

Gestão operacional da metodologia SMED

Marta Oliveira Ramos

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Paulo Tavares de Castro

Coorientador na FEUP: Prof. José António Barros Basto

Orientador na empresa: Eng. Celso Maia



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Junho 2019

Para os meus pais

Resumo

Esta dissertação foi proposta pela Grohe Albergaria e tem como principal objetivo a diminuição do tempo de *setup* das linhas de montagem. Este objetivo surge no seguimento da implementação da filosofia *lean manufacturing* na empresa, sendo abordada a metodologia SMED para o problema em estudo.

A primeira abordagem do problema consiste na análise pormenorizada de todo o processo de *setup*. Com recurso à filmagem de alguns destes processos é possível identificar e classificar todas as tarefas do processo de *setup* de acordo com a metodologia SMED. Este estudo exaustivo permite a identificação dos pontos críticos relacionados, principalmente, com desorganização do espaço de trabalho e falta de acesso à informação por parte dos operadores.

Com base nesta análise são propostas diversas soluções organizadas de acordo com os estágios da metodologia SMED. As soluções do primeiro estágio passam pela organização e identificação das ferramentas utilizadas no *setup*, criação de uma base de dados com fichas de produto e alteração do *layout* das linhas de montagem em estudo. No estágio 2 é proposta a modificação do bloco de teste de forma a facilitar o processo de *setup* e aumentar a capacidade produtiva. No entanto, esta solução não foi implementada. As soluções do estágio 3 passam pela adaptação do método de fixação dos apoios e pela distribuição de tarefas pelos operadores.

São analisados os impactos das soluções implementadas e conclui-se que todas estas contribuíram para a diminuição do tempo de *setup*. O objetivo quantitativo inicialmente imposto é alcançado com a implementação de soluções organizacionais. Estima-se que a implementação dos encaixes rápidos em todo o *stream* permita uma superação do *target* inicial sendo calculados todos os ganhos monetários inerentes a tal situação.

Em suma, o objetivo proposto de diminuir o tempo de *setup* é cumprido tendo sido apresentados todos os ganhos inerentes a tal redução, tanto a nível de capacidade produtiva como na questão da redução de lotes.

Operation management of SMED methodology

Abstract

This dissertation was proposed by Grohe Albergaria and its main goal is to reduce the setup time in assembly lines. This goal emerged from the implementation of lean manufacturing philosophy in the company and the SMED methodology is used to solve the problem at hand.

The first approach of the problem is a detailed analysis of the entire setup process. Through some setup films it is possible to identify and classify all the tasks of the setup process according to the SMED methodology. With this exhaustive study, critical issues and their causes are identified: workspace disorganization and lack of access to information.

Based on this analysis, diverse solutions are proposed and organized according to the stages of the SMED methodology. The organization and identification of tools used during the setup process, the build-up of a product datasheet database and the revision of the layout are solutions introduced in the first stage. In the second step, it is proposed an amendment of the air tightness testing, however this answer was not implemented. The tasks distribution by line operators and the adjustment of the dies clamping technique are solutions of the third stage.

We have analysed the impacts of the solutions implemented and we can conclude that all the solutions had an important role on reduction of the setup time. The initial quantitative goal is achieved through organizational solutions. The implementation of dies clamping technique in all production stream is estimated to overcome the initial target. Additionally, all profits are calculated and commented.

To sum up, the proposed objective was fulfilled, and all consecutive gains were reported, both in the productive capacity and in the batch reduction.

Agradecimentos

Princípio por agradecer à Grohe pela oportunidade facultada.

Agradeço ao Eng. Celso Maia, chefe do departamento de montagem, todo apoio e orientação durante a minha dissertação. Pelos conselhos e sugestões, críticas e ensinamentos transmitidos e pela confiança que depositou em mim, um muito obrigada.

Aos meus colegas engenheiros Dário, Fábio e Ricardo por estarem sempre disponíveis e prontos a ajudar-me no projeto e por contribuírem para que esta fase fosse sempre risonha.

Aos professores Paulo Tavares de Castro e José Barros Basto, orientadores da Faculdade, por terem aceitado orientar esta dissertação, estando sempre predispostos a ajudar e a dar sugestões e contribuindo para o sucesso deste projeto.

A todos os meus amigos que me apoiaram durante todo o percurso académico. Em particular à Francisca, à Marisa, à Inês, à Marta, ao Daniel e ao Diogo pela longa amizade.

Ao Christopher pela compreensão, paciência e carinho em todos os momentos difíceis.

Às minhas irmãs, Mariana e Margarida, pelos momentos de boa disposição e diversão, pelo companheirismo e irmandade.

Por fim, deixo um especial obrigada aos meus pais, que me apoiaram durante todo o percurso académico e educativo, nos momentos difíceis e nas aventuras inesperadas.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Apresentação da empresa	1
1.2	Enquadramento do projeto e motivação	2
1.3	Objetivos	3
1.4	Metodologia	4
1.5	Organização da dissertação	5
2	Revisão bibliográfica	7
2.1	Panorama Mundial	7
2.2	<i>Lean Manufacturing</i>	8
2.3	SMED	10
2.3.1	<i>Enquadramento histórico</i>	11
2.3.2	<i>Descrição e Discussão do método</i>	11
3	Caso de estudo	17
3.1	Apresentação do problema	17
3.2	Descrição da metodologia	21
3.3	Diagnóstico do processo de <i>setup</i>	23
3.3.1	<i>Categoria A - Contabilização e arrumação dos componentes do produto anterior</i>	28
3.3.2	<i>Categoria B - Procura e transporte de componentes e ferramentas</i>	28
3.3.3	<i>Categoria C - Confirmação e colocação dos componentes do novo produto nos devidos locais</i>	29
3.3.4	<i>Categoria D - Tempo de espera</i>	29
3.3.5	<i>Categorias E, F e G</i>	30
4	Soluções propostas	33
4.1	Solução Preliminar	33
4.2	Solução 1	34
4.2.1	<i>Soluções organizacionais</i>	34
4.2.2	<i>Fichas de produto</i>	36
4.2.3	<i>Layout e transporte de ferramentas</i>	37
4.3	Solução 2	38
4.3.1	<i>Bloco de teste</i>	38
4.4	Solução 3	48
4.4.1	<i>Encaixe rápido</i>	48
4.4.2	<i>Distribuição de tarefas</i>	50
4.4.3	<i>Contagem dos componentes</i>	50
5	Resultados e discussão	51
5.1	Impacto das soluções organizacionais	52
5.2	Impacto dos encaixes rápidos	56

5.3	Impacto da alteração do bloco de teste	59
5.4	Estratégia de continuidade do trabalho	59
6	Conclusões e trabalhos futuros.....	61
6.1	Conclusões	61
6.2	Trabalhos futuros	62
7	Referências.....	63
8	Anexos.....	65
ANEXO A:	Listagem e classificação das tarefas do <i>setup</i>	66
ANEXO B:	Fichas de Produto	68
ANEXO C:	Base de dados	73
ANEXO D:	Componentes do bloco de teste	75
ANEXO E:	Mesa giratória Festo.....	77
ANEXO F:	Análise de estruturas.....	79
ANEXO G:	Modelos em SolidEdge do bloco de teste.....	85
ANEXO H:	Fichas técnicas dos encaixes rápidos.....	90
ANEXO I:	Ficha de distribuição de tarefas	98
ANEXO J:	Tabela de cálculo do índice OEE.....	100
ANEXO K:	Folhas de trabalho standard – Montagem	102

Acrónimos

IED – *Internal Exchange of Die*

JIT – *Just In Time*

MTM – *Methods-Time Measurement*

MTO – *Material Take Off*

OED – *Outer Exchange of Die*

PVD – *Physical Vapor Deposition*

SMED – *Single-Minute Exchange of Dies*

SKU – *Stock Keeping Unit*

TL – *Team Leader*

TPM – *Total Productive Maintenance*

VSM – *Value Stream Manager*

Índice de Figuras

Figura 1 - Estrutura departamental de produção da empresa	2
Figura 2 - Diagrama de Gantt.....	4
Figura 3 - Tempo de <i>setup</i> (adaptado de Satolo e Calarge (2008))	11
Figura 4 – Representação do tamanho de lote económico (Shingo, 1985)	12
Figura 5 - Estágios da metodologia SMED (adaptado de King (2009)).....	14
Figura 6 - Tempo total de <i>changeover</i> (adaptado de Mistry e Desai (2015))	15
Figura 7 - Organograma do departamento de montagem	18
Figura 8 - <i>Layout</i> das linhas de montagem.....	19
Figura 9 - Disposição das linhas de montagem LB.....	20
Figura 10 - Número de torneiras de cada família das linhas de montagem LB montadas por mês.....	21
Figura 11 – Fotografia das filmagens de <i>setups</i>	23
Figura 12 - Etapas do processo de <i>setup</i>	23
Figura 13 - Resultados obtidos pela aplicação do estágio 1 da metodologia SMED	25
Figura 14 - Duração de cada categoria do processo de <i>setup</i> por operador (em HH:MM:SS).....	27
Figura 15 - Peso de cada categoria no processo de <i>setup</i>	27
Figura 16 - Diagrama de esparguete das linhas de montagem LB	28
Figura 17 - Número de <i>setups</i> por dia nas 35 linhas de montagem	30
Figura 18 - Diagrama de Pareto das atividades de <i>setup</i>	31
Figura 19 - Armário das ferramentas antes (a) e depois (b).....	34
Figura 20 - Área dos blocos de teste antes (a) e depois (b).....	35
Figura 21 - <i>Layout</i> proposto para o armário das ferramentas e os blocos de teste	37
Figura 22 - Bloco de teste de circulação e estanquidade	38
Figura 23 - Desenho 3D em SolidEdge do apoio 2 e batente	39
Figura 24 – Desenho 3D em SolidEdge do mecanismo de injeção de ar nos tubos.....	40
Figura 25 - Fase de enchimento e estabilização (a) e fase de medição (b) do teste de estanquidade	40
Figura 26 - Esquema do projeto proposto.....	42
Figura 27 - Mesa giratória com base e componentes.....	42
Figura 28 - Problema encontrado no teste de estanquidade.....	45
Figura 29 - Detalhes do bloco de teste em SolidEdge.....	47
Figura 30 - Esquema em SolidEdge da bancada do bloco de teste.....	48
Figura 31 – Soluções de encaixes rápidos	49
Figura 32 - Peso de cada categoria no processo de <i>setup</i> após implementação de melhorias organizacionais.....	54
Figura 33 - Comparação dos tempos despendidos em cada categoria antes e após a implementação das soluções organizacionais	54
Figura 34 - Soluções de fixação dos apoios à bancada (a vermelho com parafusos e a verde com encaixes rápidos)	56
Figura 35 - Tempo despendido na substituição de apoios com parafusos e com encaixes rápidos ...	57
Figura 36 - Eficiência global do equipamento após soluções de melhoria.....	58

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Os sete tipos de desperdícios	9
Tabela 2 - <i>Streams</i> das linhas de montagem.....	19
Tabela 3 - Tempo consumido por cada operador nas atividades do processo de <i>setup</i> (em segundos)	26
Tabela 4 - Cronometragem dos deslocamentos (em HH:MM:SS).....	29
Tabela 5 - Tempo total de <i>changeover</i> de acordo com o tipo de <i>setup</i>	32
Tabela 6 - Tarefas para a realização do teste de circulação e estanquidade.....	41
Tabela 7 - Componentes da estrutura 1	44
Tabela 8 - Componentes da estrutura 2.....	45
Tabela 9 - Componentes da estrutura 3.....	46
Tabela 10 - Dimensões dos apoios e da bancada	49
Tabela 11 - Previsão da duração das tarefas de <i>setup</i> (em segundos)	52
Tabela 12 - Tempo consumido por cada operador nas atividades do processo de <i>setup</i> após a implementação de medidas organizacionais (em segundos)	53
Tabela 13 - Impacto económico das soluções organizacionais	55
Tabela 14 - Impacto económico com a implementação de encaixes rápidos.....	57

1 Introdução

Este capítulo tem o objetivo de apresentar brevemente a empresa onde foi realizado o estágio que conduziu à presente dissertação, assim como esclarecer quais os objetivos e motivações do trabalho proposto e a sua contextualização. Para além disso, é ainda apresentada a metodologia e a estruturação da dissertação.

1.1 Apresentação da empresa

A Grohe é uma empresa de origem alemã que foi fundada por Friedrich Grohe em 1937 com a sua primeira fábrica em Hemer. Atualmente, é considerada a marca líder do setor metalúrgico na produção de torneiras e outros sistemas técnico-sanitários uma vez que tem mostrado no mercado a capacidade de gestão e qualidade dos produtos (Grohe, 2019). Neste momento a companhia conta com cerca de 6.000 colaboradores espalhados por quatro fábricas: Albergaria, em Portugal; Klaeng, na Tailândia; Lahr e Porta Westfalica, na Alemanha; e um centro logístico em Hemer, na Alemanha. Todos os produtos fabricados em qualquer fábrica Grohe são enviados para o centro logístico de Hemer e só aí é que é feita a distribuição para o cliente final.

O trabalho desta dissertação foi desenvolvido na fábrica de Albergaria que iniciou a sua atividade há cerca de 23 anos. Nesta fábrica são produzidas torneiras para lavatórios, bidés, banheiras, chuveiros, cozinhas e cartuchos termostáticos. Atualmente, Albergaria conta com cerca de 900 colaboradores onde são faturados 3.5 milhões de euros por semana, tendo esta fábrica como *target* anual 120 milhões. Este objetivo é geralmente alcançado, no entanto o *target* semanal nem sempre é atingido.

A unidade de produção de Albergaria está dividida em seis departamentos: Fundição, Maquinagem, Lixamento/Polimento, Galvânica, PVD e Montagem. O departamento de *Physical Vapor Deposition* (PVD) é o departamento mais recente, e é responsável pelo revestimento da superfície dos corpos de torneiras. A maioria dos produtos produzidos na Grohe Albergaria passam por estes departamentos, com exceção do departamento do PVD. Os cartuchos termostáticos são apenas produzidos no departamento de Montagem. Na Figura 1 é

possível analisar a estrutura departamental de produção da empresa. É também relevante referir que esta fábrica funciona 6 dias por semana, durante 24 horas, trabalhando os seus operadores em regime de 4 turnos rotativos de 8 horas cada um.

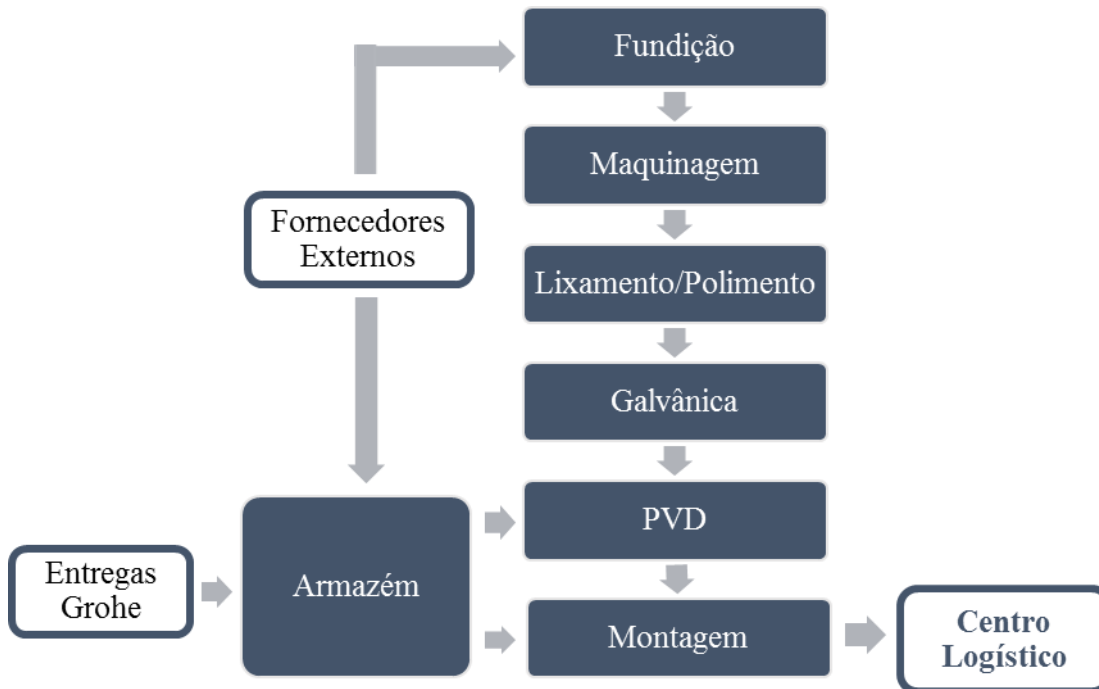


Figura 1 - Estrutura departamental de produção da empresa

O trabalho desta dissertação foi realizado no âmbito do departamento de Montagem. Este departamento conta com cerca de 350 operários distribuídos por 35 linhas de montagem. A partir do plano de produção é efetuada uma distribuição da montagem dos produtos acabados pelas linhas e, de acordo com as listas de materiais de cada produto, estes são requisitados ao armazém. O processo consiste na ligação de vários componentes através da utilização de dispositivos específicos e no embalamento do produto acabado. É nesta etapa que a torneira é também testada de forma a garantir a inexistência de fugas. Terminada a montagem dos produtos, estes são encaminhados novamente para o armazém onde serão, posteriormente, expedidos para o centro logístico.

1.2 Enquadramento do projeto e motivação

Como já foi referido, a Grohe Albergaria representa uma parte fundamental na produção total do grupo pois, para além de representar cerca de 25% da faturação total, esta é a única fábrica responsável por produzir cartuchos termostáticos.

Em 2006, foi planeado um projeto de melhoria produtiva nas linhas de montagem que consistiu no aumento de *output* das mesmas. Para tal foram utilizadas ferramentas da filosofia *lean manufacturing* que, ainda hoje, são empregues diariamente na empresa, como por exemplo:

- Metodologia 5S;
- Alteração do *layout*;

- Análises *Methods-Time Measurement* (MTM);
- *Visual management*;
- Reorganização do posto de trabalho.

No início do ano de 2015, com a implementação do departamento de PVD no departamento da montagem e a introdução de novos produtos, foi necessário reorganizar todo o departamento, tanto a nível de *layout* como a nível do sistema logístico de abastecimento das linhas de montagem. Para além de todas estas alterações é também preciso ter em consideração que a Grohe adota o paradigma de *Just in Time* (JIT) com objetivos de produção bastante elevados. Todas estas condicionantes refletem-se na persistente desorganização do ambiente fabril. É, por isso, essencial a procura constante da melhoria contínua em todas as linhas de montagem.

Neste âmbito, foi proposto o projeto desta tese que visa a uma melhoria contínua de cinco linhas de montagem específicas, mais precisamente relacionada com a mudança de ferramentas entre lotes de produção, denominado por *setup*.

1.3 Objetivos

O principal objetivo desta dissertação consiste no estudo dos tempos de *setup* e na implementação da metodologia *Single Minute Exchange of Die* (SMED) de forma a diminuir a duração da mudança de ferramentas.

Em primeiro lugar, o trabalho desta dissertação passa pela análise crítica e detalhada do processo de *setup*. Esta etapa é fulcral para a correta implementação e conceção de futuras soluções, tendo os seguintes objetivos:

- Listagem das tarefas realizadas durante o processo de *setup*;
- Cronometragem e análise das operações;
- Identificação das operações críticas;
- Análise do impacto do *layout* das linhas no tempo de duração do *setup*;
- Estudo da influência organizacional.

Após o estudo detalhado do processo de *setup* e da implementação da metodologia SMED, é realizada uma exposição de possíveis soluções a implementar com o objetivo quantitativo de reduzir em 35% os tempos de *setup* nas linhas de montagem, tendo como base os tempos atuais. Estas soluções passam pela realização dos seguintes trabalhos:

- Projetar sistemas de troca rápida de ferramentas;
- Projetar bordos de linha mais adequados aos *setups*;
- Projetar a melhor forma do armazenamento das ferramentas;
- Criar e definir gestão visual da metodologia SMED e de melhoria contínua;
- Criar ferramentas de gestão da formação dos operadores em *setups*;
- Criar fichas de produtos.

Todas estas tarefas têm também como objetivo final a clareza dos possíveis ganhos de *output* que se podem alcançar.

Durante o estudo do processo de *setup* foi definido outro objetivo relacionado com a melhoria das ferramentas utilizadas no processo de montagem.

1.4 Metodologia

A primeira fase de todo este processo de investigação passou pela adaptação e enquadramento na empresa. Consistiu em três dias de formação onde foram realizadas várias visitas à fábrica de forma a compreender o funcionamento geral de cada setor. Foram também esclarecidos alguns temas diretamente associados com a empresa, como ambiente, segurança e saúde no trabalho. O resto das primeira e segunda semanas de trabalho foi reservado para a integração mais específica no departamento de montagem. Neste período foi possível compreender o funcionamento organizacional do departamento, quais as pessoas envolvidas e respetivas funções, assim como observar as etapas de montagem de alguns tipos de torneiras.

Após este processo de adaptação, iniciou-se a análise detalhada do tempo de *setup*. Foi realizado um estudo exaustivo das atividades inerentes a este processo de forma a identificar e classificar as atividades *bottleneck*. O *layout* das linhas de montagem e a organização das ferramentas também foi um aspeto de investigação nesta etapa com o intuito de compreender qual o impacto destes na questão em estudo. Ou seja, nesta etapa foram esclarecidos aspetos triviais para a exposição de possíveis soluções.

De seguida, foi feito um levantamento de soluções possíveis a implementar de forma a solucionar problemas encontrados na etapa anterior. Note-se que estas soluções devem cumprir os requisitos e normas de funcionamento da empresa.

Apresentadas as soluções, algumas delas são implementadas e os seus impactos analisados na fase final de forma a compreender se os objetivos impostos foram alcançados. Para concluir, é realizada uma análise crítica aos resultados finais através da comparação destes com os valores iniciais. Na Figura 2 pode verificar-se um diagrama de Gantt com a listagem de tarefas realizadas durante o estágio curricular e a sua respetiva duração.

