade. Esta ferramenta denominada *Single Minute Exchange of Die* (SMED) foi desenvolvida por um consultor japonês, Shigeo Shingo, e pretendeu à época resolver um dos grandes problemas da indústria automóvel, o elevado tempo despendido na mudança de prensas. O SMED faz parte do conjunto das metodologias mais tarde designadas como *lean*, pertencentes ao *Lean Manufacturing* (LM), uma nova abordagem produtiva baseada na redução do desperdício.

O presente relatório foi elaborado no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC) após a realização do estágio curricular na empresa Grohe Portugal, localizada em Albergaria-a-Velha. A Grohe é uma multinacional alemã, líder de mercado na venda de torneiras e produtos sanitários.

O objetivo deste estágio passa pela criação de um primeiro contacto com o mundo profissional, facilitando a integração através das atividades desenvolvidas. O estágio curricular teve a duração de 34 semanas (7 meses e 3 semanas) e foi realizado com o intuito de aplicar a ferramenta SMED nas linhas de montagem da fábrica, de forma a tentar resolver um dos grandes problemas da empresa: o elevado número de produtos disponíveis e, conseqüentemente, o elevado número de *setups* resultantes da diminuição do tamanho dos lotes.

Inicialmente foi realizado um estudo no terreno sobre o funcionamento geral da Montagem e, uma vez adquiridos os conhecimentos base necessários, foram implementadas as 4 etapas da metodologia de uma forma concetual. Depois disso seguiu-se uma seleção de algumas das melhorias anteriormente propostas, as quais foram implementadas com maior ou menor sucesso. Todas as principais atividades e respetivos prazos constam do cronograma de estágio, presente no Anexo A.

1.3 Estrutura do Relatório

De maneira a estruturar de forma compreensiva todas as atividades desenvolvidas ao longo do estágio curricular, o presente relatório encontra-se subdividido em 6 capítulos.

O Capítulo 1 diz respeito à “Introdução”, onde é feito um breve enquadramento da problemática que desencadeia o tema central deste trabalho, bem como a metodologia aplicada e os objetivos do estágio.

O Capítulo 2 é o “Enquadramento Teórico”, onde são estudadas e revistas as informações teóricas relativas aos conceitos do tema central. Num primeiro subcapítulo é abordado o *LM*, a nova abordagem produtiva desenvolvida pela Toyota Motor Company e introduzida como conceito por Womack e Jones através da obra “*The machine that changed the World*” em 1990. No subcapítulo seguinte é abordada a metodologia principal do relatório, o SMED, desde a sua origem e princípios até à descrição das várias etapas de aplicação prática, bem como os benefícios futuros dessa mesma aplicação.

O Capítulo 3 faz um resumo da empresa de acolhimento do estágio, a Grohe. Primeiramente é feito um estudo das origens da empresa na Alemanha, bem como dos produtos e das infraestruturas que abrange por todo o mundo. Depois disso é abordada a Grohe Portugal, através do retrato da estrutura organizacional e do processo produtivo, bem como dos sucessos históricos que colocaram a fábrica nas melhores do grupo. Por último é estudado de forma mais detalhada o Departamento de Montagem, local onde foi realizado todo o estágio, com o objetivo de dar fundamentos aos capítulos seguintes.

O Capítulo 4 é onde se dá início à aplicação prática propriamente dita, iniciada pela definição do problema central da unidade produtiva relativamente aos *setups*, seguindo-se a aplicação prática da metodologia ao longo das suas 4 etapas. Por último são tecidas as conclusões desta aplicação, bem como o possível impacto na redução dos tempos de paragem e, conseqüente, no aumento da produtividade do departamento.

O Capítulo 5 diz respeito a todas as atividades desenvolvidas ao longo do estágio, desencadeadas pela aplicação prévia da metodologia. As melhorias definidas do Capítulo 4 foram então avaliadas relativamente ao grau de aplicabilidade de forma a serem escolhidas as mais viáveis tendo em conta a realidade da empresa.

Por último, no Capítulo 6, são tecidas as devidas conclusões, relativas tanto ao impacto das melhorias aplicadas como também ao estágio em si e às tarefas futuras que a empresa pode dar continuidade, na busca de melhores resultados.

CAPÍTULO 2

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1 *Lean Manufacturing*

O *Lean Manufacturing* (LM), muitas vezes denominado “*Lean Production*”, “*Lean Thinking*” ou simplesmente “*Lean*” é um sistema produtivo desenvolvido com base no sistema de produção japonês da Toyota e que veio revolucionar a indústria ao longo da segunda metade do século XX. Este novo conceito faz uso de princípios e ferramentas que permitem a eliminação dos vários desperdícios presentes no ambiente industrial, de forma a reduzir custos de produção, aumentar a flexibilidade e a produtividade e ainda melhorar as condições de trabalho. Atualmente, o LM faz parte do dia-a-dia das grandes empresas espalhadas pelo mundo, tendo em conta que a aplicação das suas metodologias é uma grande arma na luta pela sobrevivência no mercado.

2.1.1 Origem Histórica

A origem do *Lean* é ainda objeto de grande debate na comunidade científica, uma vez que é um termo referenciado em diferentes épocas e contextos. Acredita-se que a primeira aparição da palavra “*Lean*” em contexto industrial deu-se no ano de 1988 com o artigo “*Triumph of The Lean Production System*” de John Krafcik, um engenheiro mecânico dos EUA. Contudo, foi através da obra “*The machine that changed the world*” lançada em 1990, que se deu a globalização deste conceito. Neste estudo, Womack et al. (1990) fazem referência à indústria mundial dos automóveis, dando especial atenção aos métodos de gestão da indústria japonesa, baseada no *Toyota Production System* (TPS). Os autores definiram este sistema como o primeiro sistema de produção *Lean* e referiram-no como *Lean Production*, ou *Lean Manufacturing*, nomenclaturas que são usadas alternativamente e possuem o mesmo significado (Horzela & Semrau, 2020).

De forma a explicar melhor as vantagens do sistema *Lean* na indústria, Womack et al. (1990) teceram comparações relativamente aos outros 2 métodos de produção utilizados até à época: a produção artesanal e a produção em massa.

A produção artesanal é o processo produtivo mais antigo da história humana, descrito como a produção manual de objetos com recurso a ferramentas simples, realizado por artesãos altamente qualificados. Este método possui inúmeras vantagens relativamente à qualidade, sendo possível encomendar produtos altamente específicos, à medida do cliente. No entanto, a produção artesanal possui uma desvantagem que abala significativamente os seus benefícios: é um processo caro, que se reflete no preço dos produtos.

No início do século XX, Henry Ford desenvolveu um novo método produtivo que viria a revolucionar a indústria: a produção em massa. Para isso construiu a primeira fábrica a produzir através de uma linha de montagem, à qual atribuía uma sequência de processos simples, desempenhados por um elevado número de operadores sem grandes qualificações. O verdadeiro investimento deste novo processo estava não na mão-de-obra, mas na maquinaria utilizada, uma vez que era necessário um elevado número de equipamentos que realizavam apenas uma única operação. Deste modo, não havia lugar a variações de produto (que implicariam enormes investimentos em novas máquinas) levando à produção em série de um único modelo, à época o “*Ford Model T*”. A produção em grandes quantidades e de forma sistemática permitiu reduzir o preço unitário de cada automóvel para valores totalmente aceitáveis pela maioria da população, ainda que através de um trabalho que grande parte dos operadores considerava aborrecido e desesperante, dada a sua monótona repetitividade.

Para Womack et al. (1990) o LM veio combinar os benefícios de ambas as tecnologias produtivas anteriormente utilizadas, evitando o alto custo da produção artesanal e a rigidez do sistema em massa (Fig.1).

O termo “*Lean*” advém do facto de que este novo processo pretende reduzir a grande quantidade de recursos alocados pela Ford, utilizando para isso equipas qualificadas e polyvalentes em todos os níveis da organização e adquirindo equipamentos cada vez mais automatizados e versáteis, aumentando assim a flexibilidade do processo. Enquanto a Produção em Massa resulta em elevados índices de produtos defeituosos, graças à mentalidade intrínseca a este sistema de “produzir bom o suficiente, o mais rápido possível”, por sua vez o LM visa a redução dos níveis de defeitos para 0%, de forma a alcançar a tão desejada perfeição do seu processo, reduzindo os níveis de retrabalho para valores muito baixos (Womack et al., 1990).

Outra grande diferença entre estes dois processos são os níveis de *stock*. A produção em massa é um processo contínuo, sem grandes interrupções, que procura produzir o maior número de unidades possível, originando deste modo elevados níveis de *stock* intermédios e finais – o que incorre em elevados custos de espaço e armazenamento. Por sua vez a produção “*lean*” é desencadeada a partir de um pedido lançado pelo cliente, sendo produzido apenas aquilo que é requerido e assim eliminando os níveis de *stock* e respetivos custos, o chamado sistema “*pull*” (puxado pelo cliente), ao invés do sistema “*push*” (empurrado pela produção). Esta é a base de um dos conceitos mais populares do LM, o *Just-in-Time* (JIT), que significa “produzir aquilo que é necessário, quando necessário” e que justifica um modo de operação impensável nos sistemas de Produção em Massa: é preferível parar a linha produtiva quando não há encomendas do que mantê-la em funcionamento e arcar com custos de *stock* de produtos que não é possível saber quando (ou se) serão vendidos.



Figura 1 - Combinação da Produção Artesanal e da Produção em Massa: *Lean Manufacturing*.
Adaptado de Womack et al. (1990).

2.1.1 *Toyota Production System*

O *Toyota Production System* (TPS) é o nome dado ao sistema de produção desenvolvido pela Toyota Motor Company – empresa automóvel japonesa fundada no ano de 1937 por Kiichiro Toyoda – que, pelo impacto provocado na indústria mundial à época, veio dar nome ao LM. Este sistema surgiu como resultado de vários anos de estudos e aplicações práticas, mais concretamente entre 1947 e 1975, com o objetivo de aumentar a produtividade e a eficiência dos processos.

O TPS emergiu depois da II Guerra Mundial num Japão devastado, numa altura em que não eram atingidos os *stocks* necessários de forma a manter a lucratividade das linhas de produção e onde existiam também bastantes problemas de qualidade. Para além disso, a variabilidade entre secções e a alienação de trabalhadores provocaram altos custos, o que forçou a companhia a operar com o mínimo inventário necessário.

Em 1950, depois de anos de estudos e visitas aos EUA – onde existiam os melhores sistemas produtivos da época, como é o caso da Ford – o chefe da Toyota, Taiichi Ohno, apercebeu-se da falha inerente ao processo produtivo em massa e dos altos custos em manter um *stock* tão alto de produtos. A Toyota não podia criar este nível de desperdício uma vez que não tinha armazéns de grande capacidade e não produzia grandes volumes de apenas um modelo de veículo. Contudo, pegando na ideia original da Ford de produzir com um fluxo contínuo de material, poderia ser desenvolvido um sistema eficiente que fosse flexível de acordo com as necessidades do mercado. Deste modo, Taiichi Ohno, munido do seu conhecimento, dirigiu-se ao chão de fábrica onde se reuniu com engenheiros, gestores e trabalhadores dedicados a ajudar a companhia a ter sucesso e onde, após várias décadas de tentativas e de melhoria contínua, criou o *Toyota Production System* (Ohno, 1988).

O TPS consiste na melhoria contínua de produtos, processos ou atividades no sistema produtivo, de acordo com determinados padrões estabelecidos de forma a minimizar o desperdício, utilizando ferramentas/metodologias iterativas e com a participação de todos os operadores. Assim, esta é uma filosofia que atribui responsabilidades a todos no espaço de trabalho em qualquer aspeto que se encontre dentro dos limites da organização.

O foco principal deste sistema é a necessidade dos clientes, fornecendo a mais alta qualidade de produtos e serviços, ao menor custo e no menor *lead time* possível, garantindo um seguro e motivado ambiente de trabalho para os seus colaboradores e também o envolvimento de todas as partes interessadas (*stakeholders*) da companhia.

Atualmente são inúmeras as empresas que tentam aplicar estas metodologias nos seus processos, no entanto a “falta de vontade de sair da zona de conforto” – tanto por parte de dirigentes como de colaboradores – levam-nas ao insucesso e ao retorno dos métodos antigos.

A verdade é que o TPS resultou do trabalho árduo de cidadãos que prezavam ao máximo o seu emprego e que se esforçavam diariamente para manter a Toyota “viva” no mercado, de forma a garantir o seu salário num país destruído pela guerra. No fundo, surgiu como uma necessidade máxima e não como um investimento opcional, o que garantiu à Toyota um dos fatores essenciais no sucesso da implementação de novas metodologias operacionais: o compromisso dos seus colaboradores.

2.1.2 Princípios e Desperdícios do *Lean Manufacturing*

O LM visa alcançar a forma mais eficaz, através do processo de melhoria contínua, de executar uma determinada tarefa sem interrupção, especificando o respetivo valor e eliminando todas as que não acrescentam valor, sem nunca esquecer as necessidades dos clientes. Para Horzela & Semrau (2020) o *Lean Production* é uma metodologia projetada para a minimização do desperdício de forma a reduzir os custos de produção, o que se traduz em maior satisfação do cliente e melhores resultados financeiros.

De acordo com Womack et al. (1990) são 5 os princípios básicos do LM (Fig.2) necessários para a implementação desta filosofia nas organizações.

Basicamente, estes princípios sugerem a clarificação das atividades do processo produtivo que acrescentam valor ao produto através da definição da cadeia de valor, determinando todas as atividades resultantes do ciclo de vida, desde o fornecedor até ao cliente final.

Deste modo, é possível distinguir as atividades que acrescentam valor daquelas que não o fazem, e depois disso, separar aquelas que são inevitáveis daquelas que podem ser prontamente eliminadas, otimizando o fluxo produtivo. Isto leva a uma resposta mais rápida e mais eficaz às necessidades do mercado, produzindo apenas

aquilo que é necessário, ou seja, satisfazendo a procura requerida pelo cliente sem criar desperdício de *stock* (sistema *pull*). O objetivo final é a criação de sistemas de melhoria contínua de forma a manter e expandir a filosofia a todos os envolvidos na estrutura organizacional, em busca da perfeição.

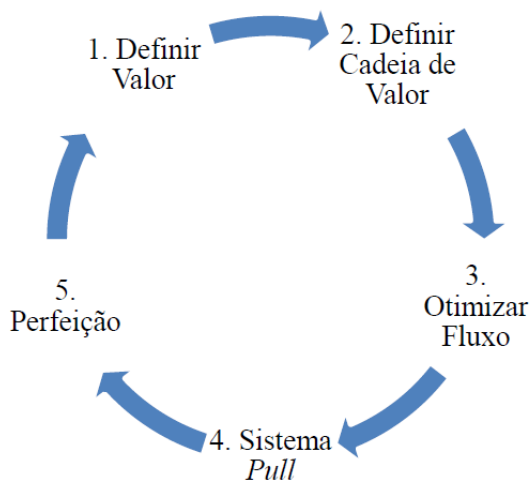


Figura 2 - Os 5 princípios do LM. Adaptado de Smith A. & Thangarajoo Y. (2015).

A criação de valor pela redução ou eliminação do desperdício, ou em japonês, “Muda”, permite encurtar o tempo entre a encomenda e o envio dos produtos acabados ao cliente, aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção (Rewers et al., 2016). O desperdício em contexto industrial é definido como qualquer coisa que, da perspectiva do cliente, não acrescente valor ao produto final (Dave et al., 2015).

De acordo com Ohno (1988), existem sete desperdícios que devem ser considerados quando se melhoram os processos, analisados individualmente de seguida.

Sobreprodução

Como o próprio nome indica, o desperdício de sobreprodução diz respeito a toda a produção realizada de antemão e que ultrapasse, em grandes quantidades, aquilo que é requerido pelo cliente (Rewers et al., 2016). Este tipo de desperdício vai precisamente contra o princípio do sistema *pull* apoiado pelo LM, em que a produção apenas é desencadeada pela realização de uma encomenda.

O grande problema com a sobreprodução é que, para além de ser um desperdício por si própria, desencadeia a criação de alguns dos restantes desperdícios, que serão analisados de seguida.

Inventário

Resultante da sobreprodução e/ou de erros produtivos, o inventário está relacionado com a armazenagem e tratamento de produtos que não possuem destino traçado, resultando por vezes em altos custos para a empresa. Muitos destes produtos, dado o tempo de permanência em armazém, tornam-se obsoletos de tal forma que perdem totalmente o seu valor, ou seja, são previamente incorridos custos de tratamento em material que será totalmente descartado.

Espera

Outro grande desperdício, presente em todas as unidades produtivas, é o tempo de espera entre operações originado pela falta de coordenação das mesmas. Segundo Rewers et al. (2016) o tempo de espera por um produto é o tempo perdido devido às expectativas relacionadas com pessoas, materiais, informações ou ferramentas e que não agrega valor no processo de fabricação. Alguns estudos apontam que em 90% do tempo produtivo os produtos se encontram parados, em espera pela operação subsequente. A verdade é que qualquer minuto perdido em espera não pode ser recuperado no processo seguinte (Dave et al., 2015).

Excesso de Processamento

O excesso de processamento ou sobreprocessamento está relacionado com a realização de atividades operacionais que não acrescentam valor ao produto final, ou que esse valor não é reconhecido pelo cliente final como uma mais-valia. Um exemplo prático de sobreprocessamento é a testagem do mesmo componente mais do que uma vez (em operações diferentes) ou até a utilização de equipamentos ou tecnologias demasiado evoluídas para o processo em questão. Aquilo que o consumidor paga é o produto final nas suas condições ideais, de tal forma que a utilização de procedimentos custosos para a empresa não traz necessariamente mais qualidade ao produto e, muito menos, lucro.

Transporte

A movimentação de produtos acabados ou semiacabados não acrescenta valor ao produto final, de tal forma que as rotas internas ao longo do *layout* produtivo devem ser escrutinadas de forma a poupar o máximo de tempo possível. Para além de aumentar os custos produtivos (maior tempo de transporte requer maior mão-de-obra por unidade) o excesso de transporte aumenta significativamente o risco de destruição ou dano dos materiais (Dave et al., 2015).

Movimento

Analogamente ao desperdício de transporte, o excesso de movimento está relacionado com a movimentação de recursos, neste caso não do produto em si, mas de equipamentos, pessoas, informação, etc. que fazem aumentar de forma significativa o *lead time* do produto. De acordo com Dave et al. (2015) apenas 5% do movimento utilizado é útil para o processamento da peça final.

Erros e Defeitos de Qualidade

Um dos principais objetivos do LM é a busca incessante pela perfeição tanto dos seus processos como dos seus produtos, de maneira que a percentagem de produtos defeituosos é relativamente baixa. Esta assunção deste sistema produtivo não vem do acaso. A criação de produtos defeituosos não acrescenta nenhum valor ao processo, pelo contrário, torna-o ainda mais complexo. No fundo, trata-se de um sobreprocessamento do produto, gerando material que necessita ser retrabalhado e consumindo bastantes recursos tais como o transporte e inventário.

A Tabela 1 mostra um resumo de cada um dos sete desperdícios produtivos.

Tabela 1 - Resumo dos sete desperdícios produtivos.

Desperdícios	Causas/exemplos
Sobreprodução	Produção final superior à procura
	Produção intermédia superior à necessária no processo seguinte
Inventário	Armazenamento de produtos excedentários (finais e intermédios)
	Armazenamento de produtos defeituosos
Espera	Descoordenação de material entre processos
	Arranque de equipamentos avariados ou parados
	Descoordenação entre operadores e máquinas
Sobreprocessamento	Utilização de tecnologias mais evoluídas que as necessárias
	Excesso de inspeções ou retrabalho
Transporte	Deslocação dos produtos ao longo de <i>layouts</i> inadequados
	Deslocação desnecessária de produtos por má comunicação
Movimento	Longas distâncias entre processos ou equipamentos
	Desorganização de ferramentas no espaço de trabalho
Erros e Defeitos de Qualidade	Má definição dos índices de qualidade
	Falha na definição de parâmetros de produção
	Anomalias no equipamento

2.1.3 Ferramentas do *Lean Manufacturing*

De forma a reduzir os desperdícios abordados anteriormente, existem algumas metodologias que podem ajudar a implementação e sistematização dos processos. As ferramentas que fazem parte do conceito do LM foram desenvolvidas com o objetivo de maximizar a utilização da capacidade, reduzir o tempo de ciclo, o *lead time* e o inventário, realçando o valor do produto (Palange & Dhattrak, 2021).

Muitas destas surgiram em contextos diferentes do aparecimento do TPS, no entanto foram adotadas com o intuito de servir este propósito, tornando vasto o leque de metodologias disponíveis. Apesar disso, não existe uma necessidade intrínseca de fazer a aplicação de todas elas de forma a implementar o *Lean* eficientemente. Aquilo que é necessário é redirecionar as ferramentas certas de forma a resolver os problemas de cada organização.

De seguida são apresentados de forma sucinta alguns dos conceitos/ferramentas *Lean* mais utilizados na indústria.

Value Stream Mapping (VSM)

O *Value Stream Mapping* (VSM) consiste na construção de um diagrama de fluxo produtivo (Fig.3), onde constam todas as atividades envolvidas no processo, de maneira a ser possível identificar qual o fluxo principal e quais as operações que não acrescentam valor ao produto final.

O VSM é descrito como uma metodologia utilizada no diagnóstico, implementação e manutenção do LM, sendo uma ferramenta valiosa para a compreensão do processo produtivo de forma a identificar oportunidades de melhoria (Forno et al., 2014).

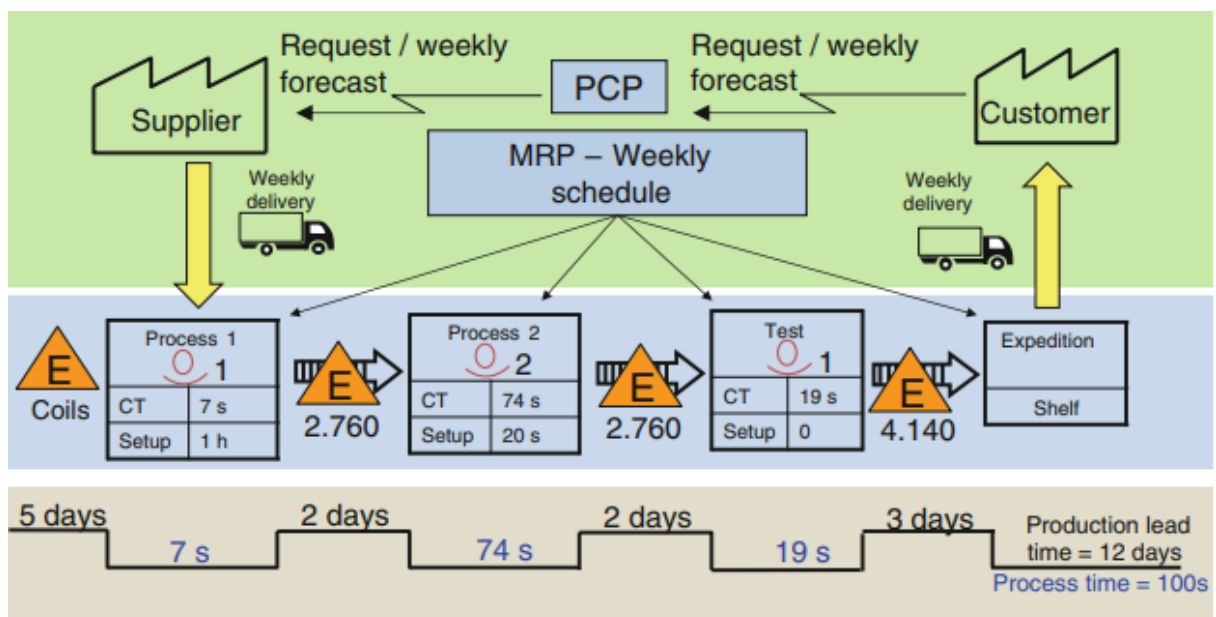


Figura 3 - Exemplo de um mapa de fluxo de valor (VSM). Retirado de Forno et al. (2014).

A criação de valor através da eliminação das atividades desnecessárias é um dos princípios essenciais do *Lean*, e graças a isso, o VSM é uma ferramenta crucial que deve ser implementada em primeiro lugar, de forma a facilitar a visualização dos desperdícios da cadeia de valor.

Para Borges Lopes et al. (2015) os estágios iniciais de implementação normalmente envolvem a aplicação do VSM para começar a mudar mentalidades e aumentar a consciência das vantagens do *Lean*, sendo depois disso necessário organizar o ambiente de produção através da metodologia 5S.

Metodologia 5S

O 5S é a metodologia básica para iniciar a eliminação dos desperdícios, com o objetivo de obter um espaço de trabalho limpo e organizado (Fig.4), criando um excelente ambiente organizacional (Oliveira et al., 2017). No fundo, resume-se à implementação de um procedimento de 5 fases: eliminar aquilo que não é necessário (*seiri*), organizar itens remanescentes (*seiton*), manter limpa e inspecionar a área de trabalho (*seiso*), definir padrões para as situações anteriores (*seiketsu*) e aplicar regularmente esses padrões (*shitsuke*) (Dave et al., 2015). O nome “5S” deriva das 5 palavras japonesas que descrevem o método, sendo posteriormente adaptado para português através da definição dos 5 “sensos”.

Na Tabela 2 é possível observar as principais tarefas que compõem a implementação de cada um dos 5S's.

Tabela 2 - Resumo do procedimento de implementação da metodologia 5S. Adaptado de Siddiqui (2021).

5S (japonês)	5S (5 sentidos)	Tarefas
<i>Seiri</i>	Utilização	Descarte de itens expirados/sem utilidade
		Alocação de itens fora do local de utilização
		Definição da utilidade de itens “misteriosos”
<i>Seiton</i>	Organização	Definição de locais de arrumação (etiqueta, caixa, contorno, etc.)
		Associação de todos os itens ao seu local de arrumação
<i>Seiso</i>	Limpeza	Limpeza de toda a área de trabalho
		Reporte de problemas (avarias, falta de arrumação, etc.)
<i>Seiketsu</i>	Padronização	Definição e cumprimento de padrões
		Expansão dos padrões a todas as áreas produtivas
<i>Shitsuke</i>	Disciplina	Treino e motivação dos colaboradores de forma contínua
		Realização de auditorias de cumprimento e melhoria dos padrões

O poder de organização e limpeza do ambiente produtivo, libertando toda a complexidade associada a pequenas tarefas – que à partida não deveriam exigir esforço algum – é uma arma muito forte na simplificação do trabalho dos operadores, reduzindo as perdas de tempo e o excesso de processamento. Apesar de parecer uma metodologia simples, a aplicação total do 5S possui algum nível de dificuldade, principalmente os últimos dois passos, que requerem o comprometimento de todos os funcionários de forma a manter os padrões de forma sustentada. A implementação do 5S permite às empresas melhorar drasticamente os seus processos e obter inúmeros benefícios com praticamente nenhum investimento.



Figura 4 - Representação da aplicação da metodologia 5S (antes e depois). Retirado de Siddiqui (2021).

O VSM e o 5S são metodologias de aplicação primária, que devem iniciar qualquer investimento em filosofias *Lean* por parte das organizações. Em casos em que estas ferramentas já estejam aplicadas eficientemente existem muitas que, de forma mais ou menos específica, ajudam a otimizar ainda mais o processo produtivo.

Ciclo PDCA

O ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), também conhecido como “Ciclo de Deming”, é uma metodologia iterativa que procura a melhoria contínua de produtos e processos, sendo utilizado recorrentemente para o controlo e melhoria dos processos de gestão.

Originalmente criado por Edward Deming, em 1950, como uma ferramenta de controlo de qualidade do setor industrial (Isniah et al., 2020) foi mais tarde reconhecido como um método de desenvolvimento de melhorias nos processos organizacionais, sendo atualmente caracterizado pelo foco na melhoria contínua (A. S. Silva et al., 2017).

Esta metodologia de aplicação repetitiva é composta por 4 passos (Isniah et al., 2020; A. S. Silva et al., 2017):

- **Plan** – definição de objetivos e processos de forma a atingir resultados específicos. Nesta fase devem ser identificadas oportunidades de melhoria através da análise da situação atual, bem como determinar as causas do problema e possíveis ações para as mitigar;
- **Do** – implementação do plano de ações previamente estabelecido. Seleção e documentação de dados bem como todos os eventos resultantes e conhecimento adquirido;
- **Check** – análise dos resultados das ações. Deve ser comparada a situação atual com a anterior de forma a verificar a existência de melhorias e do atingimento dos objetivos;
- **Act** – tomada de decisão. Em caso de resultados positivos devem ser estabelecidos standards dos procedimentos, ou ainda a repetição de testes de forma a reavaliar situações de dados insuficientes ou alterações de circunstâncias. Em casos de resultados negativos o plano de ações deve ser abandonado e reiniciado o ciclo.

Total Productive Maintenance (TPM)

TPM, abreviatura de “Manutenção Produtiva Total”, significa manutenção autónoma, planeada e preventiva das máquinas e equipamentos, e tem sido um pilar chave no aumento da produtividade e da eficiência global do equipamento (OEE), um indicador de performance que avalia fatores como a utilização, desempenho e qualidade de um sistema produtivo (Oliveira et al., 2017). O objetivo do TPM consiste em alcançar os “zero defeitos”, “zero acidentes” e “zero avarias” fazendo uso de um conjunto de 8 princípios, representados como os “pilares do TPM” (Ahuja & Khamba, 2008) (Fig.5).

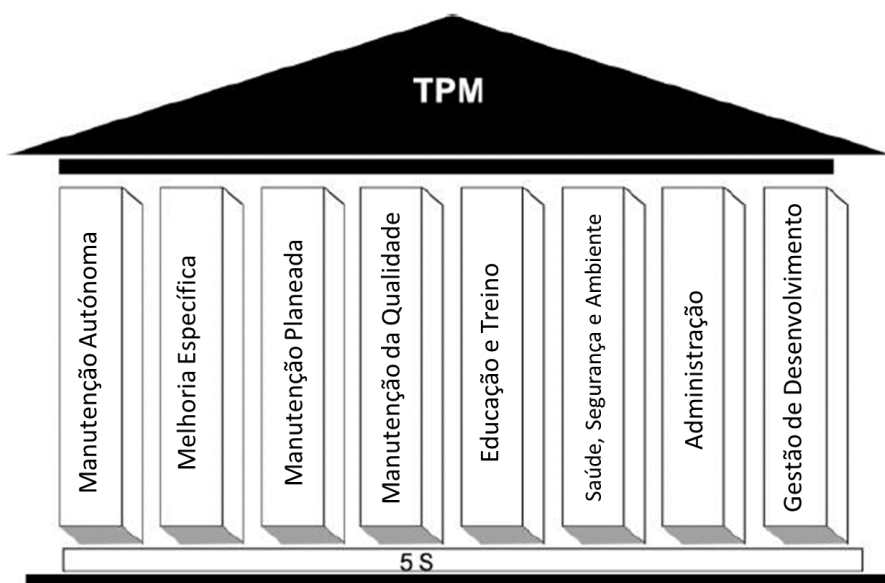


Figura 5 - Os 8 pilares do TPM. Adaptado de Ahuja & Khamba (2008).

De forma resumida, o primeiro e mais característico pilar do TPM, “Manutenção Autônoma”, é uma abordagem que procura manter ao máximo as máquinas e ferramentas em boas condições de funcionamento. Para isso faz uso da experiência dos operadores para o diagnóstico de problemas de 1º nível, criando uma linha de defesa contra paragens não planeadas dos equipamentos (Molenda, 2016).

O segundo pilar, “Melhoria Específica”, corresponde à melhoria contínua dos processos associados à operação e manutenção dos equipamentos, e o terceiro, “Manutenção Planeada” consiste na utilização de sistemas de manutenção preventiva e preditiva por parte de equipas especializadas de forma a alcançar as “zero avarias”. A “Manutenção da Qualidade” passa pela compreensão dos aspetos inerentes ao processo que possam desencadear defeitos produtivos de forma a definir estratégias específicas para atingir os “zero defeitos”.

O quinto pilar, “Educação e Treino” assegura a compreensão dos processos por parte de todos os colaboradores. Segundo Ahuja & Khamba (2008) a realização de treino juntamente com a avaliação e atualização de conhecimentos confere capacidades técnicas e de controlo de qualidade bem como habilidades interpessoais capazes de formar colaboradores multidisciplinares, de forma alinhada com os objetivos da organização.

A garantia de “0 acidentes” é alcançada pela implementação de regras de “Saúde, Segurança e Ambiente”, com o objetivo de assegurar um ambiente de trabalho que fornece condições de operação seguras. A aplicação do TPM na administração procura reduzir os desperdícios associados às áreas administrativas e que afetam de forma impactante o processo produtivo bem como outras áreas de suporte.

Por último, a “Gestão de Desenvolvimento” procura a minimização dos problemas produtivos relacionados com a fase de introdução de novos produtos ou equipamentos no processo, utilizando para isso o conhecimento existente no desenvolvimento de novos sistemas e iniciativas de manutenção.

Heijunka

Heijunka, ou “nivelamento de produção”, visa eliminar as oscilações na produção, com o objetivo de aumentar a produtividade e flexibilidade, eliminar desperdícios e minimizar as diferenças de carga entre as estações de trabalho. O conceito de *Heijunka* é o controlo da variabilidade da sequência do trabalho de forma a permitir uma maior utilização da capacidade, evitando “picos e vales” no escalonamento da produção (Sundar et al., 2014).

Segundo Rewers et al. (2016), o nivelamento da produção consiste na determinação da sequência e da quantidade de fluxo do processo, de maneira que a procura atual permita fazer requisições ao armazém de forma planeada, evitando mudanças bruscas no cronograma da produção.

Kanban

O “*Kanban*” é uma ferramenta criada com o objetivo de controlar os níveis de inventário, a produção e o fornecimento de componentes (Sundar et al., 2014). O conceito consiste na promoção do restabelecimento do *stock* de materiais apenas quando necessário, através da receção e envio de sinais, normalmente sob a forma de cartões (Oliveira et al., 2017). Este sistema de cartões permite que as operações subsequentes do processo produtivo façam requisição de material às operações anteriores através de uma quantidade estipulada no cartão *Kanban*. Este método promove o sistema “*pull*” internamente, reduzindo de forma drástica os *stocks* intermédios e simplificando visualmente os processos de requisição, visto que o sistema possui uma codificação de cores por nível de urgência.



Figura 6 - Exemplificação de um sistema *Kanban*.

Poka-Yoke

O princípio chave no sistema *Poka-Yoke* é de que os erros são culpa dos processos, não dos funcionários, sendo que esta solução é caracterizada de forma a prevenir qualquer erro no processo (Rewers et al., 2016). *Poka-Yoke* é qualquer ideia, dispositivo, mecanismo ou solução que detete erros de forma prévia (Palange & Dhattrak, 2021). Para além de prevenir erros do processo estes mecanismos permitem também evitar acidentes de trabalho, como é o caso dos sensores anti corte, de forma a manter a integridade dos operadores destas máquinas.

Jidoka

Esta ferramenta diz respeito à capacidade de o operador fazer parar uma máquina ou linha produtiva no momento do aparecimento de um defeito ou problema durante a produção (Rewers et al., 2016). Este sistema é também aplicado em equipamentos automáticos que através de tecnologia de sensores e câmaras interrompe imediatamente o processo quando a peça produzida se encontra fora do padrão.

O “*Jidoka*” foi originalmente criado por Sakichi Toyoda, pai do fundador da Toyota (Kiichiro Toyoda). Sakichi era criador de teares automáticos, tendo aplicado este sistema pela primeira vez num dos seus produtos que parava automaticamente quando a linha partia.

Andon

Um “*Andon*” diz respeito a um dispositivo de alerta luminoso (Fig.7), normalmente associado a um equipamento produtivo, que sinaliza o estado desse mesmo equipamento através de uma codificação por cores. Tipicamente são utilizados para sinalizar a produtividade através de uma escala de cores do tipo “semáforo” (verde, vermelho e amarelo) ou ainda para assinalar avarias, defeitos de produção, entre outros, dependendo do tipo de equipamento.

O “*Andon*” permite uma sinalização visual, acionada de forma manual (por parte de um operador) ou automática (através da utilização de sensores), alertando de forma efetiva os responsáveis pela resolução de problemas, em caso de avarias, ou os supervisores de produção em casos de defeitos ou baixa produtividade.



Figura 7 - Exemplo de dispositivo Andon. Retirado de EngProcess (2017).

Método A3

O “método A3” diz respeito a uma abordagem sistemática de resolução de problemas aplicada através da utilização de um suporte de tamanho A3 (297x420 mm) com o objetivo de aprofundar a compreensão de problemas e oportunidades, e servindo de guia na sua resolução (Saad et al., 2013). Este método foi desenvolvido pela Toyota com o intuito de resumir um determinado problema a um relatório de uma página, facilitando assim a sua compreensão. Para além disso é uma ferramenta bastante eficaz porque contém não só texto, mas também imagens, diagramas e gráficos de forma a esclarecer os dados (Lenort et al., 2017).

São várias as estruturas do “método A3” ao longo da literatura, no entanto, todas baseadas no “ciclo PDCA” (abordado anteriormente), estando as secções à esquerda relacionadas com a fase “*Plan*”, ou seja, a fase inicial, e as secções à direita relacionadas com as 3 restantes etapas do ciclo (Lenort et al., 2017).

Segundo Saad et al. (2013) o modelo A3 é composto por 7 principais elementos: plano de fundo; situação atual; metas/objetivos; análise; contramedidas propostas; plano de implementação e acompanhamento.

Kaizen

Apesar de considerado correntemente como uma ferramenta de melhoria contínua, *Kaizen* não se trata de uma metodologia, à semelhança das apresentadas anteriormente. Este termo, cunhado por Masaaki Imai no seu livro “*KAIZEN – The Key to Japan’s Competitive Success*” em 1986, deriva da junção de duas palavras japonesas: “*KAI*”, que significa “mudança” e “*ZEN*” que significa “bom”, ou “melhor” (Suárez-Barraza et al., 2011). Deste modo, *Kaizen* significa, traduzido à letra, “mudança para melhor”.

Segundo Imai (1986), *Kaizen* é “um meio de melhoria contínua na vida pessoal, vida doméstica, vida social e vida profissional”. Acrescenta ainda que, “no local de trabalho, *Kaizen* significa melhoria contínua envolvendo todos – gerentes e trabalhadores – da mesma forma”.

No fundo, *Kaizen* é uma filosofia japonesa que promove a melhoria contínua como resultado do esforço contínuo e do envolvimento dos funcionários (Palange & Dhattrak, 2021) sendo, por isso, mais que uma ferramenta, o objetivo de qualquer organização em enraizar os comportamentos de eficiência em cada um dos seus trabalhadores. Por outras palavras, Abdulmouti (2018) refere que a filosofia *Kaizen* envolve todos os colaboradores e define o papel da administração em incentivar a implementação de pequenos ajustes que tornem o processo mais eficiente, eficaz, gerenciável e adaptável.

2.2 Single Minute Exchange of Die (SMED)

Uma das ferramentas mais importantes do LM é o SMED, que pretende solucionar o problema do tempo de paragem das linhas produtivas entre a produção de diferentes peças. A razão para a necessidade destas paragens deve-se ao facto da maioria das máquinas e das linhas produtivas nas fábricas serem “recursos partilhados” – o que significa que as mesmas máquinas são usadas para produzir diferentes tipos de produtos ou diferentes variantes de produtos dentro de uma dada família – com um *setup* envolvido quando a produção é trocada de um tipo para outro (Sahin & Kologlu, 2021).

Um *setup* é um conjunto de atividades que serve para preparar o sistema para produzir um produto (I. Silva & Filho, 2019). O tempo de *setup* pode ser definido como o espaço temporal entre a última unidade de um lote de produção e a primeira unidade do lote seguinte, incluindo o tempo necessário para reestabelecer os parâmetros para a tarefa seguinte (Fig.8). Para além disso, inclui também o tempo utilizado para executar todas as afinações necessárias até que a próxima unidade seja produzida com as especificações corretas (Monteiro et al., 2019). Para Simões & Tenera (2010) as operações de “mudança de produto”, “mudança de ferramenta” ou “ajuste de ferramenta”, são designadas como “operações de *setup*” ou “operações de mudança”.

Para Sousa et al. (2018) o *setup* é um exemplo típico de desperdício, uma vez que a “mudança de produção” é uma atividade de valor não acrescentado (Fig.8) que incorre em custos ocultos. Um dos blocos de construção do *Lean* diz respeito ao *setup* rápido: quanto mais rápido for o *setup*, menor é o tempo de paragem do equipamento e conseqüentemente menor vai ser o custo de produção, uma vez que a espera é um dos sete desperdícios do ambiente produtivo (Godina et al., 2018).

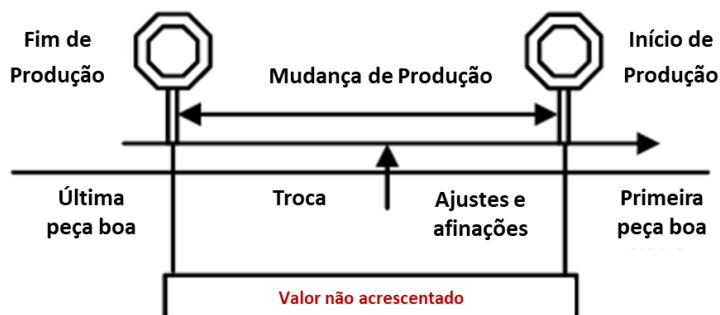


Figura 8 - Representação de um *setup*. Adaptado de Sahin & Kologlu (2021).

A necessidade das organizações em reduzir o tempo de *setup* de forma a permitir a produção de um cada vez maior leque de produtos de forma rápida e flexível tem levado à implementação de ferramentas *Lean*, como é o caso do SMED.

2.2.1 Conceito

A metodologia SMED pode ser traduzida como a “troca rápida de ferramenta num único dígito de minuto”, o que significa que os *setups* devem demorar menos de 10 minutos a serem completados, sendo possível atingir este tempo pela racionalização das tarefas desempenhadas pelo operador da máquina (Godina et al., 2018). O SMED é uma ferramenta do LM que ajuda a maximizar o valor do produto pela redução do tempo de *setup* e melhorando processos (Silva et al., 2020). Esta técnica é compreendida com a filosofia de produção LM, e o seu objetivo é a redução do desperdício do sistema produtivo e a padronização dos tempos de *setup* que devem ser executados no tempo máximo de 10 minutos (Sousa et al., 2018).

Através do foco na eliminação do desperdício associado às mudanças de ferramenta na fase de *setup*, o SMED permite a redução do tamanho dos lotes e possibilita atender à flutuação da procura. Para além disso contribui para a eliminação do desperdício inerente à acumulação de *stock* e possibilita a redução do *lead time* (Rosa et al., 2017). As ações promovidas para a redução do tempo de *setup* podem variar das mais simples – como mudar o local de armazenamento de ferramentas – até à implementação de aparelhos sofisticados para preparar e mudar matrizes (Rosa et al., 2017).

De forma geral, a introdução da ferramenta de melhoria SMED permite o aumento da capacidade de produção da empresa e minimiza as perdas geradas pela paragem da linha de produção. O SMED pode ser visto como uma abordagem sistemática para reduzir o tempo de *setup*, podendo ser aplicado em qualquer máquina ou unidade industrial (Simões & Tenera, 2010). Embora nem todos os *setups* possam ser completados em menos de 10 minutos, a redução do tempo despendido é sempre possível e os resultados são melhorias tremendas (Agustin & Santiago, 1996).

2.2.2 Origem

A metodologia SMED foi desenvolvida nos anos 50 por Shigeo Shingo (1909-1990), um engenheiro industrial da Toyota que tinha como principal objetivo reduzir os tempos de *setup* (Silva et al., 2020). Shigeo Shingo foi considerado um “engenheiro génio”, que revolucionou as práticas da produção graças à sua contribuição, juntamente com Taiichi Ohno e Eiji Toyoda, para a criação do TPS. Por trás da criação da metodologia SMED, Shingo foi também o inventor do sistema *Poka-Yoke*.

O conceito do SMED deu o seu primeiro passo na fábrica de Toyo Kogyo’s Mazda em Hiroshima, no Japão, quando Shingo conduziu uma pesquisa de melhoria da eficiência da produção em 1950 (Agustin & Santiago, 1996). Toyo pretendia eliminar os “gargalos” causados pelas grandes prensas e estava preparado para gastar muito dinheiro em adquirir novas máquinas, mas Shingo – logo nos primeiros dias do experimento – apercebeu-se que os problemas poderiam ser enfrentados com uma solução bastante mais conveniente. Numa das “mudanças” observadas nas prensas, a falta de um parafuso levou a que um operador despendesse mais de uma hora a tentar encontrar um novo. Um simples componente tornou o *setup* muito mais longo, e o problema é que este poderia ter sido preparado antes do início da mudança. Graças a isso, Shingo apercebeu-se que as atividades dos *setups* podem ser separadas em 2 tipos (Shingo, 1983):

- Internas: como montar e remover prensas, que apenas podem ser realizadas quando a máquina está parada;
- Externas: como transportar prensas antigas até ao armazém ou trazer novas até à máquina, que podem ser levadas a cabo enquanto a máquina está em operação.

De acordo com Shingo (1983), preparar o parafuso era uma operação externa, e não fazia sentido parar uma prensa de 800 Ton devido à falta de um parafuso.

O segundo passo do desenvolvimento da metodologia ocorreu no verão de 1957, na Mitsubishi Heavy Industries, também em Hiroshima, Japão. Quando Shingo estava a tentar resolver um problema com a operação de uma planadora, apercebeu-se que os operadores preparavam a “cama do motor” durante o procedimento de *setup*, algo que poderia ser feito, com alguma padronização do trabalho, fora da operação. Esta simples modificação aumentou a produtividade em 40%, momento em que Shingo se

apercebeu de que algumas atividades internas do processo podiam ser convertidas em externas.

O terceiro e último passo ocorreu em 1969, na Toyota Motor Company, quando o Sr. Sugiura, chefe de divisão, questionou Shingo sobre a possibilidade de igualar o tempo de *setups* das prensas ao tempo que a Volkswagen tinha realizado num caso similar. Isso significava que uma mudança de 4 horas deveria ser feita em apenas metade do tempo. Para isso, Shingo decidiu aplicar os seus métodos adicionando uma nova componente ao processo: melhorar cada uma das atividades (externas e internas) separadamente. Seis meses depois, a operação de *setup* demoraria apenas 90 minutos.

Os estudos elaborados por Shingo, na sua pesquisa de 19 anos, são descritos no seu livro “*A Revolution in Manufacturing – The SMED System*” que apresenta uma breve estrutura conceptual, descreve algumas técnicas que ajudam na aplicação da metodologia e oferece vários exemplos de aplicações do SMED em empresas (Sugai et al., 2007).

2.2.3 Metodologia

Os procedimentos de *setup* são normalmente considerados infinitamente variados, ou seja, consistem em atividades diferentes dependendo do tipo de equipamento que é utilizado. No entanto, como é possível observar na Tabela 1, todas as operações de *setup* tradicionais compreendem uma sequência de passos com uma distribuição bastante comum de tempos despendidos, por 4 principais grupos de operações (Shingo, 1983).

Tabela 3 - Proporção normal de tempo gasto nas principais operações de *setup*. Retirado de Shingo (1983).

Operação	% de tempo
Preparação, ajustes e verificação de matéria-prima, lâminas, prensas, gabaritos, medidores, etc.	30%
Montagem e remoção	5%
Centragem, dimensionamento e parametrização	15%
Ensaio e ajustes	50%

No fundo, a verdadeira operação de “troca” (montagem e remoção) apenas toma 5% do tempo total, sendo o resto utilizado para preparar ferramentas e fazer ajustes. Olhando para isto através da filosofia do LM, grande parte do *setup* é desperdício que pode ser eliminado, devendo para isso ser aplicada a metodologia SMED, de forma a melhorar as operações e reduzir o *lead time*.

De acordo com Shingo, a metodologia SMED é constituída por 4 estágios individuais (Fig.9): um estágio preliminar, onde as tarefas internas e externas não são diferenciadas; um primeiro estágio, onde se dá a separação do *setup* interno e externo; um segundo estágio, onde as atividades internas são convertidas em externas; e finalmente, o terceiro estágio, focado na racionalização de todos os aspetos da operação de *setup* (Sousa et al., 2018).

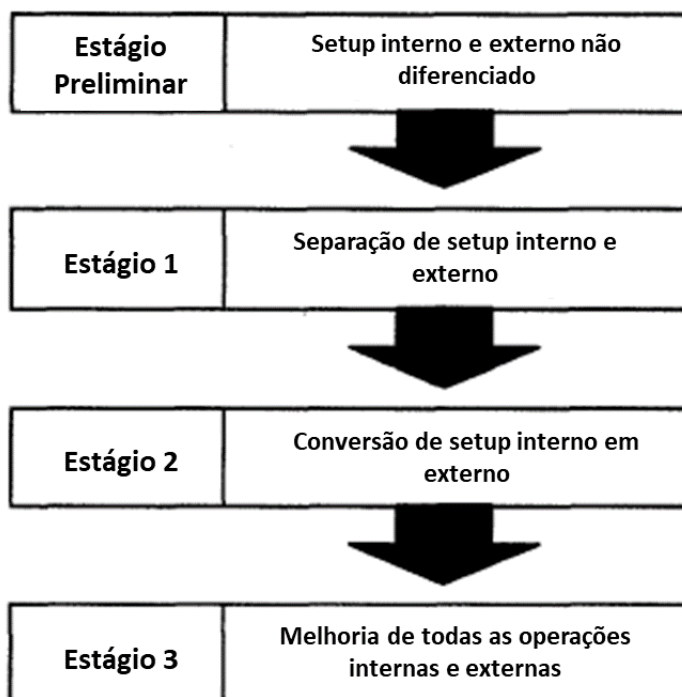


Figura 9 - Os 4 passos da metodologia de Shingo.

Estágio Preliminar

A “fase preliminar”, como o nome sugere, consiste em identificar as operações e ferramentas do *setup*. O propósito desta fase passa pela aquisição de um extremamente bom entendimento do *setup* completo (Rosa et al., 2017). Neste estágio, deve ser estudada a situação corrente, fazendo uma análise dos procedimentos de operação atuais e das condições da área de trabalho (Silva et al., 2020).

De acordo com Shingo (1983), as melhores formas de realizar este estágio preliminar é através da monitorização do tempo das atividades, de um estudo de uma amostra de trabalho, de entrevistas aos trabalhadores e de filmagens de todas as operações de forma a permitir uma posterior consulta e análise.

Para Simões & Tenera (2010), nesta fase não existe uma clara separação entre as atividades que devem ser executadas enquanto o equipamento está parado e aquelas que podem ser feitas enquanto o equipamento está a funcionar (internas e externas). Os mesmos autores sugerem um procedimento de recolha de dados de forma a realizar esta fase da metodologia:

- Observação do método corrente de “mudança”;
- Entrevistas informais com os colaboradores;
- Documentação dos dados recolhidos.

O objetivo principal deste procedimento é obter um diagnóstico, reunir informação relacionada com a sequência das atividades realizadas e a sua duração, aspetos particulares de cada uma, e pontos críticos que reduzem a eficiência do processo (Simões & Tenera, 2010). Para criar uma ampla base de apoio ao projeto SMED, todo o espectro de colaboradores associados deve ser incluído no processo de seleção e deve haver um consenso dentro da equipa quanto à escolha do equipamento alvo (Godina et al., 2018). De acordo com Sahin & Kologlu (2021) a precisão dos dados obtidos neste estágio é crucial para o sucesso do SMED.

Estágio 1 - Separar

Nesta fase, o objetivo é distinguir aquilo que pode ser feito antes e depois da mudança. Todas as atividades de mudança que não interferem diretamente com o equipamento e que podem ser executadas sem interromper a produção são designadas atividades externas enquanto as que implicam uma paragem na operação do equipamento são descritas como internas (Silva et al., 2020). Com isso, a operação de *setup* deve ser alterada, realizando atividades externas antes ou depois da paragem da máquina, e apenas as internas durante a paragem, tornando o tempo de *setup* tão longo quanto a duração das atividades internas.

Para Shingo (1983) este é o passo mais importante na implementação do SMED, que pode reduzir de 30 a 50% o tempo total da paragem.

Estágio 2 - Converter

Para reduzir o tempo de *setup* tanto quanto possível ou económico, é necessário estudar a possibilidade de converter algumas operações de *setup* interno em externo, de maneira que possam ser realizadas enquanto a máquina se encontra em funcionamento (Singh et al., 2018). Neste estágio, duas principais tarefas devem ser realizadas. Primeiramente, deve ser feita uma análise minuciosa das atividades previamente classificadas como internas, de forma a detetar assunções erradas; depois disso, deve-se tentar converter essas mesmas atividades internas em externas, utilizando melhorias organizacionais ou de design do equipamento (Borges Lopes et al., 2015).

Shingo (1983) propõe várias técnicas para suportar este estágio, como a padronização das ferramentas e o uso de gabaritos intermediários.

Estágio 3 - Racionalizar

Até este estágio, a probabilidade de se obter um *setup* com 10 (ou menos) minutos é bastante baixa, uma vez que para atingir tal objetivo é necessária uma melhoria contínua de cada elemento do *setup* externo e interno. Para isso, o próximo ponto da metodologia tem como objetivo a redução do tempo das tarefas internas e externas pela simplificação, otimização e padronização das mesmas (Silva et al., 2020). Nesta última fase, o principal objetivo é reduzir o tempo das operações externas e internas, através da aplicação de soluções que permitirão um desempenho fácil, rápido e seguro (Simões & Tenera, 2010).

Reinspeção e redesign de ferramentas, melhoria no armazenamento e transporte, etc. podem melhorar de forma significativa as atividades de *setup* externo, sendo que as condições das ferramentas devem ser constantemente verificadas de forma a minimizar as avarias. Por outro lado, a reorganização do *setup* interno pode ser gerida através da aplicação de operações paralelas ou pela eliminação de ajustes desnecessários (Sahin & Kologlu, 2021).

Os benefícios de cada proposta devem ser cuidadosamente avaliados de forma a garantir a melhor economia de tempo e custo conforme as medidas são aplicadas (Borges Lopes et al., 2015). Embora as atividades externas não afetem o tempo de paragem das máquinas estas não são livres de consumo, pois gastam recursos de áreas de suporte, sendo por esta razão alvo de ações de melhoria (Silva et al., 2020).

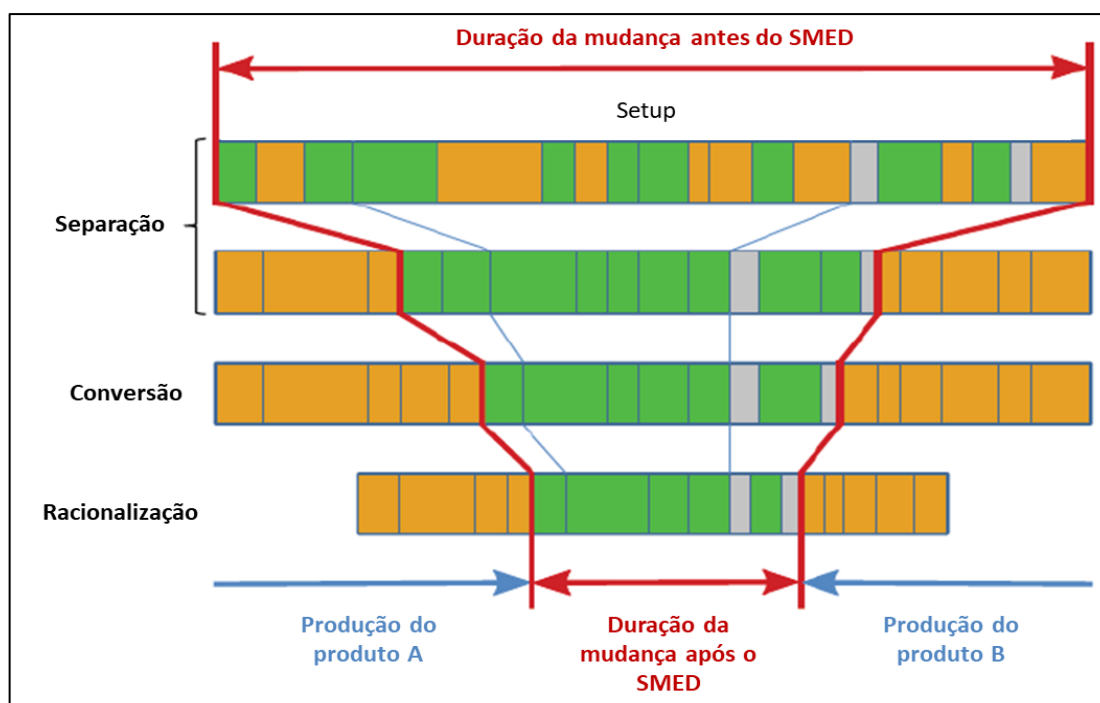


Figura 10 - Principais estágios da metodologia SMED e o seu impacto no tempo da mudança. Adaptado de Borges Lopes et al. (2015).

2.2.4 Vantagens

De acordo com Singh et al. (2018) os autores Womack and Jones definiram o SMED como uma inovação japonesa baseada no processo, capaz de tornar possível a resposta a flutuações na procura e resultando na redução do *lead time*, enquanto elimina desperdícios durante a mudança e permite a redução dos lotes. Os mesmos autores defendem que as 3 principais razões para a preocupação com a redução do *setup* são:

- **Flexibilidade:** para ser capaz de responder de forma bastante rápida a mudanças da procura do mercado, é necessário ser capaz de produzir pequenos lotes de forma económica;
- **Capacidade do gargalo:** reduzindo os tempos de *setup* é possível aumentar a capacidade disponível, o que pode ser interessante como alternativa a comprar um novo equipamento ou a instalar um turno extra, em situações onde a procura aumenta;
- **Redução de custo:** uma vez que, especialmente nos gargalos, o custo direto de produção está relacionado com o desempenho da máquina, sendo que o indicador OEE facilmente demonstra o impacto da redução do *setup*.

A literatura demonstra uma opinião consensual sobre as vantagens da implementação do SMED. Shingo admite alguns benefícios desta ferramenta na melhoria do processo industrial, como podemos ver na Tabela 4.

Tabela 4 - Principais benefícios da aplicação do SMED. Retirado de Shingo (1983).

Benefícios Diretos	Benefícios Indiretos
Redução do tempo de <i>setup</i>	Redução do inventário
Redução do tempo gasto em afinação	Aumento da flexibilidade da produção
Redução de erros durante a mudança	Racionalização de ferramentas
Melhoria da qualidade do produto	
Melhoria da segurança	

Segundo Silva et al. (2020) o aumento da flexibilidade da produção é resultado da redução do tamanho dos lotes, redução essa possibilitada pela diminuição do tempo de *setup*. Estes autores sugerem ainda outras vantagens tais como:

- **Minimização de custos:** resultantes do aumento da eficiência das máquinas e da eficiência global da fábrica, uma vez que os custos de produção estão relacionados com a eficiência do equipamento;
- **Promoção do uso mais eficiente do chão de fábrica:** a aplicação do SMED e as consequentes melhorias do processo incentiva a eficiência das restantes

atividades produtivas que, de uma forma ou outra, estão relacionados com a execução ótima do processo de *setup*;

- **Melhoria da qualidade de manutenção:** a sistematização de atividades de troca de ferramenta, afinações e parametrização leva à identificação imediata em caso de erro e à reorientação das atividades de reparo e manutenção de forma a resolver e evitar esses mesmos erros.

O mesmo autor defende ainda que a simplificação do trabalho melhora as condições de segurança do posto, reduz o nível de especialização requerido, reduz o número de ferramentas necessárias e promove um espaço de trabalho mais organizado e simplificado.

Para Rosa et al. (2017), os resultados da aplicação do SMED assentam no aumento da produtividade, redução de *stock*, melhoria de qualidade, menor *lead-time*, maior flexibilidade e lotes mais pequenos. Godina et al. (2018) sugere que o SMED oferece uma solução detalhada através da ajuda no cálculo de qual sistema de “troca rápida de ferramenta” dará o maior retorno de investimento.

Resumidamente, a metodologia SMED é crucial na melhoria dos processos de produção e da sua flexibilidade (Sousa et al., 2018).

2.2.5 Falhas e Barreiras de Implementação

Embora o SMED tenha um papel importante num sistema LM, possui ainda algumas falhas e enfrenta algumas barreiras de implementação.

Para Sugai et al. (2007) a ferramenta de Shingo não tem em conta 3 aspetos relevantes do processo produtivo:

- **A sequência de produção:** o SMED não considera a sequência de produtos a serem produzidos e as similaridades com os anteriores, o que afeta o número de ferramentas e os ajustes necessários, e consequentemente o tempo de *setup*;
- **Perdas durante a aceleração e desaceleração:** para alguns autores existe um tempo antes e depois do *setup* onde a produção está a um nível mais baixo de performance, o que afeta diretamente a produtividade (Fig.11);
- **Melhorias de projeto:** algumas mudanças necessitam de uma modificação organizacional, ou seja, apenas se conseguem obter resultados satisfatórios com a modificação de estratégias de produção, equipamentos, entre outros.

Resumindo, a aplicação efetiva do SMED não garante o aumento da produtividade se não se considerarem estes 3 fatores, de tal forma que se deve ter atenção ao processo como um todo e não depositar uma crença infundada neste método sem ter em atenção as macro estratégias da empresa.

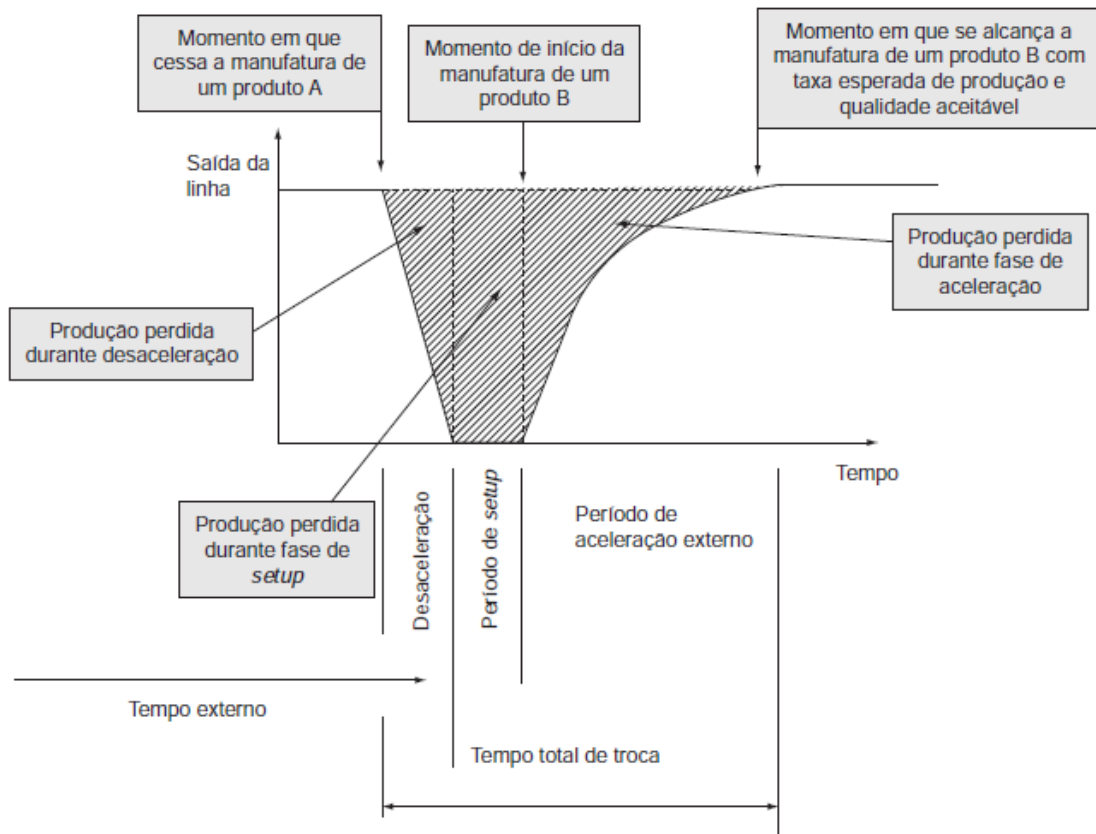


Figura 11 - Perdas de produção durante períodos de aceleração e desaceleração. Retirado de Sugai et al. (2007).

Relativamente às dificuldades de implementação da metodologia, Silva et al. (2020) afirmam que existem requisitos fulcrais aquando da sua aplicação que, quando inexistentes, podem comprometer o sucesso do SMED:

- Sólido entendimento dos aspetos técnicos intrínsecos ao equipamento e a ferramentas;
- Compreensão da organização das operações;
- Entendimento do próprio método de trabalho;

Segundo o mesmo autor, apesar desta ser uma metodologia já com alguns anos e existirem bastantes empresas que obtiveram ótimos resultados com a aplicação do SMED, um relativo número destas falhou a sua implementação sem, no entanto, apresentarem publicamente as iniciativas falhadas e as suas causas inerentes. Algumas justificações para este insucesso são:

- **Falha na aplicação rigorosa da metodologia:** algumas empresas tecem planos de implementação do SMED, no entanto, sem sustentar as ações ao longo do tempo, levando-o a cair em esquecimento;
- **Falta de ferramentas de análise:** muitas empresas não conseguem verificar o impacto gradual que a implementação de pequenas melhorias acrescenta ao

processo, devido à falta de medição de KPI's produtivos. Isto leva ao descrédito da metodologia, até mesmo em situações de sucesso;

- **Escassa informação existente sobre o SMED e falta de ações específicas a implementar:** os planos de implementação de metodologias são executados por membros de gestão superior dos departamentos, o que por vezes leva à falta de comunicação dos objetivos para com os executantes do chão-de-fábrica. É necessária a divulgação de informações, de forma a promover o envolvimento de todos os intervenientes no processo, para a correta aplicação do SMED;
- **Falta de consideração e motivação dos trabalhadores:** muitas vezes a falta de atendimento a pedidos dos trabalhadores cria uma barreira no momento de movimentar esforços extra para implementar novas metodologias. Para além disso, a implementação de metodologias *Lean* torna os processos fluídos e sistemáticos, eliminando períodos de inatividade utilizados muitas vezes pelos trabalhadores como pausa para descanso. Deste modo, é necessária a criação de um bom ambiente de trabalho, satisfazendo de forma sustentada as propostas realizadas e gratificando o esforço depositado, por exemplo, através da atribuição de prémios de desempenho ou de compensação de pausas.

2.2.6 Variantes do SMED

Apesar do pioneirismo da metodologia SMED na redução do tempo de *setup*, foram surgindo ao longo dos anos dois novos conceitos derivados do original. O primeiro é o OTED (*One-Touch Exchange of Die*), também referido por Shingo no seu livro, que resulta de uma otimização extra dos *setups*, permitindo a sua execução em apenas 1 minuto ou menos.

Um exemplo prático da aplicação da metodologia OTED são os *pit stops* realizados por parte das equipas de Fórmula 1, que têm vindo a apresentar uma evolução drástica na redução do tempo de paragem desde os anos 50. Ao analisar esta evolução é possível destacar a implementação de técnicas propostas por Shingo, tais como a separação de atividades internas e externas, a realização de atividades paralelas e a utilização de sistemas de engate rápido.

O segundo conceito é o NOTED (*Non-Touch Exchange of Die*) que surgiu com a automação. Como o nome sugere, o NOTED procura a realização de um *setup* sem nenhum toque humano, sendo uma tarefa automática feita por robôs, que apenas demora alguns segundos.

CAPÍTULO 3

A EMPRESA

3.1 GROHE

Fundada em 1936, a Grohe é uma empresa alemã líder mundial na produção de artigos sanitários, especializada no fornecimento de produtos de água, principalmente torneiras para cozinha e casa de banho (Grohe, 2022). O seu *know-how* e a superioridade no mercado provieram da aquisição de várias empresas inovadoras do ramo ao longo do século XX, na Alemanha.

“*Pure Freude an Wasser*”, em português, “Pura alegria da água” é o slogan da marca (Fig.12), sendo esta fonte de inspiração para todo o portfólio de produtos distintos, cada um deles baseado nos quatro valores fundamentais: Qualidade, Tecnologia, Design e Sustentabilidade (Grohe, 2022).



Figura 12 - Slogan e logótipo da Grohe. Retirado de Grohe (2022).

3.1.1 História

O início da história do grupo Grohe remonta a alguns anos antes da sua fundação, quando em 1911 foi criada a *Berkenhoff & Paschedag*, uma empresa de ferragens localizada em Hemer, na Alemanha. Esta empresa viria a ser adquirida pelo fundador da Grohe, Friedrich Grohe, quando em 1936 este decidiu deixar o trabalho na empresa de torneiras sanitárias do seu pai (Hansgrohe, fundada em 1901) para iniciar o seu próprio negócio.

Após orientar as atividades da empresa unicamente para as torneiras sanitárias, iniciando assim uma nova era no desenvolvimento de soluções inovadoras no setor, Friedrich decidiu renomear a empresa para *Friedrich Grohe Armaturenfabrik*, no ano de 1948.

Uma das estratégias bem cedo delineadas pela marca com vista à evolução do seu negócio passou pela aquisição de outras empresas alemãs do setor que ao longo dos anos foram desenvolvendo soluções inovadoras. O primeiro caso deu-se em 1956 com a aquisição do grupo *Carl Nestler*, sediado em Lahr, a primeira companhia a produzir torneiras termostáticas para casa de banho. O mesmo aconteceu com outras empresas ao longo do século XX (Fig.13) que influenciariam o ADN corporativo (Grohe, 2022).



Figura 13 - Empresas adquiridas pela Grohe ao longo do século XX. Adaptado de Grohe (2022).

Na década de 90 deu-se a verdadeira expansão internacional da Grohe, com a aquisição de uma empresa no Canadá (Tempress Ltd.) e com a abertura de 2 novas fábricas, em Portugal e na Tailândia.

Já neste milénio, a Grohe inaugurou o seu Centro Corporativo em Dusseldorf, migrando todas as atividades centrais (Design, Recursos Humanos, Marketing, Comunicação e Finanças) desde Hemer até às novas instalações. Para além disso lançou no mercado várias inovações que marcaram a sua gama de produtos, como é o caso do sistema “*Coultouch*”, que evita o aquecimento da superfície da torneira pela passagem interna da água quente, prevenindo queimaduras, e do sistema “*Grohe Blue*” que permite o arrefecimento e a gaseificação da água.

3.1.2 Grupo Lixil

Em 2014 a empresa foi adquirida pela Lixil, um grupo criado em 2011 através da junção de 5 das mais bem-sucedidas empresas japonesas do ramo da indústria de construção e habitação: TOSTEM, INAX, Shin Nikkei, Sunwave e TOEX. Estas inauguraram uma era de inovação e estabeleceram os princípios que tornariam a Lixil um dos nomes mais respeitados na indústria japonesa (Lixil, 2022).

A grande missão do grupo passa por construir melhores casas de forma acessível a todas as pessoas, por todo o mundo, sendo o slogan “*Link to Good Living*” um prenúncio disso mesmo (Fig.14).



Figura 14 - Logótipo e slogan da Lixil. Retirado de Lixil (2022).

Atualmente, a Lixil conta com aproximadamente 55.000 funcionários espalhados em mais de 150 países, tendo-se expandido internacionalmente ao adquirir algumas das empresas mais confiáveis do setor (Lixil, 2022) (Fig.15). A Lixil possui sede em Tóquio, no Japão, e um capital de 68,4 Biliões de Yenes, o que corresponde a aproximadamente 500 Milhões de Euros.



Figura 15 - Empresas do Grupo Lixil. Retirado de Lixil (2022).

O código de conduta do grupo Lixil serve de guia para os comportamentos dentro de todas as empresas, como é o caso da Grohe, que antes de pertencer ao grupo já possuía diretrizes semelhantes às implementadas. Este código identifica e ilustra os padrões de comportamento, mais concretamente relacionados com a integridade do mercado, a ética nas atividades de negócio, o respeito no espaço de trabalho, a utilização apropriada dos ativos do grupo e o contributo para a sociedade.

De forma resumida, os comportamentos Lixil cingem-se ao cumprimento de 3 regras essenciais (Fig.16): “fazer o que está certo”, “trabalhar com respeito” e “experimentar para aprender”.



Figura 16 - Código de conduta do grupo Lixil. Retirado de Lixil (2022).

3.1.3 Valores da Marca

Como marca internacional, a Grohe persegue um conjunto de valores sobre os quais se rege, na garantia da distinção dos seus produtos e com o objetivo de oferecer aos seus clientes a “Pura alegria da Água”.

A qualidade é o primeiro desses valores, qualidade essa que vai para além da superfície dos produtos, uma vez que desde o design até à produção e atendimento ao cliente, a Grohe não tem como objetivo nada menos que a perfeição em cada uma dessas etapas. A tecnologia, ou inovação tecnológica, é outro dos valores da marca, que procura diariamente incorporar nos seus produtos os últimos avanços digitais de forma a criar soluções inteligentes e melhorar a experiência dos utilizadores. O design dos produtos é um valor muito priorizado pela Grohe, que se preocupa de forma intensiva com a criação de linhas orientadas para o cliente, de forma a criar empatia

com o mesmo aquando da sua utilização. Por fim, a sustentabilidade é um valor básico, tendo em conta que para a marca, “a água é um bem tão essencial como o ar que respiramos”, de tal forma que há um compromisso neste campo, tanto através da sustentabilidade dos produtos como das iniciativas ambientais promovidas.

São esses valores que conferem aos produtos um selo de qualidade “*Made in Germany*” e que levaram a que só nos últimos dez anos, a Grohe tenha recebido mais de 300 prémios de design e inovação, bem como várias classificações de topo como uma das “grandes marcas mais sustentáveis da Alemanha”.

3.1.4 Infraestruturas e Produtos

Atualmente, a Grohe é uma marca com presença mundial, atuando em mais de 130 países. De forma a corresponder às expectativas dos seus clientes conta com cerca de 6000 colaboradores (2400 apenas na Alemanha) e 5 unidades fabris: 3 na Alemanha (Hemer, Lahr e Porta Westfalica), 1 na Tailândia (Klaeng) e 1 em Portugal (Albergaria-a-Velha), para além do seu centro corporativo em Dusseldorf (Alemanha).

Para além das unidades produtivas a Grohe possui 2 centros logísticos na Alemanha, em Edelburg e Porta Westfalica, onde é armazenado o produto acabado de todas as fábricas, e um terceiro localizado na China, em Shenzhen, abastecido pelos 2 primeiros, de forma a encurtar distâncias para os clientes de leste. É de salientar que a venda dos produtos é realizada pelos centros logísticos, de maneira que são estes que traçam a procura prevista, de forma que, depois disto, esta seja analisada pelos responsáveis do planeamento de cada uma das fábricas.

Quanto ao abastecimento de componentes, para lá do fornecimento direto entre os fornecedores e cada uma das fábricas, a Grohe possui 2 armazéns à consignação – em Edelburg e em Klaeng – locais onde os fornecedores podem armazenar os seus produtos mesmo antes destes serem adquiridos pela Grohe. Isto permite reduzir o lead-time de entrega desses mesmos componentes e ao mesmo tempo libertar o fornecedor dos custos de armazenamento, sendo uma estratégia bastante conveniente para ambas as partes.

Em relação ao portefólio de produtos, a Grohe oferece um diverso conjunto de soluções para cozinha e casa de banho – com especial foco nas suas variadas torneiras e sistemas de água – disponibilizando também equipamentos cerâmicos como bidés, lavatórios, sanitas com chuveiro, acessórios de banho e aplicações digitais (Fig.17). Os produtos da marca podem ser encontrados em alguns dos mais icónicos edifícios do mundo, desde hotéis, estádios, navios cruzeiro, centros comerciais, spas, instituições públicas e de ensino, entre outros (Grohe, 2022).



Figura 17 - Ilustração do portfólio de produtos da Grohe. Retirado de Grohe (2022).

Apesar desta diversidade de produtos, nenhuma das 5 fábricas produz todos eles por completo, de maneira que a estratégia assumida pela Grohe faz com que nenhuma delas seja idêntica nos produtos que fabrica. Nas 3 fábricas localizadas na Alemanha, para além de unidades produtivas estão também associados os centros de inovação de cada tecnologia: no caso de Hemer, os cartuchos termostáticos e torneiras; Lahr, chuveiros e sistemas de chuveiro; Porta Westfalica, sistemas sanitários. Desta forma, as unidades produtivas associadas a estes centros de inovação estão mais direcionadas para a produção deste tipo de produtos em primeiro lugar, levando a que no global, os artigos de referência em cada fábrica sejam os representados na Figura 18.






Hemer	Porta Westfalica	Lahr	Klaeng	Albergaria
				
Torneiras Premium Cartuchos Termostáticos	Sistemas de instalação Válvulas Válvulas de descarga	Chuveiros Sistemas de chuveiro	Lavatórios Componentes em zinco Cartuchos Termostáticos	Torneiras termostáticas Torneiras para Cozinha Cartuchos Termostáticos

Figura 18 - Artigos de referência em cada fábrica da Grohe. Adaptado de Grohe (2022).

Partindo desta informação, é possível constatar que cada fábrica contribui de forma particular para o sucesso conjunto da Grohe. Sendo a fábrica de Albergaria, em Portugal, local da realização do presente estágio, as informações relativas a esta unidade produtiva serão aprofundadas mais pormenorizadamente no subcapítulo seguinte.

3.2 Grohe Portugal

3.2.1 História

Os primeiros passos da entrada da Grohe no nosso país deu-se em duas fases, começando pela instalação de um departamento de vendas no Porto, no ano de 1996, seguindo-se a construção da fábrica de Albergaria-a-Velha no ano seguinte. A criação desta unidade produtiva – fruto do elevado crescimento da empresa alemã – levou a um investimento de cerca de 35 milhões de euros e resultou na criação de 255 novos postos de trabalho. O arranque das atividades produtivas teve início em janeiro de 1998, antes ainda da sua inauguração realizada em maio do mesmo ano (*Blog de Albergaria, 2009*). Foi apenas no ano de 2001 que se deu a conclusão das obras da Grohe Portugal na Zona Industrial de Areeiros, numa área de construção de aproximadamente 10.000 metros quadrados.