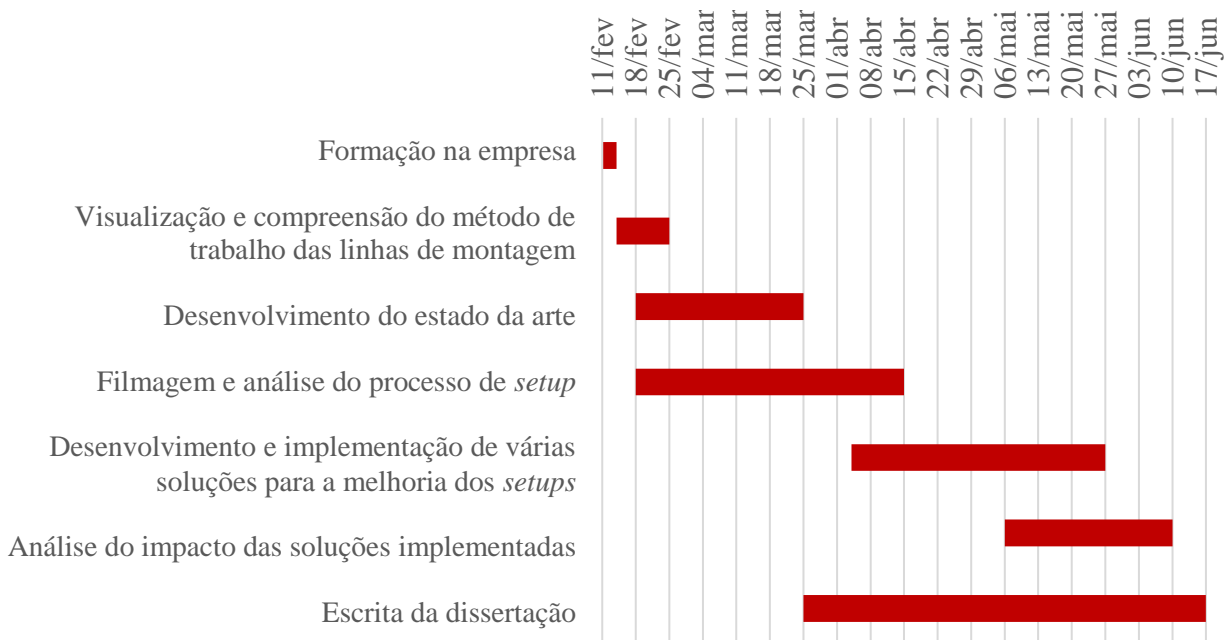


Figura 2 - Diagrama de Gantt

1.5 Organização da dissertação

Esta dissertação está dividida em seis capítulos que são concisamente referidos de seguida.

O capítulo 2 é referente à revisão bibliográfica e ao estado de arte. Neste capítulo são abordados temas essenciais para o estudo desta dissertação, como *lean manufacturing*, a metodologia SMED e outras ferramentas relacionadas com esta metodologia. Para além de ser realizada uma contextualização histórica sobre a técnica SMED, são expostos pontos fulcrais deste método, incluindo algumas críticas feitas por diversos autores.

Segue-se o capítulo 3 com a apresentação do caso de estudo que consiste na análise exaustiva do processo de *setup*. É descrito minuciosamente todo o processo e são listadas e classificadas todas as tarefas de acordo com a metodologia SMED. Neste capítulo são ainda realizados alguns comentários relacionados com falhas existentes deste processo, essenciais para a apresentação de soluções.

No capítulo 4 são propostas soluções organizacionais e técnicas que permitem a resolução dos problemas expostos no capítulo anterior. Estas são organizadas de acordo com os estágios da metodologia SMED apresentados no capítulo 2.

É no capítulo 5 que os resultados são analisados e comparados com os valores iniciais de forma a compreender o impacto de cada solução proposta no tempo de duração do processo de *setup*.

Como conclusão, no capítulo 6 são expostas as conclusões de uma forma geral e apresentadas algumas sugestões de trabalhos futuros.

2 Revisão bibliográfica

Este capítulo tem como objetivo descrever a metodologia *Single-Minute Exchange of Die* (SMED) assim como a sua origem. É, portanto, imprescindível fazer uma breve introdução histórica das primeiras e segundas revoluções industriais a nível mundial de forma a compreender o impacto destas no aparecimento da filosofia *lean manufacturing*.

2.1 Panorama mundial

Foi Peter Drucker que, em 1950, batizou a indústria automóvel como sendo uma das maiores indústrias a nível mundial com o *slogan*:

“*The industry of industries*”

O impacto das revoluções industriais nesta indústria é marcante e decisivo para o desenvolvimento geral da indústria.

No século XX considera-se a existência de duas decisivas modificações na gestão e organização do funcionamento da produção industrial: não só no processo construtivo, relacionado com o desenvolvimento tecnológico da maquinaria, automação e robótica, mas também na filosofia de compra, que teve um grande impacto na gestão de recursos humanos em ambiente empresarial. Estes novos conceitos e filosofias, bem empregues, são fatores essenciais e diferenciadores que resultam num crescimento da empresa.

O século XIX foi caracterizado pela era da produção artesanal. Este modelo de indústria utiliza trabalhadores altamente qualificados e ferramentas simples, mas flexíveis, de forma a produzirem um produto final que cumpra todos os requisitos requeridos pelo consumidor final. Apesar da exclusividade e qualidade do produto muito apreciadas pelos clientes, estes têm um elevado custo para a maioria dos consumidores.

Foi pouco antes da Primeira Grande Guerra que Henry Ford concebeu a primeira linha de montagem para o fabrico dos automóveis Ford. Na verdade, as práticas de Henry Ford em conjunto com as técnicas de *marketing* e gestão de Alfred Sloan (Womack, Jones *et al*, 2007),

transformaram a indústria artesanal, empregue há séculos e liderada por firmas europeias, numa era de produção em massa. Esta produção, ao contrário da indústria artesanal, utiliza apenas alguns profissionais no que diz respeito ao desenvolvimento e *design* do produto, e é maioritariamente constituída por operadores sem formação que operam em linhas de produção com um único propósito. O principal objetivo deste tipo de indústria consiste na produção de grandes lotes de produtos alcançada através da standardização, o que causou uma necessidade de acrescentar trabalhadores, espaço e mesmo materiais, de forma a garantir uma produção regular e contínua. Reconhecendo que o custo da mudança de produção de um produto é deveras elevado, a produção em massa mantém um *design standard* na produção o mais tempo possível. Ou seja, o consumidor consegue um custo menor à custa de uma variedade menor. Além disso, os métodos regulares de trabalho associados à produção em massa são considerados enfadonhos e desmotivadores. Com o lançamento do Ford Model T, rapidamente os Estados Unidos “dominaram a economia global” (Womack, Jones *et al*, 2007).

Paralelamente ao desenvolvimento desta indústria, depois da Segunda Guerra Mundial, as dificuldades económico-sociais e o mercado incipiente do Japão tornaram impossível a implementação da produção em massa na indústria japonesa. Consequentemente, Eiji Toyota e Taiichi Ohno na Toyota Motor Company sentiram a necessidade de criar um novo conceito que se adaptasse às condições do país naquela altura. Nasceu, assim, o conceito de produção industrial de *lean manufacturing*. Este sistema concilia as vantagens das produções artesanais e em massa tendo a capacidade de evitar elevados custos e a inflexibilidade de produção. A metodologia, em geral, consiste na formação de equipas de trabalhadores polivalentes com diferentes níveis de hierarquia e na utilização de máquinas flexíveis para produzir elevados volumes de produtos numa grande variedade. Ademais, é caracterizada por utilizar menos recursos em comparação com a produção em massa, ou seja, menos esforço humano, menos espaço e menos ferramentas.

O livro “*The machine that changed the world*” (Womack, Jones *et al*, 2007) que introduziu o conceito de *lean manufacturing* em 1990 tem-se tornado numa das principais referências citadas em questões de gestão de operações nas últimas décadas. Apesar de o sistema ser conhecido, este tem desempenhado um papel importante na disseminação do conceito fora do Japão.

2.2 *Lean manufacturing*

De acordo com Holweg (2007) o conceito *lean manufacturing* foi uma evolução do sistema TPS – *Toyota Production System*, também conhecido por *Just In Time* (JIT).

Existe bastante controvérsia entre diversos autores relativamente às filosofias e ferramentas relacionadas com a *lean manufacturing*. No entanto, de uma forma geral, esta é descrita pela seguinte frase: “Todas as ações que não acrescentem valor ao processo são consideradas como desperdício, e por isso devem ser reduzidas ou até mesmo eliminadas” (Couto, 2008).

As técnicas e ferramentas utilizadas na aplicação da filosofia em estudo baseiam-se em cinco princípios fundamentais:

- Definir “valor” pela perspetiva do consumidor;
- Identificar as operações que acrescentam valor;
- Criar fluxo;

- Produzir apenas o que é solicitado pelo cliente;
- Procurar a perfeição através da contínua identificação e eliminação do desperdício.

De acordo com Ohno (1988), existem sete tipos de desperdício, descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Os sete tipos de desperdícios

DESPERDÍCIO	CAUSA	CONSEQUÊNCIA
<i>Movimento</i>	Falta de organização de trabalho e incorreta disposição dos equipamentos	Realização de movimentos desnecessários
<i>Inventário</i>	Quantidade excessiva de produtos e matérias-primas	Grandes áreas de armazenamento; maior probabilidade de deterioração dos produtos
<i>Espera</i>	Avarias dos equipamentos; atrasos das matérias-primas; mudanças de ferramentas	Tempo de inatividade de pessoas e equipamentos
<i>Defeitos</i>	Produzir um produto defeituoso	Rejeição de produtos; necessidade de gastar tempo na recuperação do produto defeituoso; aumento de custos
<i>Sobreprodução</i>	Produção em quantidades superiores às necessárias	Aumento de custos; aumento dos níveis de inventário
<i>Transporte</i>	Incorreta disposição dos equipamentos	Dificulta o fluxo dos produtos; aumenta o número de acidentes de trabalho
<i>Processos desnecessários</i>	Deficiente definição dos requisitos do cliente	Realização de operações que não acrescentam qualquer valor ao produto

A filosofia *lean manufacturing* providencia ferramentas aptas a reduzir este desperdício, nomeadamente SMED, 5S, gestão visual, *Value Stream Mapping* (VSM), *Total Productive Maintenance* (TPM), entre outras. Algumas destas técnicas serão posteriormente abordadas.

Apesar de o conceito de *lean manufacturing* ter origem na indústria automóvel, já foi verificado que esta filosofia pode ser implementada com sucesso noutros setores. No entanto, existem autores que afirmam ser necessário um estudo prévio relacionado com as ferramentas mais eficazes para cada setor em análise. Bamber e Dale (2000), por exemplo, afirmam que a maioria das ferramentas foram criadas no âmbito da indústria automóvel com o objetivo de reduzir o risco da produção especulativa causado pela produção em massa de grandes lotes. Segundo os autores, em empresas que não enfrentam este tipo de risco especulativo os resultados de

melhoria obtidos pela aplicação das técnicas acima referidas não serão tão notórios. Desta forma, é necessário ajustar as ferramentas implementadas à empresa em questão. Abdulmalek e Rajgopal (2007) qualificam diversas ferramentas de acordo com a sua aplicabilidade. As ferramentas 5S e gestão visual são consideradas ferramentas universais, no entanto técnicas como SMED, JIT e TPM são apenas consideradas de aplicabilidade setorial.

Uma das metodologias mais mencionadas e integralmente ligadas com a filosofia *lean manufacturing* é designada por 5S. Esta deriva linguisticamente de cinco palavras japonesas:

- *Seiri* (Classificação): é essencial separar o necessário do desnecessário de forma a eliminar do espaço de trabalho tudo aquilo que é inútil;
- *Seiton* (Ordem): posicionar tudo no seu local adequado é fundamental para melhorar a organização do espaço de forma eficaz;
- *Seiso* (Limpeza): limpeza do espaço de trabalho;
- *Seiketsu* (Padronização): criação de normas/regras;
- *Shitsuke* (Disciplina): o ideal “todos ajudam” deve ser transmitido de forma a incentivar a melhoria contínua.

A implementação deste ideal permite de imediato obter maior produtividade devido à redução do tempo ocupado pela procura de objetos; à redução de acidentes de trabalho; à diminuição de despesas relacionadas com inventário e aproveitamento de materiais; assim como a uma maior satisfação dos operários relativamente ao ambiente de trabalho (Vorne, 2019).

Outra estratégia bastante central nesta filosofia é o *kaizen* que, traduzido à letra, significa melhoria contínua. É uma ferramenta com uma aplicabilidade muito vasta, uma vez que pode ser aplicada em todos os processos que constituem a indústria. Como filosofia, *kaizen* consiste na construção de uma cultura em que todos os colaboradores agem ativamente com sugestões e implementações de melhorias para a empresa.

Total Productive Maintenance (TPM) consiste numa abordagem holística da manutenção dos equipamentos de forma a alcançar a produção perfeita, isto é, uma produção sem avarias, paragens ou atrasos, sem defeitos ou mesmo acidentes (Vorne, 2019).

A ferramenta em estudo nesta dissertação é o método *Single Minute Exchange of Die* (SMED). Esta técnica consiste essencialmente na redução dos tempos de *setup* de forma a rentabilizar a produção de lotes pequenos. No próximo subcapítulo esta ferramenta será detalhadamente descrita.

2.3 SMED

Devido às grandes pressões do mercado relacionadas com a redução de quantidade de fabrico, de stock, de custos e de tempos, as indústrias sentem a necessidade de implementar técnicas que permitem a mudança rápida de ferramenta, também conhecido por *quick changeover*. Foi em 1983 (data relativa à versão japonesa) que o livro de Shingo (1985) foi publicado com uma explicação exaustiva do método SMED. Esta publicação foi de tal forma revolucionadora que, atualmente, SMED é assunto de muitas outras publicações na literatura, assim como um dos métodos mais implementados pela indústria de modo a melhorar o processo produtivo.

2.3.1 Enquadramento histórico

Shingo (1985) conta a história do SMED através de três episódios ocorridos entre 1950 e 1969 que contribuíram para o desenvolvimento do método.

O nascimento do SMED deu-se na cidade de Hiroshima, na Toyo Kogyo's Mazda. Com a análise das atividades de troca de matrizes de uma prensa, Shingo fez a distinção entre o *setup* interno (IED) e externo (OED), ou seja, entre as atividades que são realizadas com a máquina parada e aquelas que são realizadas com a máquina em funcionamento, respetivamente. Realizadas algumas melhorias de organização, foi possível aumentar a eficiência em cerca de 50%, validando assim os resultados da aplicação do método SMED.

O segundo episódio deu-se no estaleiro da Mitsubishi Heavy Industries, novamente em Hiroshima, no qual foi proposta a duplicação de ferramentas de forma a que o *setup* fosse realizado separadamente.

A última etapa ocorreu na Toyota Motors Company, em que a operação de *setup* de uma prensa de 1000 toneladas demorava cerca de quatro horas. Após seis meses de consultoria e de pequenas alterações, Shingo consegue diminuir o tempo de *setup* para 90 minutos. Com a exigência de novas metas para os tempos de *setup*, nasceu a técnica de conversão de *setup* interno para externo, isto é, transferir certas atividades que são realizadas com a máquina parada para o período em que a máquina está em funcionamento. Desta forma foi possível alcançar o objetivo de três minutos apenas para a duração de um *setup*, originando a metodologia SMED.

2.3.2 Descrição e discussão do método

Como já foi referido, um dos grandes objetivos da metodologia em estudo, SMED, é a redução do tempo de preparação, também conhecido por *setup*. É, portanto, deveras importante compreender o conceito de tempo de *setup*. De acordo com Shingo (1985), este pode ser descrito pelo tempo percorrido desde o momento em que se tenha concluído a última peça do lote anterior até ao momento em que, no índice de produtividade normal, se tenha realizado a primeira peça do lote posterior. O gráfico da Figura 3 demonstra o conceito apresentado.

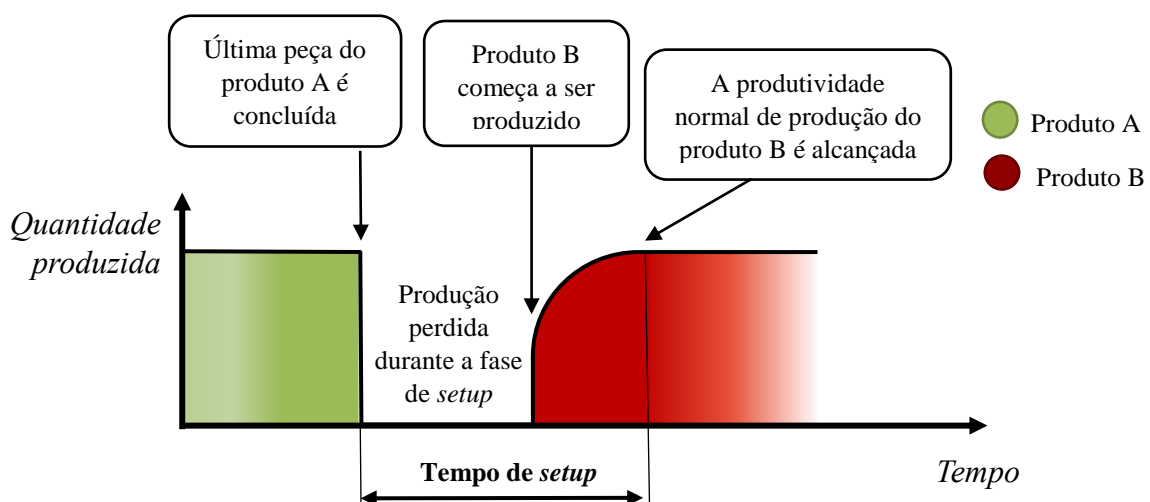


Figura 3 - Tempo de *setup* (adaptado de Satolo e Calarge (2008))

Como já foi mencionado, um dos principais desafios encontrados pelos gestores de produção está relacionado com lotes pequenos e diversificados e, conseqüentemente, a existência de diversos *setups*. Para além da metodologia SMED, existem estratégias tradicionais que podem ser aplicadas de forma a diminuir as perdas de eficiência causadas pelos *setups*. Em primeiro lugar, devem existir elementos comuns entre *setups*, ou seja, apesar dos produtos serem diferentes, as dimensões das ferramentas e apoios utilizados devem ser iguais sendo, portanto, desnecessária a sua remoção. Em situações como estas o tempo de *setup* é consideravelmente menor. Em segundo lugar, os elementos devem ser semelhantes, desta forma apenas é necessário ajustar certos apoios às dimensões do novo produto.

Uma operação de *setup* tradicional eficiente requer dois constituintes: conhecimento e habilidade, ou seja, para além de ser necessário ter conhecimentos acerca da estrutura e funcionamento da máquina, é essencial saber como remover e montar as ferramentas adequadas. Logo, a maioria das fábricas requerem trabalhadores especializados e com conhecimento nesta área, designados por afinadores nesta dissertação. Ora, enquanto o afinador está responsável pela realização do *setup*, os operários dessa mesma linha de montagem ocupam-se com a limpeza do espaço de trabalho e a substituição da matéria prima e dos componentes. No entanto, uma vez que existem poucos afinadores para uma grande quantidade de linhas de montagem, grande parte dos *setups* envolvem grandes momentos de espera pelo mesmo convertendo-se, portanto, num processo ineficiente.

Shingo (1985) apresenta também uma estratégia que envolve grandes lotes (mais de 5.000 unidades) em que o efeito do tempo de *setup* é insignificante quando dividido pelo tempo total de produção do lote. Este caso permite uma redução de custos relacionada a um menor efeito dos *setups*, e um aumento de custos relacionado com a ascensão do inventário. É, então, crucial a definição de um tamanho de lote económico, ou seja, o ponto em que as vantagens e desvantagens dos *setups* e inventários são contrabalançadas. A Figura 4 apresenta esta relação.

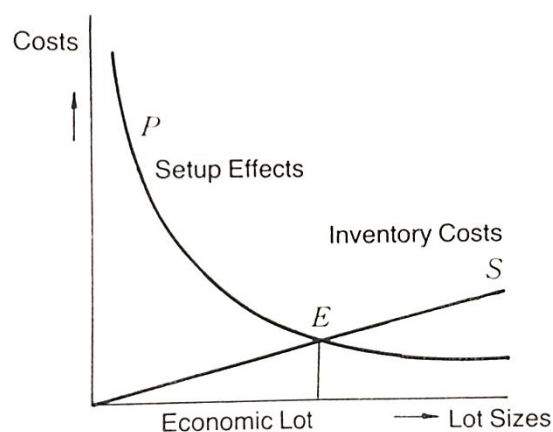


Figura 4 – Representação do tamanho de lote económico (Shingo, 1985)

O conceito do lote económico assume que uma redução do tempo de *setup* drástica é impossível. Todavia, com o aparecimento do sistema SMED, conclui-se que, com a diminuição radical dos tempos de duração de *setup*, o aumento do tamanho do lote tem um impacto insignificante no

aumento da produtividade, retirando todo o benefício do conceito de lote económico. Para além disso, uma vez que o SMED tem a capacidade de reduzir a dificuldade do *setup*, a necessidade de haver afinadores deixa de existir.

De acordo com Shingo (1985), apesar de as operações realizadas durante o *setup* serem muito variadas – dependendo não só do tipo de atividades como do tipo de equipamento a utilizar – estas podem ser integradas num grupo de etapas comum para todos os *setups*. Estas etapas incluem:

- Preparação e validação de materiais e ferramentas: este passo garante que todos os componentes e ferramentas estão no seu devido lugar; também inclui o período de tempo em que os produtos finais são removidos e a matéria-prima é reposta, assim como a limpeza do espaço de trabalho;
- Montagem e remoção de ferramentas e apoios: as ferramentas e apoios são removidos e são repostos pelos necessários para o lote seguinte;
- Medições, calibrações e afinações;
- Testes e ajustes: são realizados ajustes após a execução de um teste de forma a garantir a precisão das medições e calibrações. Esta etapa ocupa cerca de 50 % do tempo total do *setup*, sendo este passo considerado de dificuldade elevada.

A metodologia SMED é então constituída por 4 estágios que envolvem estas atividades e que são em seguida descritos.

Estágio preliminar

Nesta etapa incipiente ocorre uma avaliação do estado inicial, tendo como técnicas mais eficientes a filmagem de todo o processo de *setup* e o diálogo e discussão do processo com os operários. Desta forma é possível identificar potenciais problemas que ocorram durante o *setup* como também desperdícios que foram previamente descritos. Note-se que nesta análise as atividades internas e externas ainda não são distinguíveis.

Estágio 1: Separação das atividades internas e externas

Considerado um dos estágios mais importantes na implementação da metodologia SMED, este é responsável pela distinção entre as atividades internas e externas. Lembra-se que as operações internas (IED) são aquelas que só são possíveis de realizar com a máquina parada; as operações externas (OED) são aquelas que podem ser efetuadas com a máquina em funcionamento. É evidente que atividades como preparação das ferramentas e componentes, manutenção e outras não devem ser realizadas enquanto a máquina está parada. Shingo fornece algumas técnicas eficientes que asseguram que as operações externas ocorram realmente como externas, como utilização de uma *check list* de todos os componentes e ferramentas, verificação do correto funcionamento das ferramentas e melhoria do transporte de apoios e ferramentas.

Estágio 2: Conversão das atividades internas para externas

Este estágio consiste maioritariamente em dois tópicos: reexaminar as operações que são assumidas como internas, e encontrar estratégias para converter as operações internas em operações externas. A preparação prévia das condições de operação é uma das técnicas essenciais para que este estágio ocorra corretamente; a duplicação de ferramentas pode servir este propósito. Outra prática está relacionada com a standardização das dimensões não de todos, mas sim de alguns apoios e ferramentas. A standardização de todas as ferramentas,

também denominado por *shape standardization*, é ineficiente pois as ferramentas tornam-se demasiado grandes e pesadas. Por outro lado, o termo *function standardization* refere-se a uma estandardização de apenas ferramentas cujas funções são realmente necessárias para a operação de *setup*.

Estágio 3: Racionalização de todos os aspetos da operação de setup

Uma vez que raramente o *single-minute change* é alcançado apenas com a transição das operações internas para externas, é necessária a racionalização de todas as operações internas e externas, ou seja, é fundamental realizar uma análise profunda destas operações de forma a compreender se é possível alcançar uma maior eficiência na realização das mesmas. Práticas como emprego ou eliminação de dispositivos intermediários, adoção da mecanização ou mesmo a performance de tarefas em paralelo são apropriadas para a implementação deste estágio.

Na Figura 5 é apresentado um quadro esquemático de cada estágio acima descrito.

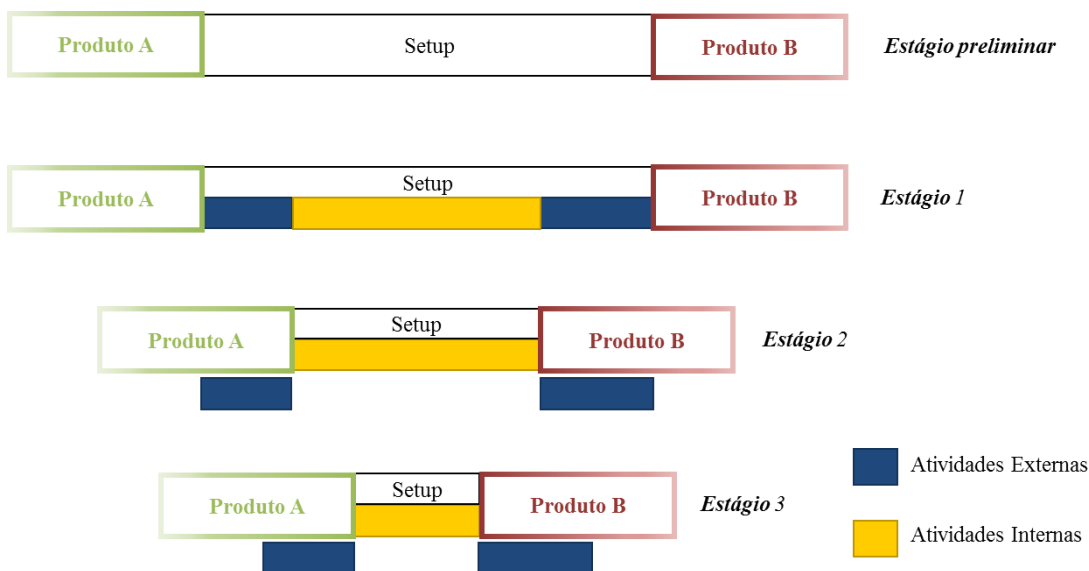


Figura 5 - Estágios da metodologia SMED (adaptado de King (2009))

A Revolution in Manufacturing: The SMED System de Shingo (1985) é, sem dúvida, a principal referência bibliográfica relativamente à redução de tempo de *setup*. Apesar de todas as vantagens demonstradas na metodologia SMED, não escapam a alguns críticos certos aspetos que foram esquecidos por Shingo. De acordo com Sugai, Novaski *et al* (2007), este dá muita relevância aos estágios 1 e 2 relacionados com a diferenciação entre atividades internas e externas, esquecendo a importância do estágio 3 alusivo ao projeto de máquinas. Em *setups* cujo tempo já é reduzido, as melhorias de projeto são fundamentais uma vez que os estágios 1 e 2 não terão grande impacto. Existem até autores que são da opinião que, em certos casos, as técnicas associadas ao estágio 3 deveriam ser realizadas antes das etapas 1 e 2, pois o trabalho pode tornar-se ineficiente no caso de as ferramentas ou dispositivos não serem os adequados.

Outro aspeto que não foi considerado por Shingo (1985) está relacionado com diferentes transições possíveis entre os produtos. Ou seja, se for estabelecido um tempo de referência

considerado rápido este pode causar frustração nos operados responsáveis por realizar uma transição mais complicada e, por isso, mais demorada. O mesmo acontece se o tempo de referência for considerado lento: os operados apercebem-se que têm tempo de sobra nos *setups* mais curtos e deixam de dar o seu melhor. É, portanto, essencial agrupar os produtos em famílias consoante os tempos de *setup* de forma a ser realizada uma melhor gestão de planeamento.

Uma outra crítica à metodologia SMED é não considerar os períodos de aceleração e desaceleração. De acordo com Shingo (1985), a perda de produção corresponde ao tempo de *setup* desde a última peça do produto A até à primeira peça do produto B com qualidade. No entanto, alguns autores consideram que a recuperação da capacidade produtiva não ocorre exatamente no fim das atividades de *setup*. O mesmo raciocínio é aplicado no caso da desaceleração da produção do lote anterior. Por esta razão, a Figura 6 é baseada no artigo de Mistry e Desai (2015) e apresenta um novo esquema relacionado com o tempo de *setup*. Neste há uma distinção entre tempo de *setup* e tempo total de *changeover* em que o último inclui o período de desaceleração do produto do lote anterior. Esta será a abordagem utilizada na presente dissertação.

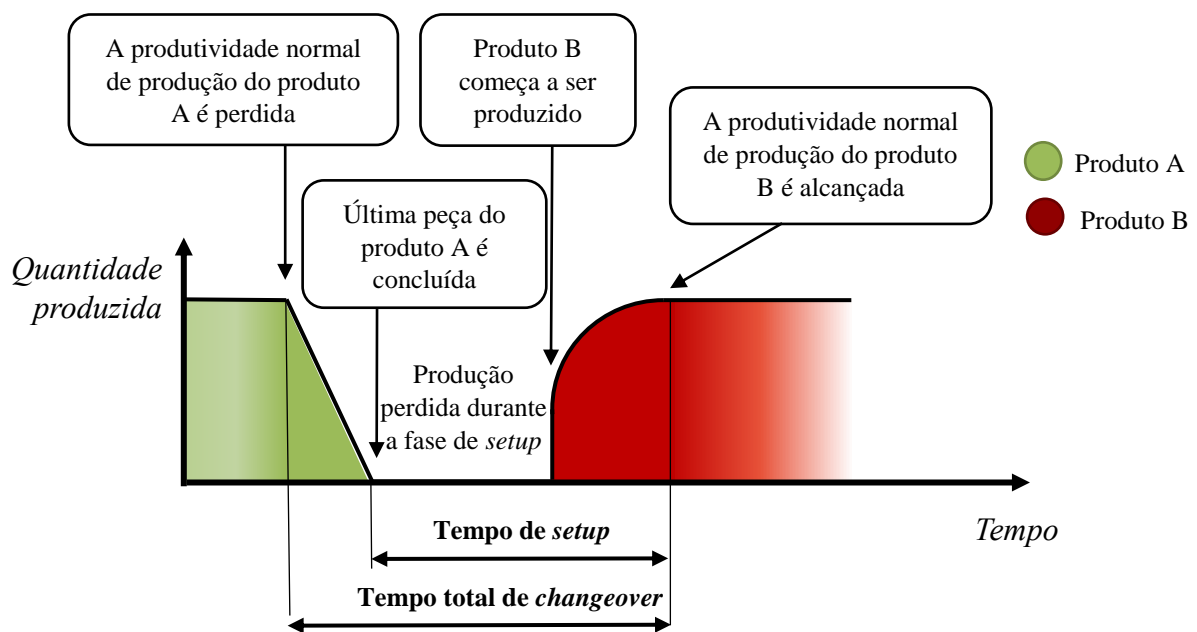


Figura 6 - Tempo total de *changeover* (adaptado de Mistry e Desai (2015))

3 Caso de estudo

Numa fábrica ou empresa, os principais interesses dos colaboradores estão relacionados com aumento de eficiência e rentabilidade dos processos internos de forma a aumentar a produtividade. Neste capítulo será explicitado um dos pontos críticos encontrado na Grohe Albergaria, mais especificamente no departamento de montagem – tempos de *setup* muito longos – assim como os métodos utilizados para a análise do problema em estudo e qual a situação inicial.

3.1 Apresentação do problema

Na introdução desta dissertação já foi apresentada a empresa incluindo a distribuição dos departamentos. Uma vez que esta tese é realizada no âmbito do departamento da montagem, é essencial apresentar a gestão de espaço e pessoas nesta secção.

A nível de recursos humanos, este setor é constituído por um chefe de departamento, três *Value Stream Managers* (VSM), 20 *Team Leaders* (TL) e cerca de 350 operários em linhas de montagem. Na Figura 7 é apresentado o respetivo organograma. Note-se que cada *Team Leader* é responsável por cerca de 18 operários.

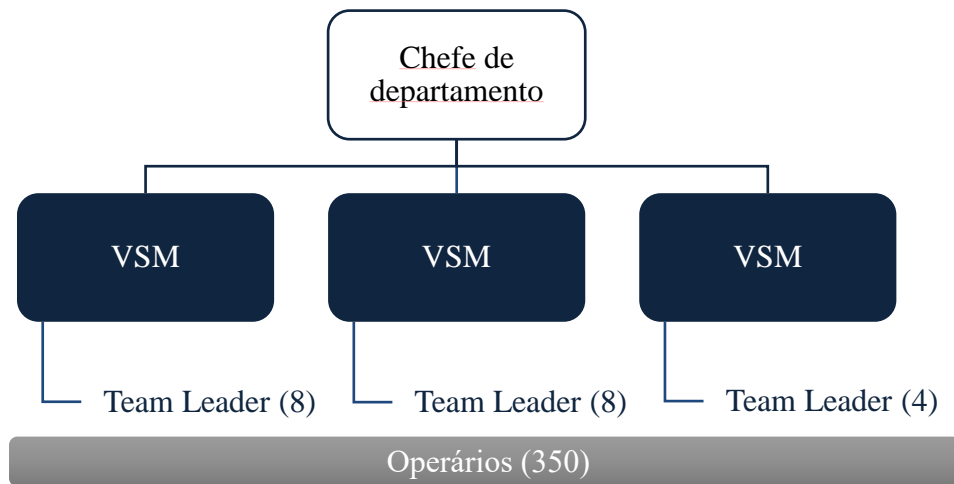


Figura 7 - Organograma do departamento de montagem

Para além disso existem colaboradores que têm cargos de abastecedor ou afinador cujas funções são abastecer as linhas de montagem com componentes e fazer os *setups* das linhas, respetivamente. Também é relevante referir que a empresa em questão funciona 24 horas sobre 24 horas e, por isso, a maior parte dos operários estão distribuídos por quatro equipas que trabalham rotativamente em três turnos de oito horas cada.

Relativamente à distribuição do espaço, o departamento de montagem é constituído por 35 linhas de montagem que estão divididas em vários *streams* de linhas conforme o tipo de torneiras que montam. O número de linhas de montagem de cada *stream* está diretamente associado aos objetivos de produção a que empresa em questão tem de responder. Para uma mais fácil identificação, cada linha tem uma etiqueta bem visível com a sigla e respetiva cor do *stream* a que pertence. Na Tabela 2 são referenciados estes setores, assim como as suas siglas que serão utilizadas nesta mesma dissertação.

Tabela 2 - *Streams* das linhas de montagem

Designação	Sigla	Nº de linhas
<i>Clássicas</i>	CA	4
<i>Termostáticas</i>	TH	8
<i>Banheiras e Chuveiros</i>	BC	3
<i>Cozinhas</i>	CZ	7
<i>Cozinha Minta</i>	CM	2
<i>Lavatórios e Bidés</i>	LB	5
<i>Blue and Red</i>	BR	3
<i>Cartuchos Termostáticos</i>	CTH	4 (uma delas automática)
<i>Laser</i>	LS	2
<i>Pré-Montagens</i>	PM	1

Na Figura 8 está representado o *layout* das linhas de montagem com as cores que as identificam. Note-se que as linhas PM e CTH estão localizadas no piso superior, daí não estarem representadas na figura em questão.

Figura 8 - *Layout* das linhas de montagem

As linhas estudadas e abordadas nesta dissertação são as LB; por esta razão será realizada uma análise mais pormenorizadas às mesmas. Como já foi referido, há cinco linhas deste *stream* numeradas de 1 a 5 e dispostas de acordo com a Figura 9.

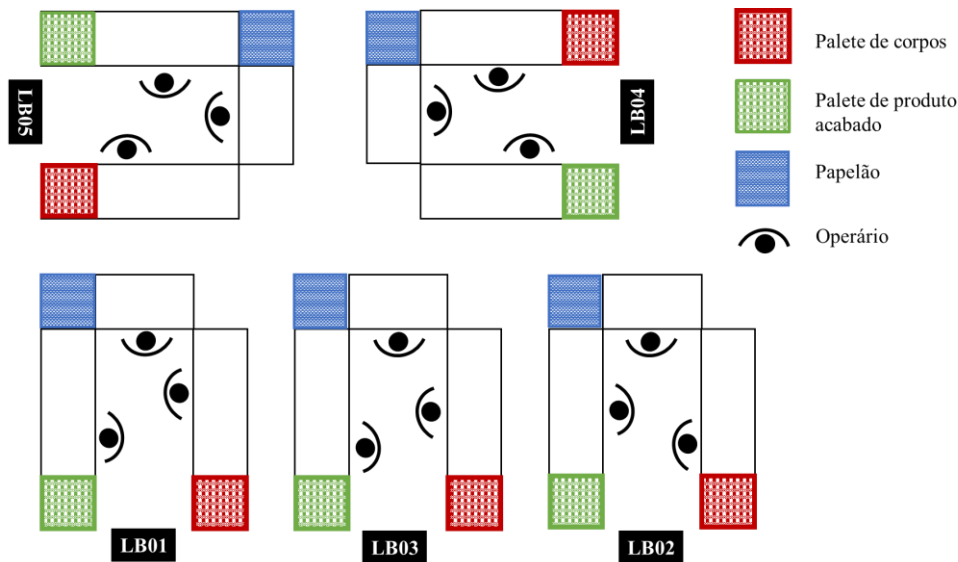


Figura 9 - Disposição das linhas de montagem LB

Estas linhas são tipicamente constituídas por três bancadas, sendo que uma delas (geralmente a central) é destinada ao aparelho responsável por fazer o teste de circulação e estanquidade da torneira. As restantes bancadas são instrumentadas com apoios e aparafusadoras adequadas para a montagem do produto. Note-se que a ordem de trabalhos é realizada no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio, sendo que a designação de primeiro, segundo e terceiro operador é dada de acordo com esta disposição.

Como na maioria das indústrias, cada produto (neste caso torneira) tem associado um código identificador designado por *Stock Keeping Unit* (SKU). Cada um destes SKU é constituído por vários componentes incluindo o corpo da torneira que, uma vez que é produzido internamente, é identificado por um código de fábrica. Desta forma, as torneiras montadas no grupo de linhas em estudo podem ser divididas em cinco famílias conforme o corpo constituinte das mesmas, nomeadamente: Bau, Concetto, Zamac, Garrafas e Lavatórios. Note-se que estas designações não são as tecnicamente corretas, mas sim as utilizadas por todos os colaboradores do departamento de montagem para mais fácil identificação do produto. Apesar de cada família destas ser constituída por corpos com códigos de fábrica diferentes, o esquema de montagem é semelhante, daí a sua divisão pelos grupos referidos. De forma a compreender os níveis de produção de cada um destes corpos nestas linhas é realizada uma análise aos balanços produtivos dos meses de Janeiro, Fevereiro e Março. O gráfico da Figura 10 demonstra uma média de torneiras de cada grupo montadas por mês.

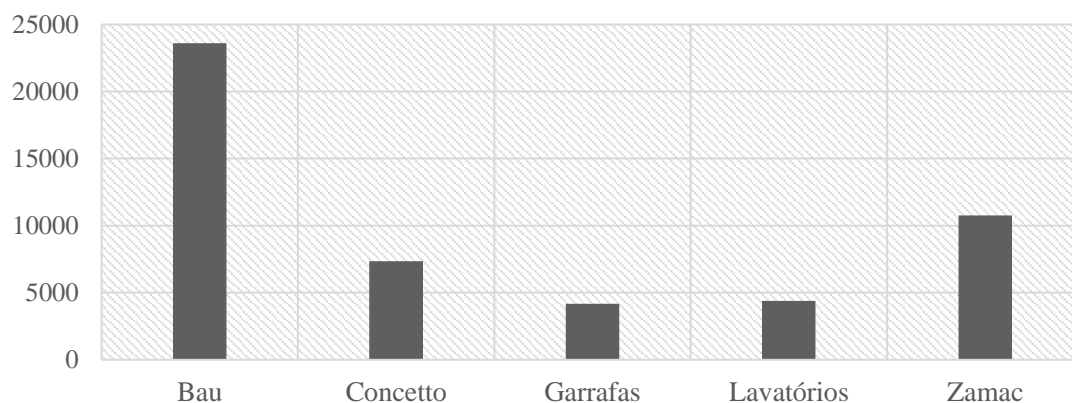


Figura 10 - Número de torneiras de cada família das linhas de montagem LB montadas por mês

Conclui-se então que o corpo Bau é o mais requisitado e, por isso, existem três linhas preparadas para a sua montagem: LB01, LB03 e LB04. O corpo Zamac é o segundo mais montado; este é um componente muito recente que apareceu com o objetivo de eliminar a produção de Concetto, daí a baixa produção do último referido. Enquanto que o Zamac pode ser montado nas linhas LB02 e LB05, apenas a linha LB01 está preparada para a montagem do Concetto devido à sua complexidade. As Garrafas e os Lavatórios são torneiras que têm uma menor procura cujas montagens são apenas realizadas nas linhas LB05 e LB04, respetivamente.

O caso de estudo desta dissertação é focado no processo de *setup* das linhas de montagem LB. Os *setups* realizados nestas linhas podem ser caracterizados em dois tipos: *setup* de componentes e *setup* completo. O *setup* de componentes ocorre quando a mudança de SKU é entre dois produtos de corpo com código igual. Por esta razão os tempos deste tipo de *setup* são muito desproporcionais, ou seja, tanto podem demorar 20 segundos (em casos de mudança de apenas um componente), assim como 20 minutos (caso seja necessária a mudança de muitos componentes). O *setup* completo ocorre quando o produto do lote anterior e o produto do lote posterior são constituídos por corpos de códigos diferentes. Neste caso, para além dos componentes, é necessário substituir os apoios e algumas aparafusadoras. Se os SKU são de famílias diferentes a mudança de ferramentas é radical, ou seja, é indispensável a substituição de todos os componentes e apoios. No entanto, se porventura os produtos forem da mesma família mas com corpos diferentes, apenas é necessário substituir 1 ou 2 apoios e poucos componentes, como é o caso de alguns produtos Zamac, Lavatório ou mesmo Garrafas. A família Bau pode ser considerada uma exceção: ainda que os códigos de corpo sejam diferentes, nunca é necessário mudanças de ferramentas, somente de componentes.

Visto que os *setups* de componentes são muito discrepantes, estes não serão tidos em conta nesta dissertação. Apenas serão analisados *setups* completos uma vez que, para além de uma maior homogeneidade de tarefas entre si, estes são, geralmente, mais longos sendo, portanto, uma prioridade a nível de melhoria.

3.2 Descrição da metodologia

Desde já é importante realçar o impacto da análise inicial para a obtenção de um diagnóstico correto de modo a que sejam encontradas soluções adequadas capazes de melhorarem os

aspectos negativos apresentados pelo sistema. Além disso, através da comparação entre os resultados iniciais e atuais é possível estudar o impacto de cada solução individualmente.

Nesta análise incipiente teve-se como objetivo recolher o máximo de informações relativamente ao processo de *setup*, como por exemplo:

- Tipo de operações/tarefas efetuadas;
- Sequência das operações;
- Duração de cada uma das tarefas;
- Organização/Arrumação dos equipamentos diretamente envolvidos no processo;
- Distribuição das tarefas pelos operadores;
- Identificação dos aspetos críticos que prejudicam a eficiência do processo, assim como as suas causas.

Numa fase inicial, a abordagem consistiu na visualização direta e na realização de pequenas entrevistas informais aos colaboradores de forma a não só compreender o processo de *setup*, mas também de melhor conhecer a empresa e, mais detalhadamente, o departamento de montagem. Nesta etapa foi, desde já, possível entender parcialmente o tipo de tarefas realizadas assim como a sua sequência. Para além disso foi logo detetada uma falta de organização tanto a nível de distribuição de tarefas como de arrumação de equipamentos.

O recurso ao sistema informático utilizado pela empresa foi fulcral nesta fase uma vez que foi possível ter acesso à lista de SKU realizados nas linhas LB e ao planeamento semanal dos mesmos.

De forma a realizar uma análise mais detalhada do processo de *setup* recorreu-se à filmagem do mesmo. A grande vantagem deste método consiste na possibilidade de analisar o comportamento de cada operador no mesmo *setup*. Uma vez que na mudança estão envolvidos três operadores, um afinador e um abastecedor, com a visualização direta é praticamente impossível detetar todos os pormenores indispensáveis para o estudo. Note-se que, neste caso, como o espaço da linha de montagem é relativamente pequeno, é possível filmar todos os envolvidos na mesma imagem; se a câmara não tivesse ângulo suficiente seria necessário a utilização de duas câmaras a filmar ao mesmo tempo. A filmagem permitiu, posteriormente, a identificação e classificação das operações, assim como a cronometragem rigorosa das mesmas. Na Figura 11 é possível observar-se uma imagem das filmagens realizadas por telemóvel.



Figura 11 – Fotografia das filmagens de *setups*

3.3 Diagnóstico do processo de *setup*

Neste subcapítulo será analisado e discutido o panorama inicial dos *setups* realizados nas linhas de montagem LB. São também referidos alguns aspetos críticos inerentes à eficiência de todo o processo.

Inicialmente foi realizada uma análise ao procedimento organizacional do *setup*. Para além da visualização direta, nesta etapa foi essencial a comunicação com os envolvidos de forma a perceber quais as tarefas a ser realizadas e qual a pessoa responsável pela mesma. Na Figura 12 é apresentado o esquema que descreve o procedimento. Note-se que estes são apenas os passos fundamentais a serem realizados no *setup* os quais são em seguida detalhadamente explanados.