Em 2002, a Grohe Portugal registou um volume de faturação na ordem dos 47 milhões de euros e um aumento de efetivos para um total de 300 colaboradores, sendo que no ano seguinte o bom funcionamento da unidade produtiva levou a que esta atingisse os mais elevados índices de produtividade do grupo. Foram estes indicadores de sucesso que levaram à expansão da área coberta (sensivelmente para o dobro), em novembro de 2003, e à criação de 230 novos postos de trabalho. Este novo investimento na ordem dos 21 milhões de euros permitiu duplicar a produção e tornar a fábrica portuguesa a terceira maior do grupo (Fig.19) (*Blog de Albergaria, 2009*).



Figura 19 - Grohe Portugal, Componentes Sanitários, Zona Industrial de Areeiros (Albergaria-a-Velha). Retirado de *Engexpor* (2018).

Alguns anos mais tarde, em 2013, a fábrica de Albergaria-a-Velha foi pela primeira vez considerada a melhor da Grohe, sendo que no ano seguinte foi realizado um novo investimento, desta vez através da chegada de um equipamento que permitia a criação de um revestimento especial na superfície das torneiras. Este novo processo denominado PVD (*Physical Vapour Deposition*) permitiu ampliar a gama de produtos disponíveis no mercado, através da possibilidade de escolha de um leque de cores para a superfície. Para além disso, esta técnica permite aumentar a dureza e resistência da peça, o que para além da cor, adiciona valor aos produtos, atraindo um maior número de clientes. O sucesso deste investimento levou a uma posterior aquisição de novas 6 câmaras até ao ano de 2018, levando à expansão do, então criado, departamento de PVD e adicionando um novo e prestigiado processo à fábrica de Albergaria-a-Velha (Grohe, 2022).

Atualmente, a Grohe Portugal conta com cerca de 900 colaboradores distribuídos pelos vários setores da empresa, com a responsabilidade de produzir ou dar apoio às atividades que levam à criação do seu vasto leque de produtos. Por ano são produzidos 2 milhões de torneiras para cozinha, 1,4 milhões de torneiras termostáticas e 1,6 milhões cartuchos termostáticos (Grohe, 2022).

3.2.2 Estrutura Organizacional

Em relação à estrutura organizacional da Grohe Portugal, esta é composta por vários departamentos que podem ser subdivididos em dois grupos distintos consoante as funções que desempenham: Operações (departamentos cujas tarefas estejam ligadas ao processo produtivo) e Suporte (departamentos com a responsabilidade de dar apoio às operações de produção). Todos os departamentos funcionam segundo uma estrutura hierárquica, iniciada no diretor geral da fábrica, responsável pelo conjunto dos departamentos, e seguida pelo diretor do próprio departamento e seus colaboradores diretos e indiretos (Fig.20).

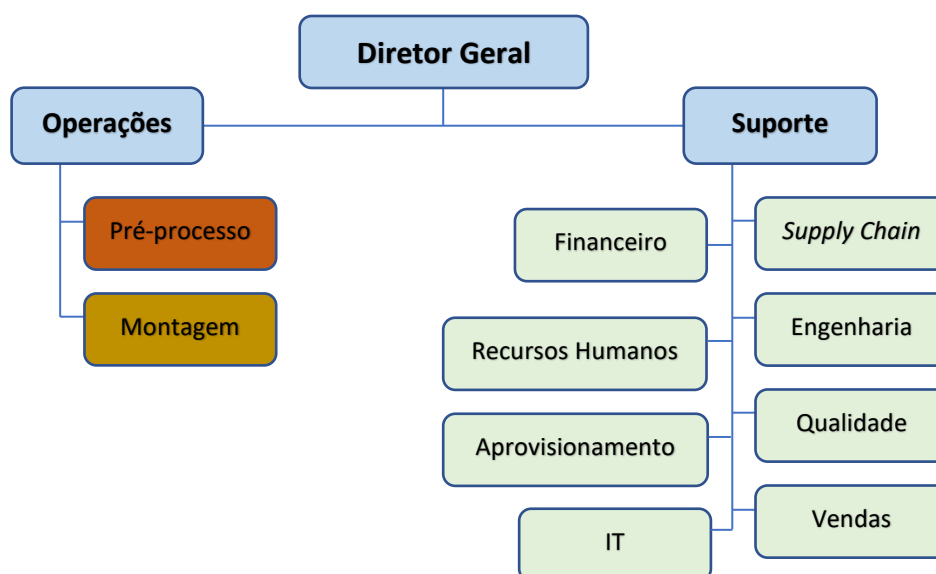


Figura 20 - Organização da Grohe Portugal.

Como podemos ver, os departamentos de Pré-Processo e Montagem são os que compõem o conjunto da produção, sendo abordados de seguida aquando da análise do processo produtivo.

Em relação aos departamentos de suporte, apesar da maior ou menor contribuição de alguns para o processo produtivo, todos são importantes para o sucesso da empresa no mercado e para a continuidade da fábrica de Albergaria. O departamento de *Supply Chain* é responsável por fazer o planeamento das operações tendo em conta a procura traçada pelos centros logísticos, controlar níveis de *stock* de materiais para fazer cumprir a produção planeada, e fazer a receção, expedição e tratamento de mercadorias no armazém. Já o departamento financeiro tem como função a avaliação financeira da empresa e o controlo de custos de todos os departamentos. O departamento de Engenharia é responsável pela industrialização dos produtos criados pelo centro de desenvolvimento na Alemanha, através da preparação de todos os equipamentos e processos necessários à sua implementação. Para além disso coordena as atividades de melhoria contínua de toda a fábrica. No departamento de IT (*Information Technology*) são tratados todos os assuntos relacionados com os *softwares* de gestão de processos, bem como os serviços e infraestruturas de rede. O departamento de Qualidade faz o registo e monitorização de defeitos nos produtos e processos de forma a reduzir a quantidade de retrabalho. Internamente, este é ainda subdividido em duas áreas distintas: Ambiente e Higiene e Segurança. É de salientar ainda os restantes departamentos: Recursos Humanos (recrutamento e gestão de colaboradores), Aprovisionamento (aquisição de todos os materiais necessários à produção e suporte) e Vendas (apoio ao cliente e serviço pós-venda).

Para analisar com maior detalhe a estrutura da organização é ainda possível consultar no Anexo B o organigrama da empresa.

3.2.3 Processo Produtivo

O processo produtivo da Grohe Portugal diz respeito ao conjunto de procedimentos desde a aquisição da matéria-prima até ao embalamento do produto final e atravessa os dois departamentos das operações da fábrica: o Pré-processo e a Montagem. Apesar do departamento de montagem, como o próprio nome indica, fazer apenas a montagem de todos os constituintes do produto, o pré-processo engloba um conjunto de etapas de diferentes áreas produtivas, responsáveis pela produção do corpo metálico das torneiras (Fig.21). A este corpo metálico serão posteriormente agregados os restantes componentes aquando da montagem, componentes tais como alavancas, tubos, elementos de fixação, etc., adquiridos a fornecedores externos ou a outras fábricas do grupo.

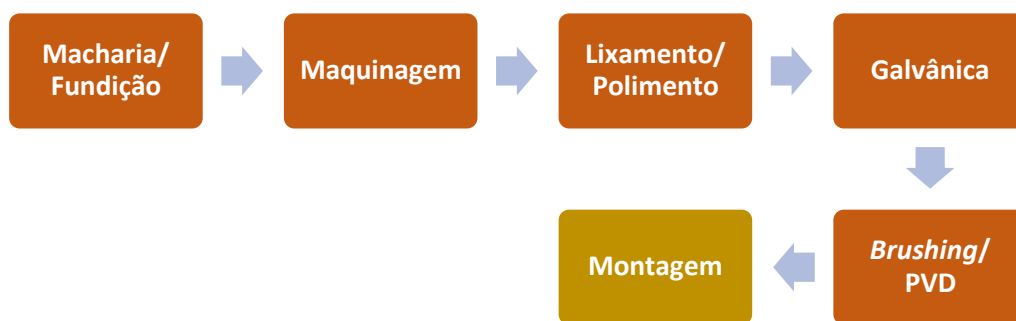


Figura 21 - Processo produtivo da Grohe Portugal (Pré-processo e Montagem).

O início do processo dá-se com a criação do corpo metálico da torneira, fazendo uso de um processo de fundição em baixa pressão, um tipo de processo que assegura a introdução da liga metálica no molde a uma velocidade controlada, garantindo uma qualidade superior. Esta liga metálica (latão) é produzida internamente no setor de fusão central, onde são fundidos vários tipos de metais sob a forma de lingote e através de uma análise controlada, sendo posteriormente transportada a altas temperaturas (aproximadamente 1000°C) de forma a manter o estado líquido/viscoso. É de salientar que antes de ser feito o vazamento da liga no molde, é preciso garantir a permanência das cavidades internas do corpo metálico. Para tal, é necessária a criação atempada dos “machos” na secção da Macharia, uma mistura de areias e aglomerados de resinas que são introduzidos dentro do molde e que garantem a criação dos canais de água internos da torneira.



Figura 22 - Forno da fusão central (à esquerda); Caixas de machos (à direita).

O resultado deste processo é a extração do “cacho” (normalmente um molde produz dois corpos de torneiras unidos por um “gito”) que após a separação através de um serrote mecânico, dá origem ao corpo em latão pretendido. Antes desta separação, os “cachos” são normalmente grenalhados, ou seja, são colocados em máquinas agitadoras que removem os restos de areia deixados pelos machos na peça. É de salientar ainda que tanto os “gitos” como os corpos defeituosos são reaproveitados, servindo de matéria-prima à fusão central e reiniciando o processo.

Por ano, os fornos de fusão central produzem cerca de 7.500 toneladas de liga de latão.

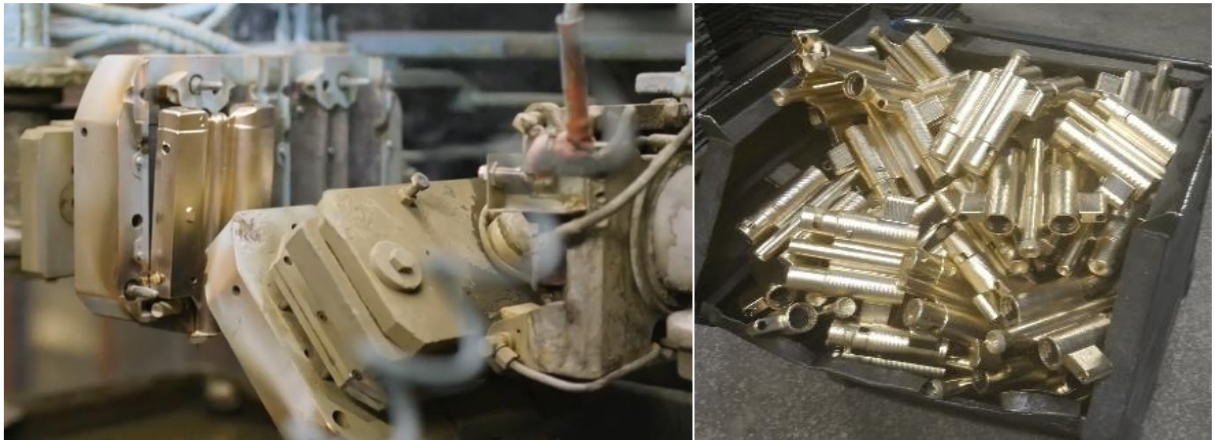


Figura 23 - Extração de cachos da máquina de fundição (à esquerda); cachos extraídos em espera para serragem (à direita).

Apesar da criação de cavidades internas pela introdução do macho aquando da fundição, existem outras cavidades, furações ou roscas que precisam ser desenvolvidas de forma a tornar o produto funcional. Para tal, a secção de Maquinagem faz uso de máquinas CNC (Controlo Numérico Computadorizado) que segundo um programa específico e com a ajuda de braços robóticos elaboram de forma automática e com precisão todas as particularidades do produto.



Figura 24 - Máquina CNC (à esquerda); peça em operação (à direita).

Depois disso, os corpos são lavados, de forma a retirar os óleos e gorduras resultantes do processo, e sujeitos aos primeiros testes de fugas internas, de forma a verificar a estanquidade do corpo e identificar possíveis defeitos que inviabilizem a continuidade do mesmo no processo.

No final desta etapa, o corpo metálico encontra-se totalmente funcional, apesar da falta do tratamento da superfície, que será realizada nas etapas seguintes e que contribui para a melhoria do aspeto visual e para o aumento da durabilidade da torneira. É de salientar que todas as aparas resultantes deste processo são

reaproveitadas pela Fundição. Por ano são maquinados 3,6 milhões de peças nos centros de maquinagem desta unidade industrial.

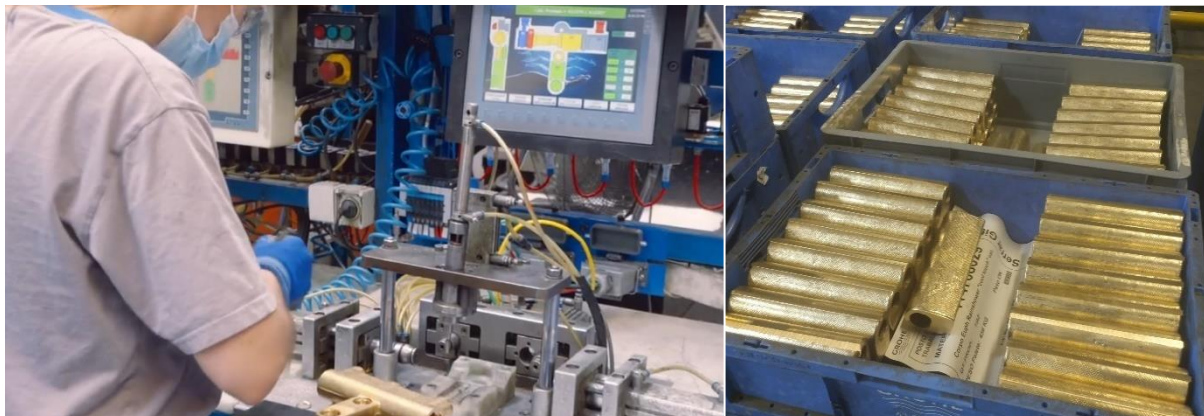


Figura 25 - Testes de estanquidade após maquinagem (à esquerda); Caixas de corpos maquinados (à direita).

A primeira etapa do tratamento superficial dá-se na secção de Lixamento/Polimento com o lixamento da superfície do corpo metálico. Para tal, a Grohe faz uso de um primeiro processo automático, realizado por braços robóticos, que removem rebarbas e material excedente dos processos anteriores, seguido de um processo manual elaborado por operadores, de forma a corrigir imperfeições deixadas pelo robot em zonas de difícil acesso na peça. Inicialmente o lixamento era um processo totalmente manual, no entanto a aquisição dos braços robóticos permitiu uma produção mais rápida e a redução da dificuldade do processo para os operadores, levando ao aumento da produtividade.

De seguida, os corpos são inspecionados visualmente pelos operadores, sendo que os defeitos registados são assinalados na peça e as mesmas reenviadas para o processo de lixamento manual

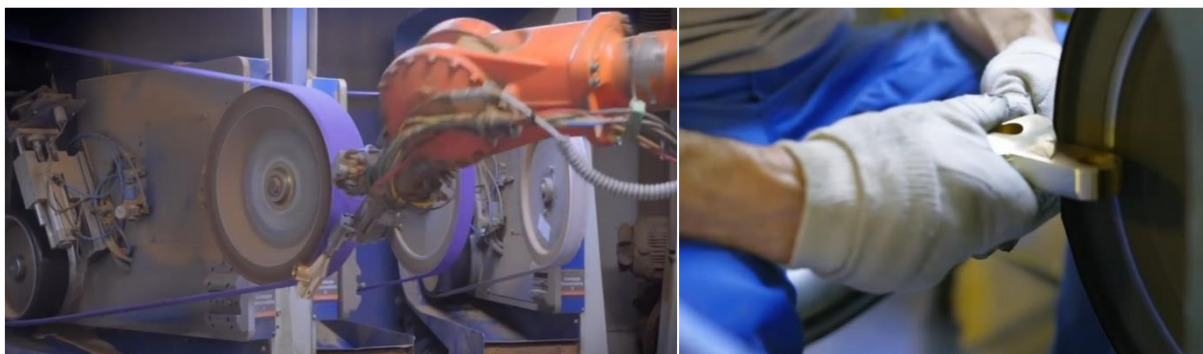


Figura 26 - Lixamento automático realizado por braço robótico (à esquerda); lixamento manual de acabamento (à direita).

Na etapa seguinte, os corpos são polidos recorrendo uma vez mais a processos automáticos e manuais, desta vez substituindo os braços robóticos por máquinas rotativas de polimento, com controlo CNC. Este procedimento confere ao corpo metálico uma superfície lisa e brilhante, e prepara o mesmo para a etapa seguinte,

uma vez que a cromagem só é possível de forma efetiva com a inexistência de rugosidades superficiais. À semelhança do processo anterior, os corpos defeituosos são inspecionados e assinalados os defeitos para a correção manual dos mesmos, sendo que os corpos com imperfeições impossíveis de corrigir são enviados de novo para a fundição, para reaproveitamento de material. Por ano são polidas 3,5 milhões de peças neste departamento em Albergaria.



Figura 27 - Zona de polimento, automático e manual (à esquerda); inspeção e marcação de zonas com defeito (à direita).

A segunda etapa do tratamento superficial dá-se na Galvânica. Nesta secção, os corpos são submetidos à adição de camadas metálicas através de banhos químicos, de forma a conferir um maior grau de resistência à corrosão bem como da manutenção do aspeto brilhante. Inicialmente os corpos são colocados em suspensões, seguindo-se um processo de 3 etapas: limpeza, de forma a evitar a contaminação dos tratamentos seguintes; “níquelagem”, através da eletrodeposição de níquel; e por último, “cromagem”, através da eletrodeposição de crómio.



Figura 28 - Banho químico de crómio (à esquerda); corpos cromados (à direita).

Terminado este processo, os corpos são inspecionados e caso haja deteção de defeitos dá-se início ao processo de *rework* (retrabalho) que consiste na introdução das peças em banhos de soda cáustica e de ácido sulfúrico para retirar as camadas de níquel e crómio, respetivamente. De seguida são reenviados para a secção responsável pela correção do defeito. Caso não haja solução possível os corpos são declarados como sucata (uma vez que os corpos cromados não podem ser

reaproveitados na fusão central). Todos os corpos em bom estado podem seguir vários caminhos: reencaminhados diretamente para a montagem, caso haja uma necessidade instantânea na sua produção; enviados para o armazém, até surgir essa necessidade; reencaminhados para outras fábricas do grupo ou fornecedores; e por último, dando continuidade ao processo e seguindo para as fases de *Brushing*/PVD.

A secção de *Brushing*/PVD é a mais recente na fábrica de Albergaria, e surgiu com ao aumento da procura por torneiras com cores distintas e com aspetos mais requintados. Apesar da grande maioria das torneiras serem montadas a partir de corpos cromados (provenientes da galvanica ou até de outras fábricas do grupo) ultimamente há uma tendência crescente no mercado em busca deste tipo de produtos, apesar do preço acrescido que este processo acarreta. São dois os tipos de corpos resultantes deste processo (Fig.29): colorido escovado (caso o corpo tenha sido sujeito ao *brushing* e posterior coloração PVD); colorido (apenas sujeito ao PVD, sendo o resultado um corpo colorido, mas mantendo a superfície brilhante proveniente da cromagem).



Figura 29 - Diferença entre torneiras produzidas com corpos sujeitos a: PVD (1º plano); PVD+Brushing (2º plano).

No *Brushing* os corpos cromados são sujeitos a um processo manual realizado por operadores em máquinas de escovas rotativas. Estas escovas permitem, segundo um processo controlado, remover o brilho proveniente da cromagem, tornando a peça baça, o chamado “mate”. Seguidamente, estes corpos são levados às câmaras de PVD, onde através da deposição física de partículas coloridas na superfície, adquirem uma das várias cores disponíveis. Anualmente são revestidas 3 milhões de peças no departamento de PVD de Albergaria.



Figura 30 - Zona de *brushing* (à esquerda); Câmaras de PVD (à direita).

No final deste processo e à semelhança dos corpos após a galvanização, existem vários caminhos possíveis: os corpos são enviados para armazém, até surgir uma necessidade da Montagem; os corpos são reencaminhados para outras fábricas do grupo ou fornecedores. É de salientar que a secção de *Brushing*/PVD abrange ainda outros componentes da torneira adquiridos a fornecedores, tais como as alavancas, de forma a adquirirem a mesma cor do corpo a que se destina a sua montagem. Graças à dimensão e competência deste departamento, outras fábricas do grupo enviam os corpos e componentes para Albergaria apenas para serem coloridos, sendo depois disso devolvidos à sua origem.

Por último, dá-se a junção de todos os componentes no departamento de montagem. Por ser o local da realização do presente estágio, o processo de montagem será analisado de forma pormenorizada no subcapítulo seguinte. No anexo C é ainda possível consultar o diagrama simplificado do processo produtivo de um corpo cromado (sem *Brushing*/PVD).

3.3 Departamento de Montagem

A montagem é a última etapa do processo produtivo, onde são efetivamente produzidas as torneiras de marca Grohe, uma vez que o Pré-processo apenas fornece um dos constituintes do produto final, o corpo. Os restantes componentes, tais como alavancas, bicas, tubos, emulsores, casquilhos, elementos de fixação, entre muitos outros, são adquiridos a fornecedores externos ou a outras fábricas do grupo. Estes, por sua vez, são reunidos nas linhas de montagem, onde seja por processos manuais, automáticos ou semiautomáticos, se faz a montagem e testagem das torneiras, bem como o embalamento e paletização.

Toda a produção realizada neste departamento está subdividida em 2 grupos: “*Finish Good*”, que engloba a produção destinada à venda imediata, estando os produtos totalmente prontos a serem enviados para o centro logístico (produção JIT, sem *stock* de produto acabado); “*Plant-to-Plant*”, termo utilizado na produção destinada ao fornecimento de outras fábricas do grupo, onde serão realizadas posteriormente outras operações de montagem (p. ex. torneiras que necessitam de

um sistema de chuveiro, produzido na Alemanha). Apesar de 70% dos produtos montados no departamento serem “*Finish Good*”, os produtos “*Plant-to-Plant*” contribuem também para a produtividade do departamento, embora de forma menos lucrativa para a empresa.

O Departamento de Montagem, ou simplesmente Montagem, possui cerca de 300 colaboradores (aproximadamente 1/3 do total da fábrica) distribuídos por 3 turnos diários de 8 horas, ao longo dos 5 dias úteis, e por um turno de fim-de-semana, que labora 12 horas por dia. Para além disso recorre a horas extra de forma a cumprir planos e colmatar ausências. Todos os turnos são compostos por equipas multidisciplinares com funções de preparação das linhas, montagem, controlo de qualidade e logística de suporte, funções essas que serão detalhadas de seguida.



Figura 31 - Vista superior do Departamento de Montagem.

3.3.1 Organização e Hierarquia

A “Montagem” está organizada por famílias de produtos, denominadas internamente como *streams* (fluxos ou cadeias), sendo que para cada um destes *streams* estão alocadas várias linhas de montagem. No caso da Grohe Portugal, os *streams* estão organizados consoante a funcionalidade de cada produto, ou seja, as torneiras produzidas para cozinha pertencem ao *stream* das “Cozinhas” (CZ’s), as torneiras para lavatórios e bidés pertence ao *stream* dos “Lavatórios e Bidés” (LB’s) e assim sucessivamente, tal como é possível observar na Tabela 5. Existem ainda produtos – produzidos internamente – que servem de componentes para a montagem: os cartuchos termostáticos (CTH’s) para a produção de torneiras termostáticas (TH’s); e as pré-montagens (PM’s) para a produção de todas as famílias de produtos. As pré-

montagens são linhas dedicadas à montagem de diversos componentes mais minuciosos e trabalhados, de forma a reduzir a complexidade e o tempo de ciclo de montagem na linha referente ao *stream* correspondente.

Para além disto, este departamento engloba um processo intermédio – entre si e a Galvânica ou o PVD – responsável pela gravação a laser nos corpos da marca “GROHE”, pela tampografia dos símbolos de “quente e frio”, entre outros. Apesar de não corresponder a uma família de produtos, é considerado também um *stream* por questões de organização, denominado *Lasers* (LS's).

Tabela 5 - Descrição dos *streams* do departamento e das linhas de montagem alocadas.

Stream	Designação	Linhas de Montagem		
		Manual	Automática	Semiautomática
CZ's	Cozinhas	9	-	-
LB's	Lavatórios e Bidés	8	-	-
TH's	Termostáticas	9	1	2
BC's	Banheiras e Chuveiros	3	-	-
BR's	<i>Blue and Red</i>	2	-	-
CM's	Mintas	2	-	-
CA's	Clássicas	4	-	-
CTH's	Cartuchos Termostáticos	5	2	-
PM's	Pré-montagens	6	-	-
LS's	Lasers	-	1	4

Como se pode concluir, a quantidade de linhas de montagem manual é muito superior, uma vez que a aquisição de máquinas automáticas e semiautomáticas é relativamente recente, sendo um projeto que se encontra ainda numa fase precoce. No entanto, o objetivo para os próximos anos passa pela automatização do processo de montagem de forma a elevar os índices de produtividade, reorientando os operadores das linhas apenas para as tarefas de embalagem e paletização.

Em relação à hierarquia, à semelhança da organização estrutural da fábrica, o departamento é liderado pelo Diretor da Montagem, que possui a seu encargo uma equipa de gestores da produção, denominados *Value Streams Managers* (VSM's).

Traduzido à letra, estes “Gestores de Fluxo de Valor” têm a responsabilidade de fazer o escalonamento das ordens de produção (OP) pelas linhas de montagem disponíveis, bem como gerir as equipas e processos dos *streams* correspondentes. A seu encargo têm várias chefes de equipa, as *Team Leaders* (TL's), que por sua vez fazem uma gestão minuciosa dos processos, no chão de fábrica, estando estas responsáveis pela preparação de todo o material necessário à OP.

Abaixo destas encontram-se as operadoras de montagem, responsáveis pela montagem e embalagem dos produtos e as equipas de logística de suporte, compostas por: abastecedores (responsáveis pelo transporte dos componentes desde o armazém até à linha de montagem), *stackers* (encarregues de recolher as paletes de produto acabado e entregá-las no armazém), coletores de caixas (responsáveis por recolher as caixas de componentes vazias), comboios logísticos (para a recolha e substituição dos contentores de plástico e de cartão da linha) e por fim os serventes (que fazem a recolha da sucata e de outros resíduos, bem como a distribuição de alguns consumíveis).

A par disso existe a equipa de afinadores, liderada por um VSM, responsável pela preparação das ferramentas e equipamentos necessários à produção, resolução de avarias e afinações, e ainda a melhoria de infraestruturas.

De forma a fazer um controlo de qualidade dos produtos, existe ainda uma equipa denominada *Firewall* que analisa uma percentagem dos produtos embalados de forma a validar ou não a palete, equipa esta liderada atualmente de forma direta pelo Diretor da Montagem.

O Departamento de Montagem possui atualmente 4 VSM's, 3 deles que fazem a gestão das operações dos 10 *streams*, e um outro que gere a equipa de afinadores, como podemos observar na Tabela 6. No Anexo D é possível consultar a organização hierárquica de forma mais detalhada.

Tabela 6 - Distribuição dos *streams*/tarefas pelos VSM's.

VSM 1	CZ's e LB's
VSM 2	LS's, TH's e CTH's
VSM 3	BC's, BR's, CM's, CA's e PM's
VSM 4	Equipa de Afinadores

3.3.2 Layout

Da mesma forma que os produtos estão distribuídos por *streams*, o *layout* da Montagem (Fig.32) segue o mesmo padrão, estando subdividido em várias zonas, cada uma delas correspondente a um conjunto de linhas de um determinado *stream*.

A área da Montagem está espalhada ao longo de um piso inferior onde estão presentes a maioria dos *streams*, e também por um varandim superior, composto pelos gabinetes de apoio à produção (Diretor de Operações, VSM's, Engenharia, Qualidade, entre outros) e ainda pelos *streams* das PM's e dos CTH's.

Para além disso inclui também o Centro de Informação (CI), local onde as TL's fazem os requerimentos e consultas de material ao armazém, impressão de OP, etc. e a Ferramentaria da Montagem, onde os Afinadores realizam as manutenções e reparos de equipamentos, e onde são armazenadas as ferramentas de montagem dos produtos.

O departamento possui ainda uma Zona Verde, local com mesas e máquinas de *vending* onde todos os colaboradores realizam as suas pausas.



Figura 32 - Layout da Montagem (Piso Inferior).

3.3.3 Constituição das Linhas de Montagem

Antes de analisar o processo de montagem é necessário compreender a constituição das várias linhas de montagem do departamento. Apesar da existência de ligeiras variações entre *streams*, é possível detalhar de forma genérica a constituição de uma linha de montagem bem como o fluxo de operações. Por questões de simplificação apenas serão analisadas as linhas de montagem manual, no entanto o fluxo produtivo nas linhas automáticas e semiautomáticas é relativamente semelhante. As linhas de montagem manual de torneiras são normalmente operacionalizadas por 2 ou 3 operadoras e possuem uma forma em “U”, sendo divididas por 3 zonas de trabalho (Fig.33):

- **Bancada 1** - nesta bancada é realizada a montagem dos componentes essenciais ao funcionamento da torneira (tubos, sedes, casquilhos, cartuchos, etc.) segundo o cumprimento de várias operações, estando cada uma desta associada a um Posto (P).
- **Bancada 2 ou “Teste de Estanquidade”** - neste local é realizada a verificação de fugas. A torneira semiacabada é sujeita a um teste de ar comprimido que verifica se as fugas presentes ultrapassam ou não os limites impostos. Nos casos em que a torneira esteja “OK”, é carimbada de forma a ser garantida a sua qualidade.
- **Bancada 3** - por último, são montados os últimos acessórios, seguindo-se uma limpeza manual e o embalamento.

De forma a facilitar a montagem, as bancadas 1 e 3 possuem dois níveis de rampas de abastecimento, onde são colocados os componentes em menores quantidades e de forma mais acessível às operadoras. Para além das zonas de trabalho cada linha de montagem possui 2 contentores de resíduos (plástico e cartão) bem como 2 zonas de descarga de paletes de material e também 2 zonas de paletes de produto acabado (uma em funcionamento e outra vazia).



Figura 33 - Linha de montagem manual genérica.

A montagem e testagem das torneiras é realizada com o apoio de ferramentas (Fig.34) previamente projetadas pela Engenharia e contruídas internamente na fábrica de Albergaria. Para cada produto em particular existe um conjunto de ferramentas necessário (composto por um número variável de ferramentas), que pode ser repetido em casos de produtos similares.

Desta forma, a cada posto está associada uma ferramenta, ferramenta essa destinada à realização de apenas uma operação em particular, permitindo a produção ao estilo “*one-piece flow*” – evitando a criação de *stock* intermédio e reduzindo o tempo de ciclo.

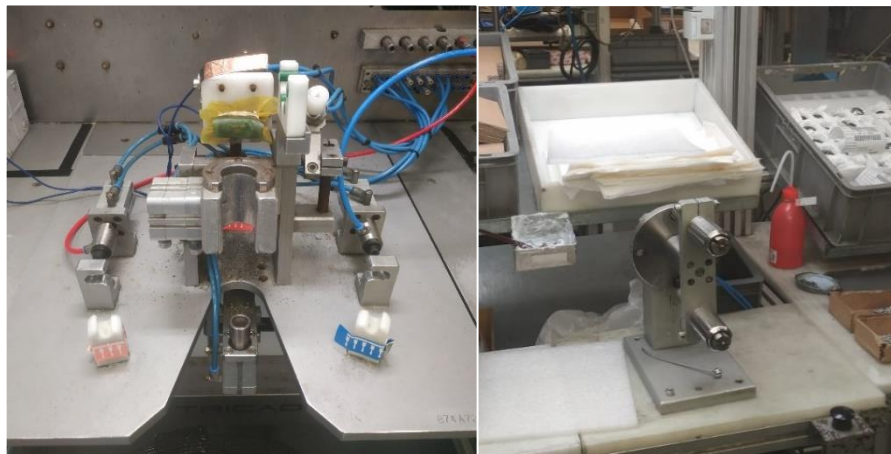


Figura 34 - Exemplos de ferramentas de montagem: teste de estanquidade (à esquerda) e limpeza (à direita).

Associado a cada linha de montagem está também um monitor tátil, o *E-plant*, que permite realizar inúmeras operações de registo e consulta de forma a dar apoio à produção. O *E-plant* permite o registo das operadoras na linha (através da leitura do cartão do colaborador), a sinalização de peças defeituosas ao longo da produção, a consulta de instruções de montagem/embalamento e de listas de material, a devolução de material ao Armazém, entre muitas outras. Entre as operações mais importantes destacam-se o registo do estado da linha (ativa, parada ou fechada), o tempo de funcionamento/paragem, os motivos de paragem, a OP atual/seguinte e os indicadores de produtividade atuais e esperados.

O *E-plant* possui ligação à rede interna e recebe e fornece dados de produção através do software de gestão interno, o SAP. Este software permite uma gestão centralizada, evitando as falhas de comunicação de dados em casos onde os departamentos funcionem com bases de dados independentes. O SAP possui inúmeras funcionalidades adaptáveis à realidade de cada empresa e no caso da Grohe Portugal permite requisições de material, gestão de *stocks*, expedições e registos de produção, consulta de desenhos técnicos, instruções de montagem, listagens de material, OP já realizadas, entre muitas outras, fazendo a conexão da informação em toda a fábrica e tornando-a acessível a todos os colaboradores.

Outro equipamento utilizado na linha é a “Impressora de TPI’s” que permite fazer uma impressão a tinta, com informações de produção, nos documentos em papel introduzidos na embalagem tais como instruções de instalação e manutenção, garantia, entre outros. Ambos os equipamentos (Fig.35) estão localizados junto ao posto da embalagem.

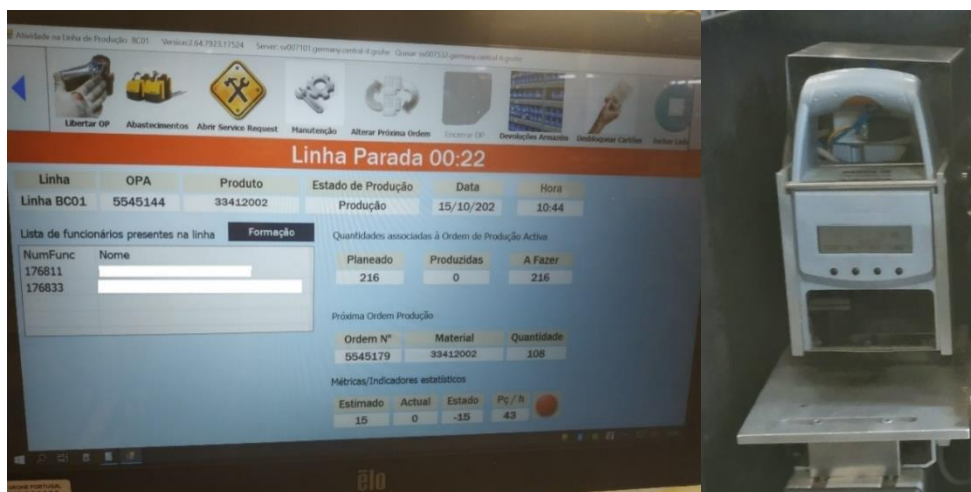


Figura 35 - E-plant (à esquerda); impressora de TPI's (à direita).

3.3.4 Processo de Montagem

Apesar do vasto número de *streams* e de produtos diferentes, é possível descrever de forma genérica o conjunto de operações presentes no processo de montagem através da sua subdivisão em 4 principais etapas, analisadas individualmente de seguida.

1ª Etapa – Gravação (LS's)

O processo de montagem inicia-se no *stream* das LS's. Nesta primeira etapa, os corpos ou outros componentes que necessitem de gravações são trazidos para junto da zona das LS's por parte dos operadores da Galvânica ou por *stackers* no caso de serem provenientes do Armazém (como é o caso de produtos provenientes de fornecedores externos ou de PVD). Estes componentes são então sujeitos a processos de gravação a laser ou tampografia de forma a obter-se a nomenclatura da marca “GROHE”, a simbologia de água quente e água fria, entre outras gravações referentes ao produto final.

O processo de gravação é realizado num equipamento com uma mesa rotativa onde são introduzidas as ferramentas que suportam as peças a gravar, os “porta-peças” (Fig.36). Estes utensílios permitem a fixação e calibração das peças, de forma a prevenir erros de gravação. Cada equipamento tem a capacidade de suportar 8 porta-peças, permitindo a gravação de 8 peças em simultâneo ao longo das várias unidades de laser e tampografia que são acionadas aquando da rotação automática da mesa.

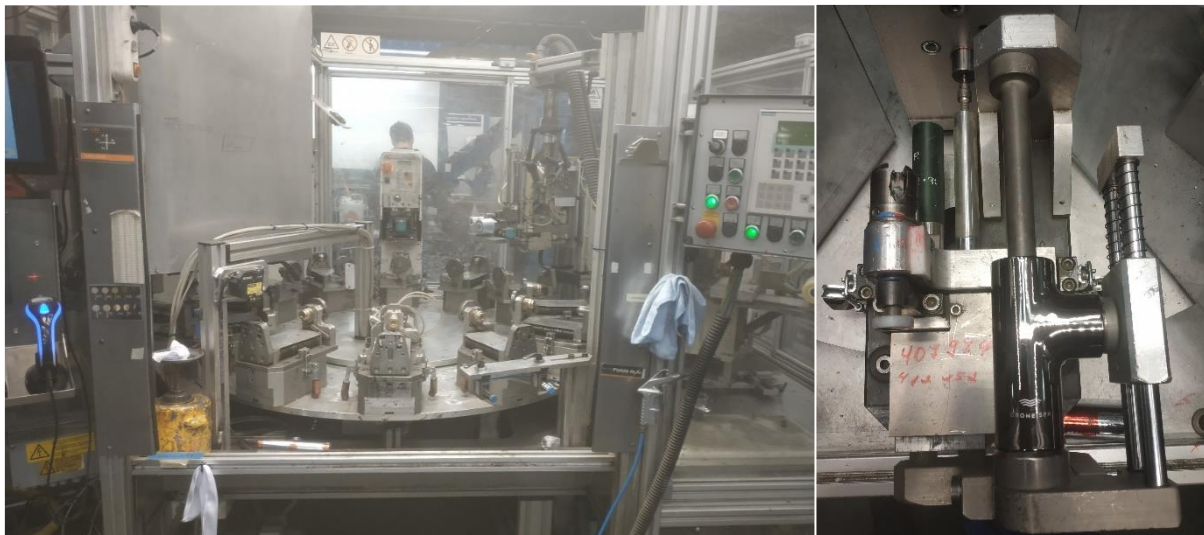


Figura 36 - Máquina Laser (à esquerda); porta-peças com exemplo de gravação (à direita).