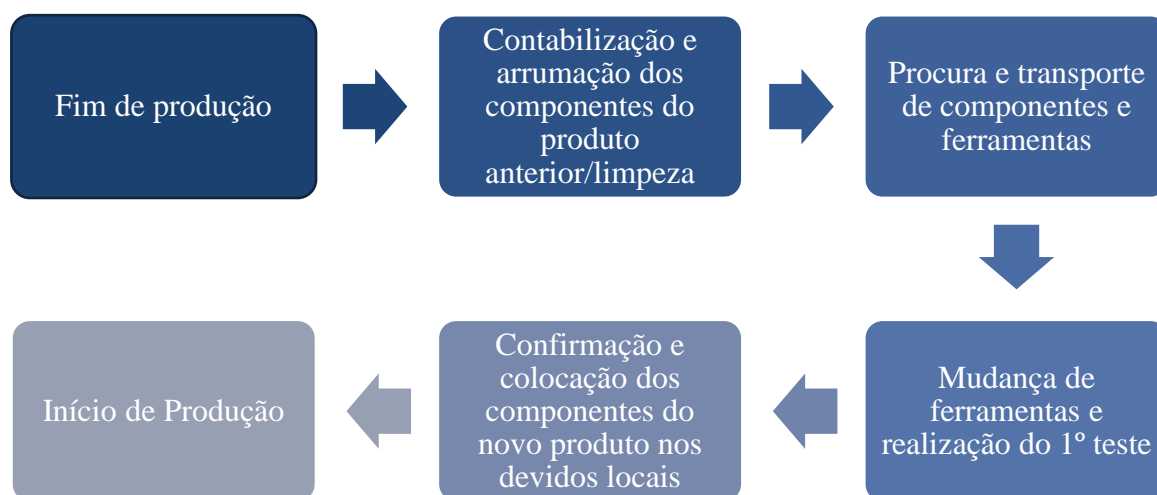


Figura 12 - Etapas do processo de *setup*

Como já foi referido no capítulo 2 desta dissertação, admite-se o início do tempo de *setup* como o momento em que a última peça do lote é concluída. Nesta fase já se deteta uma pré-preparação por parte do *Team Leader*. Ou seja, os operadores da linha informam o seu TL de que o lote

está prestes a ser concluído; o mesmo, com esta informação, comunica com o abastecedor e afinador para que estes comecem a trazer o material e ferramentas para a linha, respetivamente. Quando o lote é finalizado, os operadores da linha têm a tarefa de contar todos os componentes do lote anterior, inserir os dados no sistema informático e imprimir folhas com os códigos dos componentes e a quantidade dos mesmos. Estas folhas são colocadas nas respetivas caixas de componentes que têm de ser posteriormente transportados para o *flow* (zona do armazém destinada ao material a ser devolvido ao armazém). Nesta fase é suposto o abastecedor ter transportado os componentes do produto do novo lote do dinâmico e do *Material Take Off* (MTO) para perto da linha. No caso de o abastecedor se atrasar, os operários da linha cumprem esta tarefa. Com o material já na linha, os operários confirmam e colocam os componentes nos respetivos lugares.

Paralelamente à mudança de componentes, o afinador tem a função de substituir os apoios e o teste de circulação do produto anterior pelos do produto do lote a ser montado. Este desempenha tarefas que envolvem conhecimentos na área da eletrónica e da mecânica: para além de ser exigida a alteração de algumas definições no sistema informático relacionado com os parâmetros do teste, são necessárias ferramentas próprias para substituir os apoios que são fixos por parafusos e porcas na bancada, ferramentas estas que estão na posse apenas dos afinadores. Após a mudança de todas as ferramentas, estes estão também encarregues de realizar um primeiro teste a uma torneira de forma a verificar o correto funcionamento de todos os aparelhos. É importante realçar que existem dois afinadores por turno responsáveis por realizar os *setups* de 35 linhas de montagem.

Após esta perspetiva geral do processo de *setup*, foram detalhadamente analisados seis *setups* nas linhas em estudo através da filmagem dos mesmos e posterior visualização. Desta forma, foi possível listar todas as tarefas realizadas por cada operário envolvido, assim como as respetivas cronometragens. No Anexo A é apresentada a listagem de tarefas de um dos *setups* filmados.

Para além da listagem detalhada de tarefas foi, desde logo, aplicado o estágio 1 da metodologia SMED, ou seja, foi realizada uma distinção entre atividades internas, externas, aquelas que devem passar a externas, e mesmo aquelas que devem ser eliminadas ou, pelo menos, drasticamente reduzidas.

Relembra-se que, neste estudo, as atividades externas são aquelas que ocorrem simultaneamente à produção incluindo na fase de desaceleração, enquanto que as atividades internas são as que são realizadas durante o processo de tempo de *setup* (definido pelo esquema da Figura 6). É também importante esclarecer que as tarefas consideradas “a eliminar” são, por exemplo, momentos de espera, avarias de blocos de teste, erros por parte dos operadores ou mesmo atrasos por parte do afinador e abastecedor. Refira-se que a maioria das atividades internas que devem ser externas estão relacionadas com o desperdício do movimento referente à procura e transporte de componentes e ferramentas. A Figura 13 apresenta a percentagem de cada tipo de tarefa obtida pela média dos seis *setups*.



Figura 13 - Resultados obtidos pela aplicação do estágio 1 da metodologia SMED

É importante referir que mais de 50% das tarefas são das categorias “a eliminar” e “interno para externo”, evidenciando claramente que é possível haver uma diminuição bastante significativa do tempo de duração do *setup*.

Para mais fácil análise e manuseamento do estudo, as tarefas foram classificadas e agrupadas de acordo com as seguintes categorias:

- A - Contabilização e arrumação dos componentes do produto anterior (neste grupo a limpeza do espaço de trabalho também está incluída);
- B - Procura e transporte de componentes e ferramentas;
- C - Confirmação e colocação dos componentes do novo produto nos devidos locais;
- D - Tempo de espera;
- E - Produção;
- F - Erros e avarias;
- G - Mudança de ferramentas e realização do primeiro teste.

Por norma, as categorias D - Tempo de espera e F - Erros e avarias estão no grupo das tarefas “a eliminar”, enquanto que a “Procura e transporte de componentes e ferramentas” pertence aquelas atividades internas que devem passar para externas. Todavia, todas as categorias exceto a G podem ocorrer tanto externamente como internamente sendo contabilizadas, de qualquer forma, no tempo total de *changeover*.

Realizada a distribuição das atividades pelas categorias referidas foi feita uma média da duração de cada uma destas por operador para cada *setup*. Por sua vez obtiveram-se os valores médios dos seis *setups* para a duração, em segundos, de cada uma das categorias. Estes valores são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Tempo consumido por cada operador nas atividades do processo de *setup* (em segundos)

<i>Tarefas</i>	<i>Setup</i> 1	<i>Setup</i> 2	<i>Setup</i> 3	<i>Setup</i> 4	<i>Setup</i> 5	<i>Setup</i> 6	Média
<i>A - Contabilização e arrumação dos componentes do produto anterior / limpeza</i>	519	232	578	494	270	445	423
<i>B - Procura e transporte de componentes e ferramentas</i>	258	257	411	315	195	320	293
<i>C - Confirmação e colocação dos componentes do novo produto nos devidos locais</i>	161	444	127	254	238	450	279
<i>D - Tempo de espera</i>	847	462	470	2382	377	528	844
<i>E – Produção</i>	470	588	813	380	637	428	552
<i>F - Erros e avarias</i>	297	272	421	186	720	0	316
<i>G - Mudança de ferramentas e realização do 1º teste</i>	110	230	221	223	263	90	189
<i>Tempo total de Changeover</i>	2661	2484	3042	4233	2700	2260	2897
Tempo total de <i>Changeover</i> (min)	44.4	41.4	50.7	70.6	45.0	37.7	48.3
Tempo de <i>Setup</i> (min)	37.4	36.0	42.8	66.2	42.2	36.7	43.6

Desta forma foi possível a obtenção de uma duração média de tempo total de *changeover* num estágio inicial de aproximadamente 48 minutos. Para um diagnóstico mais evidente e simplificado, estes valores foram graficamente demonstrados nas Figura 14 e Figura 15.

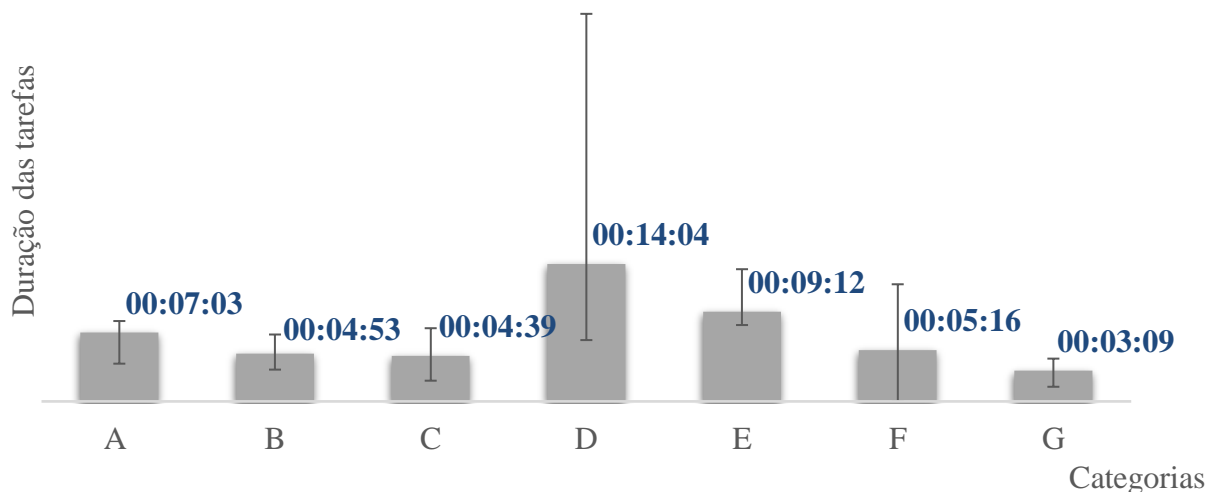


Figura 14 - Duração de cada categoria do processo de *setup* por operador (em HH:MM:SS)

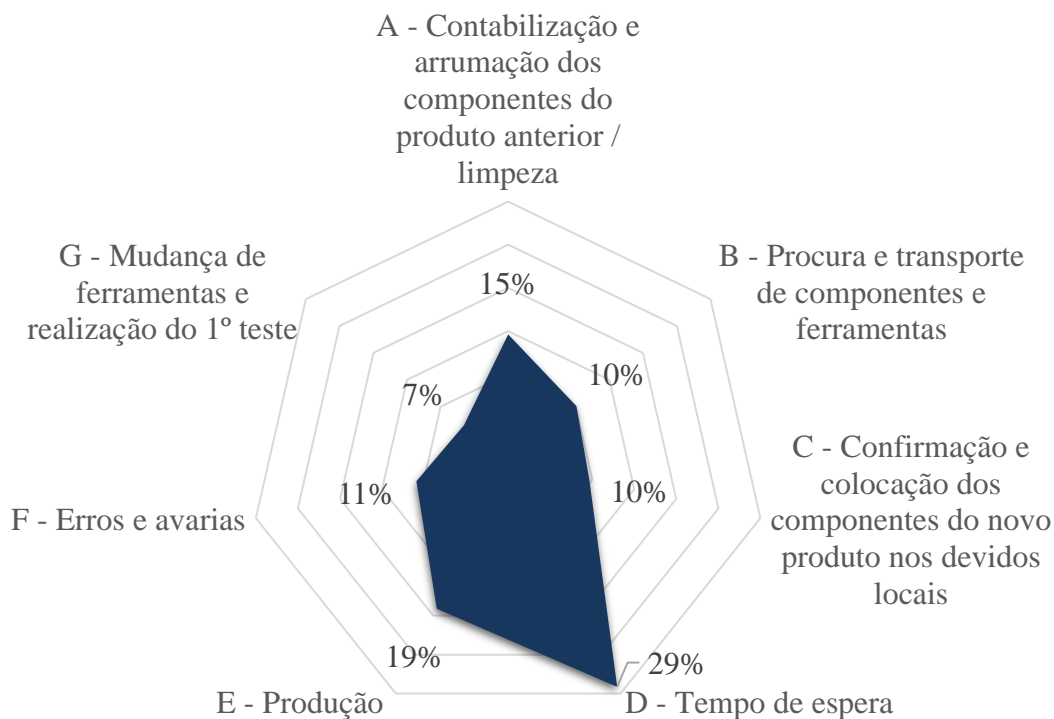


Figura 15 - Peso de cada categoria no processo de *setup*

3.3.1 Categoria A - Contabilização e arrumação dos componentes do produto anterior

No que diz respeito à categoria A - Contabilização e arrumação dos componentes do produto anterior, é importante referir que a contagem de componentes é realizada manualmente, independentemente do tamanho dos componentes.

3.3.2 Categoria B - Procura e transporte de componentes e ferramentas

Relativamente à categoria B - Procura e transporte de componentes e ferramentas, para além de ser um grupo de atividades que devem ser realizadas externamente, a duração destas pode ser diminuída. Por esta razão, é pertinente averiguar o deslocamento que é realizado por parte dos operadores relacionado diretamente com o *layout* do departamento e a organização das ferramentas das linhas em estudo.

Na Figura 16 é retratado um diagrama de esparguete referente aos deslocamentos por parte do afinador (para o transporte de ferramentas e blocos de teste) e dos operários da linha de montagem (para o transporte de componentes na eventualidade de ocorrerem falhas por parte do abastecedor).

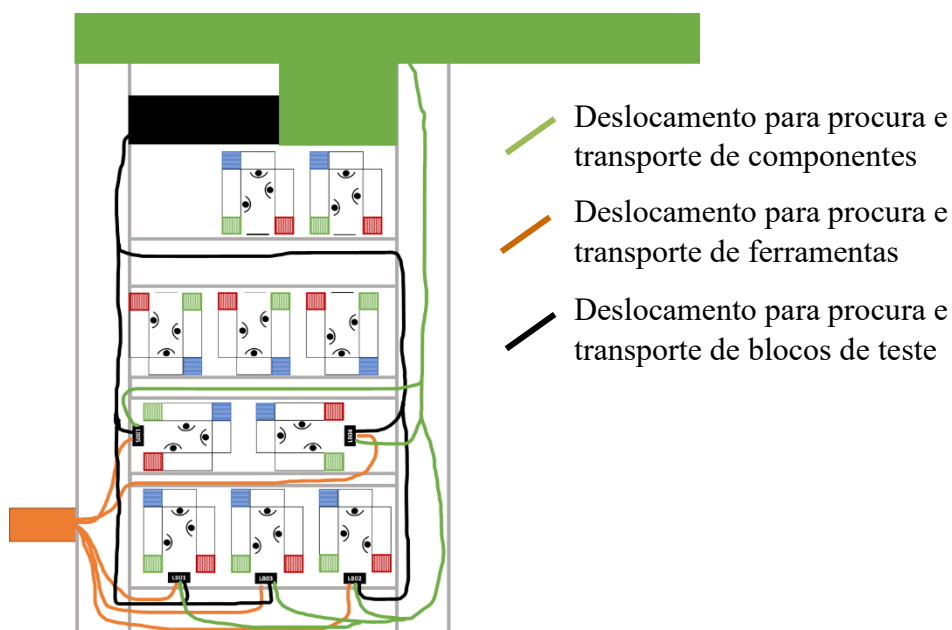


Figura 16 - Diagrama de esparguete das linhas de montagem LB

Note-se que as áreas laranja, preto e verde representam o armário das ferramentas das linhas de montagem LB, a zona de blocos de teste e o dinâmico e MTO, respetivamente. De forma a detalhar o efeito das distâncias referidas na demora da categoria em estudo, foi medido o tempo, em passo acelerado e sem interrupções, que se demora a realizar cada deslocação.

Tabela 4 - Cronometragem dos deslocamentos (em HH:MM:SS)

	LB01	LB02	LB03	LB04	LB05
<i>Ferramentas</i>	00:00:04	00:00:10	00:00:07	00:00:09	00:00:03
<i>Blocos de teste</i>	00:00:18	00:00:24	00:00:21	00:00:19	00:00:11
<i>Dinâmico e MTO's</i>	00:00:28	00:00:22	00:00:25	00:00:16	00:00:22
Total	00:00:50	00:00:56	00:00:53	00:00:44	00:00:36

Na Tabela 4 comprova-se que, no máximo, é gasto apenas 1 minuto em deslocamentos de componentes e ferramentas. Note-se que, se o operador transportar carros ou porta-paletes pesados, a velocidade do passo diminui, mas nunca excedendo os 2 minutos de deslocação total. Desta forma, pode afirmar-se que a maioria do tempo despendido nesta categoria diz respeito à procura de componentes e ferramentas – cerca de 3 minutos por operador. Se apenas um operador realizasse esta tarefa demoraria 12 minutos. Este tempo excessivo está ligado à falta de organização, principalmente a nível de ferramentas.

3.3.3 Categoria C - Confirmação e colocação dos componentes do novo produto nos devidos locais

É utilizada uma *check-list* para confirmar se todos os componentes estão na linha de montagem, no entanto não há locais na bancada previamente estabelecidos para colocar os componentes; estes são colocados de acordo com a preferência dos operários.

3.3.4 Categoria D - Tempo de espera

Nos gráficos apresentados (Figura 14 e Figura 15) é perceptível que a categoria que ocupa uma maior percentagem do tempo de duração do *setup* é a D - Tempo de Espera – 29% do tempo médio. Este valor justifica a grande percentagem de tarefas “a eliminar”. Durante a visualização e análise dos *setups* verificou-se que a maioria destes tempos de espera são devidos à falta de componentes ou ao atraso do afinador. A falta de componentes está relacionada com falhas de inventário, atrasos na produção interna de corpos ou mesmo com lapsos por parte do abastecedor. A chegada tardia do afinador à linha de montagem é o panorama mais frequente no processo de *setup*. É, portanto, relevante compreender a quantidade de *setups* realizados durante um turno em todas as linhas de montagem para justificar os atrasos destes operários.

Foi seleccionada uma amostra aleatória de datas entre janeiro e março de 2019 e retirado o número de *setups* ocorridos no respetivo dia. Estes valores são apresentados no gráfico da Figura 17 apresentando uma média de 31 *setups* por dia (24 horas).

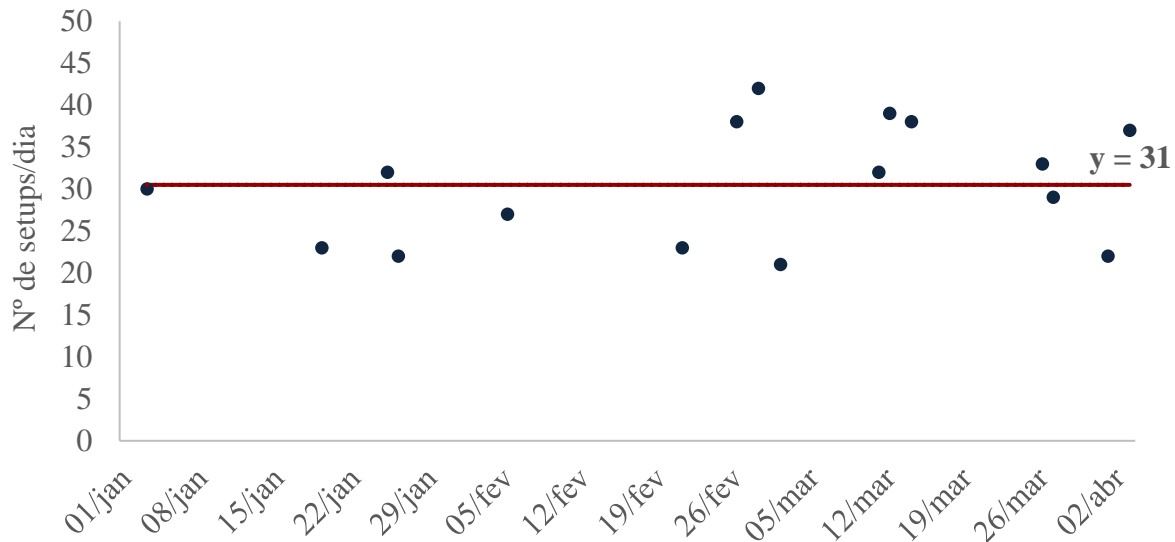


Figura 17 - Número de *setups* por dia nas 35 linhas de montagem

Tendo em conta que em cada turno estão presentes dois afinadores para todas as linhas de montagem e que um dia é composto por três turnos, pode garantir-se que um afinador consome cerca de quatro horas na realização de *setups*, isto admitindo que, em média, um *setup* demora 45 minutos a ser realizado. Ora, se o horário laboral de um afinador é de sete horas e meia, resta, no mínimo, a cada afinador, cerca de três horas. Não se pode, portanto, fundamentar os atrasos dos afinadores apenas pela quantidade de *setups* a serem realizados; estas demoras dependem de outras funções de que são responsáveis, e que serão em seguida explicitadas.

Analisando o dia-a-dia de trabalho destes operários, concluiu-se que, para além do auxílio que têm que dar no *setup*, estes são responsáveis pela resolução de avarias, sendo estas prioritárias relativamente às outras tarefas. Como não existem dados no sistema informático relativos à quantidade de avarias que ocorrem por turno, foi realizado um inquérito informal aos afinadores para apurar qual a quantidade e duração das avarias. Após a recolha de informação por parte de quatro afinadores conclui-se que, em média, cada um deles resolve cerca de 20 avarias por turno com durações muito variáveis (podem durar entre 5 minutos a 1 hora). Note-se que grande parte das avarias são dadas pelos operadores de linha como tal, mas, pelos afinadores, são consideradas apenas afinações dos blocos de teste.

Outro fator a ter em consideração está relacionado com o planeamento da linha realizado pelos VSM. Estes planeiam quais os SKU a realizar em cada linha tendo em consideração os *setups* que são realizados nas linhas de montagem pelas quais são responsáveis. No entanto não existe comunicação entre os VSM causando, muitas vezes, simultaneidade de *setups*, fator este que pode causar atrasos por parte dos afinadores.

3.3.5 Categorias E, F e G

É conveniente comentar e elucidar alguns aspetos relativos às categorias E, F e G. A categoria referente à produção (categoria E) está relacionada com os momentos de desaceleração e aceleração da produção perante todo o processo de *setup*. Os erros e avarias cometidos durante o processo não só são relativos a fugas de afinações do bloco de teste, mas também lapsos

cometidos pelos operadores, como por exemplo: componente errado, ferramenta errada, engano na inserção de dados no sistema informático, entre outros. Relativamente à categoria G, como já foi mencionado, é fulcral que para a realização do teste de circulação ou estanquidade seja necessária a obtenção do corpo da torneira e de todos os componentes necessários para que as etapas de montagem da primeira bancada sejam efetuadas. Quando tal não acontece, gera-se uma atividade da categoria D - Tempo de espera.

O diagrama de Pareto representado na Figura 18, também conhecido por efeito 80/20, permite facilmente visualizar que 80% dos problemas são causados por 20% das causas. Desta forma, é possível compreender em quais das causas é necessário concentrar os esforços para melhorar o tempo de *setup*.

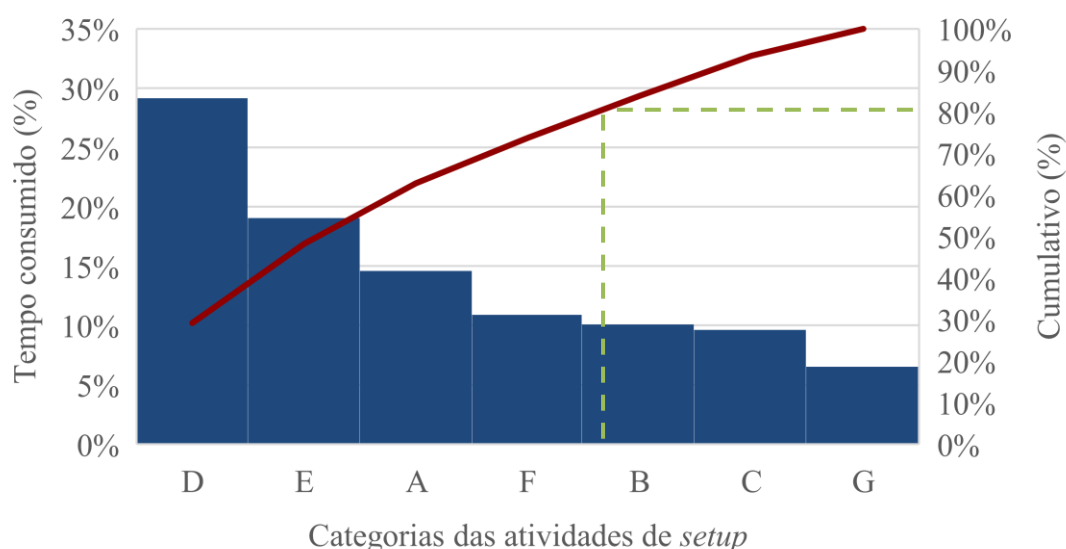


Figura 18 - Diagrama de Pareto das atividades de *setup*

Pode-se, portanto, confirmar que as tarefas das categorias D, E, A, F e B devem ser, sem dúvida, as tarefas prioritárias a ter em conta na implementação de soluções.

Em seguida será averiguado o impacto do tipo de mudança no processo de *setup*, ou seja, se o *setup* é entre produtos da mesma família ou de famílias diferentes. Relembra-se que, mesmo que os SKU dos produtos anterior e posterior forem de famílias idênticas, os códigos de corpo são diferentes. A Tabela 5 apresenta este estudo.

Tabela 5 - Tempo total de *changeover* de acordo com o tipo de *setup*

	Família do produto do lote anterior	Família do produto do lote posterior	Nº de ferramentas substituídas	Tempo total de <i>changeover</i> (min)
<i>Setup 1</i>	Lavatório	Lavatório	2	44.4
<i>Setup 2</i>	Lavatório	Zamac	5	41.4
<i>Setup 3</i>	Concetto	Concetto	2	50.7
<i>Setup 4</i>	Lavatório	Lavatório	2	70.6
<i>Setup 5</i>	Bau	Lavatório	5	45.0
<i>Setup 6</i>	Bau	Concetto	4	37.7

Através dos valores apresentados não é possível deduzir uma relação entre o número de ferramentas a substituir (diretamente associada às famílias dos produtos do *setup*) e o tempo total de *changeover*. Refira-se que o tempo relativo à mudança de ferramentas representa apenas 7% do tempo total de *changeover* e, por isso, o número de ferramentas a substituir não é um aspeto que, nesta etapa de diagnóstico, se possa ter em consideração.

4 Soluções propostas

Neste capítulo são expostas as soluções preconizadas para o caso em estudo, tendo como base o modo de aplicação do método SMED. As soluções propostas podem ser classificadas por graus de dificuldade de aplicação diferentes: são sugeridas soluções simples que remetem para questões organizacionais, assim como soluções que implicam um estudo prévio relativo a procedimentos e equipamentos. Como já foi referido, estas serão apresentadas de acordo com os estágios e sugestões apresentadas por Shingo (1985).

4.1 Solução Preliminar

A solução deste subcapítulo está diretamente relacionada com o estágio preliminar apresentado por Shingo (1985). Como já foi referido no capítulo 2 desta dissertação este estágio consiste apenas na visualização de todo o processo de *setup* e na comunicação com os operários de forma a compreender quais as atividades envolvidas nesta etapa. Note-se que nesta fase as atividades internas e externas ainda não são distinguíveis. Esta análise foi apresentada no capítulo 3; no entanto, nesta fase é também essencial haver uma comunicação direta com todos os operários que participam no *setup* de forma a compreenderem a importância do papel que estes desempenham em todo o processo.

O principal objetivo da Grohe Albergaria na diminuição do tempo de *setup* não está associado com o aumento da produção, mas sim com a diminuição de pressão psicológica por parte dos operários da linha de montagem. Ou seja, se a duração do processo de *setup* diminuir, os operários de linha têm mais tempo para montar a mesma quantidade de torneiras podendo esta ação ser realizada com menos *stress* e mais qualidade. É esta a mensagem que deve ser comunicada aos operários de forma a que estes compreendam e colaborem em todo o processo, tendo como parecer que os próprios são os que mais beneficiam com o sucesso do projeto. As soluções a seguir apresentadas só produzem algum resultado se os trabalhadores cumprirem e respeitarem as mesmas.

4.2 Solução 1

As soluções apresentadas neste subcapítulo estão relacionadas com a separação das atividades internas e externas, e com a aplicação de técnicas premeditadas de modo a que as operações externas ocorram realmente como externas. Não esqueçamos que estas atividades consistem maioritariamente na procura e transporte de componentes e ferramentas.

4.2.1 Soluções organizacionais

Como foi referido e demonstrado no capítulo 3, todas as atividades relacionadas com a categoria B - Procura e transporte de componentes e ferramentas representam 10% do tempo total de *changeover*, sendo que, se apenas um operador realizar esta tarefa, mais de 80% deste tempo é despendido na procura de componentes e ferramentas. Pela visualização e comunicação com os operadores é possível concluir que existe uma extrema falta de organização de material, principalmente de ferramentas.

Relativamente aos apoios, quando estes já não são necessários na linha são colocados num armário destinado às ferramentas das linhas de montagem LB. Numa fase de diagnóstico este estava organizado por linhas de montagem, ou seja, cada linha possuía uma prateleira do armário para poder arrumar os seus apoios. No entanto, há apoios que são utilizados por mais que uma linha de montagem, causando, portanto, desentendimento entre operários e desarrumação do armário. Surpreendentemente, nenhum apoio está identificado; os operários de linha e afinadores conhecem o apoio a utilizar em cada montagem apenas pela prática, todavia, para operários inexperientes torna-se impossível tal conhecimento. Outro aspeto crítico a apontar está relacionado com a fisionomia do armário: este é muito largo tornando algumas ferramentas de difícil acesso e, para além disso, não existe nenhuma marcação para o posicionamento dos apoios. O facto de o móvel em questão estar por baixo de umas escadas de passagem para os escritórios do piso superior também é um fator que mantém as ferramentas sempre sujas. Na Figura 19 (a) é possível observar-se o cenário anteriormente descrito.

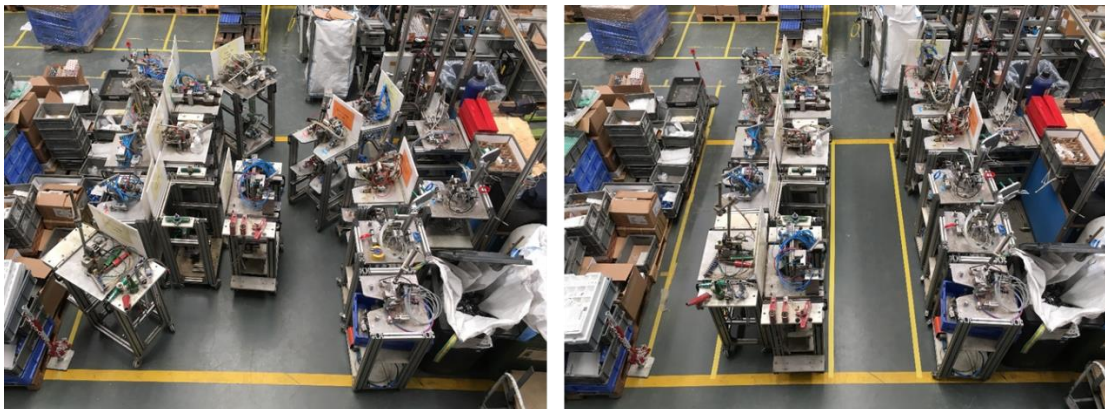


Figura 19 - Armário das ferramentas antes (a) e depois (b)

Considera-se então essencial a alteração da metodologia organizacional das ferramentas do *stream* em estudo, tendo como principal apoio as técnicas designadas por gestão visual e 5S. Em primeiro lugar, sugere-se uma separação entre as ferramentas necessárias e desnecessárias. Em seguida propõe-se a divisão dos apoios por prateleiras em famílias (Bau, Concetto, Zamac, Lavatórios e Garrafas), sendo que cada uma destas será identificada por uma cor. Nesta etapa é também essencial identificar todas as ferramentas: tanto a nível de família a que pertencem – colar uma fita da cor à qual pertence – como a nível individual, ou seja, cada apoio é identificado por um código composto por letras e números único. A utilização de código de cores é uma das técnicas utilizadas na comunicação visual e 5S (Allred, 2018), além disso de acordo com Küller (1986) “*colours and patterns stimulated the brain’s electrical activity*”. Pode-se então alegar que a utilização de cores no ambiente empresarial estimula a atividade cerebral e reduz o batimento cardíaco, diminuindo também o stress.

Com os apoios identificados, é também necessário implementar locais próprios para cada apoio através de encaixes e marcações com os respetivos códigos em cada prateleira. Outro aspeto sugerido a alterar remete para o posicionamento do armário: este foi posicionado perpendicularmente em relação à posição inicial e afastado das escadas; desta forma os colaboradores têm fácil acesso a todas as zonas do móvel. Note-se que o chão deve ser assinalado para que a posição do armário seja explícita. Esta solução foi implementada e é apresentada na Figura 19 (b).

Outra zona crítica relativamente à organização de ferramentas é a área onde são colocados os blocos de teste. A Figura 20 (a) é uma fotografia tirada do piso 1 à área em questão.



(a)

(b)

Figura 20 - Área dos blocos de teste antes (a) e depois (b)

Como se pode observar, não existe novamente qualquer tipo de classificação e ordem nesta área. Estão presentes testes de circulação não só do *stream* LB, mas também do *stream* BC não sendo distinguíveis entre si. Existem apenas algumas etiquetas com a identificação do produto a que o teste pertence; no entanto, grande parte não faz correspondência. Isto deve-se à carência de carros para o posicionamento de todos os testes, ou seja, quando um bloco de teste é retirado da linha e não existe um espaço adequado para a sua arrumação, o operário coloca-o no lugar

livre de outro teste. Consequentemente, o próximo acarreta com o respetivo espaço ocupado, gerando, portanto, uma desorganização em cadeia. Outro ponto a ter em atenção é o acesso aos testes: estes são colocados em filas sem espaçamentos entre si. Ora, se o teste que está no fim da fila é requisitado, é necessário retirar todos os outros testes que impossibilitam o acesso, provocando uma maior desorganização.

A solução encontrada para esta dificuldade passa por, numa primeira fase, selecionar os testes que realmente são necessários; posteriormente sugere-se a implementação de dois corredores entre os testes e marcação de lugares para todos os carros de transporte dos mesmos, existindo desta forma um acesso fácil a todas as ferramentas em questão que evita a desorganização. A ideia é exposta na fotografia da Figura 20 (b).

Note-se que o corredor de testes da esquerda pertence ao *stream* BC enquanto que o da direita ao *stream* LB. Os carros dos testes das linhas em estudo foram identificados de acordo com as cores de cada família utilizadas no armário dos apoios de forma a estandardizar as ferramentas. Foi necessária também a construção de um novo carro para existir um espaço adequado e único para cada bloco de teste.

4.2.2 Fichas de produto

Como já foi referido, numa fase de diagnóstico, não existia qualquer tipo de identificador das ferramentas, sendo conhecido pelos operadores das linhas mais experientes quais os apoios a utilizar para a montagem de um certo produto. No entanto, para os operadores recém-chegados não existe qualquer tipo de apoio ou documentação com a listagem de ferramentas necessárias para a montagem de cada torneira. A solução para este problema passa pela criação de uma base de dados acessível a todos com fichas de produto. No Anexo B são apresentadas algumas fichas de produto de torneiras montadas nas linhas de montagem do *stream* LB.

As fichas de produto são compostas por uma fotografia da torneira em questão, os códigos do corpo correspondentes, um esquema de montagem, os apoios, parafusadoras e testes a utilizar e o programa a ser inserido no sistema informático relacionado com o bloco de teste. O esquema de montagem é um esquema de uma linha com as três bancadas onde estão representados os apoios e parafusadoras utilizados por retângulos e círculos, respetivamente. Alerta-se que os retângulos têm os códigos das ferramentas e as cores dos círculos estão relacionadas com o binário pré-estabelecido da respetiva parafusadora. Os círculos pretos com o número 27 ou 32 representam as parafusadoras fixas das linhas com a chave de aperto 27 ou 32, respetivamente. Este esquema permite um rápido posicionamento das ferramentas nas linhas. É importante referir que, apesar de a montagem ser igual em qualquer linha, o esquema e ordem de montagem pode diferenciar de linha para linha, daí alguns produtos terem mais que uma ficha de produto conforme a linha em que são montados.

Os apoios e parafusadoras são apresentados por ordem de montagem e agrupados de acordo com a bancada a que pertencem. Para além disso, estes são identificadas pelo seu código e posicionamento, e, para mais fácil reconhecimento visual por parte do operador, por uma fotografia. Note-se que a cor utilizada nas fichas de produto é a cor que identifica a família a que o produto em questão pertence.

O acesso a estas fichas de produto por parte dos operários de linha e afinadores é realizado via papel. Ou seja, como se pode observar na Figura 19 (b), foi colocado um suporte no armário das ferramentas para conter uma capa de fichas de produto. Esta é composta por todas as fichas dos produtos montados no *stream* em estudo (divididas por separadores das respectivas cores) e um índice de corpos para mais fácil pesquisa.

Para haver acesso informático a estas fichas foi criada uma base de dados em Excel (programa mais usado na Grohe) de simples manuseamento. Nesta é possível fazer a seleção da ficha requerida por família, corpo ou mesmo linha, e é destinada, principalmente, aos *Team Leaders* e aos VSM que têm acesso direto a um computador. Impressões desta base de dados são apresentadas no Anexo C.

4.2.3 Layout e transporte de ferramentas

Outra sugestão de melhoria dada por Shingo (1985) está relacionada com o *layout* da empresa e, conseqüentemente, com o transporte de componentes e ferramentas. Na Figura 16 do capítulo 3 é possível observar-se o presente *layout* do *stream* LB e foi possível concluir que o transporte de ferramentas pode ir de 3 a 10 segundos. A alteração do *layout* das linhas de montagem e do posicionamento do armário de ferramentas possibilita a diminuição do tempo de transporte. Na Figura 21 (a) é apresentada uma alternativa. Como se pode observar, a alternativa exposta consiste na rotação de todas as linhas do *stream* LB para um centro comum onde está situado o armário das ferramentas. Desta forma, todas as linhas são aproximadas do mesmo. Todavia, esta distribuição tem algumas desvantagens: o facto de as frentes das linhas estarem viradas umas para as outras gera muito mais conversa e distração por parte dos operadores de linhas, para além disso dificulta a movimentação das paletes de corpos e de produto acabado devido à diminuição de espaço do corredor.

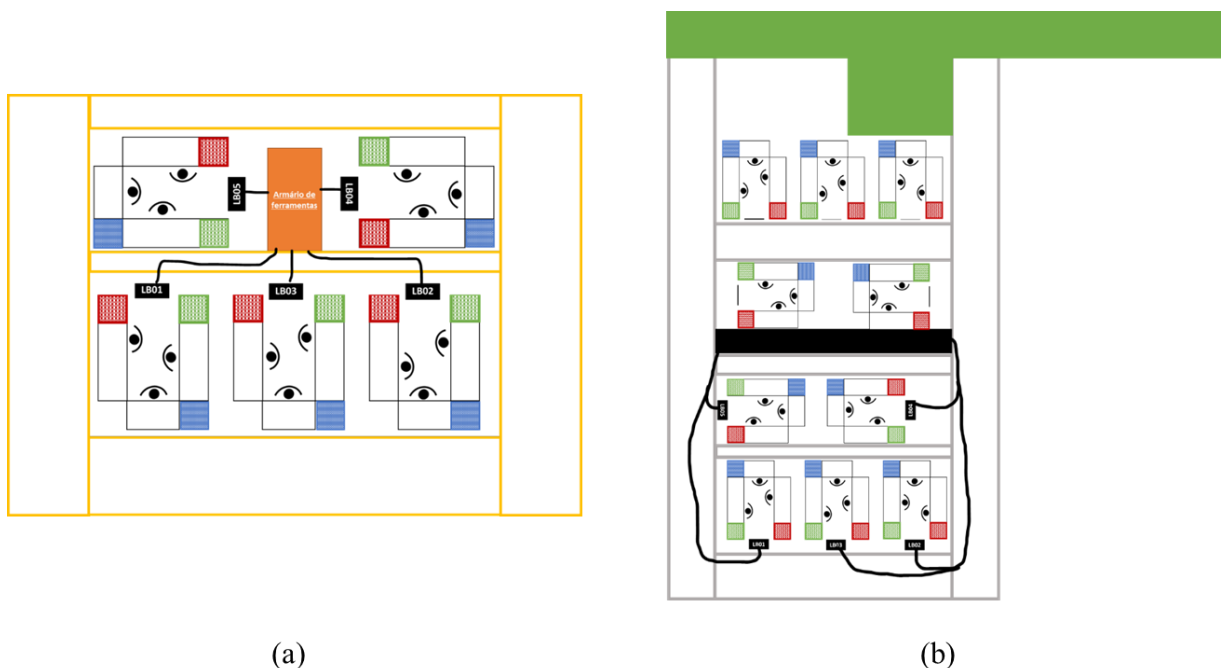


Figura 21 - *Layout* proposto para o armário das ferramentas e os blocos de teste

Outra área que deveria ser aproximada das linhas de montagem do *stream* LB é a área dos blocos de teste. É apresentada uma proposta na Figura 21 (b) que consiste na movimentação das linhas de montagem dos *streams* BC e CM de forma a que os testes de circulação possam ocupar a área representada a preto.

O transporte das ferramentas da fase de diagnóstico é realizado à mão. Ou seja, os operários deslocam-se ao armário das ferramentas e trazem consigo um ou dois apoios no máximo pois estes têm um peso considerável. O transporte dos mesmos pode, então, ser facilmente melhorado através do fornecimento de um carrinho de transporte comum às linhas de montagem do *stream* LB. De forma a que este seja facilmente acessível a todos, este é estacionado junto ao armário das ferramentas.

4.3 Solução 2

As soluções expostas neste subcapítulo têm como principal propósito converter as atividades internas em externas. Shingo (1985) dá sugestões como a preparação prévia das operações, a duplicação de ferramentas, ou mesmo a standardização de alguns apoios e ferramentas. Algumas destas recomendações são adaptadas e expostas neste capítulo.

4.3.1 Bloco de teste

Como já foi referido nesta dissertação, a montagem de uma torneira Grohe passa pela realização de um teste de estanquidade e circulação de forma a garantir o bom funcionamento do produto. A Figura 22 mostra uma fotografia e um desenho em SolidEdge do bloco de teste utilizado para a realização desta etapa que será em seguida explicado.

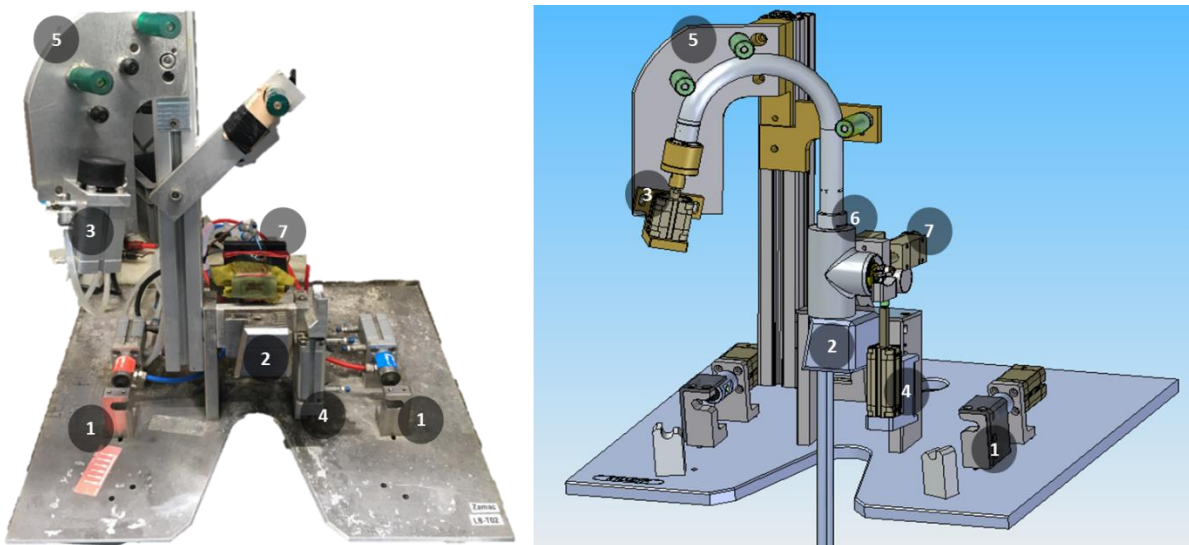


Figura 22 - Bloco de teste de circulação e estanquidade

É essencial esclarecer que, devido às diferenças morfológicas entre as torneiras, cada corpo de torneira tem um bloco de teste específico. Ou seja, todo este mecanismo é substituído por um

outro sempre que existe um *setup* completo. Este processo, para além de incluir a procura do novo bloco de teste e a sua substituição pelo teste do lote anterior, passa pela substituição de todos os cabos pneumáticos e pela respetiva programação.

Apesar de haver diferentes blocos de teste, o mecanismo de funcionamento é muito semelhante entre si. É importante referir que o teste é realizado com ar, ou seja, são utilizados essencialmente aparelhos pneumáticos. A explicação de todas as fases do teste será agora apresentada com o auxílio da Figura 22.

Numa fase inicial a torneira 6 é colocada corretamente no apoio 2 que altera consoante o corpo da torneira, uma vez que este tem uma morfologia própria para que a torneira em teste fique suficientemente apoiada. Para além disso é utilizado um batente acionado por um cilindro pneumático que garante a imobilidade da mesma. O apoio 2 e o batente em questão são apresentados em detalhe na Figura 23.