Uma vez terminado o processo, os componentes necessitam de uma secagem ao natural durante pelo menos 6 horas, de forma a prevenir a remoção da tinta aquando do seu manuseio. Depois disso são transportados por um *stacker* até ao Armazém onde são temporariamente armazenados até surgir necessidade de montagem, ou então expedidos no caso de serem enviados para montagem noutras fábricas do grupo. Em algumas situações podem seguir diretamente para a linha de montagem de forma a suprir uma necessidade imediata.

2ª Etapa – Preparação da OP

A montagem propriamente dita é desencadeada pela abertura de uma Ordem de Produção (OP) por parte do Planeamento e posteriormente escalonada pelos VSM's no “Escalonador”, um *software* em forma de cronograma com as várias OP a produzir em cada linha de montagem. Uma vez escalonada, a OP é analisada pela TL do *stream* correspondente, que verifica a disponibilidade dos corpos ou alavancas já gravados, fazendo uma requisição da quantidade deste material ao Armazém com, no mínimo, 2 horas de antecedência. No caso em que estes componentes, denominados MTO's (*Make to Order*), não estejam disponíveis em *stock*, a TL tem o poder de adiar esta OP no Escalonador e substituir por uma outra.

Realizada a encomenda, e, por conseguinte, confirmada a realização da OP, a TL necessita de informar os vários intervenientes acerca desta nova produção.

Para tal, comunica ao Abastecedor do seu *stream* a necessidade de fazer o transporte dos MTO's assim que disponíveis, bem como abastecer a linha de montagem com todos os restantes componentes do SKU (referência do produto) em questão, disponíveis em estantes “tipo supermercado”, denominadas “Dinâmicos”. O SKU é uma codificação de forma a identificar o produto a montar, estando a si associada uma lista de peças, onde constam para além dos corpos ou alavancas,

todos os restantes componentes necessários à sua montagem. É com base nesta lista que o Abastecedor se desloca ao Armazém de forma a reunir todo este material em paletes, paletes essas que transportará até à linha de montagem.

Ao mesmo tempo, a TL comunica à equipa de Afinadores a necessidade de preparação de todos os equipamentos e ferramentas que entrarão em funcionamento na linha de montagem.

De seguida, a TL dá início à preparação dos vários documentos de apoio à produção:

- **FLAOP** - Folha de Libertação/Acompanhamento da Ordem de Produção (Fig.37). No fundo trata-se de um *checklist* onde constam os vários passos que compõe a preparação da linha de montagem para o SKU a produzir, bem como outros registos úteis à produção (ver Anexo E);
- **Lista de Peças** - anexada à FLAOP, diz respeito à lista de todos os componentes associados ao SKU a produzir. Idêntica à utilizada pelo Abastecedor na preparação dos componentes (ver Anexo F);
- **Etiquetas de identificação** - utilizadas na identificação exterior de cada embalagem de produto já finalizada. Contém informações do produto, bem como um código de barras para rastreio (Fig.37);
- **Folha de gravação** – também denominada como “carimbo” da ordem a produzir é utilizada durante a montagem de forma que o produto seja gravado com o país, número de lote e data, tornando possível a identificação em casos de reclamação do cliente (Fig.37).

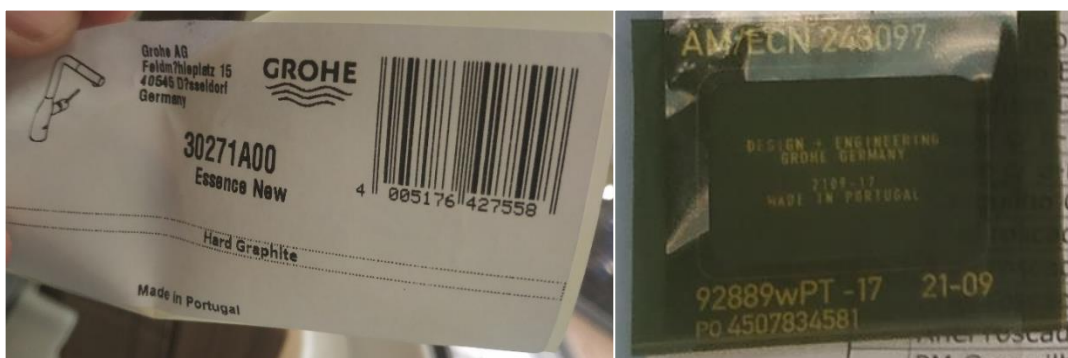


Figura 37 - Etiqueta de identificação (à esquerda); folha de gravação (à direita).

Todos estes documentos são então transportados pela TL até à linha de montagem (ainda a montar o SKU anterior), momento onde as operadoras de montagem são alertadas acerca da nova OP.

É de salientar que a comunicação da TL à sua equipa e à equipa de Afinadores é apenas uma preparação para o momento em que a OP atual – a decorrer na linha em questão – termine, momento esse em que é feita a troca de componentes e ferramentas (*setup*) para a produção da OP em questão.

3ª Etapa – Setup

Terminada a OP atual, dá-se início ao *setup* através do registo de paragem no *E-plant*. Esta tarefa é realizada pela TL ou por uma das operadoras de montagem, através do cumprimento da seguinte sequência de passos:

1. Encerramento da OP anterior;
2. Ativação da OP seguinte (já em espera no sistema);
3. Paragem do *E-plant* para a realização do *setup*.

A realização deste procedimento permite fazer um controlo de tempos de produção/paragem mais realista, de forma a monitorizar custos.

Durante o *setup* são realizadas várias atividades de preparação da linha, realizadas por 3 principais intervenientes: operadoras de montagem, abastecedor e equipa de afinadores.

As operadoras de montagem fazem a contagem e registo dos componentes sobrantes da OP anterior e colocam-nos numa palete que será recolhida pelo Abastecedor, quando este chega à linha com as paletes de material da OP seguinte. Segue-se a desembalagem, confirmação e disposição dos novos componentes nas rampas de abastecimento da linha de montagem por parte do Abastecedor, juntamente com as operadoras de montagem que, entretanto, vão realizando tarefas de limpeza das bancadas de trabalho.

Em simultâneo o Afinador faz a substituição e calibração de todas as ferramentas necessárias para a montagem e testagem, bem como a substituição do teste de estanquidade e a seleção do programa. As ferramentas de montagem são transportadas até à linha num “carro de *setups*”, carro esse que possui 2 zonas: uma para receber as ferramentas retiradas e outra para transportar as novas. Todos os utensílios de trabalho de cada afinador (chaves, martelos, luvas, etc.) estão localizados no “carro de ferramentas” respetivo (Fig.38).

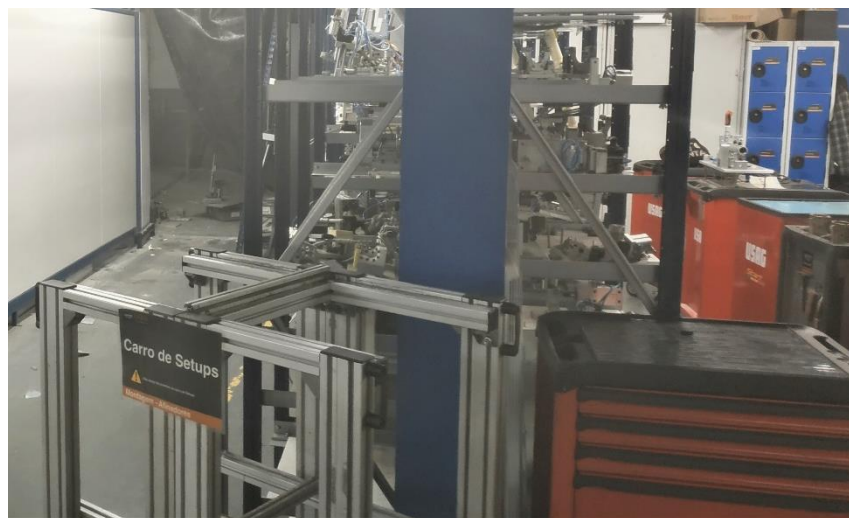


Figura 38 - Carro de *setups* (à esquerda); carro de ferramentas (à direita).

O Afinador acompanha também a produção da 1ª peça da OP, que deve ser guardada e colocada posteriormente em último lugar na palete como forma de controlo de qualidade em caso de erros de montagem. É de salientar também a colocação da Folha de Gravação (carimbo) no teste de estanquidade por parte das operadoras.

Quando a 1ª peça é concluída, as operadoras iniciam então a montagem de forma normalizada encerrando a paragem no *E-plant* e ativando automaticamente a nova OP.

4ª Etapa – Montagem

A montagem dos produtos é realizada segundo o *layout* da linha de montagem, abordado anteriormente.

Na bancada 1 (Fig.39) são normalmente realizadas entre 2 e 4 operações distintas, dependendo do SKU, tais como montagem de tubos, emulsores, bicas ou cartuchos. A fixação destes elementos ao corpo da torneira é realizada por meio de parafusos, anilhas, anéis roscados, entre outros. Estes elementos são apertados por aparafusadoras, devidamente calibradas para o efeito, sob o apoio de ferramentas ou suportes que facilitem a montagem.



Figura 39 - Exemplo da bancada 1 de uma linha genérica.

Na bancada 2 (Fig.40), é realizado um teste de estanquidade segundo um programa previamente concebido pela Engenharia e instalado nos equipamentos pelos Afinadores. Este teste consiste na incidência de ar comprimido (normalmente a 3 bar) ao longo dos vários canais internos da torneira, de forma a testar o bom funcionamento de todos os seus constituintes em conjunto. Uma vez cumprido o teste, é feita a carimbagem segundo um processo de eletroerosão sob a Folha de Gravação (Fig.37), bem como a colocação de etiquetas de identificação da circulação de água quente e fria (vermelhas e azuis, respetivamente).

Na bancada 3 (Fig.40) segue-se uma operação de montagem final, normalmente da alavanca, a limpeza manual com o apoio de um suporte de limpeza e por fim o embalamento no último posto. O embalamento inclui a montagem da embalagem, seguindo a colocação da torneira, inserções (conjuntos de instalação), instruções de instalação e manutenção (TPI's) e garantia.

Para terminar, é colocada a etiqueta de identificação seguindo-se a inserção da embalagem da palete, que após finalizada, é transportada por um *stacker* até ao Armazém, finalizando o processo de montagem.



Figura 40 - Exemplo da bancada 2 (à esquerda) e da bancada 3 (à direita), de uma linha genérica.

Os produtos montados são então expedidos diretamente para o centro logístico correspondente, não existindo nenhum *stock* de produto acabado na unidade industrial da Grohe Portugal.

CAPÍTULO 4

O SMED NAS LINHAS DE MONTAGEM DA GROHE

4.1 Levantamento do Problema

Partindo do pressuposto abordado no capítulo introdutório – acerca do crescimento da diversidade de produtos e conseqüente aumento da complexidade de produção – é possível associar a situação vivida no dia-a-dia da Grohe Portugal a esta realidade. Todos os anos são realizados lançamentos de novos produtos – projetados no centro corporativo, na Alemanha, e com o apoio do departamento de Engenharia da fábrica de Albergaria – que vêm adicionar maior complexidade ao processo produtivo. Apesar de serem reunidos esforços para manter ao máximo a utilização de componentes de montagem e corpos já utilizados na produção, é cada vez mais difícil atingir novos mercados e rentabilizar novos projetos sem fazer a variação destes constituintes do produto.

Enquanto no Pré-processo novos produtos implicam a produção de um novo corpo (nos casos em que haja essa necessidade), a verdadeira complexidade está associada principalmente ao departamento de montagem. Neste local são montadas várias variantes de SKU's relativas ao lançamento do mesmo produto, seja pelo variado número de cores disponibilizados pelo PVD ou pela variação de componentes acessórios – tais como alavancas ou bicas – e de sistemas internos de funcionamento. Estas variações pretendem alargar o leque de produtos disponíveis ao consumidor, aumentando a oferta, no entanto em sentido oposto geram complexidade produtiva que acarreta custos significativos.

Para além disto é cada vez maior a complexidade associada ao fluxo de materiais, o que dificulta o trabalho da *Supply Chain* em garantir, prontos para produção, um cada vez maior número de componentes adquiridos a fornecedores. Outro problema neste campo é a quantidade de produtos que possuem corpos adquiridos a fornecedores externos para além da produção interna no Pré-Processo. Apesar da configuração idêntica os corpos possuem codificações diferentes, e com isso os SKU's a estes associados serão diferentes (embora na prática o produto seja igual).

Graças a todos estes fatores, a cada dia que passa é cada vez maior o número de SKU's ativos, que por vezes demoram vários anos a deixarem de ser fabricados. Deste modo gera-se uma sobrecarga da capacidade dos operadores e de todos os colaboradores da Montagem e de departamentos de apoio em absorver tão elevado volume de informação, gerando equívocos de forma sistemática.

4.1.1 A Complexidade das Linhas de Montagem da Grohe

A cada vez maior diversidade de produtos presente nos vários *streams* tem levado à necessidade de readaptar com frequência as linhas de montagem de forma a absorver a produção, seja com novos equipamentos, ferramentas, parâmetros de funcionamento ou instruções de trabalho. De forma a uniformizar a produção sem levar à necessidade de adaptar todas as linhas de montagem aquando da chegada de um novo produto, são definidas linhas específicas nas quais são feitas as alterações necessárias. A médio/longo prazo, esta medida tem levado à criação de “subfamílias” dentro do próprio *stream*, onde a cada subfamília corresponde apenas uma percentagem das linhas de montagem totais (por vezes apenas 1 linha de montagem).

A consequência desta restrição de linhas de montagem passa pelo aumento da dificuldade por parte dos VSM's em fazer o escalonamento das OP, uma vez que possuem apenas um número limitado destas onde podem alocar a produção de determinado SKU. Este problema aliado a outros tais como o atraso na entrega de componentes por parte de fornecedores, falhas de abastecimento das linhas de montagem graças à falta de coordenação de operações adjacentes ou ainda ao absentismo (principalmente depois do início da pandemia do covid-19) tem aumentado ainda mais essa dificuldade, gerando graves problemas de produtividade e de atraso na entrega ao cliente.

Um dos KPI's (indicadores de performance) utilizados internamente para medir o atraso nas entregas é o *Backlog*, um indicador representativo do valor (em Euros) das encomendas relativas a produtos que ainda não foram produzidos. Nos últimos anos e graças aos fatores anteriormente enumerados, o *Backlog* da fábrica de Albergaria tem atingido valores *record*, por vezes o maior de todas unidades produtivas da Grohe. Apesar deste ser um indicador geral para a toda a fábrica, é utilizado diariamente como referência no Departamento de Montagem, assim como o “TOP-200”, o conjunto de 200 SKU's que mais contribuem para o *Backlog*. Deste modo é possível definir estratégias internas e prioridades de produção.

No entanto, os problemas gerados pelo aumento da complexidade não se resignam apenas a montante do escalonamento das OP, mas também aquando da preparação e produção dos SKU's nas linhas de montagem.

A estratégia de redução do tamanho dos lotes – imposta pela empresa por via da necessidade de satisfazer as encomendas do seu vasto portefólio de produtos – tem gerado, de forma expectável, paragens sistemáticas de mudanças de produção (*setups*). Dada a constante chegada de novos produtos à Montagem a um ritmo acelerado, por vezes não são definidos os parâmetros de funcionamento e as ferramentas mais adequadas ao processo produtivo, deixando dúvidas aos afinadores aquando da preparação da linha. Do mesmo modo nem sempre ficam explicitas e acessíveis as instruções de trabalho das operadoras de montagem, gerando por vezes a produção de lotes defeituosos, com elevado custo para a empresa. O mesmo

se aplica aos abastecedores, que repetidamente se veem envolvidos em erros de abastecimento de componentes, que fazem prolongar a duração do *setup*.

Para além disso, por se tratar inicialmente de produções experimentais e de baixa frequência, não é garantido o tempo de experiência necessário ao desenvolvimento da curva de aprendizagem, gerando tempos de *setup* e de produção bastante elevados, principalmente no caso de trabalhadores recentemente contratados ou de trabalho temporário.

O resultado do agrupamento de todas as consequências ao nível produtivo (Tabela 5) é o aumento do *lead time* de entrega, resultando no aumento do *Backlog*. Deste modo, é urgente a definição de estratégias com vista à minimização das consequências resultantes do aumento da complexidade.

Tabela 7 - Consequências do aumento da diversidade de produtos, bem como as respetivas causas.

Consequências	Causas
Dificuldade no escalonamento de OP	Restrição de linhas de montagem
	Maior nº de componentes necessários
Maior número de <i>setups</i>	Necessidade de lotes mais reduzidos
<i>Setups</i> mais longos	Maior complexidade de componentes, ferramentas e parâmetros de funcionamento
	Inexperiência relativa a novos produtos
Maior tempo de ciclo	Maior complexidade de montagem
	Inexperiência relativa a novos produtos

4.1.2 Problema e Método

De entre os problemas abordados anteriormente foi definido como objetivo principal deste estágio a aplicação de ações com vista à redução dos tempos de *setup*. Em simultâneo, esta medida pretende:

- Encontrar formas de reduzir o tempo de *setup*, através da simplificação de atividades e redução de desperdícios;
- Atenuar o impacto da elevada quantidade de *setups* atualmente necessários de forma a cumprir a produção;

A metodologia a aplicar é a ferramenta “*lean*”, SMED, através do procedimento de 4 etapas proposto por Shingo (1983) e abordado no Capítulo 2.

A Grohe é promotora de metodologias “*lean*” dentro da empresa, através da sua equipa de melhoria contínua pertencente ao Departamento de Engenharia. Um dos

exemplos disso é o programa de 5S em vigor no processo de montagem, que serve de diretriz a todos os colaboradores de forma a manter o espaço de trabalho limpo e organizado. Deste modo, a aplicação da metodologia SMED possui uma base de sustentação forte, uma vez que a simplificação de atividades de *setup* assenta de forma significativa nesta metodologia.

Num primeiro momento é feito um estudo detalhado do funcionamento dos *setups* de forma a permitir a aplicação da metodologia de forma sustentada. O objetivo final é o desenvolvimento de soluções aplicáveis na prática e que permitam melhorar individualmente cada uma das várias atividades executadas, contribuindo para a melhoria global dos *setups* do Departamento de Montagem.

4.2 Primeiras Observações

De forma inerente às atividades de integração e de conhecimento do processo produtivo foram acompanhados vários *setups* realizados nas linhas de montagem, antes sequer do início aplicação da metodologia propriamente dita. Esta observação prévia – em paralelo com o estudo teórico da metodologia SMED – permitiu compreender alguns aspetos gerais dos *setups* realizados no departamento, bem como conhecer os principais intervenientes das várias atividades que os compõem. O foco foram as linhas de montagem manual, onde se verifica o maior fluxo de pessoas e materiais – e com isso os maiores tempos de *setup*.

Numa primeira instância foi possível verificar a existência de algumas diferenças entre os *setups* realizados. Enquanto alguns necessitavam de uma substituição completa de todas as ferramentas e de todos os componentes de montagem, outros apenas requeriam a troca de um pequeno número destes mesmos componentes, mantendo a totalidade das ferramentas utilizadas anteriormente. Deste modo, foi possível chegar a uma primeira conclusão relativamente aos 2 tipos de *setup* existentes na Montagem: o “*setup* de ferramentas” e o “*setup* de componentes”.

O “*setup* de ferramentas” diz respeito a situações de mudança de produção entre produtos de morfologias distintas, ou seja, situações em que há alteração do corpo da torneira. Nestes casos, existe necessidade de alteração de uma grande quantidade (senão toda) das ferramentas utilizadas na linha de montagem, bem como dos componentes em vigor.

Por outro lado, o “*setup* de componentes” engloba as mudanças de produção em que a morfologia do corpo metálico é mantida, havendo lugar apenas a algumas alterações de componentes e mantendo (à partida) todas as ferramentas. Um exemplo deste *setup* é em casos onde há variação da cor do produto, ou de alguns constituintes menores como a alavanca ou a bica. Deste modo o *setup* é utilizado apenas para devolução de componentes desnecessários e reabastecimento dos novos componentes, não sendo necessária a intervenção de um Afinador.

A Tabela 8 explica de forma resumida as diferenças entre os 2 tipos de *setup*. Partindo desta distinção de *setup* é possível compreender de forma estruturada as diferenças das atividades realizadas durante o mesmo, uma vez que a realização de um “*setup* de componentes” não exige o mesmo nível de dificuldade nem de alocação de recursos do que um “*setup* de ferramentas”. Apesar disso, e como em todos os processos produtivos, existem sempre exceções à regra, não consideradas neste trabalho de forma a reduzir a complexidade da análise.

Tabela 8 - Diferenças entre “*setup* de ferramentas” e “*setup* de componentes”.

	Setup de Ferramentas ✂	Setup de Componentes ⚙
Troca de ferramentas	✓	✗
Troca de componentes	✓	✓
Corpo igual	✗	✓
Team Leader (TL)	✓	✓
Abastecedor	✓	✓
Operadoras de Montagem	✓	✓
Afinador	✓	✗

Algumas das primeiras impressões retiradas ao longo deste acompanhamento de *setups*, e em simultâneo do processo produtivo, foram:

- **Celeridade de produção:** alta velocidade de montagem por parte das operadoras mais experientes, motivadas pelos prémios produtivos oferecidos pela Grohe como complemento ao salário;
- **Foco no *stream* das TH's:** pelo alto custo/lucro das torneiras termostáticas, é dos *streams* mais priorizados, tanto pela direção do departamento como pelos colaboradores do chão-de-fábrica;
- **Constrangimentos de zonas de passagem:** resultantes do enorme fluxo de pessoas e material e da obstrução das vias com paletes de material (falta de espaço em cada linha de montagem), carros de ferramentas ou de *setup*, etc.;

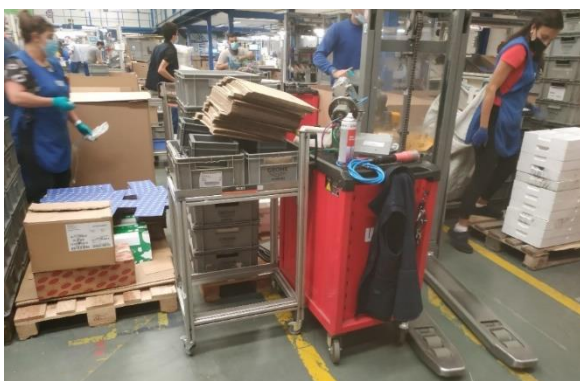


Figura 41 - Constrangimento numa zona de passagem.

- **Elevado número de avarias de 1º nível:** grande parte das produções observadas exigiam a chamada do Afinador à linha de montagem correspondente de forma a resolver qualquer problema de mau funcionamento de ferramentas. Esta quantidade de avarias/afinações leva à sobrecarga de trabalho da equipa de afinadores, por vezes comprometendo ou atrasando a realização de *setups* noutras linhas;
- **Desorganização de ferramentas de montagem:** as ferramentas de montagem dos vários *streams* encontram-se armazenadas de forma descentralizada ao longo do *layout* do departamento. Para além disso, não existe qualquer posição de armazenamento fixa, encontrando-se estas dispostas de forma aleatória em “carros” construídos para o efeito, tal como é possível observar na Figura 42. Esta desorganização leva a elevadas perdas de tempo na procura pela ferramenta correta aquando da realização de um determinado *setup*;



Figura 42 - Desorganização de ferramentas de montagem.

- **Relação experiência vs tempo de *setup*:** dentro da equipa de afinadores a experiência é um fator determinante na duração da troca e ajuste de ferramentas na linha. Isto leva a que afinadores menos experientes, por norma, realizem *setups* de forma mais demorada, tendo em conta a falta de conhecimento das particularidades de cada produto;
- **Falhas nos registos das paragens:** ao longo do tempo produtivo ocorrem paragens (avarias, falta de material, pausas, etc.) que muitas vezes não são registadas pelas operadoras de montagem no *E-plant*, seja por esquecimento ou por outros motivos. Isto provoca a camuflagem destes “tempos mortos” no tempo produtivo, contribuindo para a desinformação e para o descrédito dos registos efetuados. No caso dos *setups* o mesmo também acontece, levando a que muitas vezes sejam registados tempos de *setup* errados, havendo mesmo casos em que os mesmos são inexistentes.

Partindo deste conhecimento geral sobre o funcionamento das operações bem como de algumas particularidades, seria então possível iniciar a aplicação da metodologia SMED.

4.3 Aplicação da metodologia

4.3.1 Etapa Preliminar – Registo de Atividades e Tempos

A etapa preliminar consistiu no registo de atividades dos vários intervenientes ao longo do *setup*, bem como do seu *lead time*. Para tal foram utilizados um cronómetro e um bloco de notas para um levantamento inicial, sendo posteriormente registado em *Excel* de forma a facilitar a análise. Assim, seria possível dividir as tarefas nas seguintes fases:

1ª Fase: Observação de *setups* e registo das atividades de cada interveniente;

2ª Fase: Cronometragem e cálculo do *lead time* do conjunto das atividades de cada interveniente;

3ª Fase: Análise de dados e conclusões;

Este primeiro levantamento teve lugar nas semanas 42 a 44 (ver Anexo A) e permitiu uma análise geral de cerca de 30 *setups*.

Antes de iniciar o trabalho de campo, foram excluídos da análise alguns dos *streams*, com o objetivo de eliminar particularidades inerentes aos respetivos produtos e/ou processos, que aumentariam a variabilidade e complexidade dos dados:

- **LS's:** tendo em conta a distinção do seu processo (gravação e tampografia) e do respetivo *setup*;
- **TH's:** por possuírem um teste de verificação extra (teste de água, para atestar a funcionalidade de manter a água a 38°C);
- **BR's:** devido a algumas especificidades desta gama de produtos.

Desta forma seria possível garantir alguma regularidade ao longo do estudo, tendo em conta a relativa similaridade no processo de montagem e de *setup* dos restantes *streams*.

O levantamento das atividades desempenhadas por cada interveniente foi realizado a partir da observação direta dos *setups* na linha de montagem e ainda pelo acompanhamento individual de cada um destes ao longo de todo o seu trajeto.

Na Tabela 9 são apresentadas as tarefas desempenhadas ao longo do processo de *setup*, bem como a duração mínima e máxima observada na amostra. É de salientar que embora grande parte delas possam ser decompostas num determinado número de tarefas mais curtas – com menores tempos de ciclo – são demonstradas desta forma com o objetivo de simplificar e uniformizar todos os *setups* executados nos *streams* em análise.

Tabela 9 - Tarefas desempenhadas por cada um dos intervenientes ao longo do *setup* e a sua duração (em minutos), mínima e máxima, registada.

Função	Tarefa		Δt (min.)	
			mín.	máx.
Team Leader (TL)	A1	Encomenda de MTO's ao Armazém	2	6
	A2	Comunicação do <i>setup</i> aos Afinadores	0,5	1
	A3	Comunicação do <i>setup</i> ao Abastecedor	2	5
	A4	Preparação e transporte dos documentos da nova OP	5	10
	A5	Encerramento e ativação da nova OP	1	2
Operadoras de Montagem	B1	Contagem do material da OP finalizada	2	10
	B2	Colocação do material nas paletes	2	5
	B3	Limpeza/arrumação da linha de montagem	3	8
	B4	Confirmação do material da nova OP	5	10
	B5	Disposição do material nas rampas de abastecimento	3	9
	B6	Colocação do carimbo no teste de estanquidade	1	2
	B7	Montagem e verificação da 1ª Peça	3	4
Abastecedor	C1	Consulta da lista de peças da nova OP	1	2
	C2	Preparação do material (MTO's + componentes)	5	15
	C3	Transporte em paletes até à linha e descarga	2	10
	C4	Recolha de paletes com material da OP anterior	2	10
Afinador	D1	Deslocação à linha para verificar SKU	0,5	1
	D2	Deslocação até à zona de ferramentas	0,5	1
	D3	Procura das ferramentas e colocação no carro de <i>setups</i>	1	15
	D4	Transporte das ferramentas até à linha de montagem	0,5	1
	D5	Remoção das ferramentas da OP anterior	2,5	6
	D6	Instalação e afinação das ferramentas	5	7
	D7	Instalação das aparafusadoras e <i>bits</i> de aperto	3	5
	D8	Afinação do teste de estanquidade	4	15
	D9	Acompanhamento do teste da 1ª peça	1	2
	D10	Verificação de binários e preenchimento da FLOAP	2	3
	D11	Transporte das ferramentas da OP anterior e arrumação	1,5	2,5
	D12	Deslocação à linha para recolher carro de ferramentas	0,5	1

Apesar de não intervir de forma direta nas atividades de mudança de componentes e ferramentas, a TL possui uma função crucial na preparação das OP e na coordenação das suas equipas, juntamente com a equipa de afinadores, de forma que os *setups* sejam realizados de forma eficiente. Deste modo, as tarefas por si desempenhadas são consideradas como parte do processo de *setup*, embora a duração das mesmas não possua grande relevância em termos práticos. Ainda assim, os principais fatores que determinam a duração dessas atividades são:

- **Ocupação de equipamentos do CI:** desde computadores, impressora de papel ou impressora de etiquetas, por serem equipamentos partilhados entre as várias TL's de cada *stream*;
- **Distância entre o CI e a linha de montagem:** apesar de o CI estar localizado numa zona central, é principalmente a distância entre este e a linha de montagem em questão que afeta a duração das atividades desempenhadas pela TL, tais como o transporte dos documentos de apoio à produção ou a deslocação para o encerramento/ativação das OP.

No caso das operadoras de montagem, a variabilidade dos tempos observados é, normalmente, relativa a 2 principais fatores:

- **Diferença de material entre as OP:** quanto maior esta diferença, maior o número de componentes que necessitam ser contados e colocados na paleta para devolução, e conseqüentemente, maior o número dos mesmos que necessitam ser confirmados e dispostos nas rampas de abastecimento;
- **Nº de operadoras na linha:** tendo em conta que podem estar a operar entre 2 e 3 operadoras na linha de montagem, esta pequena diferença faz variar a duração das atividades desempenhadas.

Apesar disso as operadoras de montagem, por estarem sempre presentes na linha, são o único elemento que acompanha todo o *setup*, facilitando a coordenação das operações de mudança de componentes e ferramentas.

Os tempos das tarefas do Abastecedor, à semelhança das operadoras de montagem, também possuem impacto direto pelo número de componentes diferentes entre as OP e conseqüentemente a quantidade de paletes a transportar.

Já o Afinador é aquele que possui um maior leque de tarefas a desempenhar, e neste caso, os fatores diferenciais entre os tempos de execução das tarefas assentam em 2 fatores:

- **Número de ferramentas que necessitam ser trocadas:** a cada troca de ferramenta está associado um tempo mínimo de desacoplamento e acoplamento da ferramenta à bancada de trabalho bem como a remoção e ligação de tubos de ar que permitem o seu correto funcionamento. Para além disso é preciso considerar o tempo de preparação e transporte das ferramentas, que está diretamente associado a este fator;

- **Dificuldade em afinar o teste de estanquidade:** o principal desafio dos afinadores ao realizarem os *setups* é o teste de estanquidade, uma vez que é o equipamento que necessita de um maior número de ligações e de tubos à bancada e também o que necessita de um maior número de afinações de forma a garantir o bom funcionamento do programa de testagem.



De forma a simplificar a análise, o conjunto de todas as tarefas realizadas ao longo de um *setup* podem ser subdivididas em 3 principais grupos (desconsiderando o seu executante) tal como é possível observar na Tabela 10.

Tabela 10 - Duração média aproximada dos 3 principais grupos de tarefas desempenhados ao longo do *setup*.

Grupo de tarefas	Δt (min.)
Contagem e devolução de material	9
Transporte, confirmação e disposição de material	25
Preparação, substituição, afinação e verificação de ferramentas/teste de estanquidade	38

Relativamente aos tempos totais de *setup* cronometrados, foi possível observar de forma expectável a diferença entre a duração média dos “*setups* de componentes” e “*setups* de ferramentas”. Para além disso, foi também visível a diferença entre o tempo de *setup* medido e o tempo registado pelas operadoras no *E-plant* (ver Tabela 11), revelando não só as falhas nos registos de paragem anteriormente abordadas, mas também o facto de as tarefas executadas pelos vários intervenientes não serem reguladas pelo registo de paragem em si. Ou seja, o executante apenas realizará uma determinada tarefa no momento mais oportuno, independentemente de a produção na linha de montagem correspondente ter ou não terminado – um claro sinal da falta de organização e de coordenação das várias atividades de *setup*.

Tabela 11 - Duração média aproximada (em minutos) dos 2 tipos de *setup*, *E-plant* vs Real.

		<i>E-plant</i> - Δt (min.)	Real - Δt (min.)
Setup de Ferramentas		58,5	64
Setup de Componentes		19,5	29

Através da análise das Tabelas 10 e 11 é possível constatar o elevado tempo despendido com as atividades de troca de ferramentas executadas pelo Afinador, que consequentemente fazem prolongar o tempo do *setup*. Também é possível concluir que a existência de vários intervenientes no processo através da realização de tarefas paralelas permite condensar o tempo total do *setup*, que apesar de ser um tempo

considerável, é menor do que se fossem realizadas todas as tarefas de forma sequencial. Um exemplo prático é o caso das operadoras de montagem, que pelo seu maior número, conseguem realizar as várias tarefas de *setup* a si incumbidas, em paralelo, reduzindo drasticamente o tempo de execução caso apenas existisse uma operadora por linha (à semelhança do Afinador e do Abastecedor, que trabalham individualmente).

Deste modo, fazendo uma representação das atividades dos vários intervenientes, é possível obter um cronograma aproximado do *setup* (Fig.43), permitindo uma visualização mais intuitiva de todas as tarefas executadas.

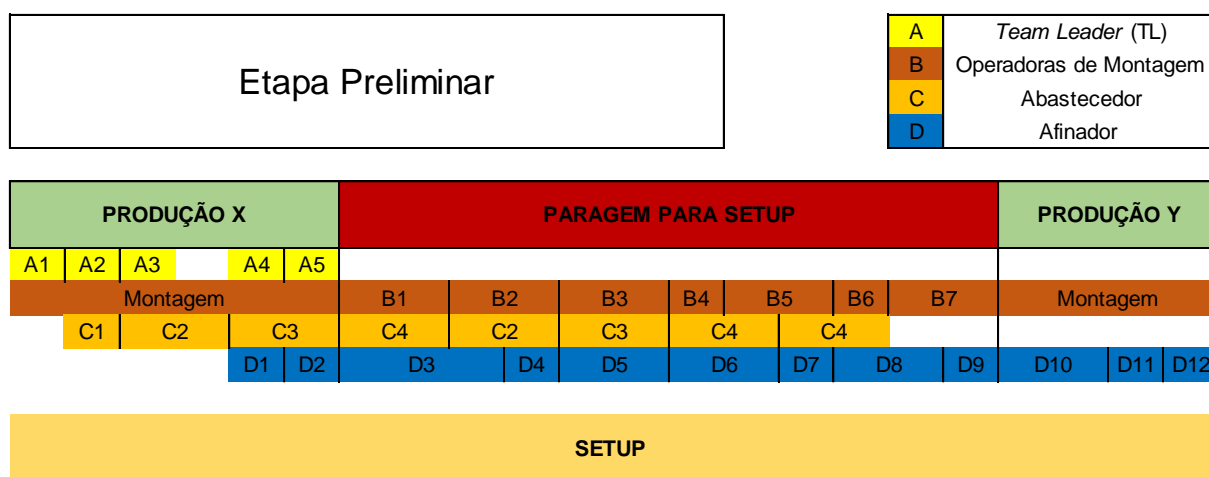


Figura 43 - Cronograma de atividades desempenhadas pelos elementos intervenientes do *setup* na “Etapa Preliminar”.

4.3.2 Etapa 1 – Separação em *Setup* Externo e Interno

Ao analisar o cronograma da “Etapa Preliminar” (Fig.43) é possível constatar que algumas das atividades são realizadas em simultâneo com a produção da OP anterior (representada como “Produção X”). Exemplos disso são as tarefas de preparação da OP elaboradas pela TL (A1 a A5) ou ainda a preparação do material por parte do Abastecedor (C1 a C3). Apesar disso, e como foi dito anteriormente, as atividades desempenhadas pelos vários intervenientes do *setup* não são reguladas pelo registo de paragens do *E-plant*, ou seja, nada impede que as tarefas C1 a C3 e D1 e D2 sejam realizadas depois do término da “Produção X”.

O princípio da “Etapa 1” consiste precisamente na coordenação das atividades de forma a realizar tarefas “fora” do *setup*, com o objetivo de reduzir ao máximo o tempo efetivo de paragem. Assim, foram analisadas individualmente cada uma das operações executadas de forma a classificá-las consoante a possibilidade de pertencerem ao *setup* externo (fora do tempo de paragem) em detrimento do *setup* interno (dentro do tempo de paragem). Os resultados desta classificação são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Classificação das tarefas desempenhadas por cada um dos intervenientes ao longo do *setup*, como *setup* interno ou externo.

Função	Tarefa		Setup	
			Int.	Ext.
Team Leader (TL)	A1	Encomenda de MTO's ao Armazém		X
	A2	Comunicação do <i>setup</i> aos Afinadores		X
	A3	Comunicação do <i>setup</i> ao Abastecedor		X
	A4	Preparação e transporte dos documentos da nova OP		X
	A5	Encerramento e ativação da nova OP		X
Operadoras de montagem	B1	Contagem do material da OP finalizada	X	
	B2	Colocação do material nas paletes	X	
	B3	Limpeza/arrumação da linha de montagem	X	
	B4	Confirmação do material da nova OP	X	
	B5	Disposição do material nas rampas de abastecimento	X	
	B6	Colocação do carimbo no teste de estanquidade	X	
	B7	Montagem e verificação da 1ª Peça	X	
Abastecedor	C1	Consulta da lista de peças da nova OP		X
	C2	Preparação do material (MTO's + componentes)		X
	C3	Transporte em paletes até à linha e descarga	X	
	C4	Recolha de paletes com material da OP anterior	X	
Afinador	D1	Deslocação à linha para verificar SKU		X
	D2	Deslocação até à zona de ferramentas		X
	D3	Procura das ferramentas e colocação no carro de <i>setups</i>		X
	D4	Transporte das ferramentas até à linha de montagem		X
	D5	Remoção das ferramentas da OP anterior	X	
	D6	Instalação e afinação das ferramentas	X	
	D7	Instalação das aparafusadoras e <i>bits</i> de aperto	X	
	D8	Afinação do teste de estanquidade	X	
	D9	Acompanhamento do teste da 1ª peça	X	
	D10	Verificação de binários e preenchimento da FLOAP	X	
	D11	Transporte das ferramentas da OP anterior e arrumação		X
	D12	Deslocação à linha para recolher carro de ferramentas		X

As principais diferenças após esta classificação, relativamente à “Etapa Preliminar” podem ser observadas na Figura 44.

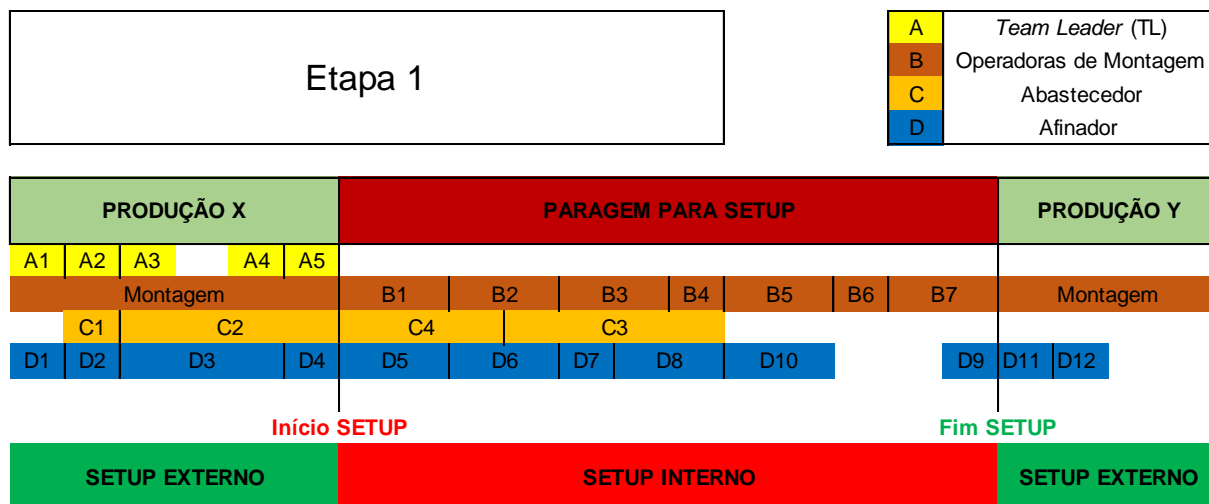


Figura 44 - Cronograma de atividades desempenhadas pelos elementos intervenientes do *setup* na “Etapa 1”.

No caso da TL e das operadoras de montagem, a distribuição das suas atividades manteve-se inalterada, no entanto o mesmo não acontece com o Abastecedor e o Afinador.

O primeiro, viu a sua tarefa de “Transporte em paletes até à linha e descarga” do novo material, relegada para *setup* interno, uma vez que dada a falta de espaço na linha de montagem para absorver, em simultâneo, o material de ambas as OP, faria mais sentido realizar a tarefa C4 (“recolha de paletes com material da OP anterior) em primeiro lugar. Com isto seria possível evitar os constrangimentos das zonas de passagem provocados pelo excesso de paletes, eliminando situações como as apresentadas na Figura 41. Para além disso, a repetição alternada entre as tarefas C3 e C4 foi eliminada, de forma a não incorrer em desperdícios de excesso de movimentação. Deste modo, todo o material excedente da OP anterior deve ser primeiramente transportado de uma só vez até ao Armazém, e em sentido contrário o material da nova OP deve ser trazido para a linha de montagem de igual forma.

Já no caso do Afinador, as alterações dizem respeito às atividades de preparação e transporte de ferramentas (D3 e D4), uma vez que são tarefas que podem ser realizadas antes do início da paragem.

Noutro caso, a tarefa de verificação do binário das aparafusadoras e preenchimento da FLOAP (D10) diz respeito a *setup* interno, apesar de em grande parte das vezes ser realizada pelos afinadores depois de terminado o *setup*. O motivo desta tarefa dever ser realizada antes da montagem da 1ª peça é precisamente a necessidade das aparafusadoras no seu melhor estado de funcionamento, mesmo antes de iniciar a montagem de forma sistemática. O objetivo da 1ª peça é de servir como produto referência, algo que não se comprovaria se fosse montado com equipamento mal inspecionado.

4.3.3 Etapa 2 – Conversão de Setup Interno em Externo

Uma vez separadas as atividades em internas e externas, é necessária a continuação das melhorias do processo de forma a reduzir o tempo de *setup* interno, e com isso é essencial eliminar/reorganizar ao máximo estas atividades de forma que ocupem o menor espaço temporal possível dentro do *setup*.

Um dos grandes constrangimentos na realização dos *setups* é a tarefa de “contagem do material da OP finalizada” (tarefa B1) por parte das operadoras de montagem. Apesar de ser uma operação importante para a correta gestão de *stocks* do Armazém, não acrescenta valor algum ao processo, sendo um desperdício de sobreprocessamento e incorrendo em custos produtivos que o cliente final não estaria disposto a pagar caso lhe fossem cobrados. Desta forma, é essencial arranjar forma de repensar a realização desta operação, uma vez que ocupa grande parte do tempo efetivo de paragem.

No caso da aplicação correta da metodologia SMED, todos os desperdícios devem ser prontamente eliminados, e neste caso, embora a atividade de “contagem de peças sobrantes” deva prevalecer (tendo em conta o processo atual), esta deve ser realizada em contexto diferente da montagem, por exemplo, quando o material é recebido no Armazém, por parte de operadores designados especificamente para esta tarefa. Assim, a tarefa B1 foi eliminada da lista de atividades internas das operadoras, sendo excluída do processo de *setup*.

Outro desperdício presente nas atividades desenvolvidas pelas operadoras é a “confirmação do material da nova OP” (B4), uma vez que se trata novamente de “sobreprocessamento” e aliado a isso, uma atividade custosa para a empresa. Ainda assim, esta atividade numa primeira instância pode ser realocada para *setup* externo aquando da “preparação do material” por parte do Abastecedor. No entanto, o objetivo principal seria a sua futura eliminação, pela otimização do processo de abastecimento das linhas de montagem de forma a descartar a necessidade desta operação.

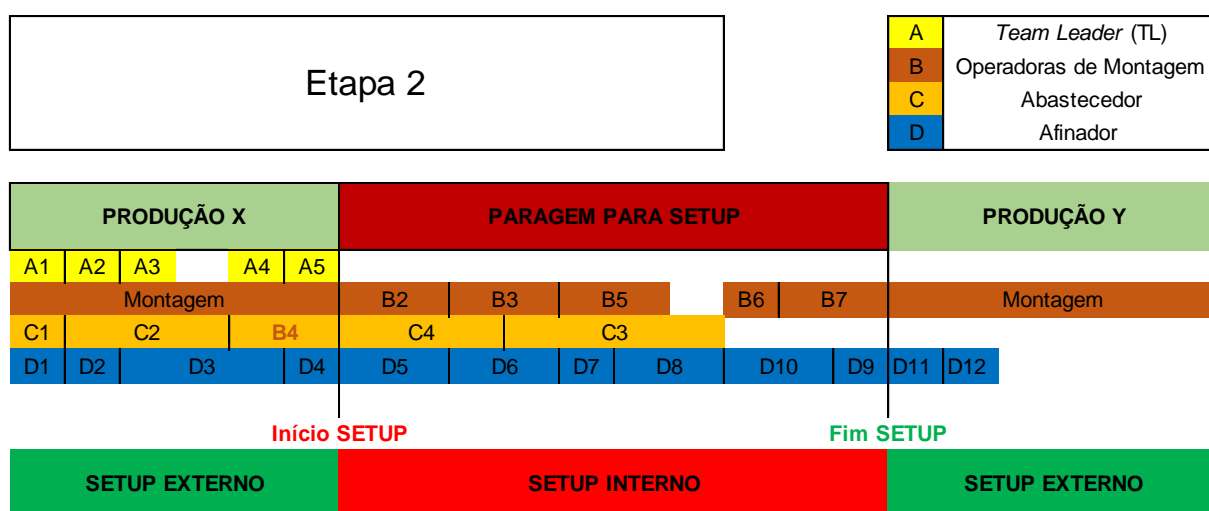


Figura 45 - Cronograma de atividades desempenhadas pelos elementos intervenientes do *setup* na “Etapa 2”.

4.3.4 Etapa 3 – Otimização dos *Setups* Externo e Interno

Com a correta definição da sequência das várias atividades de *setup*, é então o momento de otimizar cada uma destas de forma a reduzir o seu *lead time*, e com isso reduzir o tempo efetivo de paragem. Tendo em conta o elevado tempo necessário para a realização de tarefas associadas à substituição e afinação de ferramentas de montagem, as atividades desempenhadas pela equipa de afinadores foram alvo de um maior número de propostas de melhoria.

Ao analisar estas atividades foi possível verificar a existência de desperdícios produtivos muitas vezes incorridos de forma desnecessária ou que poderiam ser prontamente eliminados com a adoção de medidas simples e imediatas. Exemplo disso é a tarefa D1 de “deslocação à linha para verificar SKU” utilizada pelos Afinadores como forma de saber quais ferramentas são necessárias à montagem. A reunião de informação relativa a ferramentas e parâmetros de afinação num suporte informático permitiria a identificação instantânea consoante o produto a montar, evitando assim o desperdício de movimentação desnecessária, que deve ser prontamente eliminado. Para além disso, permitiria um apoio constante aquando da realização do *setup*, evitando incertezas relativamente aos parâmetros de montagem e assim reduzindo o tempo total das atividades.

Outra situação de desperdício de movimentação é a deslocação do Afinador à linha de montagem após a realização do *setup* de forma a recolher o “carro de ferramentas”. A existência de 2 carros (Fig. 38) aquando da realização dos *setups* obriga ao duplo manuseamento e ao duplo transporte até à linha de montagem em questão, o que duplica o tempo de movimentação do Afinador, tanto no início como no final do *setup*. Deste modo é necessário eliminar esta necessidade (tarefa D12) seja pela criação de um só carro polivalente ou pela utilização de um “cinto de ferramentas” com o material necessário.

Dentro de todas as tarefas executadas pelo Afinador destaca-se o excesso de tempo tomado pela “procura de ferramentas” (tarefa B3), muito devido à falta de organização e de definição de zonas de armazenamento fixas para as ferramentas de montagem, situação referenciada no Subcapítulo 4.1. Desta forma devem ser criadas zonas de armazenamento específicas e associadas às ferramentas correspondentes de forma que estas possam ser consultadas informaticamente e assim evitando os tempos de movimentação e de espera inerentes a este problema.

Outros problemas que necessitam ser resolvidos relativamente às atividades desenvolvidas pelos afinadores são:

- **Falta de coordenação de atividades:** quando a TL comunica à equipa de afinadores a existência de um *setup*, não é transmitida nenhuma informação relativa à hora exata em que se dá o encerramento da OP anterior. Desse modo, os Afinadores acabam por nunca estar presentes na linha de montagem em questão no exato momento em que se dá início ao *setup* interno, de tal forma que o mesmo é prolongado por via deste problema de falta de

coordenação de atividades. Para resolver isto, seria necessário criar um sistema de monitorização na linha de montagem, que consoante as peças em falta para o término da OP e o tempo de ciclo de cada peça, estimasse uma hora prevista para a conclusão da produção.

- **O excesso de movimentação dentro da linha de montagem:** seja para ir buscar uma chave ao carro de ferramentas ou para desligar um tubo nas traseiras da bancada, os Afinadores percorrem grandes distâncias durante a realização do *setup* interno. Para contrariar este problema, o “cinto de ferramentas” seria, mais uma vez, a solução mais rápida. Como estratégia a longo prazo, deveria ser repensado o *layout* atual das linhas de montagem de forma a facilitar o processo, por exemplo, pela colocação de tomadas de ar comprimido no interior das bancadas (ao invés das traseiras).
- **A falta de *standards* das bancadas:** que obriga à adaptação de ferramentas e com isso ao prolongamento do tempo de afinação. A falta de um padrão no que toca às bancadas da linha de montagem provoca o prolongamento de tarefas de instalação de ferramentas graças à constante necessidade dos Afinadores em adaptar a ferramenta de montagem, seja pela colocação de diferentes parafusos, pela abertura de furações extra, etc. É urgente a redefinição e standardização das zonas de encaixe das ferramentas bem como a utilização de sistemas de engate rápido de forma a resolver esta questão.
- **O excesso de interrupções de trabalho:** causado pelas chamadas da TL para comunicar avarias ou *setups* que necessitam ser realizados. São várias as situações em que o Afinador interrompe a instalação de uma ferramenta por via de atender o telemóvel da empresa, o que ao longo do dia de trabalho faz acumular uma grande quantidade de tempo não produtivo. A utilização de sistemas de comunicação “mãos livres” por radiofrequência, evitando a interrupção da tarefa em questão, é uma forma de atenuar significativamente este problema. O mesmo pode ser aplicado aos abastecedores, que por não possuírem nenhuma forma de comunicação à distância, por vezes torna difícil a troca de informações com a TL.
- **Falta de gestão de *bíts* e aparafusadoras:** graças à quantidade de linhas de montagem existentes no departamento e ao número de *bíts* e aparafusadoras necessários para a produção em cada uma destas, a gestão destes equipamentos é de extrema dificuldade, tornando difícil o seu *rastreamento* e gestão de *stocks*. Deste modo, é comum existirem situações de falta deste material na ferramentaria da montagem, o que faz prolongar o tempo de *setup*.
- **Falta de conhecimento das ferramentas e parâmetros de montagem:** dada a carga cada vez maior de produtos, muitas vezes são produzidos SKU's sem ser dado nenhum suporte informativo acerca destas informações, originando complicações sérias nas produções seguintes e elevando drasticamente os tempos de paragem.

Relativamente às atividades desempenhadas pelo Abastecedor destaca-se o problema na coordenação das atividades de preparação/transporte do material, muito graças à falta de zonas de *staging* no Armazém que permitam a reunião conjunta de todo o material da OP (MTO's + componentes). Isto leva, muitas vezes, à execução destas atividades de forma iterativa e repetitiva, uma vez que todo o material da OP não pode ser transportado numa única palete (a ferramenta de trabalho dos Abastecedores é um porta-paletes), originando excesso de movimentação. A existência dessas zonas permitiria a redução das deslocações e consequentemente a redução do *lead time* das atividades C3 e C4.

Outro grande motivo da necessidade das zonas de *staging* diz respeito à possibilidade de preparação do material das OP com antecedência, permitindo uma maior organização das atividades dos abastecedores e evitar situações problemáticas em casos onde existam mais do que um *setup* em simultâneo.

Aquando do momento da colocação do material nas rampas de abastecimento, as operadoras de montagem veem-se muitas vezes perante situações de falta de espaço que impossibilita a disposição de todo o material. Para além disso, é visível a falta de *standards* no que toca às bancadas das várias linhas de montagem, possibilitando o abastecimento de diferentes quantidades de linha para linha. Deste modo, é necessária a redução destes constrangimentos, por exemplo, pela redefinição do *layout* das bancadas das linhas de montagem, permitindo a disposição do material de forma mais simples e reduzindo o tempo despendido nesta tarefa.

No global, o conjunto de melhorias definidas nesta etapa e que permitem a redução do tempo de *setup* podem ser consultadas de forma mais detalhada no subcapítulo seguinte.

Na Figura 46 é possível observar o cronograma final, após a aplicação das 4 etapas da metodologia SMED.

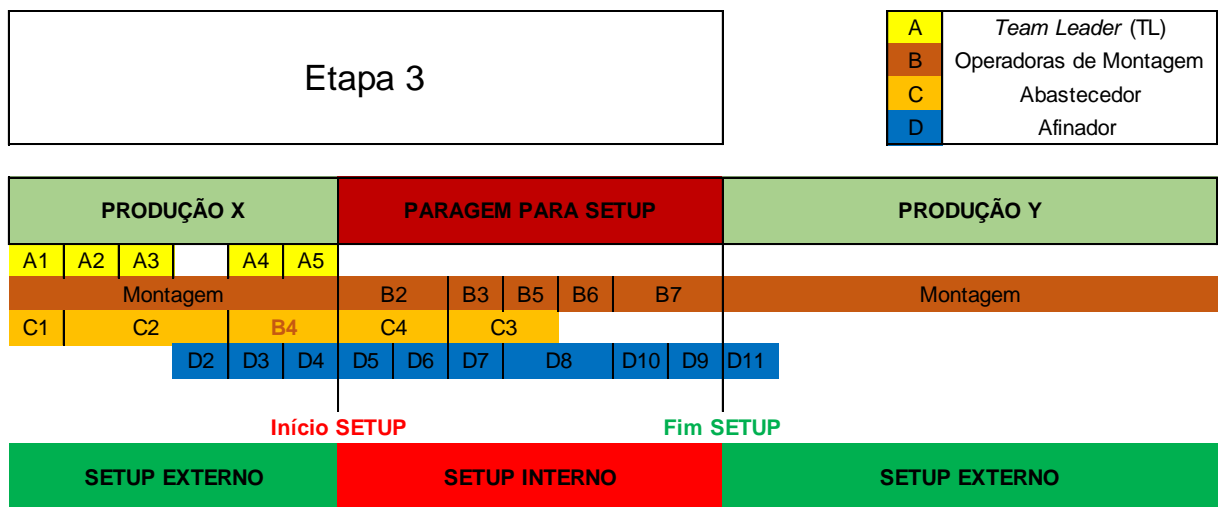


Figura 46 - Cronograma de atividades desempenhadas pelos elementos intervenientes do *setup* na "Etapa 3".

4.4 Análise e Propostas de Melhoria

Terminado o processo de aplicação do SMED, foi possível combinar um conjunto de possíveis soluções que permitem a execução de um *setup* otimizado (Tabela 13).

Tabela 13 - Principais problemas e possíveis soluções que permitem a implementação de melhorias do processo de *setup*. A verde as soluções posteriormente implementadas.

Tarefa	Principais Problemas (desperdícios)	Possíveis Soluções
Geral	Falhas no registo das paragens no <i>E-plant</i>	Criar sistemas <i>Poka-Yoke</i> , de forma a garantir o registo de paragens corretamente
Geral	Falta de estudo de tempos e de coordenação de atividades	Desenvolver software de gestão de tempos Criar matriz de <i>setups</i> (relação entre SKU e tempo de <i>setup</i>) Sistema de contagem peça-a-peça (monitorização mais precisa do que o lote) Criar reuniões de início de turno para a preparação de <i>setups</i> (TL's e Afinadores)
Geral	Excesso de movimentação do Afinador durante o <i>setup</i> interno	Utilizar cintos de ferramentas Modificar o <i>layout</i> da linha de forma a facilitar o <i>setup</i> de ferramentas
Geral	Excesso de interrupções de trabalho	Utilizar <i>kits</i> mãos livres, de forma a comunicar sem interromper a tarefa
B1	Contagem de material (sobreprocessamento)	Realizar no armazém (<i>setup</i> externo)
B4	Confirmação de material (sobreprocessamento)	Atribuir ao Abastecedor (<i>setup</i> externo)
B5	Falta de espaço para disposição de material	Redefinir e standardizar as bancadas
C2	Preparação e transporte de forma iterativa	Criar uma zona de staging no Armazém
C3	Excesso de transporte de paletes (movimentação)	Utilizar um sistema de carruagem, para transportar todo o material de uma só vez
D1	Deslocação à linha para verificar SKU (movimentação)	Criar suporte informático com informações das ferramentas relativas ao SKU a produzir
D3	Procura de ferramentas (espera)	Organizar e armazenar ferramentas
D6	Excesso de tempo de instalação e afinação de ferramentas	Criar mapas de produto (ferramentas, parâmetros de montagem, programa de teste, etc.) Utilizar 2 afinadores em paralelo ou formar uma operadora por linha para dar apoio Standardizar as bancadas e os sistemas de fixação de ferramentas Realizar manutenções planeadas das ferramentas de montagem
D8	Excesso de tempo de afinação do teste de estanquidade	Criar guias de instalação de testes de estanquidade Standardizar as bancadas de teste

A implementação destas soluções, na sua totalidade, permitiria obter resultados bastante positivos no que toca ao tempo médio das várias tarefas do *setup*, tal como é possível observar no Anexo G.

No caso das tarefas de *setup* (unicamente externo) realizadas pela TL, a utilização de kits de mãos livres por parte da sua equipa de abastecedores e da equipa de afinadores, permitiria a redução do tempo despendido na comunicação dos *setups* a estes intervenientes. Apenas isso reduziria entre 2,1 e 5 minutos as atividades a si incumbidas (ver Figura 47), o que resultaria numa redução média de 20%.

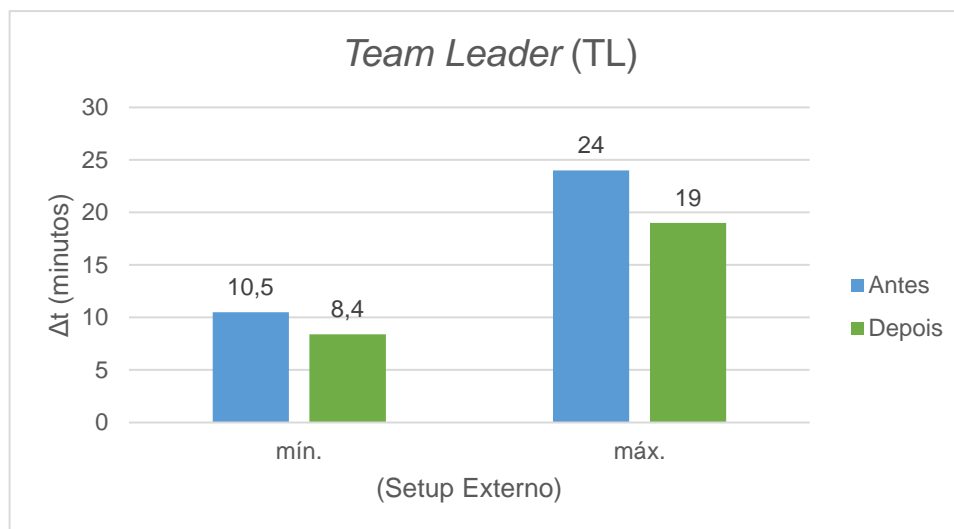


Figura 47 - Variação do tempo das tarefas de *setup* realizadas pela TL, após a aplicação do SMED.

Relativamente às operadoras de montagem (Fig.48), a conversão das atividades B1 e B4 em *setup* externo e a redefinição das bancadas – de forma a aumentar e otimizar as áreas de disposição de material – permitiria reduzir entre 9 e 28 minutos o tempo global das suas tarefas (unicamente internas), uma redução média de 53%.

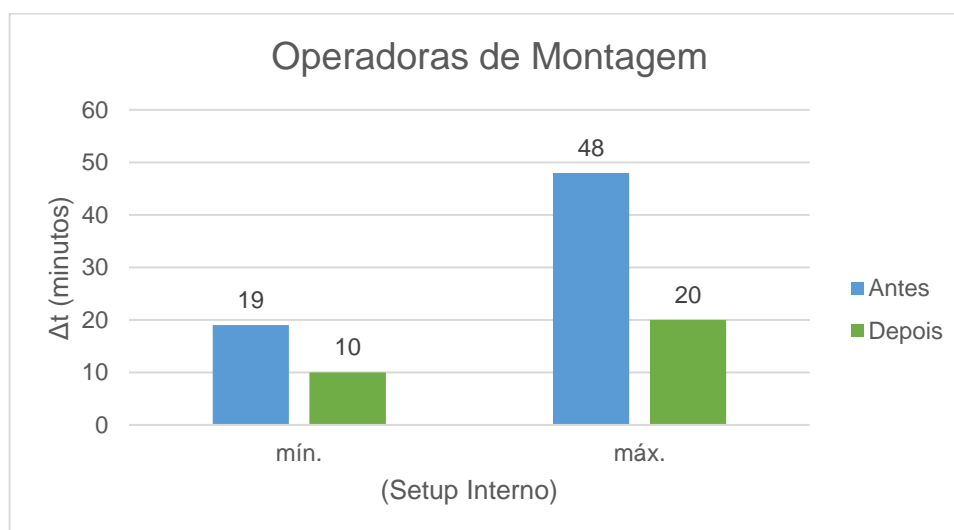


Figura 48 - Variação do tempo das tarefas de *setup* realizadas pelas operadoras de montagem, após a aplicação do SMED.

A situação do Abastecedor por sua vez revela-se um pouco diferente. Tendo em conta o facto de este ter absorvido a tarefa B5, mesmo com a criação de uma zona de *staging* e com a utilização de um sistema de abastecimento em carruagem, o tempo global das suas tarefas aumentaria cerca 16%. Este aumento não se deveria, contudo, à variação das tarefas de *setup* interno, que seriam reduzidas em até 10 minutos, mas sim às tarefas de *setup* externo, que aumentariam em ambas as situações (mínimo e máximo) cerca de 5 minutos, tal como é possível observar na Figura 49.

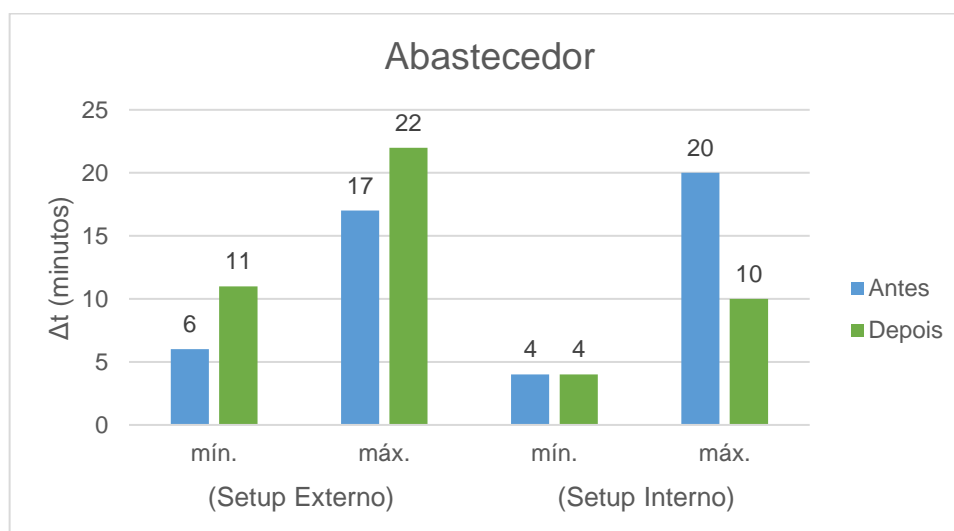


Figura 49 - Variação do tempo das tarefas de *setup* realizadas pelo Abastecedor, após a aplicação do SMED.

No caso do Afinador, o elevado número de soluções aplicadas permitiria reduzir de forma significativa o tempo global das tarefas realizadas, tanto em *setup* interno como externo.

Relativamente ao primeiro, a utilização de um afinador ou de uma operadora extra, a criação de “Mapas de produto” (um documento com todas as informações necessárias ao *setup* de ferramentas) e de guias de instalação de testes de estanquidade, a standardização das bancadas, a realização de manutenção planeada às ferramentas de montagem e, por fim, a utilização de kits de mãos livres e de cintos de ferramentas, permitiriam uma redução entre 6,5 e 17 minutos.

Quanto ao segundo, a utilização de um suporte informático com informações relativas aos SKU's a produzir (acessível aos afinadores) e a organização e armazenagem das ferramentas de montagem levariam a uma diminuição de entre 3 e 17 minutos (ver Figura 50).

No global, a redução média expectável para as tarefas realizadas pelo afinador seria de, aproximadamente, 49%.

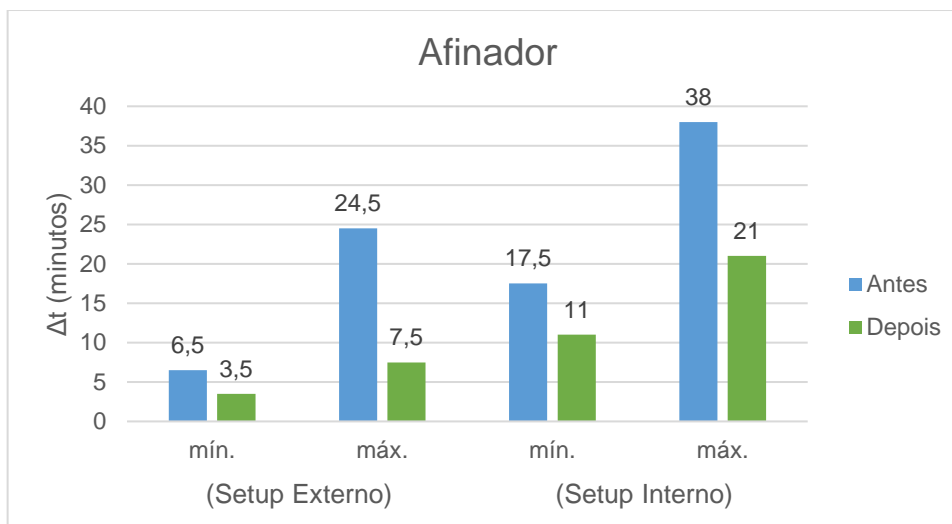


Figura 50 - Variação do tempo das tarefas de *setup* realizadas pelo Afinador, após a aplicação do SMED.

Analisando o tempo efetivo de paragem, ou seja, o *setup* interno, verifica-se uma grande discrepância relativamente à situação inicial (ver Anexo H).

Enquanto inicialmente a paragem era restringida pelo tempo de trabalho das operadoras de montagem (ignorando a falta de distinção entre *setup* externo e interno dos abastecedores e afinadores), com uma duração de 19 a 48 minutos, esta passaria a demorar entre 12 e 23 minutos, sendo agora o Afinador o elemento que tomaria mais tempo na realização das suas atividades (ver Tabela 14). Como é óbvio, esta situação aplica-se apenas no caso do *setup* de ferramentas, uma vez que no *setup* de componentes o afinador não intervém, passando este último a demorar entre 10 e 20 minutos.

Tabela 14 - Tempos de *setup* de ferramentas e de componentes antes e depois do SMED.

	Antes - Δt (min.)		Depois - Δt (min.)		Variação Média (%)
	mín.	máx.	mín.	máx.	
Setup de Componentes	19	48	10	20	-53%
Setup de Ferramentas	19	48	12	23	-44%

No global, o tempo médio de poupança nos *setups* do departamento passaria a ser de 50% dos tempos atualmente despendidos (de grosso modo), revelando ainda a capacidade efetiva do SMED em atingir tempos de *setup* de 10 minutos, como é o caso do tempo mínimo no *setup* de componentes. Em relação aos outros casos seria necessária uma reaplicação da ferramenta após a implementação de todas as medidas propostas, de forma atingir, de forma contínua, tempos de *setup* cada vez mais reduzidos.

CAPÍTULO 5

ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS

5.1 Definição de Melhorias a Implementar

Partindo do conjunto de melhorias apresentados anteriormente, resultantes da aplicação do SMED, seria momento de analisar individualmente cada uma destas de forma a verificar a sua viabilidade no contexto da empresa.

Um dos grandes entraves à implementação das melhorias no dia-a-dia do Departamento de Montagem foi, sem dúvida, o elevado fluxo de material e de pessoas, que deixava pouca margem de tempo e de capacidade para a realização de tarefas que, à partida, não contribuem para a produtividade instantânea das linhas de montagem. Para além disso, a grande dependência e interação da Montagem com o Armazém criava algumas barreiras a possíveis implementações de melhorias no processo, mais concretamente no abastecimento e devolução de componentes por parte dos abastecedores.

Por conta da expansão do Departamento de PVD, a Grohe passou ainda por várias modificações de *layout* que afetaram diretamente o Departamento de Montagem. Este seria deslocado para a zona do Armazém, que por sua vez seria subcontratado, em grande parte, a uma empresa de logística responsável pela armazenagem e transporte de todo o material. Subsequentemente, seriam criadas novas linhas de montagem manual e automática, que aumentariam a capacidade de produção, e ainda substituídas as linhas pré-existentes.

Deste modo, com base nestas várias barreiras e aproveitando esta fase de modificação da empresa, foram definidos 2 projetos de maior escala, que englobaram o máximo de melhorias possíveis, tal como é possível observar na Tabela 15.

Tabela 15 - Descrição das melhorias a implementar nos 2 principais projetos.

Designação	Melhorias
“Projeto da Ferramentaria da Montagem”	<ul style="list-style-type: none"> - Organizar e armazenar ferramentas; - Criar suporte informático com informações das ferramentas relativas ao SKU a produzir; - Realizar manutenções planeadas das ferramentas de montagem;
“Extensão do <i>Layout</i> da Montagem”	<ul style="list-style-type: none"> - Modificar o <i>layout</i> da linha de forma a facilitar o <i>setup</i> de ferramentas e de componentes; - Redefinir e standardizar todas as bancadas; - Standardizar os sistemas de fixação de ferramentas;

Para além destes projetos, que viriam a ocupar grande parte do tempo de estágio, foram selecionadas 5 outras melhorias, passíveis de ser implementadas (pelo menos de forma experimental) através da alocação de menos recursos:

- **Matriz de *setup***: criação de uma matriz de forma a relacionar o tempo despendido entre transições de SKU's. Isto permitiria dar apoio aos VSM's no momento de fazer o escalonamento das OP's, com o objetivo de reduzir o tempo de *setup*;
- **Mapas de produto**: criação de documentos onde constem todas as informações relativas a ferramentas de determinado SKU, tais como as ferramentas de montagem e respetiva localização (tanto de armazenamento como de instalação na bancada de trabalho) aparafusadoras e respetivos *bits* de aperto, programas de funcionamento de aparafusadoras elétricas, programa e parâmetros do teste de estanquidade, entre outras informações relevantes. O objetivo dos mapas de produto seria a redução das dificuldades do afinador na hora de fazer a preparação da linha de montagem;
- **Cintos de ferramentas**: aquisição de um cinto de ferramentas por cada Afinador, de forma que estes possuam, junto a si, as chaves e equipamentos mais utilizados no *setup*, evitando deslocações desnecessárias até ao “carro de ferramentas” e reduzindo ao máximo a deslocação do mesmo ao longo do departamento;
- **Reuniões de preparação de *setup***: criação de reuniões de início de turno, entre afinadores e TL's, com o objetivo de fazer um breve enquadramento dos vários *setups* a realizar e respetiva transição de SKU's. Isto permite uma melhor organização do trabalho dos afinadores, aumentando a eficiência das suas tarefas (que não são apenas a realização de *setups*) e reduzindo também os tempos de quebra por via da comunicação entre afinadores e TL's, ao longo do tempo de trabalho;
- **Dashboard e contagem peça-a-peça**: criação de um sistema de contagem peça-a-peça de forma a obter uma monitorização real e global das peças produzidas em cada linha de montagem, possibilitando a previsão do momento em que se dê o término da OP (com base no tempo standard de produção de cada unidade), e com isso melhorando a coordenação das atividades externas do *setup*. Esta melhoria teria como objetivo a criação de um *Dashboard* num sistema informático, visível na ferramentaria da montagem e acessível a todos os colaboradores, contendo ainda informações relativas aos SKU's a produzir, tais como desenhos técnicos, lista de peças e ferramentas de montagem associadas.

De seguida são analisados individualmente cada um dos projetos e das melhorias definidas, com o objetivo de demonstrar as várias fases de implementação e o estado de cada uma destas no final do estágio.

5.2 O Projeto da Ferramentaria da Montagem

Um dos grandes problemas vividos no dia-a-dia do Departamento de Montagem da Grohe é a grande quantidade de ferramentas de montagem que são desenvolvidas a um ritmo crescente, tal é o grau de especificidade dos novos produtos.

Como abordado anteriormente, o processo de criação de ferramentas é realizado por parte do Departamento de Engenharia, que tendo em conta a morfologia do produto e as especificações relativas à sua montagem e testagem, projeta e constrói as mesmas internamente. Depois disso estas são entregues na Ferramentaria da Montagem, estando a Equipa de Afinadores responsável pelo seu armazenamento e manutenção quando não estão a ser utilizadas em produção.

Graças a fatores tais como o elevado ritmo de trabalho da Equipa de Afinadores, a falta de zonas de armazenamento, a falta de códigos de identificação e a variabilidade de tamanho e forma (que dificulta uma correta arrumação), as ferramentas de montagem foram sendo acumuladas ao longo dos últimos anos em locais onde a falta da sustentação das metodologias 5S se torna visível.

Deste modo, foi criado o “Projeto da Ferramentaria da Montagem”, em parceria com o Departamento de Melhoria Contínua, com o intuito de elaborar standards de identificação, arrumação e manutenção de ferramentas de montagem, reduzindo, entre eles, o problema dos elevados tempos de *setup*. Para além destes objetivos, o projeto incluía ainda a realocação da zona da Ferramentaria da Montagem para um local de maior área, permitindo assim a centralização de todas as ferramentas.

5.2.1 Estado Inicial

Inicialmente, antes do projeto, não existia nenhum inventário de ferramentas associadas à Montagem, estando as informações relativas a estas presentes em bases de dados unicamente acedidas pelos colaboradores do gabinete de Engenharia. Para além disso, apesar de grande parte das ferramentas possuírem um código individual de identificação (definido aquando do projeto das mesmas) este não era registado na ferramenta em questão, tornando bastante difícil o seu reconhecimento perante um conjunto de centenas de ferramentas. No fundo, havia uma grande perda de informação entre a fase de projeto da ferramenta e a sua utilização em produção (Departamento de Engenharia e Montagem, respetivamente), gerando equívocos constantes à Equipa de Afinadores.

A falta de espaço para tão grande quantidade de ferramentas levava ainda a que estas fossem colocadas entre as linhas de montagem do *stream* correspondente, seja em pequenos “carros de alumínio” (Fig.51) ou em “caixas de plástico”, levando a que não fosse garantida uma correta manutenção das mesmas quando fossem necessárias para produção. As únicas ferramentas presentes na Ferramentaria da Montagem encontravam-se armazenadas em condições idênticas, sem identificações nem posições definidas, algo que dificultava a localização da ferramenta necessária.



Figura 51 - Estado inicial de armazenamento das ferramentas da montagem.

De forma resumida, o conjunto de problemas registados inicialmente foram:

- Dispersão, desorganização e falta de identificações de ferramentas;
- Inexistência de um inventário de ferramentas atualizado;
- Fluxo de informação ineficiente sempre que é criada uma ferramenta;
- Inexistência de informação dos SKU's associados a cada ferramenta;
- *Know-how* totalmente reunido na Equipa de Afinadores;
- Tempo de formação extremamente elevado (novos Afinadores);

5.2.2 Procedimento

Com o objetivo de reduzir/eliminar gradualmente este conjunto de problemas inicialmente observados foi definido, no âmbito do “Projeto da Ferramentaria da Montagem”, um procedimento de várias etapas. A finalidade deste procedimento era a criação de um inventário de ferramentas – inicialmente através de uma base de dados em *Microsoft Excel* – contendo informações tais como:

- Código de identificação;
- Breve descrição da função;
- *Stream*;
- Bancada e posto de trabalho respetivo;
- SKU's e “corpos” associados;
- Posição de armazenamento;

Posteriormente, o objetivo seria introduzir este inventário em SAP de forma a tornar a informação acessível em todo o departamento e permitindo ainda a sua disponibilização à Equipa de Afinadores naquela que seria a sua nova zona de trabalho após a realocação da Ferramentaria da Montagem.

De seguida são analisadas individualmente as várias etapas do procedimento.

Registo de Ferramentas

Sem nenhuma informação sobre as ferramentas, o primeiro passo foi a recolha manual aquando da produção na linha de montagem através do preenchimento de um documento pré-concebido para o efeito, com as informações necessárias à criação da base de dados. Uma vez que grande parte das ferramentas não possuía forma de identificação, era colocada uma etiqueta com um código temporário, sendo que todas as informações eram associadas a este código, permitindo assim um correto registo (Figura 52). Tendo em conta a existência de situações onde a mesma ferramenta é utilizada em produtos diferentes, a cada uma destas corresponde um conjunto de “corpos” e SKU’s associados.