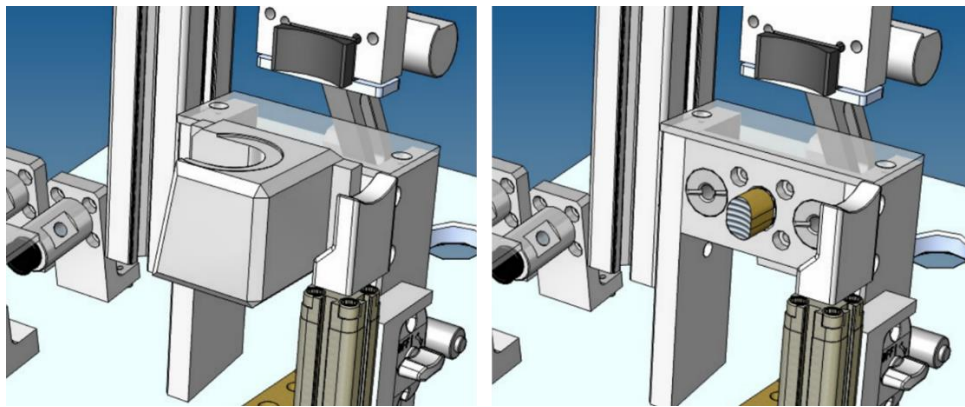


Figura 23 - Desenho 3D em SolidEdge do apoio 2 e batente

Em casos de a torneira ser testada com bica são também utilizados os apoios 5 de forma a assegurar a imobilidade da bica. É interessante esclarecer quando é que o teste é realizado com ou sem bica. Nas torneiras Zamac, uma vez que a estrutura interna da torneira é um componente em plástico que é colocado no interior do corpo de latão e que a bica é constituída por um tubo interno de plástico que é posteriormente conectado ao mesmo, a vedação entre estes constituintes tem que ser validada e, por isso, o teste é realizado com a bica já montada. Nos casos de a bica ser montada após a realização do teste a vedação realizada é entre dois componentes de latão, não sendo necessário validar a sua estanquidade. Note-se que os apoios 5 também são substituídos conforme o tamanho e forma da bica.

Numa segunda fase, os tubos da torneira são colocados nos apoios 1, onde existe um cilindro pneumático e um injetor. Estes têm a função de injetar ar para a torneira através dos tubos quente e frio separadamente. Na Figura 24 é possível observar esta etapa com mais detalhe.

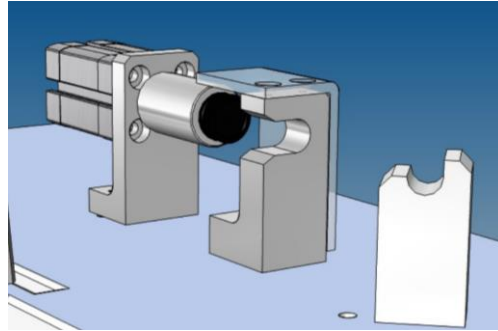


Figura 24 – Desenho 3D em SolidEdge do mecanismo de injeção de ar nos tubos

Com estas etapas é realizado o teste de circulação, ou seja, é injetado ar nos tubos quente e frio a uma pressão de 1.2 bar durante 1 s e detetado se não existe uma subida maior de pressão, garantido que não existe nenhuma obstrução.

Em seguida, é realizado o primeiro teste de estanquidade. Nesta etapa o cilindro pneumático 3 é acionado de forma a garantir a vedação da bica e o teste é realizado com o cartucho aberto. É injetado ar para os tubos quente e frio durante 3 s até uma pressão de 3 bar ao que se chama de enchimento (Figura 25 (a)). É em seguida realizada uma estabilização da pressão durante cerca de 4 s e é, finalmente, medida a pressão de entrada durante 1.5 s, podendo esta variar de 150 a -90 Pa.



Figura 25 - Fase de enchimento e estabilização (a) e fase de medição (b) do teste de estanquidade

Para a realização do segundo e terceiro testes de estanquidade o cilindro pneumático 3 deixa de atuar e o cilindro 4 é atuado de forma a que o cartucho seja fechado. Cada um dos testes é composto por um período de estabilização de 1 s e por uma etapa de medição da pressão de entrada dos tubos frio e quente, respetivamente em cada teste, não podendo a pressão variar mais que 80 e -50 Pa. Desta forma, para além de ser validada a estanquidade do cartucho, verifica-se a inexistência de fugas entre os tubos quente e frio. Na Figura 25 (b) está representado o gráfico que corresponde à fase de medição do teste de estanquidade.

Se a torneira for validada em todos os testes de circulação e estanquidade, o corpo da torneira é carimbado através da atuação do cilindro 7. Consiste numa gravação eletroquímica que contém a origem do produto e o mês em que é produzido.

Como já foi referido, sempre que existe um *setup* completo é necessário substituir o bloco de teste sendo desperdiçados cerca 3 minutos no deslocamento e procura do novo teste. Para além disso a mudança de cabos pneumáticos também contribui para o atraso do tempo de *setup*. A solução proposta neste subcapítulo passa, portanto, pelo desenvolvimento de um bloco de teste *standard* que permita realizar os testes de circulação e fuga em vários tipos de torneiras. Para além disso é também interessante que este projeto seja capaz de diminuir o tempo de realização do teste. Alerta-se que, com o bloco de teste que é usado atualmente, desde o momento em que a torneira é colocada no suporte 2 e é retirada do mesmo, passam cerca de 24 segundos. Na Tabela 6 a duração deste processo é detalhadamente descrita.

Tabela 6 - Tarefas para a realização do teste de circulação e estanquidade

Tarefa	Duração (s)
<i>Posicionamento dos tubos quente e frio</i>	5
<i>Teste de circulação</i>	2
<i>1º teste de estanquidade</i>	10
<i>2º teste de estanquidade</i>	2
<i>3º teste de estanquidade</i>	2
<i>Carimbagem</i>	3
Total	24

A solução proposta consiste, então, na utilização de uma mesa giratória possibilitando a colocação de mais do que uma torneira de forma a que o teste seja realizado em várias etapas. Ou seja, a mesa é dividida em três secções em que cada uma destas é responsável pela realização de um grupo de tarefas do teste. A Figura 26 representa um esquema da mesa giratória.



Figura 26 - Esquema do projeto proposto

Tendo como base o bloco de teste atual apresentado na Figura 22, todos os componentes principais relacionados com o apoio da torneira e dos tubos foram reposicionados numa base de alumínio de forma a satisfazer o esquema apresentado na Figura 26. Não esqueçamos que a maior parte dos componentes têm como material a liga de Alumínio 5050, material mais utilizado pela Grohe para a criação de apoios e ferramentas uma vez que, para além de ter um custo baixo, é leve e, por isso, fácil de transportar. Na Figura 27 é possível observar a base circular com os componentes necessários.

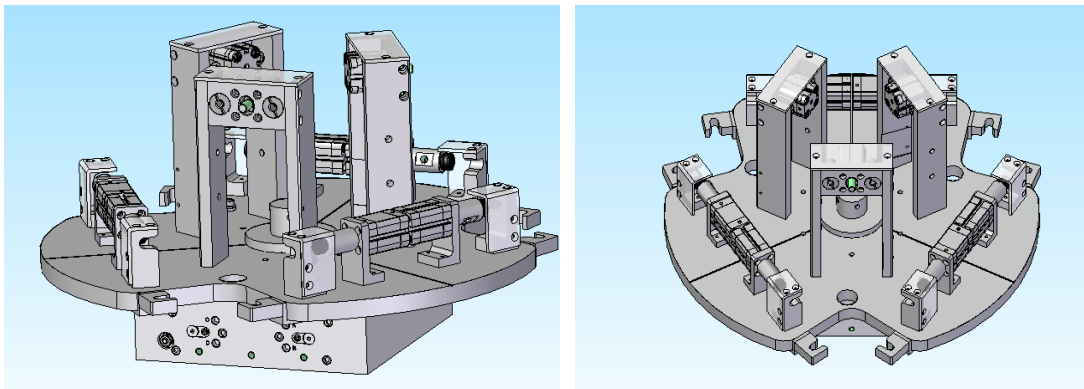


Figura 27 - Mesa giratória com base e componentes

Como já foi referido, a configuração do apoio 2 é diferente para cada tipo de torneira. Foi, então, essencial separar esta peça do bloco principal de forma a ser possível substituí-la de modo fácil e rápido. É utilizado um mecanismo de encaixe rápido apresentado pela empresa IMAO (2018) que será posteriormente apresentado com mais detalhe no capítulo 4.4.1. desta dissertação. No Anexo H - Solução 2 é apresentado o catálogo em questão.

De forma a utilizar uma mesa giratória adequada é necessário fazer uma análise do peso que esta tem que suportar. No Anexo D é apresentada uma lista de componentes com a respetiva quantidade, massa e peso. Incluindo as torneiras em teste e os respetivos apoios 2, a força total axial que a mesa giratória deve suportar é, aproximadamente, 280 N. Utilizando um coeficiente

de segurança (CF) de 3, a equação 4.1 calcula a força axial a ter em consideração na escolha da mesa giratória.

$$F_{axial} * CF = 280 * 3 = 840 \text{ N} \quad (4.1)$$

De acordo com o catálogo da Festo (2018), todas as mesas giratórias apresentadas suportam a força axial calculada. O Anexo E apresenta gráficos e tabelas do catálogo em estudo que foram utilizados para todos os cálculos relativos à mesa giratória. No entanto, para além da força máxima suportada, é necessário validar o momento de inércia de massa máximo e o tempo de ciclo, de forma a compreender se é necessário considerar o *dwell time*. Na tabela do Anexo D é também apresentada o momento de inércia de massa para todos os componentes e a respetiva soma. Conclui-se, portanto, que a mesa giratória deve suportar um momento de inércia de massa de 2.2 kg.m^2 . Desta forma, apenas a mesa giratória de tamanho 220 suporta tal grandeza. Para o cálculo do tempo de ciclo foram utilizados os gráficos do catálogo em questão e presentes no Anexo E, sendo os respetivos cálculos apresentados nas equações 4.2.

$$\text{Cycle Time} = \text{Switching Time} + \text{Processing Time} + \text{Dwell Time}$$

$$T_{ProcessingTime} = 14 \text{ s}$$

$$J = 2.2 \text{ kg.m}^2 \rightarrow f = 40 \text{ 1/min} \rightarrow T_{Switchingtime} = \frac{60}{40} = 1.5 \text{ s} \quad (4.2)$$

$$J = 2.2 \text{ kg.m}^2 \rightarrow f = 12 \text{ 1/min} \rightarrow T_{Min.permissiblecycletime} = \frac{60}{12} = 5 \text{ s}$$

$$T_{CycleTime} = 1.5 + 14 = 15.5 \text{ s} > T_{Min.permissiblecycletime}$$

Dado o facto de a soma entre o tempo de processo (*Processing time*) e o tempo de mudança (*Switching time*) ser maior que o tempo mínimo admissível para o tempo de ciclo, não é necessário um tempo adicional relacionado com o *dwell time*.

Foi, então, seleccionada a mesa giratória a utilizar: DHTG-220-3-A-P4 com um distribuidor giratório GF.

A mesa giratória constitui então, no mínimo, um passo de 15.5 segundos. Pode-se, portanto, afirmar que a duração do teste por torneira em função do número de torneiras a montar do lote é dada pela equação 4.3.

$$\frac{(n^{\circ} \text{ torneiras} - 2) * 15.5 + 4 * 15.5}{n^{\circ} \text{ torneiras}} \text{ (s)} \quad (4.3)$$

Considerando um lote de 100 torneiras, a solução apresentada consegue testar este lote em 26,4 minutos ao invés dos 40 minutos realizados pelo mecanismo atual, resultando num aumento para 152 torneiras testadas no tempo agora realizado (40 minutos).

Como se pode observar no Anexo G, em volta desta base foi criada uma estrutura capaz de suportar diferentes componentes de forma a satisfazerem os respetivos requisitos.

A viga do lado esquerdo suporta toda a estrutura responsável pela carimbagem – estrutura 1. Esta é, originalmente, composta pelos componentes expostos na Tabela 7.

Tabela 7 - Componentes da estrutura 1

<i>Componente</i>	Massa (g)	Peso (N)
<i>Cilindro Festo DSNU-16-40-P-A</i>	108.3	1.06
<i>Guia Festo FEN-16-40-KF</i>	528	5.18
<i>Suporte do carimbo</i>	174.8	1.71
<i>Carimbo</i>	18.2	0.18
<i>Soma</i>	829.3	8.14

Para suportar estes componentes foi projetada uma estrutura que é fixa ao perfil quadrangular de alumínio 45, perfil este comumente utilizado pela empresa em diversos equipamentos. Como é necessário ter em conta que o local de carimbagem pode variar de altura conforme o tamanho do corpo da torneira foi utilizada uma guia de fácil uso para movimentar toda a estrutura responsável por tal atividade. No Anexo F – Estrutura 1 está representada uma imagem em SolidEdge que demonstra o mecanismo em questão.

É necessário validar a capacidade estrutural deste componente. Através do método dos elementos finitos e considerando as forças aplicadas, foi calculada a tensão e o deslocamento máximos. O Anexo F - Estrutura 1 contém o estudo realizado em Abaqus.

Conclui-se então que a tensão máxima tem um valor de 1.15 MPa e que a flecha máxima é representada na extremidade da estrutura com um valor máximo de 0.034 mm, valor este desprezável. Sabendo que a tensão de cedência é 55.2 MPa (MatWeb) e considerando um fator de segurança de 3, é possível calcular a tensão admissível, cálculo este demonstrado na equação 4.4.

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{ced}}{3} = 18.4 \text{ MPa} \quad (4.4)$$

Sendo $\sigma_{max} < \sigma_{adm}$ pode afirmar-se que a estrutura projetada suporta os esforços nunca ocorrendo deformação plástica.

Como já foi referenciado, a viga do lado direito é responsável por suportar todos os componentes necessários para a realização dos testes de estanquidade, ou seja, um cilindro pneumático para o fecho do cartucho e um mecanismo capaz de vedar o corpo da torneira ou a bica no caso de esta ser incluída no teste. Relativamente ao cilindro responsável pelo fecho do cartucho, este foi implementado de acordo com o mecanismo representado em SolidEdge no Anexo F – Estrutura 2.

Foi novamente utilizada a guia anteriormente mencionada uma vez que os corpos das torneiras têm tamanhos diferentes e, conseqüentemente, a abertura e fecho do cartucho dá-se a diferentes

alturas. Os cálculos realizados anteriormente para a validação da estrutura têm que ser novamente realizados. Na Tabela 8 estão apresentados todos os componentes que a estrutura 2 tem que suportar e respectivas massas de forma a ser calculada a força total. No Anexo F – Estrutura 2 são apresentados *printscreens* ao estudo em Abaqus pelo método dos elementos finitos.

Tabela 8 - Componentes da estrutura 2

<i>Componente</i>	Massa (g)	Peso (N)
<i>Cilindro ADN-20-180-A-P-A</i>	509	4.99
<i>Linguete de abertura</i>	58.98	0.58
Soma	567.98	5.57

Pode-se, portanto, constatar que a tensão máxima tem um valor absoluto de 0.39 MPa e o deslocamento máximo é de 0.003 mm, valor este desprezável. É de novo conclusivo que a $\sigma_{max} < \sigma_{adm}$ e, por isso, a estrutura é adequada para o seu propósito.

Relativamente à vedação da bica da torneira é preciso tomar em consideração que as bicas podem ser de diferentes tamanhos e curvaturas conforme o SKU do lote em produção. Para além disso, como as bicas das torneiras não são produzidas internamente, muitas vezes a empresa depara-se com problemas relacionados com a qualidade destas e com testes incapazes de realizar os testes de estanquidade corretamente. Na Figura 28 é possível observar o caso apresentado em que bicas de códigos iguais apresentam tamanhos e conseqüentemente curvaturas diferentes.

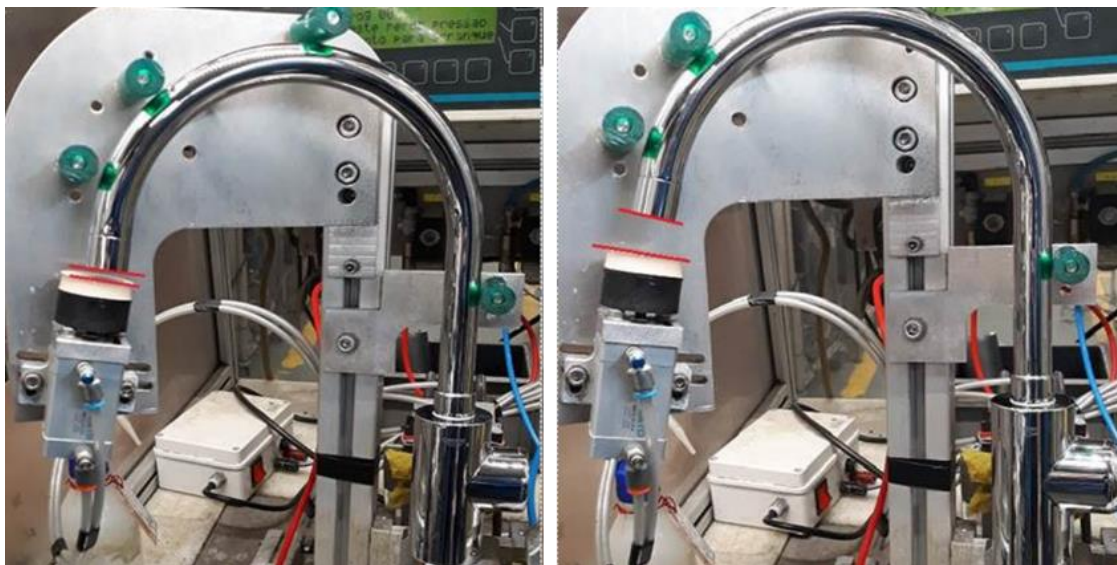


Figura 28 - Problema encontrado no teste de estanquidade

É, então, irrefutável que o cilindro responsável pela vedação da bica tenha mobilidade suficiente para abranger todo o tipo de bicas, ou seja, tanto a sua altura, distância ao corpo da torneira,

assim como o ângulo que faz com a horizontal têm que ser ajustáveis. De forma a satisfazer todos estes requisitos, foi projetado o esquema apresentado no modelo em SolidEdge no Anexo F – Estrutura 3.

Para confirmar se a estrutura suporta os esforços aplicados é realizado um levantamento dos componentes (Tabela 9) e respetiva massa e é, novamente, realizado um estudo de tensão e deformação pelo método dos elementos finitos (Anexo F – Estrutura 3).

Tabela 9 - Componentes da estrutura 3

<i>Componente</i>	Massa (g)	Peso (N)
<i>Dobradiça EFHL5050HH</i>	40.00	0.39
<i>Placa inferior</i>	69.59	0.68
<i>Placa superior</i>	56.12	0.55
<i>Guia IMAO</i>	80.00	0.78
<i>Cilindro ADN-25-10-I-P-A</i>	179.00	1.76
<i>Elesa Ganter 415331</i>	20.00	0.20
<i>Soma</i>	444.71	4.36

Pelo método dos elementos finitos é possível obter-se o valor da tensão máxima (2.19 MPa) e o valor do deslocamento máximo (0.078 mm). Sendo a tensão admissível (18.4 MPa) maior que a tensão máxima causada pela aplicação de uma força de 4.36 N, e a flecha máxima um valor considerado desprezável, valida-se a estrutura em questão. De forma a garantir a vedação completa da bica é proposta a implementação de uma rótula entre o vedante e o cilindro pneumático. Outro aspeto a ter em consideração é a imobilização da bica. Para tal é proposta a fixação de umas garras pneumáticas radiais da Festo (DHWS-25-A da Festo (2018)) e de um cilindro pneumático (ADN-20-15-A-P-A da Festo (2018)) com uma forquilha de haste como está demonstrado na Figura 29 (a).

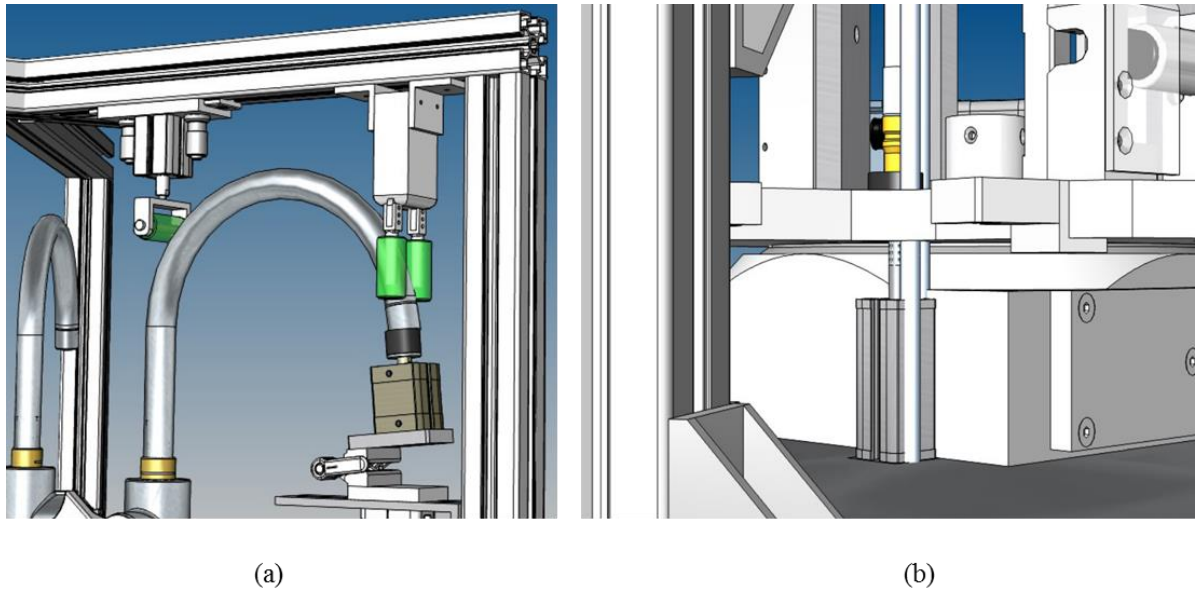


Figura 29 - Detalhes do bloco de teste em SolidEdge

Nos casos em que a torneira é testada sem a bica é colocado um cilindro hidráulico com um vedante na haste e com um curso adequado ao tamanho do corpo da torneira. Estes podem ser facilmente substituídos uma vez que são usados fixadores rápidos apresentados pela IMAO e que serão posteriormente explanados nesta dissertação. O Anexo G esclarece este esquema de montagem em conjunto com modelos do bloco de teste com vários exemplos de corpos de torneiras.

Existem também corpos de torneiras em que a vedação é realizada por baixo do mesmo. É, por isso, necessário abrir um orifício para que seja possível a passagem do vedante acoplado ao cilindro pneumático como é possível observar na Figura 29 (b).

Outra questão importante a abordar é o posicionamento deste novo bloco de teste na linha de montagem. Atualmente, o bloco de teste tem uma bancada própria para o seu posicionamento que pode ser observado na Figura 30 (a). Para o projeto em estudo é necessário aumentar a largura desta bancada assim como rebaixar a mesa de apoio do teste. Outra alteração está relacionada com os dois aparelhos eletrônicos responsáveis pela análise de pressão, representados na Figura 30 a preto. Na bancada atual estes estão colocados um sobre o outro, no entanto no projeto de bancada é necessário instalar estes lado a lado de forma a que não interfiram com a rotação das torneiras. O esquema ilustrativo desta nova abordagem está representado na Figura 30 (b).

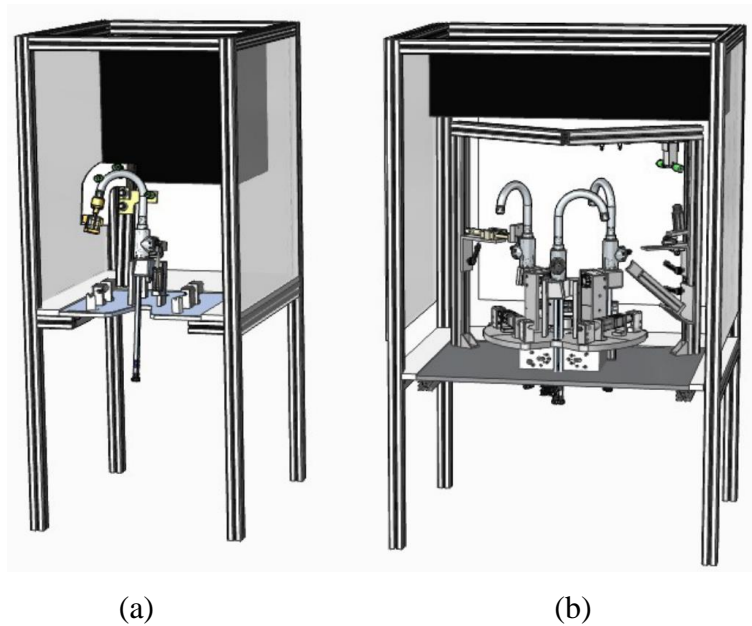


Figura 30 - Esquema em SolidEdge da bancada do bloco de teste

De forma a garantir a segurança dos operários de linha, estão colocados no bloco de teste atual sensores de proximidade nas vigas da frente da bancada. Desta forma, sempre que estes sensores detetam algum tipo de objeto a ultrapassar a bancada, o teste é automaticamente parado. A bancada projetada para o novo teste inclui também este tipo de segurança que se enquadra na diretiva máquinas da União Europeia (Diretiva 2006/42/CE, 2006).

4.4 Solução 3

Nesta secção são apresentadas soluções diretamente associadas ao estágio 3 da metodologia SMED apresentado por Shingo (1985). Deste modo, as soluções apresentadas neste capítulo têm o propósito de racionalizar as operações internas e externas.

4.4.1 Encaixe rápido

A visualização detalhada do processo de *setup* permite desde logo averiguar que a utilização de parafusos e porcas não é, de todo, uma prática eficaz. Em primeiro lugar o diâmetro nominal do parafuso pode alterar de *stream* para *stream*; em segundo lugar são necessárias ferramentas próprias – chaves de *Unbrako* e chaves de aperto – com as dimensões adequadas. Uma vez que abastecer todas as linhas com estas ferramentas se torna muito dispendioso, apenas os afinadores dispõem das mesmas tornando impossível aos operadores de linha removerem ou colocarem apoios. Para além disso, com este método de fixação, existe um custo acrescido de parafusos e porcas uma vez que são facilmente perdidos.

É então sensato implementar uma nova técnica de fixação dos apoios às bancadas com o principal objetivo de não serem necessárias ferramentas auxiliares. Consequentemente, para além de se tornar um processo mais rápido de mudança de ferramentas, o tempo despendido à espera do afinador é eliminado uma vez que todos os operários são capazes desta substituição.

De forma a ser encontrada uma solução adequada foi necessário obter as dimensões dos apoios e das bancadas. Na Tabela 10 são apresentadas as dimensões em questão.

Tabela 10 - Dimensões dos apoios e da bancada

<i>Componente</i>	Espessura (mm)	Furo
<i>Apoio</i>	15	M8
<i>Bancada</i>	21	M10

A empresa Imao apresenta várias soluções para o propósito em estudo, no entanto, devido à elevada espessura dos apoios, apenas duas soluções são possíveis.

A primeira opção a analisar é apresentada no Anexo F – Solução 1. Pelos dados fornecidos pela empresa, o componente adequado é o QCTH0834-20 e o respetivo encaixe QCTH0834-B. Na Figura 31 (a) está representado um modelo em SolidEdge de forma a validar a utilização do encaixe em questão; foi utilizado um dos apoios das linhas de montagem do *stream* LB e projetado um modelo da bancada.

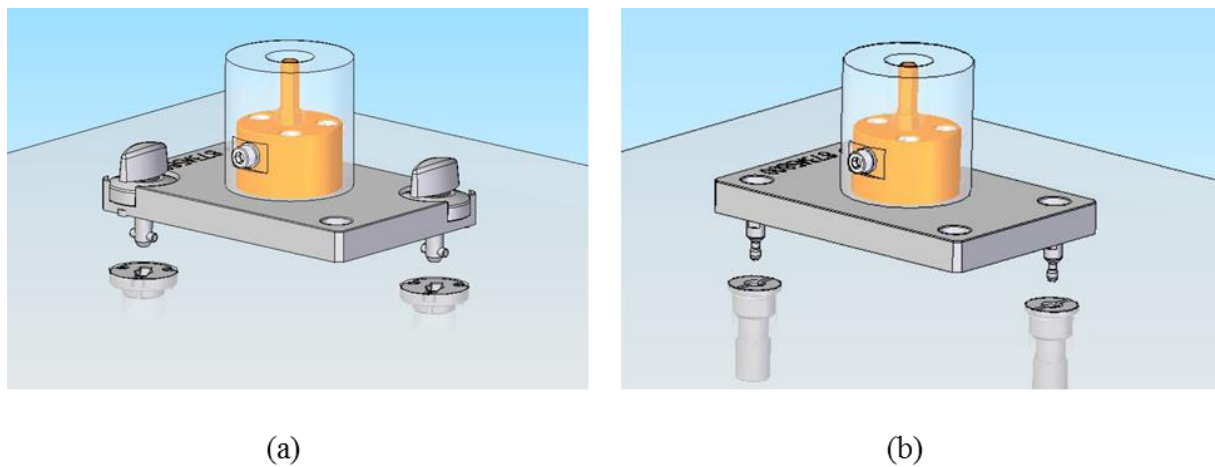


Figura 31 – Soluções de encaixes rápidos

Como se pode observar, apesar de este encaixe rápido ser de fácil uso e ter uma visualização de aperto imediata, este tem um diâmetro demasiado grande para a largura de alguns apoios. Para além disso é necessário abrir parte do furo do apoio.

Foi então analisado outro encaixe rápido possível apresentado no Anexo F – Solução 2. Neste caso o componente adequado é o QCBA0816-M5 e o respetivo encaixe QCBAS0820B. Na Figura 31 (b) é possível observar-se o esquema em estudo. Para esta solução já não existe um problema de espaço uma vez que os componentes que são conectados aos apoios são de pequenas dimensões. No entanto, os furos existentes nos apoios são maiores que M5, por isso é necessário a implementação de um casquilho roscado. Relativamente à bancada, é necessário aumentar o diâmetro dos furos existentes.

Outro aspeto a ter em consideração é o custo. Sem dúvida que a solução 2 fica mais económica uma vez que os componentes conectados aos apoios são de menor dimensão e têm um menor custo. É importante lembrar que em cada local de posicionamento de apoios apenas serão colocados 2 componentes de bancada que servirão para vários apoios, ou seja, serão necessários mais componentes de apoios do que de bancadas, tornando, portanto, a solução mais económica.

4.4.2 Distribuição de tarefas

Na análise inicial foi detetado que não existe uma distribuição de tarefas relativamente aos operários de linha causando, frequentemente, discussões entre operários pela má repartição de trabalho. Além disso, esta falta de organização e de atribuição de funções traduz-se numa perda de tempo associada à ausência de orientação. É, portanto, crucial a realização de um documento em que sejam atribuídas tarefas a cada operário de linha.

Em primeiro lugar é necessário ter em atenção que, apesar de as linhas de montagem do *stream* LB serem geralmente constituídas por três operadores, eventualmente pode haver apenas dois operários na linha. É, por isso, necessário elaborar dois documentos com a distribuição de tarefas: um direcionado para uma linha com 3 operadores e outra para uma linha com apenas 2 operadores.

Um aspeto também a ter em conta é alusivo à evolução do processo em estudo. Isto é, a distribuição de tarefas realizadas não pode ser semelhante numa fase inicial da metodologia SMED e na fase final, uma vez que existem tarefas cuja duração é reduzida. No Anexo I são apresentados os documentos em questão da fase inicial. Note-se que os tempos representados nestes são os medidos e demonstrados no capítulo 3. Sugere-se que, com o passar da melhoria, se atualizem os valores.

4.4.3 Contagem dos componentes

Como foi referido no capítulo 3, a contagem dos componentes do produto anterior durante o processo de *setup* é realizada manualmente, ou seja, peça a peça. No caso de componentes de pequenas dimensões e de grandes quantidades este processo torna-se bastante lento, representando cerca de 15% do tempo total de *changeover*.

De forma a que este processo se torne mais eficaz, propõe-se a utilização de uma balança própria de forma a que seja possível realizar uma contagem por peso. Uma vez que a probabilidade de ocorrerem dois *setups* no mesmo *stream* simultaneamente é reduzida, basta que cada *stream* tenha uma balança partilhada.

Esta solução foi proposta ao VSM do *stream* em estudo e algumas questões foram postas em causa: em primeiro lugar nem todos os operários têm conhecimentos matemáticos suficientes para realizar tais operações; para além disso a contagem não seria tão precisa causando, conseqüentemente, erros acrescentados no inventário. Por estas razões a solução exposta não foi implementada.

5 Resultados e discussão

Neste capítulo são expostos os impactos das soluções implementadas no tempo de *setup*, tanto a nível de produtividade como a nível económico. Como foi referido anteriormente, o objetivo principal consiste na diminuição de 35% do tempo de *setup* inicial, ou seja, alcançar um tempo total de *changeover* de 31.4 minutos (menos 35% de 48.3 minutos).

Numa fase inicial foi feito um pequeno estudo de forma a prever se tal valor é possível. Considerando as categorias das tarefas de *setup* expostas no capítulo 3, previu-se uma diminuição de 80% nas atividades consideradas “a eliminar” e de 40% nas atividades internas que devem passar a externas. Na Tabela 11 é possível analisar-se estes valores. Note-se que foram consideradas atividades “a eliminar” as tarefas das categorias D e F (valores a vermelho na Tabela 11) e as atividades “internas para externas” as tarefas da categoria B (valores a verde na Tabela 11).

Tabela 11 - Previsão da duração das tarefas de *setup* (em segundos)

<i>Tarefas</i>	Tempo inicial (s)	Tempo previsto (s)
<i>A - Contabilização e arrumação dos componentes do produto anterior / limpeza</i>	423	423
<i>B - Procura e transporte de componentes e ferramentas</i>	293	176
<i>C - Confirmação e colocação dos componentes do novo produto nos devidos locais</i>	279	279
<i>D - Tempo de espera</i>	844	169
<i>E - Produção</i>	552	552
<i>F - Erros e avarias</i>	316	63
<i>G - Mudança de ferramentas e realização do 1º teste</i>	189	189
<i>Tempo total de Changeover (min)</i>	48.3	30.9

Pode-se, portanto, garantir que, com a diminuição de tempos pressuposta, é possível alcançar o tempo *target*.

Para analisar o tempo de *setup* após a implementação das soluções, recorreu-se novamente à filmagem e análise detalhada de vários *setups*. Desta forma, é possível listar novamente todas as tarefas, categorizá-las e cronometrá-las com o objetivo de realizar um estudo pormenorizado do impacto das soluções implementadas. É de realçar que este estudo foi realizado em duas etapas: a primeira, onde foram implementadas soluções organizacionais, e a segunda onde foi implementada a solução relativa aos encaixes rápidos. A solução relativa ao bloco de teste, para além de ser mais dispendiosa, não contribui diretamente para o aumento da produtividade, e, por isso, esta não é implementada sendo discutida numa terceira etapa. É também essencial garantir a continuidade do trabalho realizado sendo necessário definir uma estratégia descrita numa quarta etapa. Este capítulo é, então, dividido de acordo com estes estágios.

5.1 Impacto das soluções organizacionais

Neste subcapítulo estão incluídas as soluções apresentadas nos capítulos 4.2.1, 4.2.2 e 4.4.2. A solução relacionada com o *layout* das linhas do *stream* LB não foi aceite pelas razões apresentadas no capítulo 4.2.3., no entanto, foi colocado um carrinho à disposição de todos para o transporte de ferramentas. Para além disso a solução proposta no capítulo 4.4.3 também não foi aceite pelas razões expostas.

Na Tabela 12 estão apresentados novos tempos adquiridos pelas filmagens de *setups* após a implementação das soluções anteriormente referidas.

Tabela 12 - Tempo consumido por cada operador nas atividades do processo de *setup* após a implementação de medidas organizacionais (em segundos)

<i>Tarefas</i>	Setup Final 1	Setup Final 2	Setup Final 3	Setup Final 4	Setup Final 5	Média
<i>A - Contabilização e arrumação dos componentes do produto anterior / limpeza</i>	318	429	703	280	280	402
<i>B - Procura e transporte de componentes</i>	526	47	123	120	527	269
<i>C - Confirmação e colocação dos componentes do novo produto nos devidos locais</i>	267	380	313	383	363	341
<i>D - Tempo de espera</i>	113	15	143	30	110	82
<i>E - Produção</i>	317	337	220	420	550	369
<i>F - Erros e avarias</i>	10	133	100	160	133	107
<i>G - Mudança de ferramentas e realização do 1º teste</i>	284	290	347	267	197	277
<i>Tempo total de Changeover</i>	1835	1630	1950	1660	2160	1847
<i>Tempo total de Changeover (min)</i>	30.6	27.2	32.5	27.7	36.0	30.8
<i>Tempo de setup (min)</i>	29.5	25.3	29.5	26.3	31.3	28.4

Com uma média de tempo total de *changeover* de 30.8 minutos é conclusivo que houve realmente uma redução do tempo em estudo de cerca de 36%. De forma a estudar pormenorizadamente esta redução foi realizada uma análise comparativa entre o diagnóstico inicial e os resultados apresentados na Tabela 12. Os gráficos da Figura 32 e da Figura 33 apresentam esta análise.

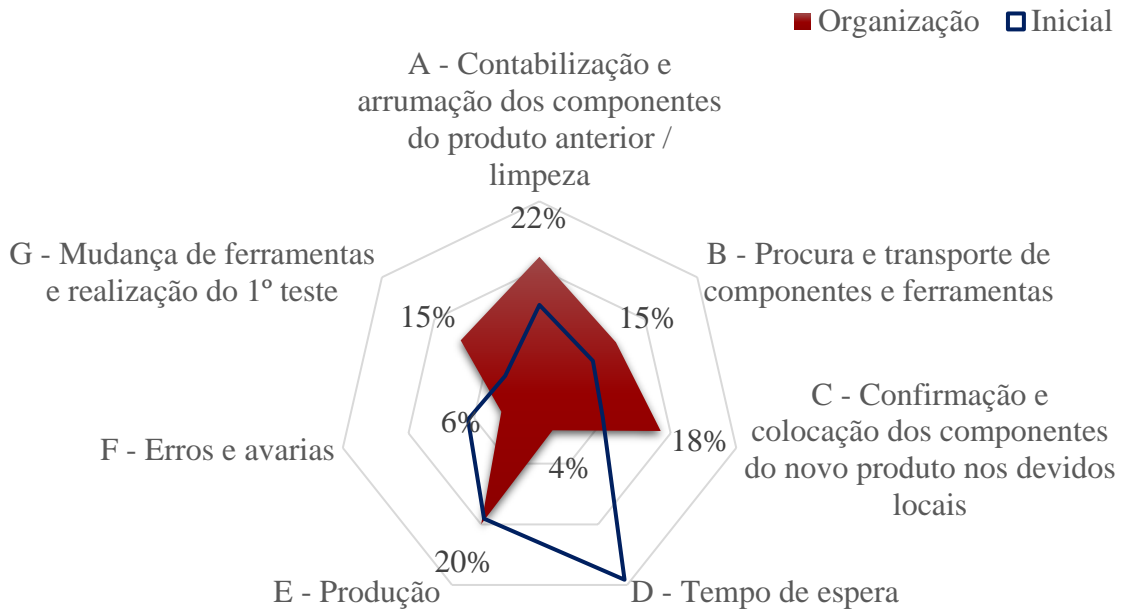


Figura 32 - Peso de cada categoria no processo de *setup* após implementação de melhorias organizacionais

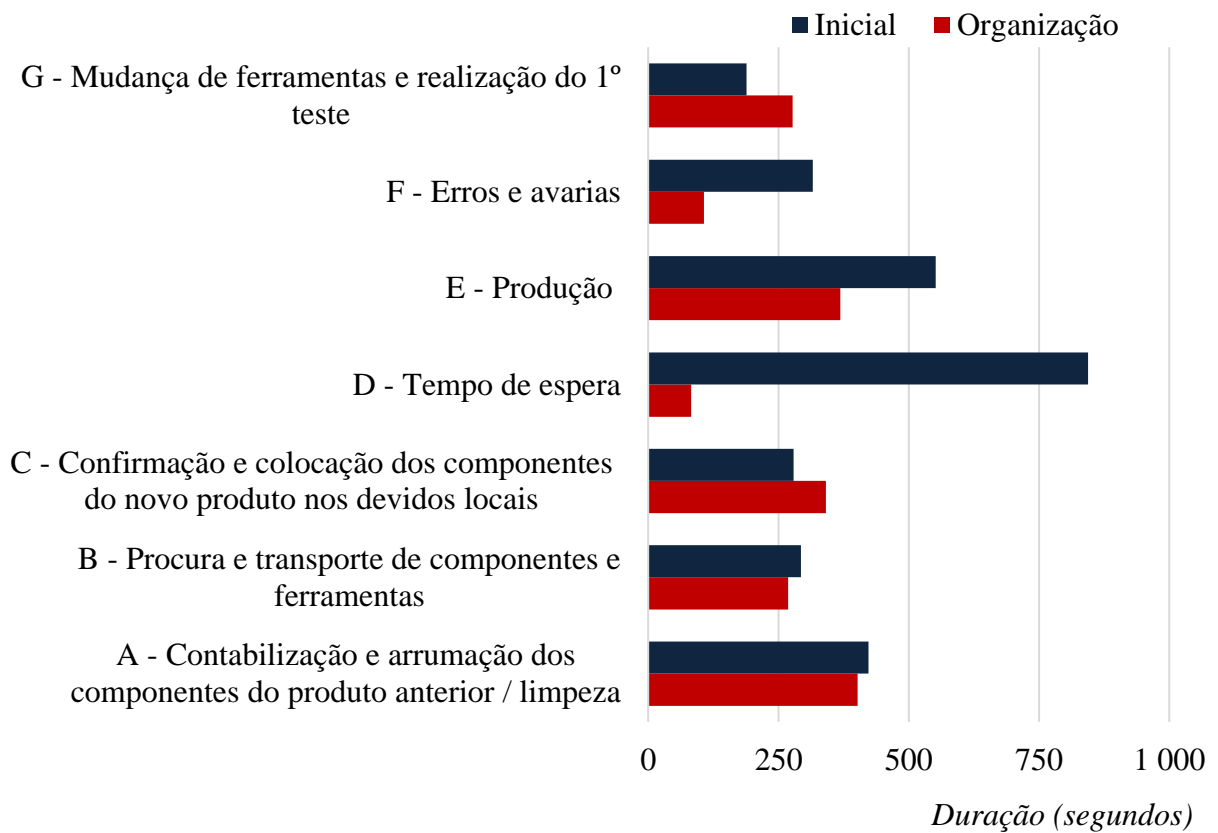


Figura 33 - Comparação dos tempos despendidos em cada categoria antes e após a implementação das soluções organizacionais

Relativamente às atividades das categorias A - Contabilização e arrumação dos componentes do produto anterior e C - Confirmação e colocação dos componentes do novo produto nos devidos locais, refira-se que as alterações não são significativas uma vez que não foi implementada nenhuma solução para a sua redução.

Pode-se, facilmente, concluir que, percentualmente, as atividades das categorias D - Tempo de espera e F - Erros e avarias reduziram cerca de 91% e 57%, respetivamente, relativamente aos valores do diagnóstico inicial. Estes valores refletem, sem dúvida, a organização implementada no *stream* LB, especialmente a ficha de distribuição de tarefas e a identificação das ferramentas.

É importante comentar o aumento significativo do tempo relativo às atividades da categoria G - Mudança de ferramentas. Uma vez que os operários adquiriram ferramentas suficientes para serem capazes de realizar o *setup* (fichas de produto), estes, em vez de esperarem pelo afinador, iniciam a substituição de apoios. Tendo em conta que se trata de pessoas inexperientes na mudança e que nem sempre sabem o local exato dos apoios, esta atividade torna-se mais morosa. Para além disso, têm que procurar alguém que empreste as ferramentas adequadas à mudança (afinadores ou *team leader*), justificando o tempo ainda elevado das atividades de categoria B - Transporte e procura de componentes e ferramentas. É crucial salientar que este aspeto foi a grande causa da diminuição das atividades da categoria D - Tempo de espera, uma vez que estas eram, na sua maioria, momentos de espera pelo afinador.

Relativamente às atividades da categoria E - Produção, estas diminuíram em consequência da diminuição do tempo total de *changeover*.

Dos cinco *setups* analisados nesta etapa, em dois deles ocorreram avarias inesperadas: uma falha no sistema informático e uma alteração num equipamento. Estas advertências não foram tidas em consideração na análise dos *setups* uma vez que se trata de ocorrências excecionais.

Foi também realizado um estudo do impacto económico das melhorias em questão tendo em conta o tempo total de *changeover* alcançado nesta etapa. Através dos planos semanais foi obtido um valor monetário médio por torneira montada no *stream* em estudo de 31,8 €. Tendo em conta que nestas linhas de montagem são produzidas cerca de 38 torneiras por hora e que, em média, são realizados 5 *setups* por dia (24 horas menos 40 minutos de pausas em cada turno, ou seja, 1320 minutos), na Tabela 13 são apresentados os valores monetários relativos às melhorias implementadas.