ID Ferramenta	Designação	Stream	Bancada	Posto	Corpos
XXXXX.179	Centrador aperto castelo (Fixo)	CA	1	1	400792238-400792338-406068138-406069138
XXXXX.180	Teste de ar (Fixo)	CA	2	1	400792238-400792338-406068138-406069138
XXXXX.181	Centrador para bater manipulo (Fixo)	CA	3	1	400792238-400792338-406068138-406069138
XXXXX.183	Módulo teste de ar	CA	no teste	no teste	400792238-400792338
XXXXX.184	Módulo teste de ar	CA	no teste	no teste	400792238-400792338
XXXXX.207	Batente manipulo	CA	3	1	64637138-65869138-400792338
XXXXX.213	Módulo teste de ar	CM	no teste	no teste	22002-32454000-32455001-30274A00-32321A02-32322
XXXXX.217	Torre aperto tubos (Fixo)	CM	1	4	-07683DA3-07683DC3-07683DL3-07683GN3-07683A03
XXXXX.218	Módulo aperto tubos	CM	na torre	na torre	-07683DA3-07683DC3-07683DL3-07683GN3-07683A03
XXXXX.223	Módulo teste de ar	CM	no teste	no teste	
XXXXX.224	Módulo teste de ar	CM	no teste	no teste	
XXXXX.225	Módulo teste de ar	CM	no teste	no teste	22002-32454000-32455001-30274A00-32321A02-32322
XXXXX.227	Centrador aperto de tubos (Fixo)	CM	2	1	-07683DA3-07683DC3-07683DL3-07683GN3-07683A03
XXXXX.229	Centrador de Bica	BR	no teste	no teste	45-409245145-18775000-31454145-409244A04-409244A
XXXXX.298	Módulo Alavanca	CZ	2	1	
XXXXX.306	Módulo Alavanca	CZ	3	1	
XXXXX.359	Centrador	CA			02097538-02099538
XXXXX.360	Centrador	CA			02097538-02099538
XXXXX.361	Centrador	CA			02097538-02099538
XXXXX.362	Centrador	CA			02097538-02099538

Figura 52 - Excerto da base de dados de ferramentas de montagem.

Atribuição de Códigos de Ferramentas

Uma vez registadas e etiquetadas todas as ferramentas de determinado *stream*, seria momento de substituir os códigos temporários por identificações permanentes. Para tal foram selecionados um grupo de ferramentas de montagem iguais (apesar de possuírem códigos temporários distintos) às quais era atribuído um código de identificação final.

Este código, fornecido pelo Departamento de Engenharia, era obtido pela verificação visual da ferramenta por parte do projetista responsável e pela consulta das informações relativas à mesma aquando da sua projeção e criação. Caso esta já possuísse um código, o mesmo seria gravado na sua superfície, sendo removida a etiqueta temporária. Em situações onde não existisse um código prévio, um novo era gerado, seguindo-se o mesmo processo.

Por fim, era atualizada a base de dados com o novo código seguindo-se a repetição do processo a um novo grupo de ferramentas. Uma vez completada esta etapa em um *stream*, dava-se início ao processo no *stream* seguinte, até se possuir um inventário completo das ferramentas da montagem.

Armazenamento de Ferramentas

Após a atribuição de códigos de identificação seria momento de criar zonas de armazenamento específicas que facilitassem o processo de manuseamento e manutenção das ferramentas.

Este processo teve início com a aquisição de 3 estantes metálicas a serem instaladas na Ferramentaria da Montagem de forma a armazenar as ferramentas pré-existentes (ver Figura 51, à direita). Estas estantes (Fig.53) possuíam a particularidade de poderem ser inseridas plataformas através de guias metálicas, sob as quais seriam colocadas de forma ordenada e definitiva as ferramentas de montagem. As plataformas (ou pratos) removíveis em “rilene” – um material derivado do nylon que possui propriedades de resistência e leveza interessantes para o efeito – permitiriam um fácil manuseamento bem como uma boa organização e limpeza da área de trabalho, neste caso contribuindo para a manutenção dos standards 5S na Ferramentaria da Montagem (ver Figura 53).

Todos os pratos foram numerados de forma que cada ferramenta possuísse um prato associado na base de dados, facilitando assim o trabalho dos afinadores no momento de preparação do *setup*. Uma vez que a estante era composta por módulos identificados alfabeticamente, foi possível também associar o prato ao módulo em questão, facilitando ainda mais o processo.



Figura 53 - Estantes de armazenamento de ferramentas (à esquerda) e exemplo de prato com ferramentas (à direita).

O objetivo final seria a aquisição de um número de estantes capaz de absorver todas as ferramentas da montagem, passo esse que só poderia ser dado com a realocação da Ferramentaria da Montagem e conseqüente aumento da área disponível.

5.2.3 Ferramentas em SAP

Completado o procedimento padrão anteriormente apresentado, chegou o momento de introduzir o conjunto das ferramentas inventariadas em SAP. Esta etapa, realizada como apoio do Departamento de IT, seria o iniciar de uma nova metodologia de trabalho: a adição de determinada ferramenta no sistema no momento da sua criação (Departamento de Engenharia), permitindo fazer uma monitorização ao detalhe da tipologia e do número de ferramentas presentes no Departamento de Montagem.

O primeiro passo com vista à execução desta etapa passou pela preparação de uma nova base de dados, passível de ser carregada em “*batch*” (em grande quantidade) no sistema SAP, ao invés da introdução unitária que o mesmo permite à maioria dos utilizadores (só o IT tem a capacidade de fazer carregamentos em “*batch*”). Esta nova base de dados continha novas variáveis, tais como uma descrição em língua inglesa – dada a universalidade do sistema dentro das unidades produtivas da Grohe – e ainda, associado a cada código de ferramenta, o *stock* disponível de forma a monitorizar a quantidade de ferramentas idênticas.

No futuro, o objetivo passaria pela associação entre as OP e as ferramentas de produção necessárias, sendo possível verificar em tempo real as ferramentas utilizadas em cada linha de montagem e também as armazenadas. Isto permitiria que os VSM’s conseguissem fazer o escalonamento da produção com base no número de ferramentas disponíveis, tarefa que atualmente é realizada muito por via da experiência e que, por vezes, provoca mudanças inesperadas de OP por parte das TL (quando os afinadores comunicam que não existem ferramentas disponíveis para determinada produção).

Associado a isto seria também possível verificar a última utilização de determinada ferramenta, facilitando o processo de descarte em caso de obsolescência, e ainda criar alertas de manutenção cíclicos, prevenindo avarias.

5.2.4 Extensão do *Layout* da Ferramentaria da Montagem

O grande impacto do Projeto da Ferramentaria surgiu já numa fase final do estágio com a realocação da Ferramentaria da Montagem para uma nova zona, o que permitiria a implementação de inúmeras melhorias de *layout*. Tal como é possível analisar na Figura 54, inicialmente eram muitos os problemas encontrados neste local:

- Falta de espaço para ferramentas de montagem e carros de ferramentas;
- Falta de espaço na bancada de trabalho (para a realização de trabalhos de manutenção/reparação em paralelo);
- Desorganização dos armários e conseqüente falta de espaço de arrumação;
- Inúmeros problemas de circulação;
- Mau estado de alguns equipamentos.



Figura 54 - Ferramentaria da Montagem, antes da implementação do projeto.

A realocação do *layout* permitiu uma extensão de 48m² para 78m², um aumento de cerca de 63% da área inicial (ver Anexos I e J). Grande parte deste aumento seria dedicado ao armazenamento de ferramentas de montagem, através da aquisição de novas estantes.

A fase da realocação da Ferramentaria (Fig.55) teve início com a libertação do espaço, anteriormente ocupado por linhas de montagem (movimentadas, entretanto, para o Armazém através do projeto de extensão da Montagem, a analisar de seguida) e consequente pavimentação da área. Seguidamente deu-se o transporte de todos os equipamentos, estantes e armários para esta zona, segundo um novo *layout* previamente delineado pelo VSM responsável. É de salientar que todas estas atividades foram realizadas sob a orientação do Departamento de Melhoria Contínua e com o apoio do Departamento de Manutenção da fábrica.



Figura 55 - Fases da realocação da Ferramentaria da Montagem: a) espaço inicial; b) pavimentação; c) transporte de equipamentos; d) novo espaço da Ferramentaria da Montagem.

Já na nova Ferramentaria da Montagem (ver Anexo I), haveria lugar para a implementação de várias soluções que permitiriam melhorar a preparação dos *setups* e, aliado a isso, as condições de trabalho da Equipa de Afinadores.

A mudança mais impactante e que trouxe maiores benefícios ao funcionamento da Montagem foi a centralização de todas as ferramentas neste novo *layout* (com exceção das LS's, CTH's e PM's). Para tal, foi traçado um plano para a aquisição de 5 novas estantes, idênticas às 3 anteriormente adquiridas. No entanto, este plano viria a ser alterado graças ao surgimento de uma solução alternativa de um novo sistema de estantes moveidças.

Este sistema, baseado na instalação de estantes sobre bases móveis (*charriots*), permitiria a duplicação da capacidade de armazenagem para o mesmo espaço (ver Fig.56), tendo em conta que as estantes se encontrariam juntas, não existindo corredores entre si. O princípio de funcionamento seria a rotação de manivelas individuais (localizadas na lateral da estante) que permitiriam a abertura de um único corredor na estante pretendida (Fig.56).

Assim, ao invés da aquisição de 5 novas estantes foi requerido um orçamento para a aquisição de 8, para que juntamente com as 3 já existentes, fossem todas adaptadas a este novo sistema moveidço. Deste modo seria ainda possível poupar o espaço equivalente a duas estantes (cerca de 6m²) para utilizar na restante organização do *layout*, para além do aumento da área de armazenamento de ferramentas em cerca de 9m² para lá do projetado inicialmente.



Figura 56 - Esquemática do novo sistema de armazenamento de ferramentas baseado em estantes móveis.

Com o intuito de eliminar os problemas de circulação nas zonas de passagem, no interior da Ferramentaria da Montagem, outra das grandes melhorias foi a definição de zonas de estacionamento dos carros de ferramentas. Esta nova área foi construída através da marcação de 9 lugares (3 carros em cada um dos 3 turnos), sendo associado a cada um destes um número de identificação de forma a fixar o lugar de estacionamento (ver Fig.57).

Deste modo, todos os carros estariam localizados fora da zona de circulação, prevalecendo apenas os carros dos Afinadores do turno em funcionamento numa zona de permanência temporária (ver Anexo I).



Figura 57 - Nova zona de estacionamento dos carros de ferramentas.

Servindo como divisória da Ferramentaria da Montagem (entre a área de armazenamento de ferramentas/carros e a zona de trabalho), foram instalados 5 armários ao longo dos 5m de largura. Estes armários – 4 deles adquiridos a um fornecedor e um outro reaproveitado do *layout* anterior – permitiriam armazenar todos os componentes que outrora não teriam lugar de arrumação. Este objetivo seria alcançado após um exaustivo processo de verificação e seleção do *stock* existente de forma a eliminar material obsoleto ou desnecessário, seguindo-se a identificação através de etiquetas dos materiais armazenados. Todos os armários foram identificados alfabeticamente de forma a, no futuro, possibilitar a criação de índices de armazenamento, associando o tipo de material ao armário correspondente e reduzindo o tempo despendido em reparações e manutenções.

Uma outra melhoria neste campo passou pela construção de uma nova bancada dedicada à manutenção/reparação de aparafusadoras, de forma a resolver os problemas associados à falta de espaço de trabalho “em paralelo”. Esta modificação tornou possível a coexistência de duas zonas de trabalho, localizadas numa área central, tal como demonstra a Figura 58.



Figura 58 - Construção de uma nova bancada de trabalho, dedicada à manutenção/reparação de aparafusadoras.

Com o objetivo de facilitar a organização dos *setups* a realizar ao longo do turno foi instalado também um “Quadro de *setups*” (ver Fig.59), que permitiria a anotação da transição de SKU’s a realizar, bem como o horário previsto. Este quadro faria parte de uma melhoria proposta, a “criação de reuniões de início de turno”, melhoria essa analisada mais à frente.

Por último seria instalado um *E-plant* (ver Fig.59) com o objetivo de possibilitar aos Afinadores a consulta de informações relativas a ferramentas (introduzidas anteriormente em SAP). Esta medida permitiria um fácil acesso a todos os Afinadores de informações essenciais à correta realização dos *setups*, de maneira reduzir o tempo de preparação (*setup* externo).



Figura 59 - Novo *layout* da Ferramentaria da Montagem, incluindo o "quadro de *setups*" e um *E-plant*.

De forma a manter os standards ao longo do tempo – e indo ao encontro da correta aplicação da metodologia 5S – todas as zonas e equipamentos do novo *layout* foram delimitadas e identificadas através de marcações de pavimento, bem como todos os seus utilizadores diários alertados para a importância de registar qualquer situação que impossibilite o cumprimento desses mesmos standards.

Por último, é de salientar que todas as melhorias implementadas relativamente ao novo *layout* foram ao encontro das necessidades da Montagem bem como da Equipa de Afinadores, que viu as suas condições de trabalho melhorarem significativamente, possibilitando uma melhor coordenação das atividades desempenhadas e uma redução global dos tempos de paragem das linhas de montagem.

5.2.5 Estado Final

Analisando o projeto no final do Estágio Curricular seria possível tecer algumas conclusões relativamente ao estado do mesmo, bem como as melhorias efetuadas e as que ficaram por desenvolver.

Na Tabela 16 é possível analisar o estado de concretização do procedimento de codificação e armazenamento das ferramentas de montagem dos vários *streams*.

Tabela 16 - Estado final das ferramentas da montagem.

Stream	Total de ferramentas analisadas	Ferramentas codificadas		Ferramentas armazenadas	
		Quantidade	%	Quantidade	%
CZ's	139	131	94	0	0
LB's	155	155	100	122	79
TH's	23	13	57	0	0
BC's	104	104	100	88	85
BR's	143	140	98	122	85
CM's	23	16	70	2	9
CA's	156	156	100	0	0
PM's	51	31	61	0	0
LS's	963	922	96	963	100
	1757	1668	95	1297	74

Partindo da inexistência de um inventário foi possível adicionar à base de dados criada para o efeito um total de 1757 ferramentas de montagem. Apesar deste valor não corresponder ao total de ferramentas existentes, estima-se que o mesmo ronde aproximadamente os 97%, uma percentagem bastante significativa. De entre as ferramentas não analisadas destacam-se as pertencentes ao *stream* “CTH's” e ainda parte das pertencentes aos *streams* “CA's”, “PM's” e “TH's”.

De todas estas ferramentas analisadas, cerca de 1668 foram devidamente codificadas pelo Departamento de Engenharia, seja pelo propósito do projeto em si (de codificar todas as ferramentas) ou devido ao facto de que as novas ferramentas entretanto projetadas e lançadas para produção já possuíssem um código associado e gravado na mesma. Esta iniciativa foi criada com o objetivo de reduzir o número de ferramentas sem identificação e resolver o problema “na fonte”.

A principal razão para a não codificação de todas as ferramentas analisadas deveu-se, em parte, à carga de trabalho do Departamento de Engenharia, que muitas vezes se via obrigado a adiar tarefas relacionados com o Projeto da Ferramentaria em

prol da execução das atividades diárias da empresa. Ainda assim, considera-se 95% um valor bastante aceitável, no que toca a esta etapa do projeto.

Relativamente às ferramentas armazenadas estas rondam as 1297, o equivalente a 74% do total. É de salientar que as ferramentas pertencentes ao *stream* “LS’s” não seriam armazenadas nas estantes adquiridas na ferramentaria da montagem, assim como as das *stream* “PM’s”. Deste modo, pode-se concluir que apenas 45% das ferramentas relativas ao armazenamento no novo *layout* possuem local de armazenamento (correspondente às 3 estantes existentes).

O principal motivo para o não armazenamento de todas as ferramentas seria a falta das estantes, uma vez que no final do estágio as mesmas se encontravam em fase de aprovação de orçamento por parte do Departamento Financeiro. Uma vez adquiridas, é expectável que todas as ferramentas possam ser armazenadas, sobrando cerca de 30% do volume total orçamentado para ferramentas futuras.

No que toca à fase seguinte do projeto, do carregamento da base de dados em SAP, foram inseridas um total de 1579 ferramentas, equivalentes a 623 códigos distintos. Este valor representa 90% do total das ferramentas analisadas, sendo os restantes 10% relativos a casos em que, devido a alguns problemas informáticos e de compatibilidade, não puderam ser adicionadas numa primeira instância.

Relativamente à fase de realocação da Ferramentaria da Montagem, esta foi a que causou maior impacto direto no fluxo de trabalho dos colaboradores, apesar de não ter ficado concluída. Ficariam a faltar a aquisição e instalação do novo sistema de armazenamento de ferramentas de montagem, para além do término das tarefas relacionadas com a organização do material consumível dos armários, assumindo-se então um grau de execução das tarefas de, aproximadamente, 80%.

No global, o estado final do projeto, relativamente ao grau de execução das tarefas a si inerentes, pode ser analisado através da Figura 60.

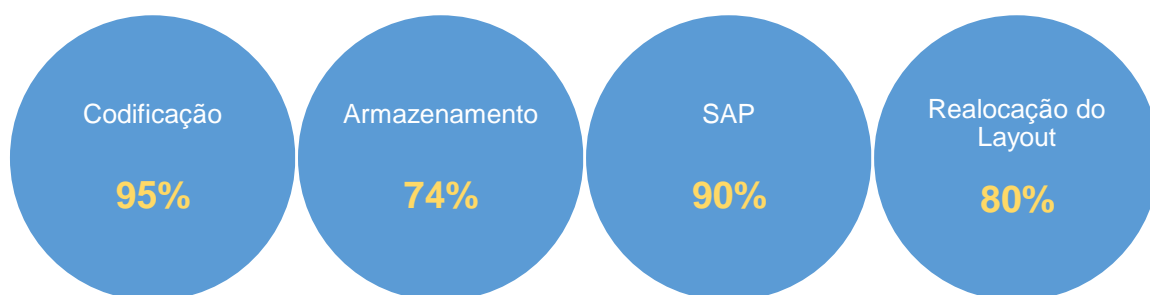


Figura 60 - Estado final de execução das várias fases do Projeto da Ferramentaria da Montagem.

No que diz respeito às melhorias obtidas com a implementação do procedimento de codificação, armazenamento e carregamento de ferramentas em SAP, os resultados foram bem visíveis. Para além da redução do tempo de *setup* externo

diretamente associada à redução do tempo despendido na localização da ferramenta correta, o facto de manter as mesmas numa zona fixa e estável permitiria preservá-las em boas condições de funcionamento, algo que outrora não era garantido. Outro motivo seria a realização de manutenções programadas, tornadas possíveis pela informatização e *rastreamento* em SAP, fator crucial também no correto escalonamento das OP por parte dos VSM's.

No caso da realocação do *layout* da Ferramentaria da Montagem, os resultados foram mais impactantes relativamente ao fluxo de trabalho e à organização de equipamentos e ferramentas. Seria expectável uma redução do tempo de reparação e manutenção dada a criação de uma nova bancada de trabalho, bem como a organização de todos os materiais consumíveis – que permitiria um melhor controlo de *stocks*. Isto possibilitou a redução do tempo de paragem das linhas de montagem e conseqüentemente o aumento da disponibilidade da Equipa de Afinadores para a realização de *setups*. Aliado a isto, seria possível também uma melhor circulação de material e de pessoas resultantes da definição das zonas de estacionamento, já para não falar da centralização das ferramentas em estantes movediças, que para além de facilitar a preparação dos *setups*, permitiria também uma maior concentração e aproveitamento do espaço disponível.

Relativamente à melhoria de estratégias de trabalho por parte das equipas de engenharia e produção, destacam-se a melhor comunicação de informações relativamente à criação de novas ferramentas, permitindo a atualização de todas as bases de dados antes sequer do lançamento das mesmas ferramentas na montagem.

No geral, a implementação de todas estas medidas resultaria numa satisfação generalizada da Equipa de Afinadores e conseqüentemente dos restantes colaboradores, por via da preocupação dos dirigentes na garantia de melhores condições de trabalho. Ainda assim, ficariam por terminar algumas das atividades propostas, detalhadas de seguida por ordem preferencial de realização:

- Finalizar o processo de aquisição das estantes movediças e organização geral do novo *layout* – concluindo a fase da extensão da ferramentaria da montagem;
- Codificar e armazenar as restantes ferramentas existentes no departamento;
- Atualizar todas as bases de dados existentes, bem como os dados anteriormente inseridos em SAP – de forma a abranger todas as ferramentas;
- Associar informaticamente os códigos de ferramenta a cada OP – permitindo monitorizar ao detalhe as ferramentas utilizadas em cada linha de montagem e facilitando ainda mais o trabalho da Equipa de Afinadores e VSM's;
- Definir planos de manutenção de ferramentas de forma automática;
- Eleger equipas responsáveis pela manutenção de standards do novo processo.

5.3 Extensão do *Layout* da Montagem

O Projeto de Extensão do *Layout* da Montagem foi criado com o intuito de resolver um dos atuais problemas da Grohe Portugal: a falta de espaço disponível, tendo em conta o crescente aumento do Departamento de PVD. Por via deste grande sucesso dos produtos com revestimento, houve a necessidade de libertar espaço atualmente dedicado ao Departamento de Montagem, possibilitando a aquisição de mais câmaras de PVD. Deste modo, o Armazém seria o local para onde parte das linhas de montagem seriam realocadas (ver Anexos I e J), o que levaria à externalização do mesmo recorrendo a uma empresa logística, responsável pelo armazenamento e transporte de grande parte do material em *stock*.

Aproveitando esta fase de alteração do *layout*, foi proposta internamente a melhoria dos standards das linhas de montagem. Assim, ao invés da simples realocação das linhas para uma nova zona, este projeto incluiria também a redefinição da construção das mesmas, com o intuito de recriar a filosofia produtiva neste novo *layout*. O principal objetivo seria, para além do aumento da produtividade, a melhoria das condições de trabalho das operadoras de montagem, a melhoria do aspeto visual da Montagem, a redução da quantidade de produtos defeituosos e por último, mas não menos importante, a redução dos tempos de paragem para *setup*.

5.3.1 Estado Inicial

Inicialmente, e como já referido em capítulos anteriores, os problemas de circulação de materiais e pessoas eram bastante comuns no dia-a-dia do Departamento de Montagem. Assumindo a necessidade de toda a movimentação existente, é fácil presumir que um dos grandes motivos para este tipo de problemas era a falta de zonas de passagem mais largas, permitindo a circulação de pessoas e de materiais em ambos os sentidos (Fig.61a). Outro motivo é a quantidade de paletes, que por via da falta de espaço interior aos bordos da linha, era deixada nos corredores (Fig.61b). No fundo, era claramente visível a falta de espaço disponível para a correta realização de todas as operações relativas à montagem dos produtos, tal como é possível observar na Figura 61c.



Figura 61 - Estado inicial das linhas de montagem: a) corredores estreitos; b) material nos corredores; c) falta de espaço para a realização de todas as operações.

No que toca ao interior das linhas de montagem, e às bancadas de trabalho em si, a existência de problemas mantinha-se. Ao analisar a Figura 62 (a) é possível observar com clareza o reduzido espaço disponível no seu interior de forma a permitir a circulação das operadoras de montagem. Para além disso, é bem visível a forma desorganizada com que eram dispostos os componentes nas rampas de abastecimento (dado o tamanho das mesmas) e a falta de zonas de paletes de produto acabado, que obrigava a sua colocação fora da zona dedicada ao efeito.

Relativamente à estrutura das bancadas, é possível observar na Figura 62b a forma limitada de rampas de retorno (utilizadas para o retorno de caixas de material vazias) bem como a falta de aproveitamento do espaço disponível por baixo da zona de trabalho. Estas últimas, por si só, também se encontravam desorganizadas e em mau estado de conservação, dificultando a tarefa de substituição de ferramentas e também o abastecimento correto dos componentes nas rampas defeituosas (Fig.62c).

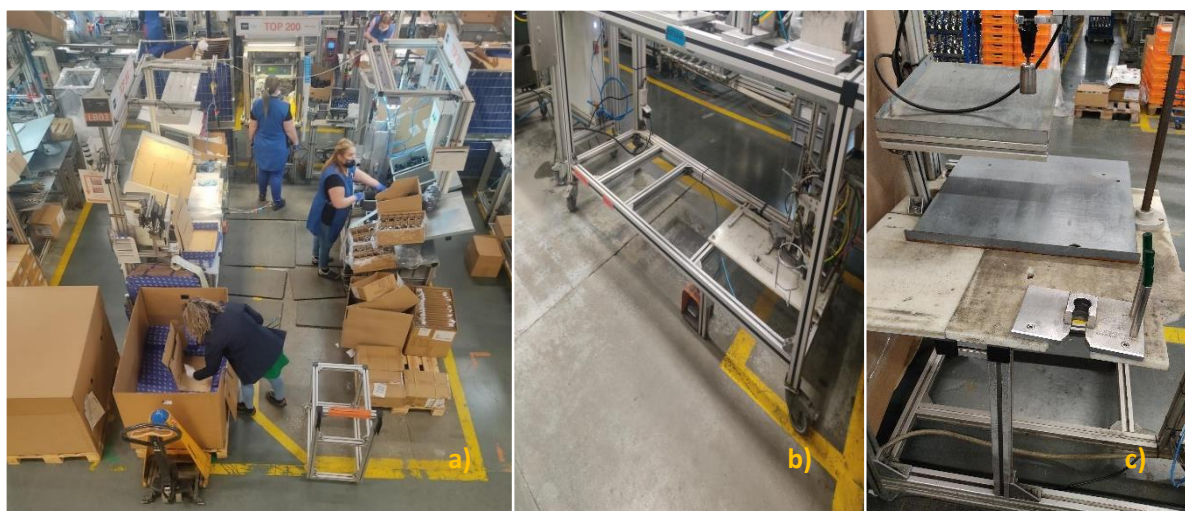


Figura 62 - Estado inicial das linhas de montagem: a) falta de espaço de circulação; b) falta de rampas de retorno e mau aproveitamento do espaço; c) desorganização e mau estado de conservação das bancadas.

É de salientar que os casos observados apenas se referem a uma pequena amostra, de tal forma que analisando as cerca de 50 linhas de montagem manual como um todo, é possível apontar facilmente a falta de standardização de linha para linha e a grande necessidade em definir estratégias de melhoria de organização de todo o *layout* das mesmas.

De forma resumida, a Tabela 17 apresenta as principais causas (relativamente ao *layout* e às estruturas das bancadas de trabalho das linhas de montagem) tendo em conta o tipo de problema resultante, seja na dificuldade na realização de *setups* de componentes, de ferramentas ou ainda outros relacionados com a produtividade, ergonomia, etc.

Tabela 17 - Problemas e respectivas causas associadas ao *layout* inicial das linhas de montagem.

Problemas	Causas
Dificuldade na realização de <i>setups</i> de ferramentas	Falta de standardização das bancadas de trabalho, incluindo as ligações das bancadas dos testes de estanquidade
	Falta de espaço de circulação dentro da linha (causando constrangimentos na realização do <i>setup</i>)
	Desorganização de cabos e tubos de ar (gerando complicações na substituição de aparafusadoras)
	Inacessibilidade e escassez das entradas de ar comprimido (gerando complicações na substituição de aparafusadoras)
Dificuldade na realização de <i>setups</i> de componentes	Falta de zonas para a descarga de paletes de material
	Falta de rampas de abastecimento para a disposição de todos os componentes
	Falta de rampas de retorno (garantindo uma correta separação de caixas cheias e vazias)
	Pouca autonomia dos bordos de linha (aproximadamente 1h)
Outros	Falta de zonas para a colocação de paletes de produto acabado (originando problemas de circulação)
	Falta de standardização da posição dos instrumentos de trabalho (pistola de ar, martelo, colas, camurças, etc.)
	Problemas de ergonomia (bancadas baixas e/ou desniveladas, mau estado dos tapetes anti fadiga)
	Elevada quantidade de produtos sucitados (resultantes da falta de condições para a garantia do “ <i>one piece flow</i> ”)

5.3.2 Definição e Implementação de Melhorias

Partindo dos problemas anteriormente abordados e das causas associadas, foi definido um plano de implementação de melhorias a realizar aquando da extensão do Departamento de Montagem. Por se tratar de uma tarefa complexa e que coloca em jogo bastantes variáveis em simultâneo, este plano só seria implementado após uma minuciosa análise da situação da empresa, e em comunhão com as atividades desenvolvidas pelo Armazém e pela Manutenção, essenciais à correta execução do mesmo.

O primeiro *stream* a ser realocado seria o das CZ's (o único *stream* realocado e presenciado no estágio), através do projeto e construção das linhas de montagem, individualmente.

Antes disso, seria necessária a criação de uma matriz de produtos, permitindo verificar os SKU's produzidos na linha em questão. Deste modo, poder-se-ia prever todo o tipo de especificidades referentes às subfamílias existentes, permitindo a

standardização de todos os restantes elementos da linha. Por outras palavras, o objetivo desta matriz seria a verificação de todas as particularidades referentes a dimensões de componentes, modos de operação, tipos de ferramentas e parâmetros de funcionamento, por forma a adaptar uma linha standard, previamente concebida, a estas especificidades. Todas as alterações realizadas foram limitadas ao máximo, de maneira a standardizar todos elementos possíveis, criando assim um padrão base uniforme em todas as linhas futuramente construídas.

De entre os requisitos do projeto prévio das bancadas de trabalho, constavam:

- Singularidade da bancada de trabalho (eliminando estantes ou elementos móveis separadamente);
- Altura fixa de 80cm (ao encontro das medidas ergonómicas);
- Rampas de abastecimento (em ambas as bancadas);
- Rampas de retorno (em ambas as bancadas);
- Rodas na base das bancadas (permitindo uma rápida reorganização do *layout*);
- Zonas específicas para a colocação da 1ª peça, caixotes de resíduos e sucata, caixa de manguitos, ventoinha, interruptores, entre outros;

Deste modo, todos estes fatores seriam tidos em conta no momento de iniciar a construção das bancadas de trabalho através do software *SolidWorks*. Na figura 63 é possível observar um exemplo do projeto das bancadas de trabalho de uma linha de montagem do *stream* das CZ's.



Figura 63 - Exemplo do projeto de uma linha de montagem do *stream* das CZ's.

Uma vez elaborado o projeto em *SolidWorks*, e impressão da listagem do material de necessário, a equipa de afinadores estaria então responsável pela construção das bancadas. Para tal, foi libertada a nova área de colocação do *stream* das CZ's (anteriormente ocupada pelo Armazém) de forma a possibilitar a sua construção, em paralelo com as restantes tarefas desempenhadas diariamente pelos afinadores.

Uma vez construído o “esqueleto” da linha de montagem (Fig.64a), esta foi colocada no local previamente definido (Fig.64b), e após as instalações básicas de eletricidade, de rede e de ar comprimido, houve lugar à delimitação de todas as zonas inseridas do *layout*. Para tal foram definidas 4 zonas destinadas à colocação de paletes de produto acabado bem como de 2 zonas utilizadas na colocação de paletes de material (Fig.64c). Isto para além das zonas dos caixotes de plástico e cartão, e ainda de uma pequena área alocada ao “carro de *setups*” utilizado para o transporte de pequenas quantidades de material por parte das operadoras de montagem e/ou abastecedores (não confundir com o “carro de *setups*” utilizado pelos afinadores). Todas estas seriam devidamente identificadas de forma a não causar constrangimentos.

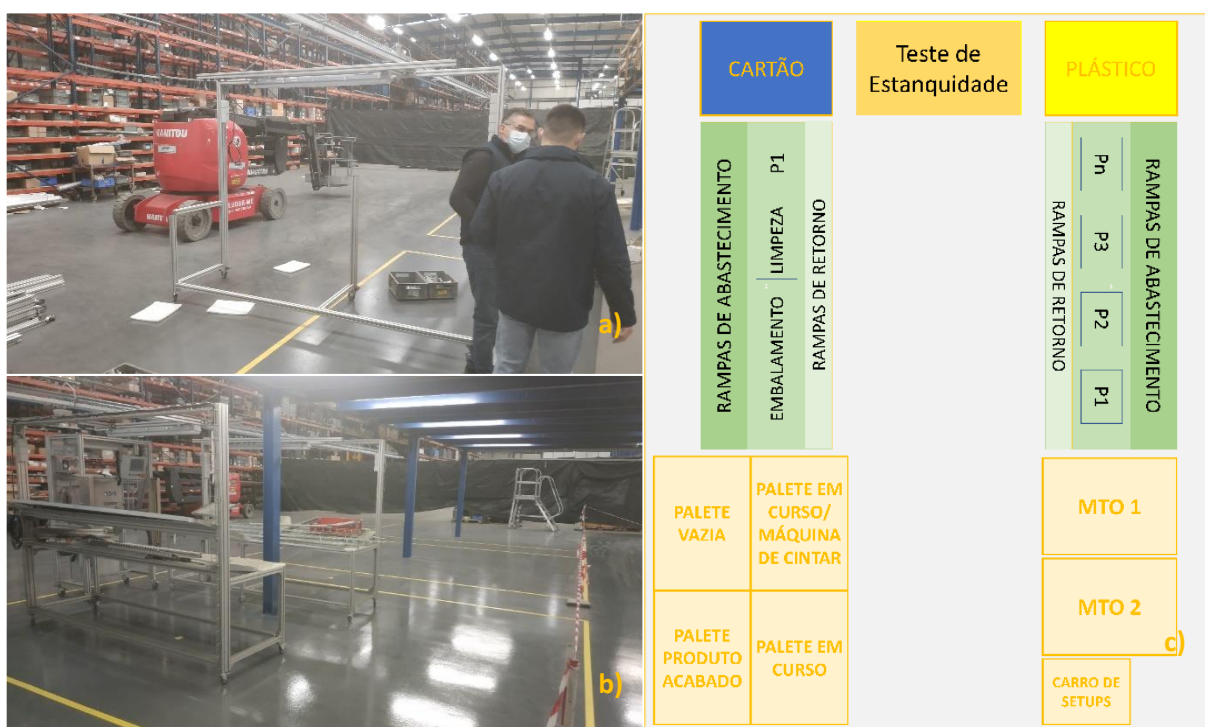


Figura 64 - Etapas da definição e construção das novas linhas de montagem: a) construção do “esqueleto”; b) colocação da linha montada na nova zona das CZ's; c) novo *layout*.

Depois disto foram definidos, e posteriormente adquiridos a fornecedores, um conjunto de elementos destinados à melhoria dos standards de operação das linhas de montagem, entre eles:

- Suportes de garrafas de água (operadoras) e de bisnagas de eletrólito (utilizadas no teste de estanquidade);
- Suporte de inserções (para dispor os componentes de forma organizada nas rampas de abastecimento);
- Tubo de ar enrolado (utilizado na pistola de ar comprimido);
- Caixotes de resíduos e de sucata (permitindo a sua separação dos restantes resíduos, prevenindo erros);

- Suporte de TPI's (permitindo a colocação da impressora de TPI's e de todos os documentos afetos à OP (ver Capítulo 3) no mesmo local).
- Suportes de etiquetas (facilitando o processo de etiquetagem);
- Ganchos (especificamente utilizados para organizar os tubos de ar comprimido);
- Suportes para material de limpeza;

Por fim, todas as zonas foram devidamente identificadas utilizando para o efeito etiquetas de identificação. Após o término de determinada linha de montagem, era desmantelada a linha análoga (antiga) sendo o seu material reutilizado, tanto quanto possível, na construção da linha seguinte. Este processo foi então repetido até todas as 9 linhas de montagem manual das CZ's ficarem concluídas.

5.3.3 Estado Final

No final da implementação das medidas anteriormente definidas, e após a construção de todas as linhas de montagem destinadas ao *stream* das CZ's, seria possível observar um conjunto de melhorias relacionadas com o processo produtivo, nomeadamente na execução dos *setups*.

Comparativamente com os problemas apresentados na Figura 61, é possível observar na Figura 65 a grande diferença entre realidades, possibilitando agora uma boa circulação de materiais e pessoas graças ao alargamento dos corredores, bem como o desimpedimento dos mesmos graças à expansão da área dedicado à linha de montagem (de 19m² para 28m², em média), que permitiria a colocação de todo o material dentro dos bordos de linha.



Figura 65 - Estado final das linhas de montagem: a) maior área dedicada; b) corredores largos e desimpedidos; c) espaço disponível para a realização de todas as operações.

Ao analisar a Figura 66a, é possível verificar também o maior espaço dedicado à circulação das operadoras de montagem dentro da linha, facilitando assim a realização de todas as operações (produção e *setup*).

Relativamente às melhorias relacionadas com a estrutura da bancada em si (Fig.66a e 66b), destaca-se o aumento da área das rampas de abastecimento (de 3m²

para 5,9m², em média) e das rampas de retorno (de 1m² para 3m², em média). Este aumento das rampas de abastecimento permitiu reduzir o tempo despendido neste processo, encurtando o tempo de disposição do material e garantindo também uma melhor autonomia (montagem sem necessidade de reabastecimento a meio da OP) da linha de montagem, que passaria sensivelmente para o dobro (de 1h para 2h).

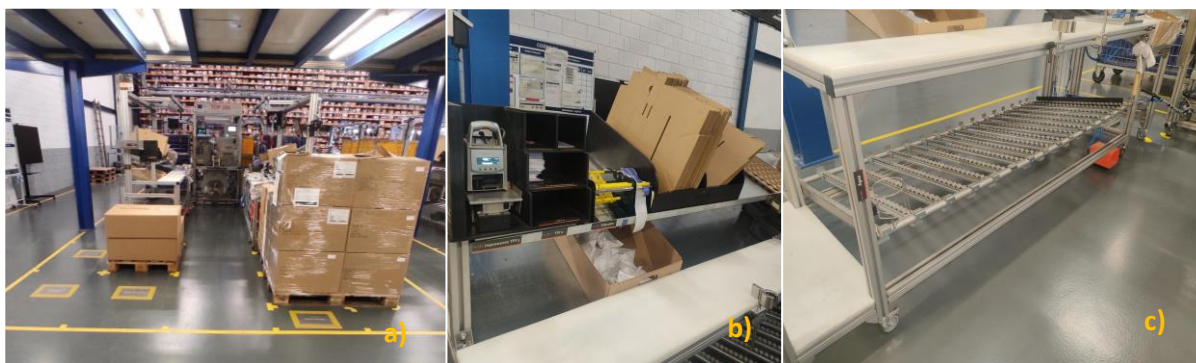


Figura 66 - Estado final das linhas de montagem: a) maior espaço de circulação; b) rampas de abastecimento organizadas; c) criação de rampas de retorno.

A melhoria da qualidade de construção das linhas, possibilitaria a sua correta manutenção por maiores períodos, enquanto a redefinição de alguns elementos de linha, a garantia de melhores condições de operação. Deste modo, seria possível, por parte das operadoras de montagem, a garantia de um bom fluxo produtivo, uma vez estarem reunidas todas as condições para o “*one piece flow*”, o que impactaria diretamente com a qualidade dos produtos, tendo a quantidade de sucata sido reduzida logo nas primeiras semanas após o arranque de funcionamento.

Por sua vez, permitiu à Equipa de Afinadores a redução do tempo de instalação de ferramentas, graças à standardização de sistemas de fixação, e ainda à facilidade na substituição de aparafusadoras advinda do reposicionamento das tomadas de ar em zonas mais acessíveis e da utilização de ganchos organizadores de tubo (Fig.67).



Figura 67 - Organização dos tubos de ar comprimido, de ligação às aparafusadoras: antes (à esquerda) e depois (à direita).

Para além das principais melhorias anteriormente apresentadas existiriam ainda outras, tais como a ergonomia, por via da standardização da altura das bancadas de trabalho e do reposicionamento de alguns elementos da linha.

É de salientar ainda que antes do início do funcionamento da nova área de trabalho, todas as operadoras de montagem do *stream* CZ's foram alvo de uma formação 5S, promovida pelo Departamento de Melhoria Contínua, facilitando assim a adaptação às novas condições de trabalho e com o intuito de sensibilizar para a manutenção dos novos padrões de operação.

Tratando-se este de um projeto de longa duração e de elevada complexidade, ficaria ainda por realizar a aplicação do mesmo processo aos restantes *streams* do Departamento. No entanto, tendo em conta o presente trabalho, pode-se considerar a total conclusão do projeto graças ao cumprimento de todas as tarefas propostas no que toca ao *stream* das CZ's (Fig.67).

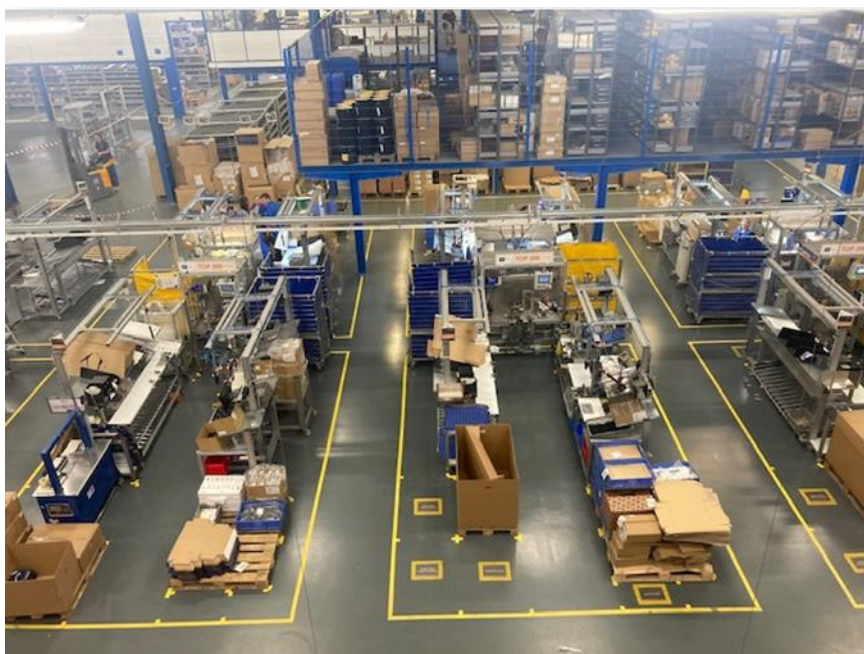


Figura 68 - Vista superior do novo *layout* do Departamento de Montagem, *stream* CZ's.

5.4 Outras Melhorias

5.4.1 Matriz de *Setup*

O escalonamento das OP pelas várias linhas de montagem por parte dos VSM's era realizado através da análise de vários fatores, tais como a urgência de produção, os níveis de *stock* de componentes, a disponibilidade das linhas de montagem, etc. No entanto, um fator bastante relevante que não é tido em conta – pelo menos de forma sistemática – é a sequência de OP's, que faz variar diretamente o tempo de *setup*. Por outras palavras, o escalonamento de uma determinada OP pode fazer sentido de forma a corresponder a prazos de entrega ou a libertar *stock*, no entanto, a elevada disparidade de componentes e de ferramentas/parâmetros de montagem em relação ao produto anterior provoca, por vezes, tempos de *setup* bastante elevados.

Deste modo seria de bastante utilidade fornecer aos VSM's um conjunto de informações relativas aos tempos de *setup* de todas as transições de SKU's do *stream* correspondente, permitindo o escalonamento das OP de forma a reduzir ao máximo essas mesmas disparidades e, conseqüentemente, o tempo expectável de *setup*. Uma das formas seria a construção de uma "matriz de *setup*", relacionando todos os tempos de *setup* expectáveis dos vários SKU's de determinado *stream* onde haja alterações do corpo da torneira ("*setup* de ferramentas").

De forma a simplificar a análise foi escolhido como alvo o *stream* "BC's". Tendo em conta que, ainda assim, existiria uma grande quantidade de transições a analisar, os tempos de *setups* utilizados seriam os recolhidos no *E-plant* e armazenados informaticamente em SAP.

Assim, a construção da matriz de *setup* teve início com a análise dos tempos de *setups* das transições efetuadas no ano de 2021, uma base de dados composta por 444 ocorrências de paragens de *setup*, de entre as 646 situações de paragem registadas no *stream*. O tempo relativo a *setups* ("paragem para preparação") era de 253,8 horas, o que corresponde a cerca de 50% do tempo total de paragem das linhas de montagem do *stream*, tal como é possível observar no gráfico da Figura 69.

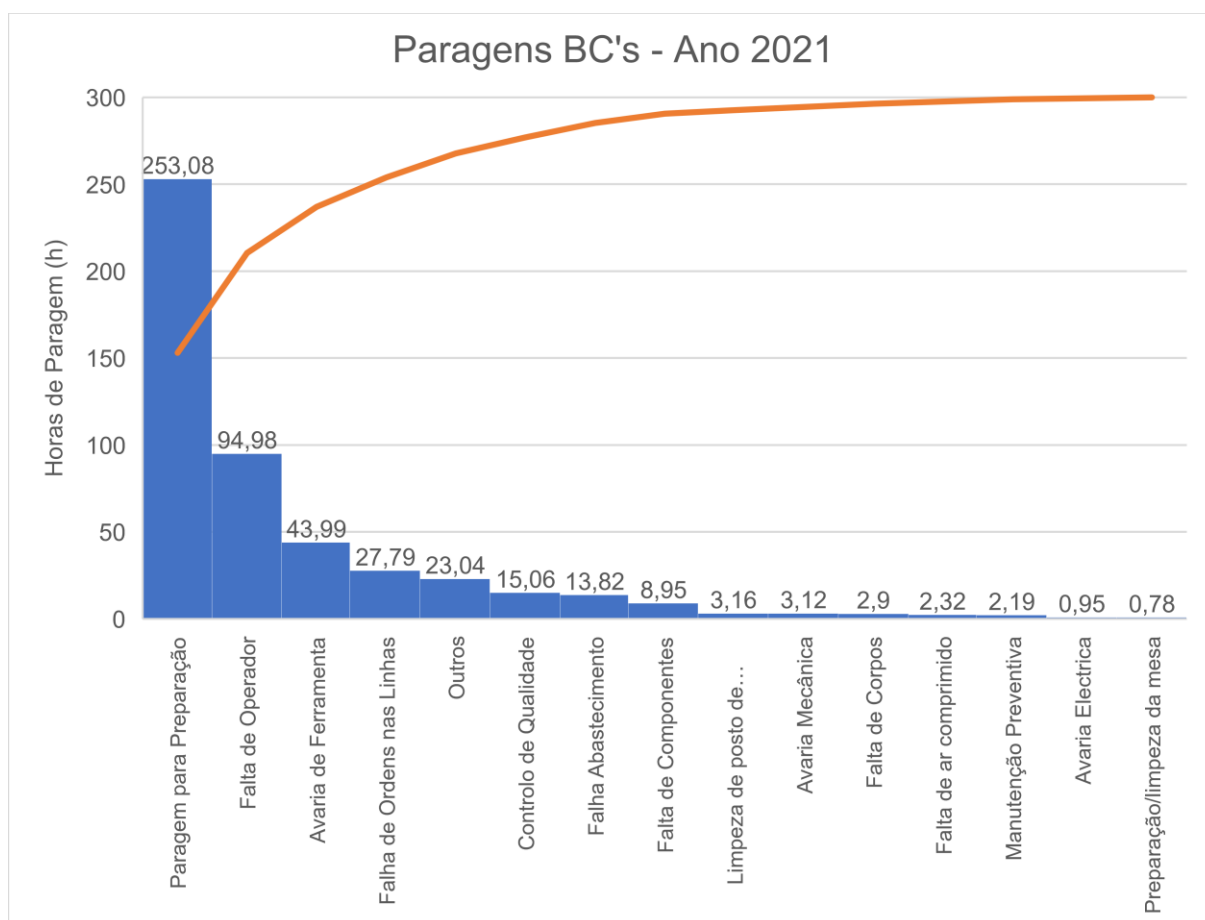


Figura 69 - Gráfico de Pareto relativo às paragens registados no *stream* "BC's", no ano de 2021.

De seguida, foram verificadas manualmente cada uma das ocorrências de *setup* de forma a identificar a transição de SKU's correspondente. Das 444 ocorrências iniciais, foram identificados 143 "*setups* de ferramentas", correspondentes a 7 referências de "corpos" diferentes.

O resultado foi uma matriz (7x7) dos tempos médios de *setup* de cada transação entre referências, ignorando as transições de corpos idênticos (na prática correspondentes a "*setup* de componentes"), tal como é possível observar na Tabela 18. É de salientar também a inexistência de determinadas transações de SKU's (assinaladas a amarelo) que, por determinado motivo, não ocorreram ao longo do ano 2021.

Tabela 18 - Matriz de *setup*, stream "BC's".

A → B		Referência B						
		092020	092031	400451	408410	408412	408487	411728
Referência A	092020		28,5	-	42,3	35,4	54,9	34,8
	092031	29,4		21,6	30,6	42,8	-	-
	400451	55,5	-		-	50,1	22,2	-
	408410	55,8	50,4	32		30,2	70,4	54
	408412	33	58,8	43,6	24,7		41,6	44
	408487	46,2	-	50,4	-	57,6		52,2
	411728	67,2	28,2	31,5	62,4	42,2	-	

A criação desta matriz de teste e observação dos tempos de *setup* presentes permitiu a constatação de algumas conclusões:

- **Tempos médios de *setup* coincidentes:** ao observar os dados da Tabela 18 é possível verificar o grau de semelhança relativamente aos tempos médios registados aquando da aplicação do SMED (Capítulo 4);
- **Inexistência de "efeito espelho":** os tempos de *setup* de uma dada transação "AB" não são idênticos à transação contrária ("BA"), embora a quantidade de componentes/parâmetros a alterar sejam as mesmas. Isto revela a falta de standardização de tempos de operação de *setup*;
- **Limitação da amostra:** a quantidade de *setups* analisados não revela ser suficiente para a utilização da matriz de forma sustentada. Seriam necessários mais dados através da análise de *setups* de anos anteriores, sem, no entanto, utilizar dados de *setups* já obsoletos graças à modificação dos modos de operação.

Tendo em conta o elevado grau de dificuldade associado à elaboração deste tipo de ferramentas de forma manual e contínua, o grande objetivo seria a sua construção automática através da utilização de um software dedicado ao efeito, que conjugasse os dados fornecidos pelo "SAP" e que os fornecesse de forma prática aos VSM's.

5.4.2 Mapas de Produto

O lançamento de um novo produto nas linhas de montagem ocorre através da realização de um ensaio inicial, momento em que vários elementos do Departamento de Engenharia – responsáveis pela criação das ferramentas de montagem e pela industrialização dos produtos – se reúnem no chão-de-fábrica juntamente com operadoras e afinadores. Neste ensaio são experimentadas pela primeira vez, entre muitas variáveis, as ferramentas e parâmetros de funcionamento, de forma a adaptar caso necessário algum destes elementos e assim otimizar o processo produtivo desta nova gama de produtos. No final de cada ensaio é disponibilizado às operadoras de montagem um “manual de instruções” contendo todas as informações relativas ao processo de montagem, bem como um documento contendo os parâmetros de funcionamento do teste de estanquidade à Equipa de Afinadores.

No entanto, o restante das informações necessárias para a realização do *setup* não ficam registadas em nenhuma plataforma de consulta, de maneira que aquando da realização de uma produção posterior, o afinador responsável vê-se obrigado a obter este tipo de informações através da discussão entre os membros da sua equipa, das operadoras de montagem ou ainda junto dos responsáveis da engenharia. Como se pode calcular, este tipo de incertezas relativo aos parâmetros de funcionamento de determinado produto provoca elevados desperdícios de espera e de movimentação, e conseqüentemente aumentam o tempo de *setup*.

De forma a resolver este problema seria necessária a criação de documentos onde constem todas as informações relativas à afinação de determinado SKU. Estes documentos denominados “Mapas de Produto” teriam como objetivo a redução das dificuldades do afinador na hora de fazer a preparação da linha de montagem e a conseqüente redução do *setup* externo.

Através de alguma pesquisa nos repositórios da empresa foi possível constatar a existência de alguns documentos (já obsoletos) que em parte cumpriram estes requisitos, nomeadamente ao nível das ferramentas de montagem e respetiva posição de operação, mas numa quantidade residual. Um dos grandes problemas na sistematização destes documentos, à época, seria o grau de dificuldade na criação manual e individual dos mesmos.

Deste modo, foi definida a criação de “Mapas de Produto” utilizando as funcionalidades do *Microsoft Excel*, permitindo a construção automática destes documentos após a introdução das informações numa base de dados. Embora (pelo menos ao momento) essas informações fossem introduzidas manualmente, o facto de não ser necessária uma formatação manual e individual de cada documento permitiria poupar bastante tempo na sua criação, bem como viabilizar a sua sistematização no processo de industrialização de cada SKU.

O primeiro passo na implementação desta melhoria passou pelo levantamento de todos os parâmetros de funcionamento essenciais. Deste modo, numa reunião em conjunto com a Equipa de Afinadores e com o respetivo VSM foram definidos como constituintes dos “Mapas de Produto” os seguintes parâmetros/informações:

- Código e imagens do SKU respetivo bem como do “corpo” associado;
- Ferramentas de montagem (código e imagem) e respetiva localização (tanto de armazenamento como de instalação na bancada de trabalho);
- Aparafusadoras, binários e respetivos *bits* de aperto;
- Programas de funcionamento de aparafusadoras elétricas;
- Programa e parâmetros do teste de estanquidade;
- Programa e parâmetros do teste de água (no caso do *stream* das TH’s).

Partindo deste conjunto de informações foi possível elaborar um *template* genérico, passível de ser preenchido com as informações de cada um dos SKU’s do Departamento de Montagem (Anexo K). O passo seguinte seria a automatização do processo de introdução dos dados. Deste modo foram desenvolvidas várias “*Macros*” em *Microsoft Excel* partindo de um *layout* previamente projetado, tal como é possível observar no Anexo L. Assim, o responsável pela criação dos “Mapas de Produto” conseguiria introduzir os dados no sistema de uma forma mais rápida e intuitiva, uma vez que o programa faria a construção automática do documento através da recolha de informações (fotos, referências, parâmetros) nas bases de dados previamente formatadas.

À semelhança da melhoria da “Matriz de *setup*”, o *stream* de teste foi o das “BC’s”, tendo sido elaborados vários documentos correspondentes a estes produtos.

Relativamente a trabalhos futuros, seria essencial o desenvolvimento de um software dedicado, passível de realizar a criação automática de “Mapas de Produto” e permitindo às equipas de engenharia lançarem o mesmo junto ao manual de montagem. No final, esta operação deveria ser ampliada a todos os *streams*, de maneira a sistematizar a utilização destes documentos no dia-a-dia dos Afinadores, tornando impossível a falta de conhecimento dos parâmetros de operação.

5.4.3 Cintos de Ferramentas

Um dos grandes problemas observados inicialmente ao longo da realização dos *setups* de ferramentas foi a elevada movimentação dos Afinadores, seja na linha de montagem em si, como também ao longo do *layout* do departamento.

Esta movimentação dever-se-ia a dois grandes motivos. O primeiro era a necessidade de transporte de 2 carros na realização do *setup*: o “carro de *setups*” (contendo as ferramentas de montagem necessárias) e o “carro de ferramentas” (contendo todas as chaves e utensílios de trabalho do respetivo afinador). Isto levava

à necessidade de uma dupla deslocação do Afinador entre a linha e a Ferramentaria da Montagem, prolongando não só o tempo na realização das tarefas de *setup*, mas também duplicando a fadiga do executante, pondo em causa a realização eficaz de todas as tarefas ao longo do turno. O segundo motivo era a necessidade de movimentação contínua dentro da linha de montagem até ao “carro de ferramentas” (posicionado à entrada da linha) aquando da necessidade de um novo utensílio de trabalho. Isto para não falar da inexistência de um suporte próximo ao afinador, que garanta o correto manuseamento de vários utensílios em simultâneo, resultando por vezes em perda dos mesmos.

Deste modo, foi sugerida como melhoria a utilização de “cintos de ferramentas”. Estes equipamentos permitiriam ao Afinador possuir, junto a si, um conjunto de chaves e utensílios capaz de garantir a realização de um *setup* completo (salvo situações de avarias, etc.) evitando a constante movimentação do respetivo carro de “ferramentas”, para além de servir de apoio no manuseamento de vários utensílios em simultâneo, evitando perdas.

A implementação desta melhoria foi iniciada com a aquisição de um “cinto de ferramentas” de teste, bem como a seleção por parte dos Afinadores de um conjunto de ferramentas, vistas por estes como essenciais na correta realização de um *setup*.



Figura 70 - Cinto de Ferramentas de teste.

5.4.4 Reuniões de Preparação de *Setup*

Uma das medidas propostas (e posteriormente implementada) – iniciadas após a realocação do *layout* da Ferramentaria da Montagem – foram as “reuniões de preparação de *setup*”. Esta melhoria consistiu na criação de uma reunião entre a Equipa de Afinadores, TL’s e VSM’s no início de cada turno, de forma a prever os *setups* de ferramentas ao longo do mesmo e uma hora aproximada para a sua ocorrência.

O grande objetivo passaria pela organização do fluxo de trabalho das várias equipas e a eliminação de barreiras de comunicação existentes entre a Equipa de Afinadores e as TL’s de todos os *streams*. Deste modo, ambas as equipas poderiam organizar melhor as suas tarefas e, tendo em conta a hora prevista para a realização

de determinado *setup*, dar início às atividades de *setup* externo de forma atempada, reduzindo assim os tempos de inatividade.

Apesar do horário previsto por parte das TL's servir apenas de referência, e muitas vezes não corresponder à realidade (graças a determinados fatores imprevisíveis) a criação deste tipo de iniciativas permitiu a melhoria da organização das tarefas de todos os intervenientes do *setup*, a redução de desentendimentos entre equipas e também a redução da quantidade de interrupções de trabalho (resultantes das chamadas telefónicas para comunicação de *setups*, anteriormente utilizadas).

Para além disto, esta reunião serviu também como um momento de “*team building*”, de transmissão de opiniões e de comunicação de possíveis melhorias a realizar, tendo mostrado a curto prazo resultados bastante significativos na melhoria da qualidade do trabalho, principalmente da equipa de afinadores.



Figura 71 - 1ª Reunião de preparação de *setup*.

5.4.5 *Dashboard* e Contagem Peça-a-peça

Para terminar, a melhoria com maior impacto nos *setups* de “ferramentas” viria pôr fim a um dos grandes entraves na coordenação de tarefas por parte dos Afinadores: a falta de um sistema de previsão de término de OP's.

Inicialmente, dadas as imprevisibilidades do funcionamento da linha de montagem (avarias, falhas de abastecimento, oscilações de cadência produtiva, etc.), não era possível prever com exatidão um momento exato para o fecho da OP. Deste modo, os Afinadores viam-se impossibilitados de organizar de forma sustentada o seu plano de trabalhos, o que acarretava elevadas perdas produtivas graças ao conseqüente aumento do seu tempo de resposta. Embora as reuniões de preparação de *setup* tenham trazido mais valias a este nível, haveria ainda lugar a melhorias no processo.

Com o intuito a resolver este problema foi desenvolvido um sistema de contagem “peça-a-peça” capaz de fazer uma leitura instantânea do número de peças produzidas, em tempo real (através do registo da impressora de TPI's), em cada uma das linhas de montagem, e de transpor essa informação para um “*Dashboard*” (ver Anexo M) colocado de forma estratégica na Ferramentaria da Montagem (Fig.59),

acessível aos Afinadores. Todo este sistema foi desenvolvido internamente pelo Departamento de IT e permitiria obter uma monitorização mais ao detalhe da quantidade de peças produzidas até ao momento, o que juntamente com a velocidade standard de produção predefinida para determinado produto, conseguiria dar uma previsão mais realista do momento de conclusão da OP. Isto permitiu aos afinadores fazerem esse acompanhamento sem se deslocarem às linhas, o que garante uma melhor gestão do tempo e das tarefas, entre elas as tarefas de *setup* externo.

Para além desta principal função, a este sistema foram ainda associadas outras informações de suporte, tais como:

- N° da OP e lista de peças;
- Ferramentas de Montagem: anteriormente carregadas em SAP através do Projeto da Ferramentaria da Montagem. Este sistema possuía ainda uma funcionalidade capaz de analisar, de entre as ferramentas necessárias à próxima OP, quais as que se encontravam presentes na linha;
- Registos de paragem, motivos de paragem e tempos;

Futuramente, aquando do funcionamento de forma integral deste sistema, o objetivo passaria pela eliminação das “Reuniões de Preparação de *Setup*”, ou pelo menos pela reformulação das mesmas, dado que a informação previsional seria fornecida automaticamente pelo software, sendo desnecessária a previsão realizada pelas TL's. Possíveis melhorias seria a incorporação de mais informações relevantes tais como os “Mapas de Produto” anteriormente desenvolvidos, ou ainda um sistema de manutenção planeada das ferramentas de montagem.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÃO

6.1 Síntese das Melhorias Implementadas

O presente relatório de estágio, para lá de um primeiro contacto com a realidade industrial, teve como principais objetivos: uma aplicação conceptual da metodologia SMED num conjunto de genérico de linhas de montagem previamente selecionado (através do cumprimento de cada uma das 4 etapas da metodologia), bem como a implementação prática de algumas das melhorias propostas, no dia-a-dia do departamento de montagem.

De forma geral, as melhorias implementadas com vista à simplificação das atividades desenvolvidas ao longo do *setup* apresentaram resultados satisfatórios. Embora os 2 principais projetos, dada a sua dimensão, tenham sido mais impactantes na redução do tempo efetivo de *setup*, as pequenas melhorias levadas a cabo ao longo do estágio viriam (em parte) a trazer também alguns benefícios.

Dada a elevada variabilidade das mudanças efetuadas no departamento, não foi possível quantificar de forma exata a eventual redução do tempo de *setup* resultante das medidas implementadas. No entanto, estimam-se os seguintes valores:

- “Extensão de *layout*”: redução do tempo de *setup* interno em cerca de 10% (no *stream CZ’s* e, aquando do término do projeto, em todos os *streams*). Estes valores estariam associados a melhorias, tais como:
 - Aumento da área dedicada à disposição de componentes;
 - Aumento da área dedicada aos retornos de caixas vazias;
 - Standardização das bancadas de trabalho;
 - Aumento da autonomia da linha de montagem;
 - Desimpedimento de passagens e melhor circulação.
- “Ferramentaria da Montagem”: redução do tempo de *setup* interno em cerca de 10% e do *setup* externo em 15%, com potencial redução de até 20% e 25%, respetivamente, aquando do término do projeto. Estes valores estariam associados a melhorias, tais como:
 - Identificação de ferramentas de montagem;
 - Organização e armazenamento de ferramentas de montagem;
 - Digitalização das ferramentas em sistema;
 - Associação das ferramentas à OP;
 - Manutenção programada de ferramentas.

- “Matriz de *Setup*”: redução do tempo de *setup* interno (de ferramentas) em cerca de 4 a 6% (no *stream* BC’s e, aquando do término do projeto, em todos os *streams*). Estes valores estariam associados a melhorias, tais como:
 - Redução do número de ferramentas a substituir no *setup*;
- “Mapas de Produto”: redução do tempo de *setup* interno (de ferramentas) em cerca de 5% e de *setup* externo em 7% (no *stream* BC’s e, possivelmente, em todos os *streams*). Estes valores estariam associados a melhorias, tais como:
 - Conhecimento da posição de armazenamento de ferramentas;
 - Documentação dos parâmetros de funcionamento da linha, relativo a uma dada OP.
- “Reuniões de preparação de *setup*”: redução do tempo de *setup* global (externo + interno) associado a melhorias, tais como:
 - Redução do número de interrupções do trabalho dos afinadores;
 - Aumento da coordenação das atividades de *setups* de ferramentas.
- “*Dashboard* e contagem peça-a-peça”: redução do tempo de *setup* global (externo + interno) associados a melhorias, tais como:
 - Monitorização em tempo real do estado das linhas de montagem;
 - Aumento da previsibilidade da ocorrência de *setup*;
 - Consulta de documentação/informações de apoio aos afinadores.

Negativamente, é de destacar o insucesso da melhoria implementada através da utilização de “cintos de ferramentas”. Apesar do bom feedback inicialmente transmitido por parte da generalidade dos afinadores, existiu alguma relutância na sua utilização (ainda que experimental). De entre os motivos apontados incluem-se o “desconforto da sua utilização”, a “falta de compreensão da nova medida”, entre outros, revelando alguma falta de consciencialização do impacto benéfico que esta melhoria poderia trazer ao seu dia-a-dia. Por estes motivos, a utilização do “cinto de ferramentas” viria a cair em esquecimento.

É de salientar que os valores acima apresentados foram estimados com base na análise da redução dos tempos médios de cada uma das atividades desenvolvidas pelos intervenientes. Deste modo, não devem ser assumidos como realidade em cada um dos *setups* posteriormente executados já no final do estágio, dada a imprevisibilidade relativa à realização das tarefas de *setup* nos tempos previstos.

Comparativamente com os valores demonstrados inicialmente através da aplicação da metodologia SMED, estes ficariam um pouco aquém das expectativas relativamente à eventual implementação de todas as possíveis melhorias. No entanto, analisando a percentagem de resolução das melhorias implementadas pode-se considerar um desempenho satisfatório da aplicação da metodologia no Departamento de Montagem da Grohe.

6.2 Desenvolvimentos Futuros

De forma geral, e para lá do término das melhorias apresentadas no Capítulo 5, os desenvolvimentos futuros relativamente à redução dos tempos de *setup* devem passar por mudanças estruturais no que toca à introdução de novos produtos na produção. Conforme presenciado ao longo do Estágio Curricular, o lançamento de novos SKU's é uma situação recorrente, assim como as chamadas "transferências" dos mesmos de outras fábricas. Este é um problema bastante marcante no que toca à definição de standards de produção/operação, nomeadamente na realização de *setups*, uma vez que os seus intervenientes vêm a complexidade do processo aumentar de dia para dia. É urgente, portanto, a redefinição de normas de aceitação de produtos na fábrica de Albergaria-a-Velha.

Outra melhoria passaria pelo aumento da digitalização e controlo de tempos, ou seja, pela monitorização em tempo real do estado das atividades desenvolvidas por cada interveniente ao longo do *setup*. Uma das formas de garantir isto seria pela introdução de controlos de processo, nomeadamente no momento de chegada/saída de cada interveniente à linha de montagem, bem como do início/término de atividades de *setup* externo. Deste modo seria possível a contagem do *lead time* de cada atividade, permitindo uma análise estatística detalhada (e em massa) dos tempos de *setup* associados a cada SKU e analisar desvios. O objetivo seria a investigação e resolução desses mesmos desvios, reduzindo de forma sustentada o tempo global de *setup* de um dado produto.

Por último, a descentralização do trabalho de *setup* das linhas de montagem seria uma das mudanças essenciais, que passa pela restrição das tarefas realizadas na linha de montagem apenas ao mínimo essencial, e pelo foco nos aspetos de preparação de material e ferramentas. Uma das formas de resolver este problema passaria pela contratação de mais afinadores e abastecedores, de forma a garantir a realização de todas as atividades de *setup* externo sem colocar em causa a execução atempada do *setup* (interno). A realização desta melhoria, em comunhão com a digitalização e introdução de controlos de processo, permitiria uma redução bastante acentuada da quantidade de atrasos de início de *setup* por falta da realização de determinada tarefa de um destes 2 intervenientes.

6.3 Outras Atividades Desenvolvidas no Estágio

Para lá do principal trabalho desenvolvido neste estágio, foram realizadas algumas outras atividades, nomeadamente:

- Apoio em tarefas de âmbito geral solicitadas pelos VSM's, relacionadas com a produção;
- Acompanhamento de ensaios de novos produtos nas linhas de montagem;

- Estudo do funcionamento dos testes de estanquidade: com intuito de verificar quais os parâmetros de medição mais adequados a cada produto;
- Aplicação da metodologia 5S no gabinete;
- Presença nos “briefings” semanais da empresa: onde são discutidos os KPI's, novos projetos, bem como comunicados assuntos de âmbito geral;
- Presença nas reuniões mensais dirigidas pelo diretor da fábrica;
- Participação num Workshop de Team Building com o objetivo de motivar as pessoas para a resolução de problemas do local de trabalho (“Lixil Voice”);
- Acompanhamento da inauguração do parque solar: com direito a visita do Ministro do Ambiente, Duarte Cordeiro;

6.4 Reflexão Pessoal

Com a realização deste estágio curricular foi possível adquirir conhecimentos e experiências acerca do funcionamento de uma empresa. Sendo este o primeiro contacto com a mundo profissional e, nomeadamente, com a indústria, serviu como um ponto de referência bastante importante na cimentação de alguns conteúdos aprendidos em aula. Para além disso, permitiu desenvolver sentido crítico relativamente ao funcionamento dos vários departamentos bem como do processo de fabrico.

Um dos maiores desafios seria, sem dúvida, a gestão de relacionamentos com pessoas de várias áreas e posições hierárquicas, dada a necessidade de adequar discursos e filtrar informação de forma contínua. Foi possível constatar também a elevada importância da inteligência emocional e das *soft skills* no ambiente profissional, tema muitas vezes abordado nos dias de hoje, no entanto fora do âmbito académico.

De forma geral, pode-se dizer que o presente estágio curricular constituiu uma experiência enriquecedora de introdução ao “mundo” profissional, bem como uma oportunidade para contribuir para a melhoria dos processos na Grohe Portugal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdulmouti, H. (2018). Benefits of Kaizen to Business Excellence: Evidence from a Case Study. *Industrial Engineering & Management*, 07(02). <https://doi.org/10.4172/2169-0316.1000251>
- Agustin, R. O., & Santiago, F. (1996). Single-Minute Exchange of Die. *IEEE*, 214–217. <https://doi.org/10.1109/ASMC.1996.558001>
- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Total productive maintenance: Literature review and directions. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 25(7), 709–756. <https://doi.org/10.1108/02656710810890890>
- Balaji, M., Dinesh, S. N., Raja, S., Subbiah, R., & Manoj Kumar, P. (2021). Lead time reduction and process enhancement for a low volume product. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.12.240>
- Blog de Albergaria*. (2009, Março 11). Grohe Portugal. <http://blogdealbergaria.blogspot.com/2009/03/grohe.html>. Data de acesso: junho de 2022
- Borges Lopes, R., Freitas, F., & Sousa, I. (2015). Application of Lean Manufacturing Tools in the Food and Beverage Industries. *Journal of Technology Management & Application of Lean Manufacturing Tools in the Food and Beverage Industries Journal of Technology Management & Innovation*, 10(3), 120–130.
- Dave, V., Dixit, A., & Singh, A. (2015). Lean Manufacturing: An Approach for Waste Elimination. *International Journal of Engineering & Technology Sciences*, 4(4). <https://doi.org/10.17577/IJERTV4IS040817>
- Engexpor. (2018). *Grohe - Fábrica portuguesa foi nomeada a melhor do grupo*. <https://engexpor.com/projeto/grohe/>. Data de acesso: maio de 2022
- EngProcess. (2017). *Você sabe o que é o sistema Andon e como ele pode ajudar sua empresa?* <https://engprocess.com.br/sistema-andon/>, Data de acesso: julho de 2022
- Forno, A. J. D., Pereira, F. A., Forcellini, F. A., & Kipper, L. M. (2014). Value stream mapping: A study about the problems and challenges found in the literature from the past 15 years about application of Lean tools. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 72(5–8), 779–790. <https://doi.org/10.1007/s00170-014-5712-z>
- Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2018). A Structural Literature Review of the Single Minute Exchange of Die: The Latest Trends. *Procedia Manufacturing*, 17, 783–790. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.129>
- Grohe. (2022). *Website Institucional da Grohe*. <https://www.grohe.com/en/corporate/homepage.html>. Data de acesso: maio de 2022
- Horzela, A., & Semrau, J. K. (2020). Use of Tools to Improve Production and Logistics Processes. *Scientific Quarterly "Organization and Management"*, 2(54), 23–42. <https://doi.org/10.29119/1899-6116.2021.54>

- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key To Japan's Competitive Success* (1^a). McGraw-Hill Education.
- Isniah, S., Hardi Purba, H., & Debora, F. (2020). Plan do check action (PDCA) method: literature review and research issues. *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri*, 4(1), 72–81. <https://doi.org/10.30656/jsmi.v4i1.2186>
- Lenort, R., Staš, D., Holman, D., & Wicher, P. (2017). A3 Method as a Powerful Tool for Searching and Implementing Green Innovations in an Industrial Company Transport. *Procedia Engineering*, 192, 533–538. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.06.092>
- Lixil. (2022). *Website Institucional da Lixil*. <https://www.lixil.com/en/about/>. Data de acesso: maio de 2022
- Molenda, M. (2016). *The autonomous maintenance implementation directory as a step toward the intelligent quality management system*. <https://doi.org/10.12914/MSPE-10-04-2016>
- Monteiro, C., Ferreira, L. P., Fernandes, N. O., Sá, J. C., Ribeiro, M. T., & Silva, F. J. G. (2019). Improving the Machining Process of the Metalworking Industry Using the Lean Tool SMED. *Procedia Manufacturing*, 41, 555–562. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.09.043>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through “Lean Tools”: An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082–1089. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>
- Palange, A., & Dhattrak, P. (2021). Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Materials Today: Proceedings*, 46, 729–736. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.193>
- Rewers, P., Trojanowska, J., & Chabowski, P. (2016). Tools and methods of Lean Manufacturing-a literature review. *7th International Technical Conference TECHNOLOGICAL FORUM 2016*, 135–139.
- 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>
- Saad, N. M., Al-ashaab, A., & Shehab, E. (2013). A3 Thinking Approach to Support Problem Solving in Lean Product and Process Development. *Concurrent Engineering Approaches for Sustainable Product Development in a Multi-Disciplinary Environment, June 2016*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-4426-7>
- Sahin, R., & Kologlu, A. (2021). A Case Study on Reducing Setup Time using SMED on a Turning Line. *GAZI UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE*, 35(1), 60–71. <https://doi.org/10.35378/gujs.735969>
- Shingo, S. (1983). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Productivity Press.
- Siddiqui, A. (2021). Comparing the Workplace Organization Method 5s with the 7 Wastes (Muda) in Waste and Failure Management Tool, in the Health Care Quality Management. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 40(1), 1–8.

<https://doi.org/10.26717/bjstr.2021.40.006387>

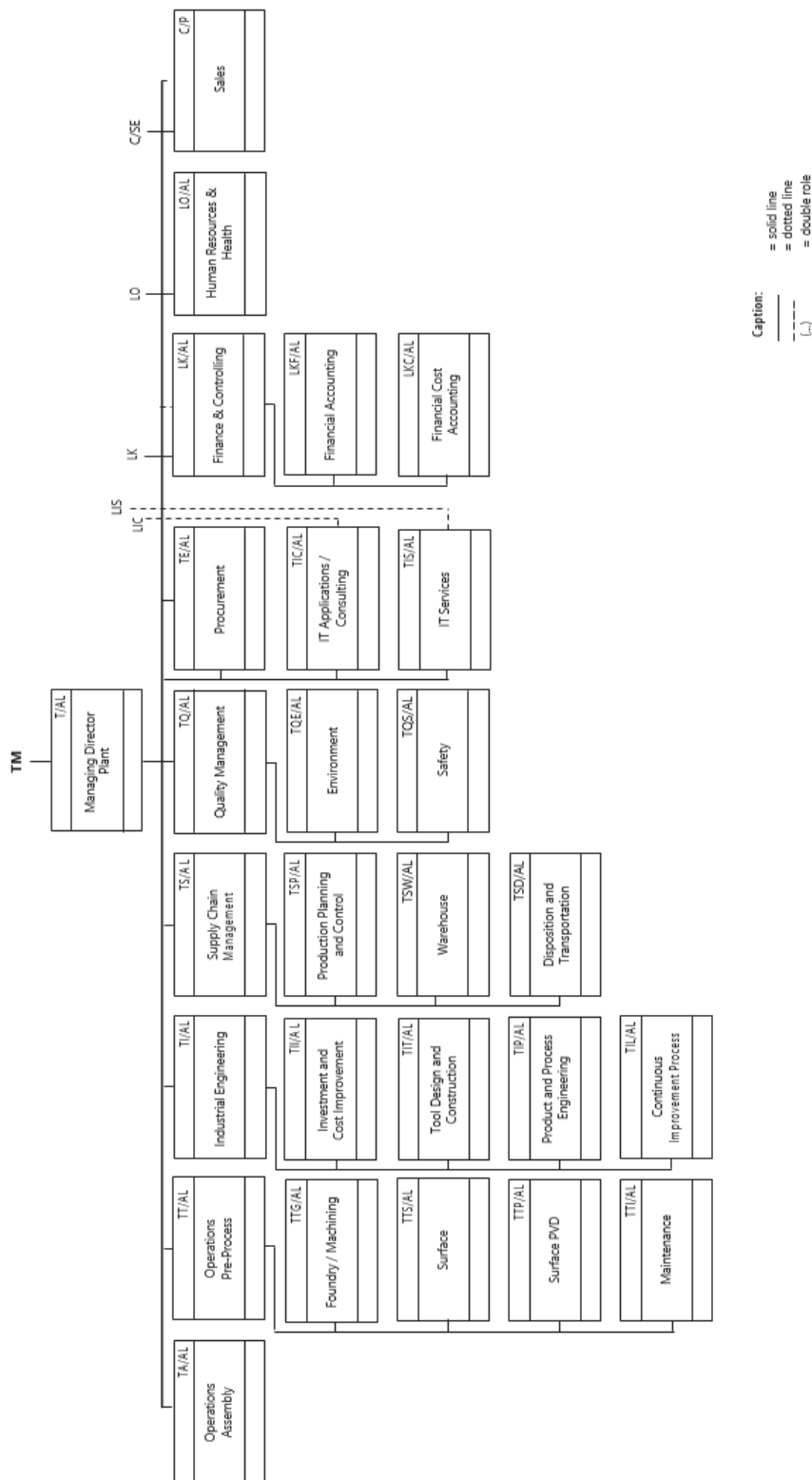
- Silva, A. S., Medeiros, C. F., & Vieira, R. K. (2017). Cleaner Production and PDCA cycle: Practical application for reducing the Cans Loss Index in a beverage company. *Journal of Cleaner Production*, 150, 324–338. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.033>
- Silva, A., Sá, J. C., Santos, G., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., & Pereira, M. T. (2020). Implementation of SMED in a cutting line. *Procedia Manufacturing*, 51, 1355–1362. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.189>
- Silva, I., & Filho, M. (2019). Single-minute exchange of die (SMED): a state-of-the-art literature review. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 102(9–12), 4289–4307. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03484-w>
- Simões, A., & Tenera, A. (2010). Improving setup time in a press line - Application of the SMED methodology. *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, 43(17), 297–302. <https://doi.org/10.3182/20100908-3-PT-3007.00065>
- Singh, J., Singh, H., & Singh, I. (2018). SMED for quick changeover in manufacturing industry – a case study. *Benchmarking*, 25(7), 2065–2088. <https://doi.org/10.1108/BIJ-05-2017-0122>
- Sousa, E., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, M. T., Gouveia, R., & Silva, R. P. (2018). Applying SMED methodology in cork stoppers production. *Procedia Manufacturing*, 17, 611–622. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.103>
- Suárez-Barraza, M. F., Ramis-Pujol, J., & Kerbache, L. (2011). Thoughts on kaizen and its evolution: Three different perspectives and guiding principles. *International Journal of Lean Six Sigma*, 2(4), 288–308. <https://doi.org/10.1108/20401461111189407>
- Sugai, M., Ian McIntosh, R., & Novaski, O. (2007). Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. *Gestão & Produção*, 14(2), 323–335.
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheesh Kumar, R. M. (2014). A review on lean manufacturing implementation techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>
- Womack, J. P., T. Jones, D., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World*. Simon & Schuster.

ANEXOS

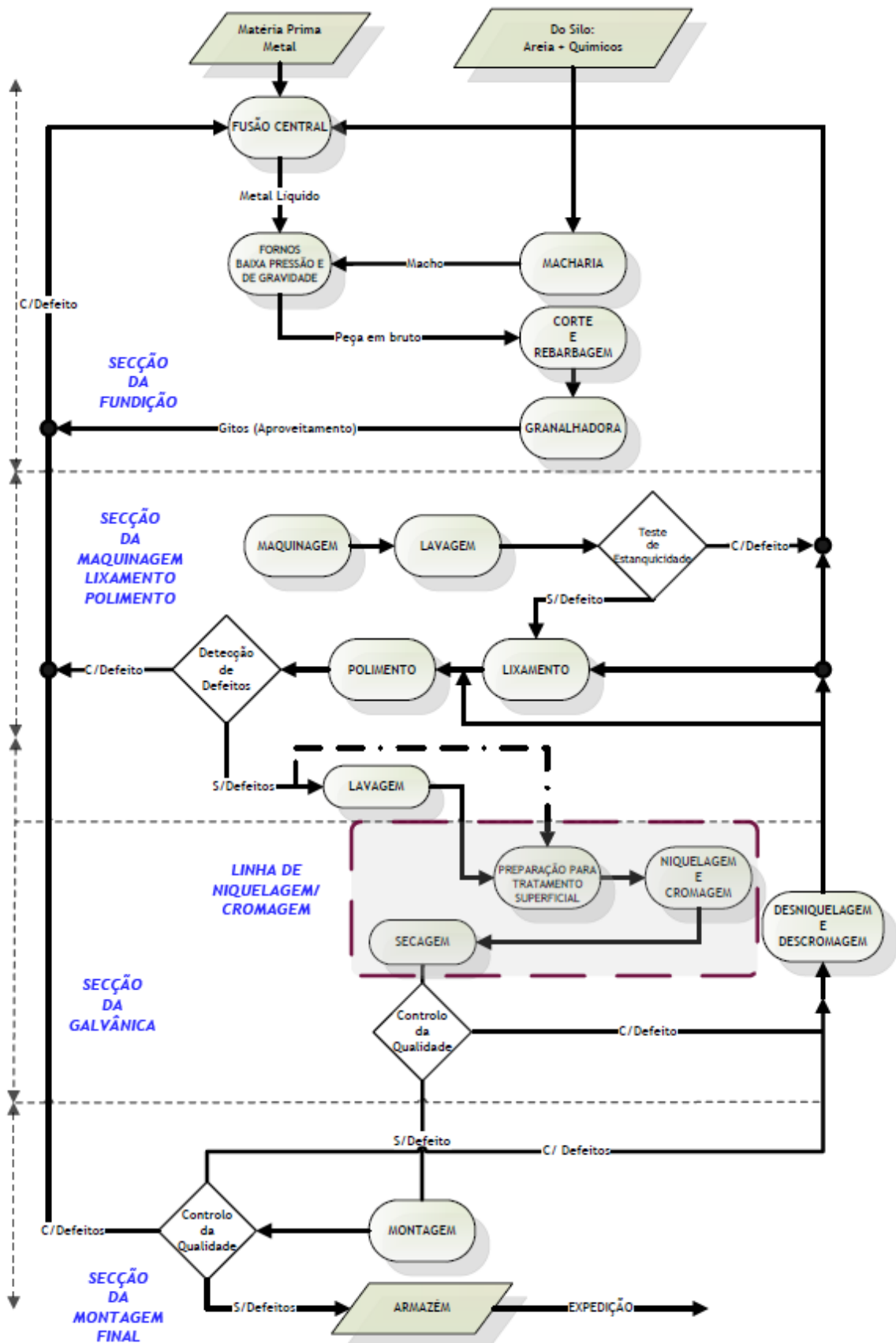
Anexo A - Cronograma das atividades do estágio	118
Anexo B - Organigrama da Grohe Portugal	119
Anexo C - Diagrama simplificado do processo produtivo	120
Anexo D - Organização do Departamento de Montagem.....	121
Anexo E - Folha de Libertação/Acompanhamento da Ordem de Produção.....	122
Anexo F - Lista de Peças	123
Anexo G - Variação do tempo das tarefas de <i>setup</i> após o SMED.....	124
Anexo H - Cronogramas de <i>setup</i> , antes e depois do SMED	126
Anexo I - <i>Layout</i> da Ferramentaria da Montagem, antes do Projeto de Extensão do <i>Layout</i>	127
Anexo J - <i>Layout</i> da Ferramentaria da Montagem, após o Projeto de Extensão do <i>Layout</i>	128
Anexo K - Template "Mapa do Produto"	129
Anexo L - Interface gráfica de criação de "Mapas de Produto"	131
Anexo M - Dashboard da Ferramentaria da Montagem	132

Anexo B - Organigrama da Grohe Portugal

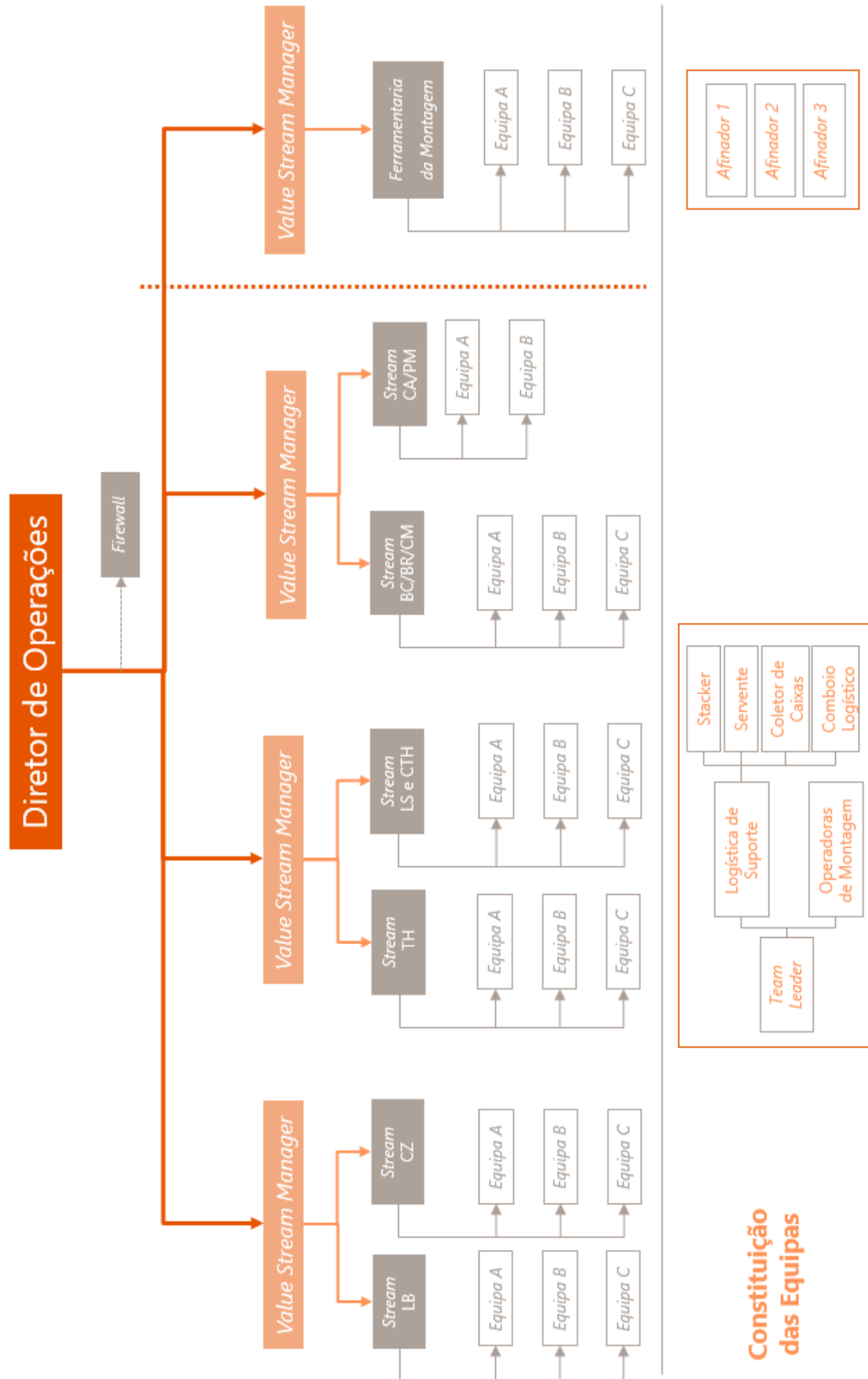
FITTINGS ORGANIZATION – Manufacturing Plant Albergaria



Anexo C - Diagrama simplificado do processo produtivo



Anexo D - Organização do Departamento de Montagem



Anexo E - Folha de Libertação/Acompanhamento da Ordem de Produção

LP 0730

GROHE <small>WATER TECHNOLOGY</small>		Folha de Libertação/Acompanhamento da Ordem de Produção		Linha: 1303	Departamento de Montagem TTM/AL
Ordem Nº: 552725			Produto: 31486001		
Alertas:					
Mudança de Produção					
Colaborador(a) / Afinador		Nº:	Nome:	Hora:	Data:
OK NOK NA					
1 - Mudança de Ferramentas			Confirmado		<input type="checkbox"/>
2 - Verificação de Parâmetros de Teste (obs:)			Verificado		<input type="checkbox"/>
3 - Verificação de Teste Ar - Padrão OK / NOK			Verificado		<input type="checkbox"/>
MONOCOMANDOS					
4 - Medição de Binários					
Componente		Limites		Valores Medidos	
Cozinha Eco		(50 - 150) Nm	1: [] 2: [] 3: []		
E (Banh./Coz.)		(1,35 - 1,65) Nm	1: [] 2: [] 3: []		
D (Banh./Coz.)		(1,35 - 1,65) Nm	1: [] 2: [] 3: []		
E (Banh./Chuv.)		(15 - 40) Nm	1: [] 2: [] 3: []		
D (Banh./Chuv.)		(15 - 40) Nm	1: [] 2: [] 3: []		
E (Banh./Chuv.)		(10 - 20) Nm	1: [] 2: [] 3: []		
D (Banh./Chuv.)		(3,5 - 4,5) Nm	1: [] 2: [] 3: []		
E (Banh./Chuv.)		(5 - 7) Nm	1: [] 2: [] 3: []		
D (Banh./Chuv.)		(10 - 12) Nm	1: [] 2: [] 3: []		
E Roscado		(12,5 - 14,5) Nm	1: [] 2: [] 3: []		
D Roscado		(15 - 20) Nm	1: [] 2: [] 3: []		
PM Casquilho		(4 - 5) Nm	1: [] 2: [] 3: []		
Tubo Roscado		(3,5 - 4,5) Nm Máq/Med	1: [] 2: [] 3: []		
Anel Roscado plástico (cozinhas)		(1,5 - 2,5) Nm	1: [] 2: [] 3: []		
Inversor Essence		(15 - 40) Nm	1: [] 2: [] 3: []		
Casquilho ATR		(10 - 12) Nm	1: [] 2: [] 3: []		
Casquilho		(min.45) Nm Máq/Med	1: [] 2: [] 3: []		
Casquilho 38x38 (Concetto)		(6 - 8) Nm	1: [] 2: [] 3: []		
Inversor (Plástico)		(20 - 30) Nm	1: [] 2: [] 3: []		
Castelo Cerâmico		(20 - 40) Nm	1: [] 2: [] 3: []		
Lig.ex. G 1/2 Suíça - Casquilho		(2,5 - 3) Nm	1: [] 2: [] 3: []		
Lig.ex. G 1/2 Suíça - Perno		(20 - 40) Nm	1: [] 2: [] 3: []		
Lig.ex. G 3/4 Suíça - Casquilho		(2,5 - 3) Nm	1: [] 2: [] 3: []		
Lig.ex. G 3/4 Suíça - Perno		(20 - 40) Nm	1: [] 2: [] 3: []		
Observações:					
Verificação 1ª Peça da ordem					
Operadora Embalagem		Nº:	Nome:	Hora:	Data:
Nota: guardar esta 1ª peça na linha (quadro Primeira Peça)					
1 - Leitura e assinatura das Fichas de Alerta (FA) (operadoras presentes na linha)					Verificado
OK NOK NA					
2 - Componentes correctos			Confirmado:		<input type="checkbox"/>
3 - Etiqueta			Confirmado:		<input type="checkbox"/>
4 - Impressora TPI (confirmar hora e data)			Confirmado:		<input type="checkbox"/>
5 - Verificação do estado do obturador CZaltas (curva 11774038)			Confirmado:		<input type="checkbox"/>
6 - Verificação do ângulo da curva +/- 1º (grau)			Confirmado:		<input type="checkbox"/>
7 - Gravação			Confirmado:		<input type="checkbox"/>
8 - Limpeza e acondicionamento			Confirmado:		<input type="checkbox"/>
Confirmação da 1ª peça na Mudança de Turno					
Leitura/Assinatura FA		Confirmado <input type="checkbox"/>			
Verificação 1ª Peça/turno		nº:	Nome:	Turno:	Hora: Data:
Leitura/Assinatura FA		Confirmado <input type="checkbox"/>			
Verificação 1ª Peça/turno		nº:	Nome:	Turno:	Hora: Data:
Leitura/Assinatura FA		Confirmado <input type="checkbox"/>			
Verificação 1ª Peça/turno		nº:	Nome:	Turno:	Hora: Data:
Leitura/Assinatura FA		Confirmado <input type="checkbox"/>			
Verificação 1ª Peça/turno		nº:	Nome:	Turno:	Hora: Data:
Nota: estas 1ª peças não são para serem guardadas na linha como a 1ª peça da ordem					
Observações:					

AM/ECN 243097
 92889wPT -17 21-09
 no 4507634881

TTM/AL 019 11/16

Anexo F - Lista de Peças

ROHE		Lista de Peças		29/09/2021 17:19:30		
Linha : LB03		Ord.Prod. : 5527725				
Nº de produto : 31486001		Quantidade : 240				
Itm	Material	Qtd	Texto Breve Material	CratePart	BIN	Posição
10	409250840	1,00	Corpo Cozinha grav		LBS	
20	409249231	1,00	insert		SM-FB-4	SM-FB-4
30	16201040	1,00	PM - Casq+Conector+anel+o-ring-TOP200		SM-DE-3	SM-DE-3
70	03093031	1,00	O-ring 28,0x1,5 NBR/EPDM		M2-AA-6	M2-AA-6
80	40580500U	1,00	Cartucho 35 HF adaptador retorcido		SM-JB-1	SM-JB-1
90	405261231	1,00	Casquilho M42x2 H37,55 - PPS		SM-BB-5	SM-BB-5
100	04450031	1,00	O-ring		M2-AD-5	M2-AD-5
110	07808038	1,00	Tampa roscada Ø43x15,1 plást.		SM-EA-1	SM-EA-1
120	64133038	1,00	Alavanca		LBS	
130	01591131	1,00	Perno rosc s/ ponta, M6x16 sxtvd	X	M1-AG-2	M1-AG-2
140	01050031	1,00	Tampão cinz., TPE, D6.5, direito	X	M1-AD-2	M1-AD-2
150	413551040	2,00	Tube flexível L600 Nylon- c/rasgo - G3/8		SP-1L-1	SP-1L-1
160	415815040	1,00	tubo flex L=265 RPE		SM-BC-5	SM-BC-5
170	409351031	1,00	Barra de retenção		M2-AE-4	M2-AE-4
180	16624145	1,00	PM-Bica		LBS	
210	411117045	1,00	Chuveirinho embalado		SM-CA-3	SM-CA-3
220	495438040	1,00	PM - Veio fixação L93 - TOP200		SM-FB-1	SM-FB-1
230	16729045	1,00	PM - Mangueira + peso		SM-FA-3	SM-FA-3
240	495451040	1,00	PM Set fixa -M33x1,5 3P, reduzido-TOP200		SM-HB-4	SM-HB-4
260	409251031	1,00	Barra de retenção		M2-AE-5	M2-AE-5
290	05345031	1,00	Etiq azul, colante setas p/ cima 70X24	X	M1-AA-2	M1-AA-2
300	05108031	1,00	Etiq vermelha colante seta p/ cima 70X24	X	M1-AA-1	M1-AA-1
700	53812000	0,15	Gordura Syntheso LM 220, unidade 25 kg	X		
710	50262031	1,00	Cola "Loctite 648" 50ml - verde	X		
798	910337031	1,00	Folha papel 350*500mm 50gr/m2		SM-KC-4	SM-KC-4
799	92889WPT	0,00	Folha de gravação	X	LBS	
800	981236038	1,00	Caixa 31486001 Feel monoc.		LBS	
810	91764031	1,00	Inserção Coz. altas, polpa		SP-1I-1	SP-1I-1
810	97170231	1,00	Instruções de Manutenção	X	SM-LE-3	SM-LE-3
820	991055231	1,00	TPI 6U A5 s/w 70g		LBS	
840	92102131	1,00	Etiqueta branca 48X98mm	X	SM-ME-4	SM-ME-4
910	61041000	0,03	Film extensível automáq. 500x20my	X		
920	63969000	0,00	Fita cola para Masterkarton 75 mm 132m	X		
990	63813000	2,42	Cinta PP transp. 8x0,45 4500m/Rolo	X	LBS	
1 000	90717031	0,03	Palete	X		CONSUMIVE
1 010	98716031	0,17	Caixa Masterkarton 800x600x273 (Ma6_1)	X	CONSUMIVEL	

Anexo G - Variação do tempo das tarefas de *setup* após o SMED

Função	Tarefa		Antes		Depois	
			Δt (min.)		Δt (min.)	
			mín	máx	mín	máx
Team Leader (TL)	A1	Encomenda de MTO's ao Armazém	2	6	2	6
	A2	Comunicação do <i>setup</i> aos Afinadores	0,5	1	0,2	0,5
	A3	Comunicação do <i>setup</i> ao Abastecedor	2	5	0,2	0,5
	A4	Preparação e transporte dos documentos da nova OP	5	10	5	10
	A5	Encerramento e ativação da nova OP	1	2	1	2
			Δt Total (<i>setup</i> externo)	10,5	24	8,4
		Δt Total (<i>setup</i> interno)	-	-	-	-
		% Δt médio	-20%			

Função	Tarefa		Antes		Depois	
			Δt (min.)		Δt (min.)	
			mín	máx	mín	máx
Operadoras de montagem	B1	Contagem do material da OP finalizada	2	10	-	-
	B2	Colocação do material nas paletes	2	5	2	5
	B3	Limpeza/arrumação da linha de montagem	3	8	2	4
	B4	Confirmação do material da nova OP	5	10	-	-
	B5	Disposição do material nas rampas de abastecimento	3	9	2	5
	B6	Colocação do carimbo no teste de estanquidade	1	2	1	2
	B7	Montagem e verificação da 1ª Peça	3	4	3	4
		Δt Total (<i>setup</i> externo)	-	-	-	-
		Δt Total (<i>setup</i> interno)	19	48	10	20
		% Δt médio	-53%			

Função	Tarefa		Antes		Depois	
			Δt (min.)		Δt (min.)	
			mín	máx	mín	máx
Abastecedor	C1	Consulta da lista de peças da nova OP	1	2	1	2
	C2	Preparação do material (MTO's + componentes)	5	15	5	10
	C3	Transporte em paletes até à linha e descarga	2	10	2	5
	C4	Recolha de paletes com material da OP anterior	2	10	2	5
	B4	Confirmação do material da nova OP	-	-	5	10
Δt Total (setup externo)			6	17	11	22
Δt Total (setup interno)			4	20	4	10
% Δt médio			16%			

Função	Tarefa		Antes		Depois	
			Δt (min.)		Δt (min.)	
			mín	máx	mín	máx
Afinador	D1	Deslocação à linha para verificar SKU	0,5	1	-	-
	D2	Deslocação até à zona de ferramentas	0,5	1	0,5	1
	D3	Procura das ferramentas e colocação no carro de <i>setups</i>	1	15	1	3
	D4	Transporte das ferramentas até à linha de montagem	0,5	1	0,5	1
	D5	Remoção das ferramentas da OP anterior	2,5	6	1,5	3
	D6	Instalação e afinação das ferramentas	5	7	3	5
	D7	Instalação das aparafusadoras e <i>bits</i> de aperto	3	5	1,5	2
	D8	Afinação do teste de estanquidade	4	15	3	8
	D9	Acompanhamento do teste da 1ª peça	1	2	1	2
	D10	Verificação de binários e preenchimento da FLOAP	2	3	2	3
	D11	Transporte das ferramentas da OP anterior e descarga	1,5	2,5	1,5	2,5
	D12	Deslocação à linha para recolher carro de ferramentas	0,5	1	-	-
Δt Total (setup externo)			6,5	24,5	3,5	7,5
Δt Total (setup interno)			17,5	38	12	23
% Δt médio			-47%			

Anexo H - Cronogramas de *setup*, antes e depois do SMED

TEMPOS DE SETUP ANTES DO SMED - MÍNIMO

PRODUÇÃO X	PARAGEM PARA SETUP	PRODUÇÃO Y
10,5		
Montagem	19	Montagem
6	4	
2,5	17,5	4

TEMPOS DE SETUP ANTES DO SMED - MÁXIMO

PRODUÇÃO X	PARAGEM PARA SETUP	PRODUÇÃO Y
24		
Montagem	48	Montagem
17	20	
18	38	6,5

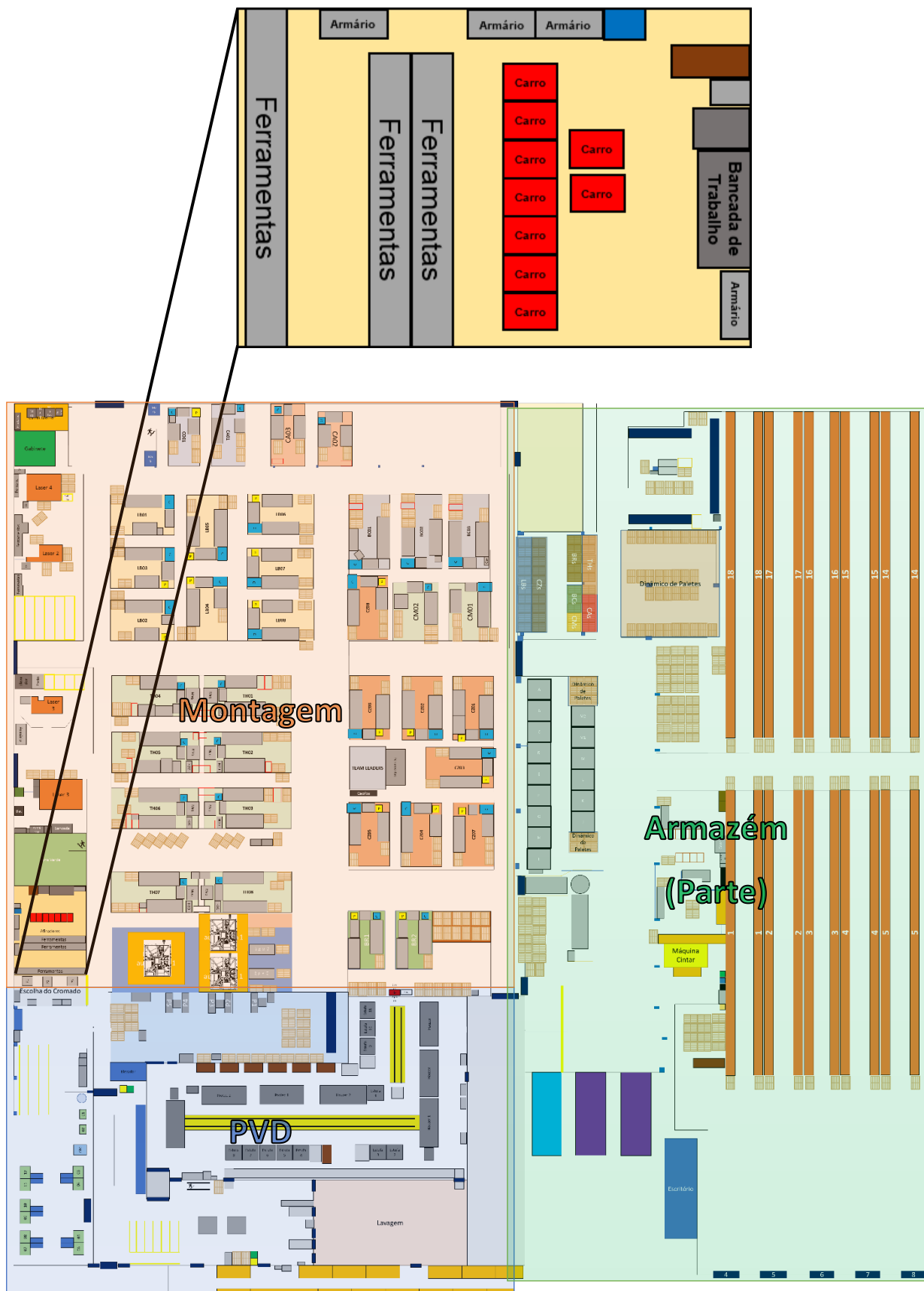
TEMPOS DE SETUP DEPOIS DO SMED - MÍNIMO

PRODUÇÃO X	PARAGEM PARA SETUP	PRODUÇÃO Y
8,4		
Montagem	10	Montagem
11	4	
2	12	1,5

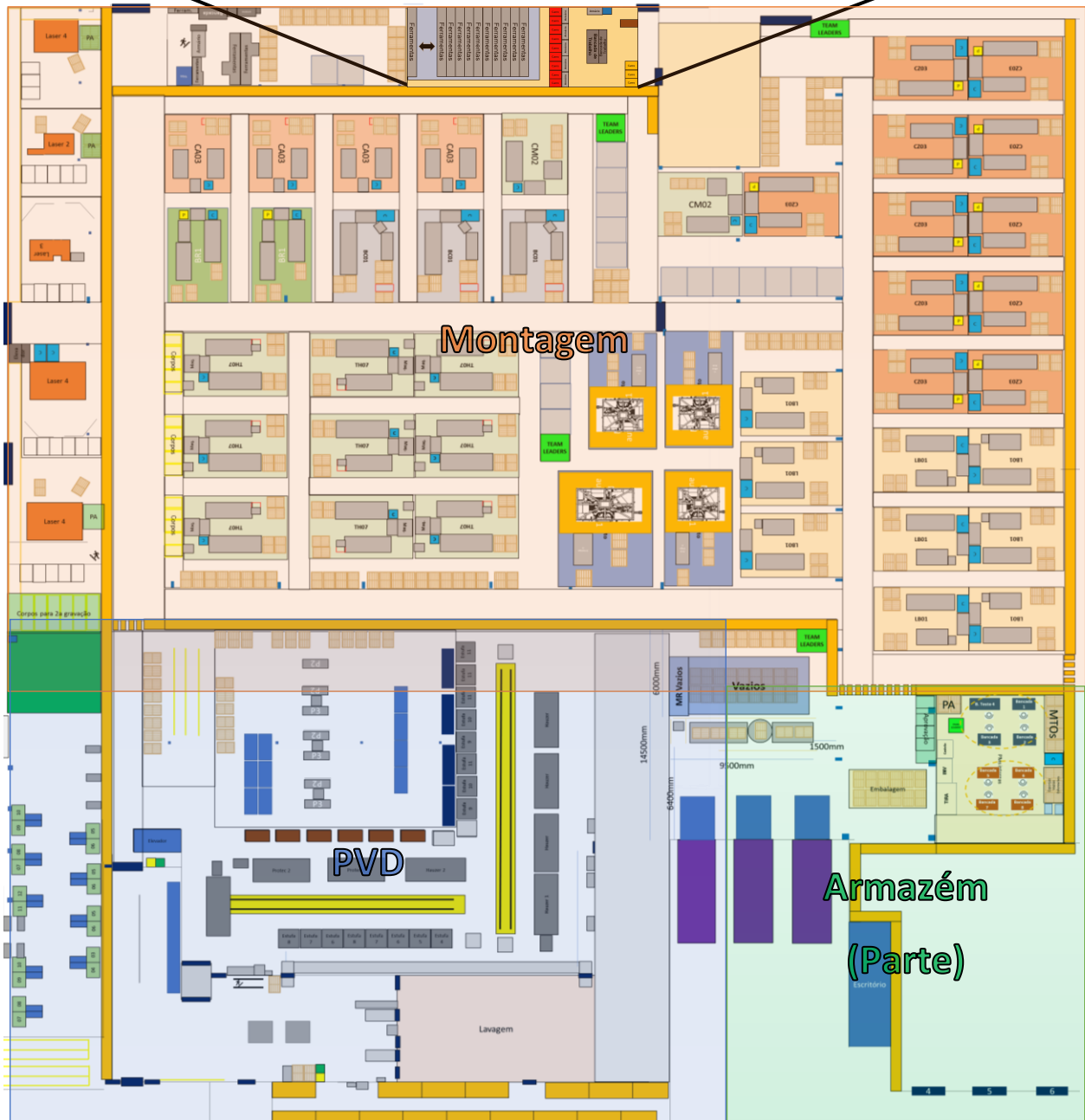
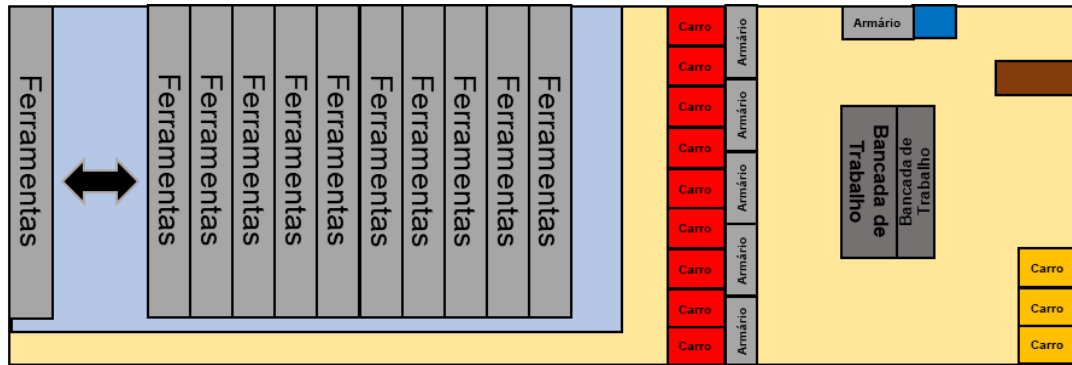
TEMPOS DE SETUP DEPOIS DO SMED - MÁXIMO

PRODUÇÃO X	PARAGEM PARA SETUP	PRODUÇÃO Y
19		
Montagem	20	Montagem
22	10	
5	23	2,5

Anexo I - Layout da Ferramentaria da Montagem, antes do Projeto de Extensão do Layout



Anexo J - Layout da Ferramentaria da Montagem, após o Projeto de Extensão do Layout



Anexo K - Template "Mapa do Produto"

Mapa do Produto				Elaborado por:	Data:	Aprovado por:	Revisão:	Stream			
*				*	*		0	*			
PRODUTO		DESENHO 3D				CORPO					
Designação	*	Designação	*			Designação	*				
Código	*	Código	*			Código	*				
FOTOGRAFIAS/IMAGENS											
(IMAGEM)			(IMAGEM)				(IMAGEM)				
BANCADA 1											
Posto 1			Posto 2				Posto 3				
Ferramenta			Ferramenta				Ferramenta				
Referência	*	Estante	-	Referência	*	Estante	-	Referência	*	Estante	-
Prato	-	Módulo	-	Prato	-	Módulo	-	Prato	-	Módulo	-
(IMAGEM)			(IMAGEM)				(IMAGEM)				
BANCADA 2											
Teste de Estanquidade			Ferramenta Associada				Nº DE FERRAMENTAS				
Referência	*	Estante	-	Referência	*	Estante	-	Posto	Ferramenta	Quant.	
Prato	-	Módulo	-	Prato	-	Módulo	-	B1P1	*	-	
(IMAGEM)			(IMAGEM)				B1P2			*	-
							B1P3			*	-
							Teste			*	-
							Ferr. Ass.			*	-
							B3P1			*	-
							B3P2			*	-
							B3P3			*	-
BANCADA 3											
Posto 1			Posto 2				Posto 3				
Ferramenta			Ferramenta				Ferramenta				
Referência	*	Estante	-	Referência	*	Estante	-	Referência	*	Estante	-
Prato	-	Módulo	-	Prato	-	Módulo	-	Prato	-	Módulo	-
(IMAGEM)			(IMAGEM)				(IMAGEM)				

FERRAMENTAS EXTRA											
Bancada	*	Posto	*	Bancada	*	Posto	*	Bancada	*	Posto	*
Ferramenta				Ferramenta				Ferramenta			
Referência	*	Estante	-	Referência	*	Estante	-	Referência	*	Estante	-
Prato	-	Módulo	-	Prato	-	Módulo	-	Prato	-	Módulo	-
(IMAGEM)				(IMAGEM)				(IMAGEM)			

PARÂMETROS DE TESTE													
Programa de Estanquidade:						*	Programa do Cartuxo Termostático:						*
*						-							

APARAFUSADORAS											
Pneumáticas											
Posto	*	Posto	*	Posto	*	Posto	*	Posto	*	Posto	*
Binário	*	Binário	*	Binário	*	Binário	*	Binário	*	Binário	*
Cor		Cor		Cor		Cor		Cor		Cor	
BIT		BIT		BIT		BIT		BIT		BIT	
*		*		*		*		*		*	
Posto	*	Posto	*	Posto	*	Posto	*	Posto	*	Posto	*
Binário	*	Binário	*	Binário	*	Binário	*	Binário	*	Binário	*
Cor	-	Cor	-	Cor	-	Cor	-	Cor	-	Cor	-
BIT		BIT		BIT		BIT		BIT		BIT	
*		*		*		*		*		*	
Elétricas											
Posto	*					Posto	*				
Programa	*					Programa	*				
BIT		-				BIT		-			
*						*					
Posto	*					Posto	*				
Programa	*					Programa	*				
BIT		-				BIT		-			
*						*					
Posto	*					Posto	*				
Programa	*					Programa	*				
BIT		-				BIT		-			
*						*					

Anexo L - Interface gráfica de criação de "Mapas de Produto"

Adicionar Produto X

ID

Código do Produto Designação Produto Desenho 3D

Código do Corpo Designação Corpo Família

Ferramentas

Adicionar código da ferramenta utilizada no respetivo posto. Caso não se aplique, preencher com "-" e caso falte informação, preencher com "**".

Bancada 1	Teste de Estanquidade	Bancada 3
Posto 1 <input type="text"/>	Teste <input type="text"/>	Posto 1 <input type="text"/>
Posto 2 <input type="text"/>	Ferramenta <input type="text"/>	Posto 2 <input type="text"/>
Posto 3 <input type="text"/>		Posto 3 <input type="text"/>

Ferramentas Extra

Nestes campos devem ser adicionadas ferramentas extra, sejam no mesmo posto dos representados anteriormente, seja em postos extra que existam na linha. Caso não se aplique, preencher com "-" e caso falte informação, preencher com "**".

Ferramenta Extra 1	Ferramenta Extra 2	Ferramenta Extra 3
Bancada <input type="text"/> Posto <input type="text"/>	Bancada <input type="text"/> Posto <input type="text"/>	Bancada <input type="text"/> Posto <input type="text"/>
Ferramenta <input type="text"/>	Ferramenta <input type="text"/>	Ferramenta <input type="text"/>

Notas

Outras informações.

UserForm2 X

Testes de Ar/Água

Adicionar programa a utilizar nos testes. Caso não se aplique, preencher com "-" e caso falte informação, preencher com "**".

Teste de Ar Teste de Água

Aparafusadoras

Adicionar aparafusadoras pneumáticas e elétricas. Caso não se aplique, preencher com "-" e caso falte informação, preencher com "**".

	Pneumáticas			Elétricas		
	Posto	Binário	Bit	Posto	Programa	Bit
Aparafusadora 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Aparafusadora 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Aparafusadora 3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Aparafusadora 4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Aparafusadora 5	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Aparafusadora 6	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Aparafusadora 7	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Aparafusadora 8	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Aparafusadora 9	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Aparafusadora 10	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Aparafusadora 11	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Aparafusadora 12	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Anexo M - Dashboard da Ferramentaria da Montagem



DASHBOARD ASSEMBLY TOOLSHOP

Todas
Próx. Hora

Todas
BC
BR
CA
CM
CZ
LB
LS
PM
PV
TH
VE

Linha	Tempo Próx. Setup	Motivo
LB07	3 min.	
CA02	3 min.	
BR02	6 min.	
CA03	9 min.	
PM04	12 min.	
CM01	19 min.	
TH07	21 min.	
PM08	58 min.	
TH06	83 min.	Falta de Corpos
CZ03	89 min.	

🕒 Detalhes LB07

ORDEM PRODUÇÃO ATUAL

Ordem: **6016359** Produto: **31590000**

Quantidade: **100 de 180 pcs** Fim Prev: ✖ Ferramentas

PRÓXIMA ORDEM PRODUÇÃO

Ordem: **5997514** Produto: **32629002**

Quantidade: **134 pcs** ✖ Ferramentas
✖ Dif. Ferram.

📌 DIF. FERRAMENTAS

Linha: **LB07** Quantidade: **180 pcs**

Ordem Ativa: **6016359** Produto: **31590000**

Próx. Ordem: **5997514** Produto: **32629002** Quantidade: **134 pcs**

Ordem Produção Atual			Ordem Produção Seguinte		
Código	Descrição	Localização	Código	Descrição	Localiz
873A8290	Suporte Montagem Tubos	CC1	873A8290	Suporte Montagem Tubos	CC1
873A8320	Suporte Montagem Bica	CB3-CB4	873A8320	Suporte Montagem Bica	CB3-CB4
873A8395	Suporte Aperto Anel Roscado	CB6	873A8380	Suporte Montagem Cartucho	CB5
873A8480	Aperto Base		873A8480	Aperto Base	
874A8100	Teste Estanquidade		874A8075	Porta-Peças	AA2
894A7420	Módulo Alavanca	CB3	894A7430	Módulo Alavanca	CA5