Tabela 13 - Impacto económico das soluções organizacionais

	Antes de melhorias	Após melhorias
<i>Tempo de setup (min)</i>	48.3	30.8
<i>Produção (k€)</i>	21.7	23.5
<i>Melhoria de produtividade por dia (k€)</i>	1.8	
<i>Melhoria de produtividade por semana (k€)</i>	10.6	

5.2 Impacto dos encaixes rápidos

Neste subcapítulo é apresentado o impacto possível da implementação da solução 4.4.1 relativa à fixação dos apoios na bancada através de encaixes rápidos. Devido ao atraso de entrega por parte do fornecedor, apenas foi possível testar este mecanismo, não sobrando tempo para a implementação deste nas linhas de montagem. No entanto, através do ensaio realizado, foi possível fazer uma comparação entre o tempo despendido na substituição de apoios com parafusos e com encaixes rápidos. Na Figura 34 a vermelho e a verde estão apresentadas as duas soluções respetivamente.

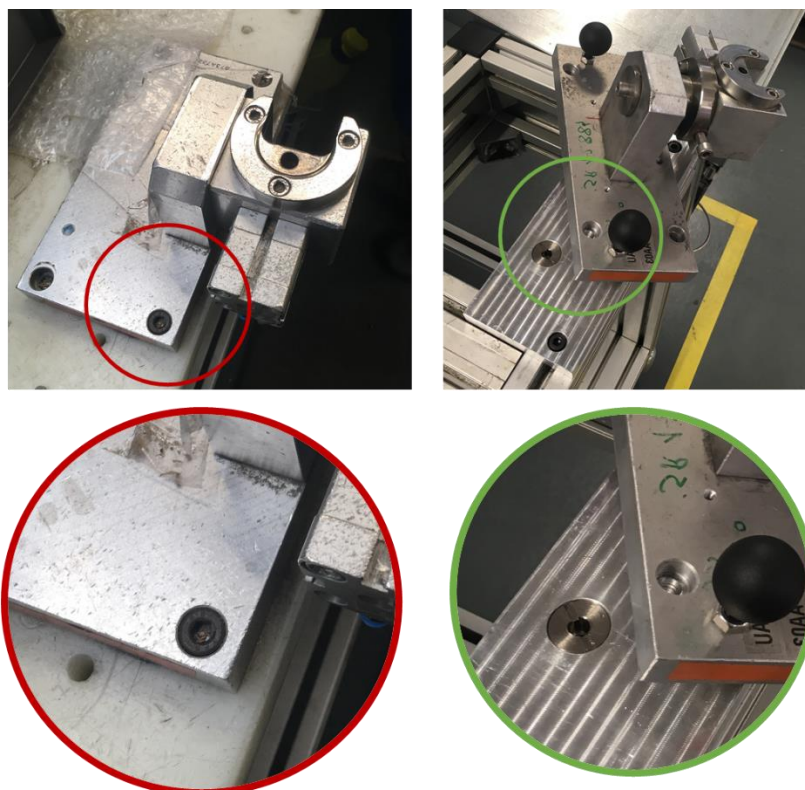


Figura 34 - Soluções de fixação dos apoios à bancada (a vermelho com parafusos e a verde com encaixes rápidos)

Foi pedido a diversos operários e afinadores que substituíssem um apoio nas duas condições expostas e todo este processo foi cronometrado. No gráfico da Figura 35 são apresentados os valores em questão.

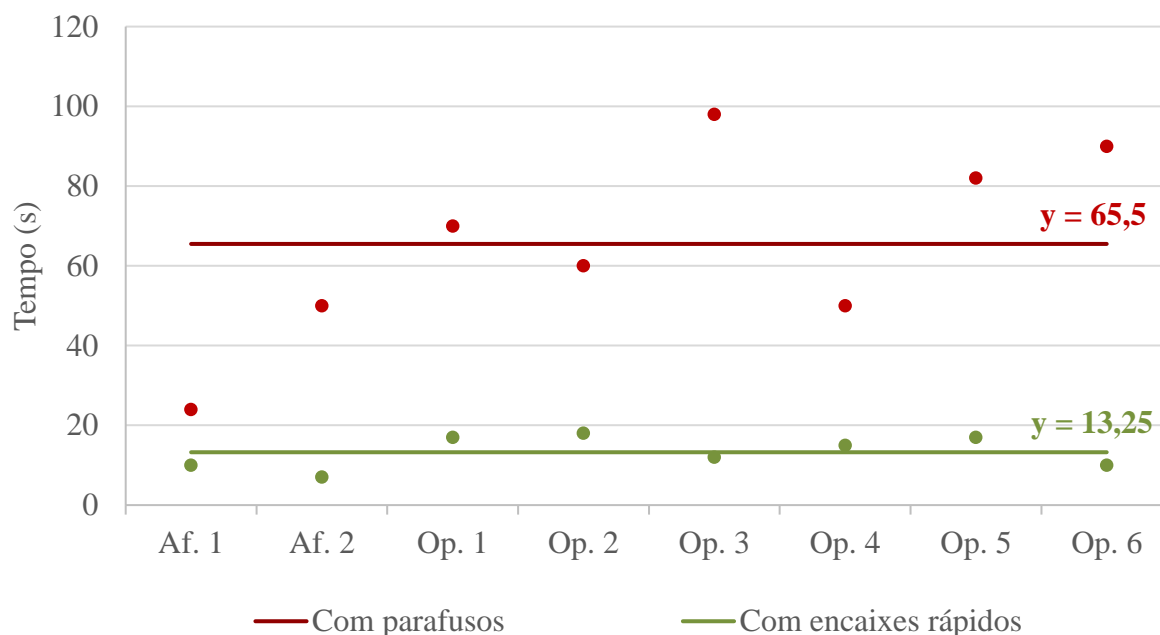


Figura 35 - Tempo despendido na substituição de apoios com parafusos e com encaixes rápidos

Supondo que, em média, são substituídos 3 apoios por *setup* prevê-se que o tempo de *setup* diminua cerca de 2 minutos e 37 segundos, que corresponde a uma melhoria de 42% no tempo total de *changeover*, ou seja, para 28.2 minutos. Estes valores devem-se a uma diminuição da duração das atividades da categoria G - Mudança de ferramentas de cerca de 57% comparativamente aos resultados obtidos após a implementação das soluções organizacionais.

Com os valores neste subcapítulo expostos é novamente calculado o impacto monetário relativamente a todas as soluções até agora expostas, demonstrado na Tabela 14.

Tabela 14 - Impacto económico com a implementação de encaixes rápidos

	Antes de melhorias	Após melhorias
<i>Tempo de setup (min)</i>	48.3	28.2
<i>Produção (k€)</i>	21.7	23.7
<i>Melhoria de produtividade por dia (k€)</i>	2.0	
<i>Melhoria de produtividade por semana (k€)</i>	12.2	

Tendo em conta que é necessário um certo investimento para a implementação deste sistema nas 5 linhas de montagem em estudo é imprescindível calcular o período de retorno do investimento. Para tal foi utilizada a fórmula da equação 5.

$$t_i = \frac{A_i \times 60}{C \times t \times N} \quad (5.1)$$

onde:

t_i , é o período de retorno do investimento (semanas)

A_i , é o investimento (€)

C , é o custo da máquina parada (€/hora)

t , é o tempo ganho com o investimento (minutos/*setup*), e

N , é o número de *setups* por semana

Foi realizado um levantamento da quantidade de encaixes de bancada e dos apoios e foi calculado o investimento total a ser realizado ($A_i = 2830.74$ €). Foi considerada a produtividade antes enunciada (38 peças/hora) e um custo por peça de 31.8€ sendo, assim, calculado o custo da máquina parada ($C = 1208.4$ €). O tempo ganho com as melhorias é de 2.6 minutos por *setup* e considerou-se a realização de 30 *setups* por semana.

Desta forma concluiu-se em menos de duas semanas (1.8 semanas) seria possível recuperar o investimento realizado. Note-se que estes cálculos são relativos apenas às linhas de montagem do *stream LB*.

De forma a compreender o impacto destas melhorias nas linhas de montagem, foi calculada a eficiência global do equipamento (*Overall Equipment Effectiveness* - OEE) antes e após serem consideradas as soluções expostas. Uma vez que esta dissertação trata apenas de melhorar o *setup*, os índices *performance efficiency* e *quality rate* foram retirados de dados fornecidos pela empresa e considerados constantes durante o processo. Para além disso, o estudo foi realizado com base em apenas um turno de 8 horas numa linha com um único *setup* e foram desconsiderados outros tipos de paragens não planeadas (*unplanned downtime*). No Anexo J são então apresentadas as tabelas com os valores necessários para o cálculo do OEE. Estas tabelas foram baseadas em Stamatis (2010).

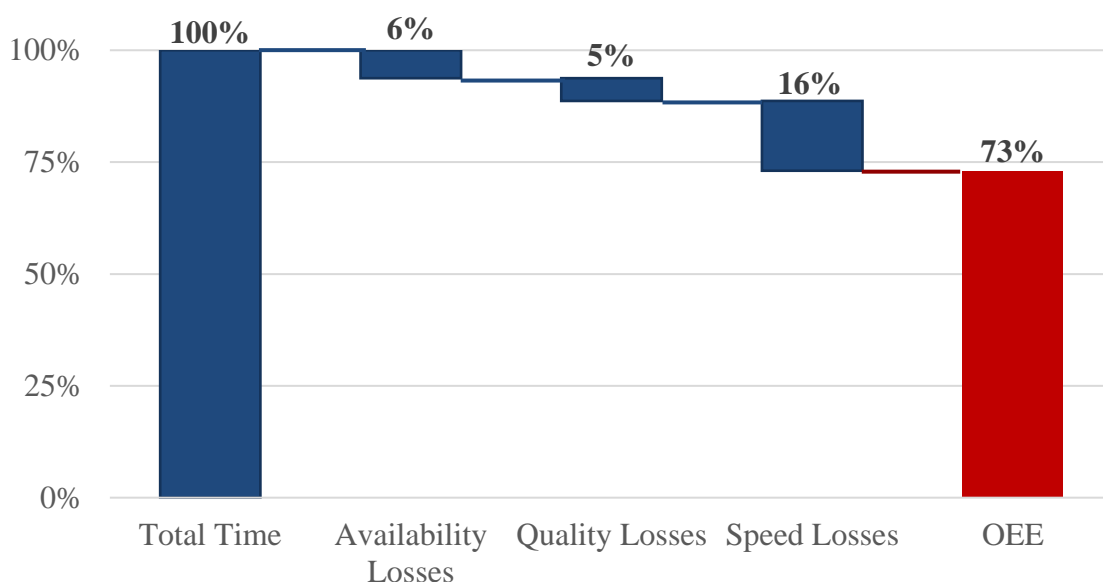


Figura 36 - Eficiência global do equipamento após soluções de melhoria

Foram também calculadas as perdas relativas a cada um dos parâmetros tendo em consideração as melhorias em questão. No gráfico da Figura 36 estas são representadas. Pode-se concluir, portanto, que a diminuição do tempo de *setup* provoca uma melhoria de cerca de 4% na eficiência global do equipamento.

5.3 Impacto da alteração do bloco de teste

Para a implementação da solução relacionada com a alteração do equipamento do bloco de teste é necessário analisar as mais valias, não só a nível de *setup*, mas também a nível de produtividade. É, portanto, essencial fazer uma cronometragem das tarefas realizadas na linha de montagem de forma a compreender qual o *bottleneck* da produção. No Anexo K são apresentadas fichas de análises de trabalho a diversas linhas, incluindo a linhas do *stream* LB. Pela análise destas é possível concluir-se que o *bottleneck* das linhas em estudo não está na fase do teste, mas sim nas tarefas realizadas pelos operadores, sendo previsível a inexistência de qualquer melhoria na produtividade. Esta foi a principal razão pela qual esta solução não foi implementada.

No entanto, pode afirmar-se que, com a implementação desta solução, seria possível não só diminuir o tempo de *setup* mas também libertar espaço ocupado inicialmente por todos os blocos de teste. A diminuição do tempo de *setup* está diretamente relacionada com a adaptação rápida do teste evitando a substituição do mesmo, incluindo a procura e transporte de todo o bloco de teste e a substituição de todos os cabos pneumáticos. Para além disso, todos os operadores estariam aptos para realizar a adaptação do teste uma vez que se trata de mecanismos simples de alterar. É também preciso ter em conta que este projeto substituiria cerca de 10 blocos de teste: 1 teste para Garrafas, 3 para Bau e 6 para Zamac, distribuídos por 7 carrinhos de transporte. A standardização destes testes em conjunto com o desaparecimento das torneiras do tipo Concetto, libertariam cerca de 3.24 m², espaço este que permitiria um maior espaçamento entre linhas melhorando, conseqüentemente, o fluxo de material. Acresce que, a adaptação deste conceito a outras linhas permitiria a libertação de uma grande área, resolvendo diversos problemas relacionados com a falta de espaço que o departamento de montagem enfrenta.

Com a análise das fichas de análise de trabalho de diversas linhas (Anexo K), concluiu-se que este projeto se enquadraria melhor nas linhas de montagem do *stream* CM uma vez que, no caso de haver 4 operadores na linha de montagem, o *bottleneck* da produção é o teste de ar. Com as devidas alterações, este projeto melhoraria a produtividade deste *stream*.

5.4 Estratégia de continuidade do trabalho

Obtidos os resultados acima demonstrados, é fulcral garantir a continuidade dos mesmos. Para tal é necessário definir uma estratégia que permita que as soluções implementadas continuem atualizadas e organizadas. Propõem-se, portanto, a seguinte distribuição de tarefas:

- Os *Team Leaders* devem ser responsáveis por garantir a organização das ferramentas no final do seu turno, verificando se estão colocadas no respetivo sítio;

- Os VSM devem garantir que a base de dados e as fichas de produto são atualizadas, sendo necessário garantir que são realizadas fichas de produtos para novos produtos;
- O chefe de departamento em conjunto com os VSM devem dar continuidade às alterações e melhorias relativas à fixação dos apoios e aos blocos de teste de forma a adaptar estas melhorias a todos os *streams*.

6 Conclusões e trabalhos futuros

Neste último capítulo é realizado um balanceamento entre o trabalho proposto e os resultados obtidos com implementação das melhorias expostas. São também referidos neste capítulo dificuldades e limitações encontradas durante a dissertação, assim como algumas propostas para trabalhos futuros que poderão ser desenvolvidos na Grohe.

6.1 Conclusões

Com uma análise exaustiva do processo de *setup* é evidente que devem ser implementadas ações adequadas à melhoria de todo o processo. No entanto, esta análise revelou algumas limitações e dificuldades:

- A amostra de *setups* inicialmente analisada deveria ter sido maior, no entanto, uma vez que se trata de processos consideravelmente longos e que nem sempre ocorrem no turno geral, optou-se por considerar apenas 6 *setups*;
- A identificação dos produtos da Grohe por corpo de torneira não foi fácil uma vez que não existe um código estratégico para tal. Foi necessário a comunicação constante com os operários para tal identificação.

Apesar destas limitações, a análise foi realizada com o máximo de pormenor de forma a apontar os principais pontos críticos que afetam o tempo de *setup*. Foram implementadas soluções de forma a melhorar tais aspetos, sendo estas organizadas de acordo com a metodologia SMED. Em suma, pode concluir-se que:

- As soluções apresentadas no primeiro estágio são maioritariamente organizacionais promovendo a arrumação das ferramentas do *stream* LB. Estas soluções, apesar de não terem custos de implementação adicionais, têm a necessidade de ter uma constante supervisão e atualização. O impacto destas soluções no tempo de *setup* revelou-se fulcral uma vez que, apenas com estas soluções, foi possível atingir o objetivo inicial – o tempo total de *changeover* reduziu cerca de 36%. Todavia, aspetos curiosos surgiram

nesta etapa, como por exemplo o aumento do tempo despendido na mudança de ferramentas tendo grandes impactos positivos nos tempos de espera.

- Não foi possível implementar os encaixes rápidos nos apoios utilizados nas linhas devido a atrasos por parte do fornecedor, no entanto foi feito um ensaio e o seu impacto foi estimado. A sua implementação nas 5 linhas de montagem do *stream* LB em conjunto com as soluções organizacionais permite uma diminuição de cerca de 42% do tempo total de *changeover* diagnosticado inicialmente, que se traduz num aumento de produtividade de 12 200 € por semana. Apesar do investimento de implementação, este, em aproximadamente 2 semanas, é recuperado.
- Todas estas melhorias permitem um aumento do índice OEE de 4%.
- O projeto do bloco de teste apresentado não foi avante, no entanto, ficou demonstrado nesta dissertação que este traria diversas vantagens ao departamento de montagem.

Em relação ao principal objetivo desta dissertação – diminuir o tempo de *setup* em 35 % – é possível afirmar-se que este foi completamente atingido. De facto, as soluções implementadas permitiram uma diminuição de cerca de 17.5 minutos, que se traduz numa redução de 36%.

O trabalho desta dissertação não só permitiu a diminuição do tempo de *setup*, como também, consequentemente, possibilitou reduzir os lotes produzidos ou aumentar a capacidade produtiva caso a empresa tenha essas necessidades. Considerando as soluções organizacionais e a implementação dos encaixes rápidos em todo o *stream*, pode afirmar-se que, com a redução do tempo de *setup*, é possível realizar 9 *setups* por dia (24 horas) ao invés dos 5 *setups* iniciais. Este número pode traduzir-se numa diminuição de lotes de 149 peças para 80, isto considerando que os lotes são todos do mesmo tamanho. Se a empresa optar por aumentar a capacidade produtiva, estima-se que o aumento seja de 9.3%.

Evidencia-se, portanto, que o trabalho realizado no âmbito desta dissertação teve um impacto bastante significativo no quotidiano da Grohe, prevendo-se uma melhoria contínua se forem empregues as estratégias adequadas, incluindo a extensão das soluções propostas a outros *streams*.

6.2 Trabalhos futuros

Como foi explícito, os estudos realizados durante esta dissertação abordaram apenas as linhas de montagem do *stream* LB e as soluções propostas apenas foram implementadas neste conjunto. Propõe-se, então, a extensão das soluções propostas para outros *streams* de forma a abranger e otimizar todo o departamento de montagem.

Outro trabalho futuro que poderia ser interessante realizar está relacionado com a diminuição do *bottleneck* das linhas de montagem. Como foi referido, este está num conjunto de atividades realizadas pelos operadores de linha. A solução passaria pela implementação da automatização de processos através da utilização de robots capazes de realizar atividades mais morosas. Com esta estratégia o projeto do bloco de teste seria mais eficaz uma vez que acompanharia os tempos de produção.

7 Referências

(2006). *Diretiva 2006/42/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de Maio de 2006, relativa às máquinas e que altera a Diretiva 95/16/CE (reformulação)*. Acedido em 24/06/2019, de www.eur-lex.europa.eu.

Abdulmalek, F. e Rajgopal, J. (2007). *Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulations: A process sector case study*. *International Journal of Production Economics*, 107(1), 223-236.

Allred, J. (2018). *5S and Visual Management*. Acedido em 15.04.2019, de www.sixsigmadaily.com/5s-and-visual-management

Bamber, L. e Dale, B. G. (2000). *Lean production: a study os applications in a traditional manufacturing environment*. *Production Plannig and Control*, 11, 291-298.

Couto, R. (2008). *Estudo de implementação do método SMED e do método de Taguchi no processo de injeção de plásticos*. Dissertação para o grau de mestre em engenharia mecânica, Universidade Técnica de Lisboa.

Festo. (2018). *Angle grippers DHWS*. Acedido em 10.05.2019, de www.festo.com.

Festo. (2018). *Compact cylinders ADN/AEN, to ISO 2128*. Acedido em 12.05.2019, de www.festo.com.

Festo. (2018). *Rotary indexing tables DHTG*. Acedido em 10.05.2019, de www.festo.com.

Grohe. (2019). *About Grohe*. Acedido em 20.05.2019, de www.grohe.com.

Holweg, M. (2007). *The genealogy of lean production*. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420-437.

IMAO. (2018). *QCBA / QCBAS Ball-lock clamping receptables*. Acedido em 21.04.2019, de www.imao.biz.

King, P. L. (2009). *SMED in process industries: Improved flow through shorter product changeovers*. Industrial engineer: IE; engineering & management solutions at work, 41.2009(9), 30-35.

Küller, R. (1986). *Physiological and psychological effects of illumination and colour in the interior environment*. Journal of Light & Visual Environment, 10(2), 33-37.

MatWeb. *Aluminum 5050-O*. Acedido em 21.05.2019, de www.matweb.com.

Mistry, P. e Desai, M. (2015). *Set up change time optimization using Single Minute Exchange of Die (SMED) methodology*. International Journal of Research in Eletronics and Communication Technology, 2(1), 34-39.

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press, Portland, Oregon.

Satolo, E. e Calarge, F. (2008). *Troca Rápida de Ferramentas: estudo de casos em diferentes segmentos industriais* Exacta, 6(2), 283-296.

Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Productivity Press, Portland, Oregon.

Stamatis, D. H. (2010). *The OEE primer: understanding overall equipment effectiveness, reliability, and maintainability*, New York.

Sugai, M., Novaski, O. e McIntosh, R. I. (2007). *Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso*. Gestão & Produção, 14(2), 323-325.

Vorne. (2019). *Top 25 Lean Manufacturing Tools | Lean Production*. Acedido em 11.04.2019, de <https://www.leanproduction.com/top-25-lean-tools.html>.

Womack, J., Jones, D. e Roos, D. (2007). *The machine that changed the world*. Free Press, USA.

8 Anexos

Trabalhador 3		Afinador	
Tempo	Tempo acumulado	Tempo	Tempo acumulado
Linha em produção	416	Noutras linhas	416
Arrumar caixas vazias	72	Espera pelos materiais necessários para o teste	779
Pôr etiquetas nas caixas dos produtos finais	217	Deslocar ao 1º apoio	4
Limpeza	35	Desaperto do 1º parafuso	17
Fazer produto em falta	67	Desencaixe e enrolar mangueira	30
Mover a paleta com produtos finais	60	Retirar o apoio 1 e levar para o carrinho	17
Levar materiais em sobra e trazer folhas com err	309	Pegar no novo 1º apoio e colocá-lo no seu local	10
Correção dos valores de sobra	160	Apertar o parafuso	32
Busca de material	163	Ir buscar o 2º novo apoio	30
Preenchimento de documentos	77	Escolher um corpo	10
Espera	63	Experiemntar o corpo no apoio - errado, trocar de apoio	43
Linha em produção	462	pôr o apoio 2	32
Espera que o afinador acabe	560	Espera pelos componentes para testar	100
		Procura de um cartucho? Para a aparafusadora	227
		Colocar o cartucho (não tinha as ferramentas consigo)	80
		Teste da aparafusadora	57
		Mudança para o bloco de teste/ pôr o produto e retirar o product	25
		Retirar o apoio do teste	47
		Busca de novo apoio	34
		Confirmar se é o apoio correto	15
		Apertar os parafusos dos apoios	47
		Colocar as mangueiras e testar	75
		Correção de avaria detetada	444
		Preenchimento de documentos	25
		Correção de avaria detetada	53
		Preenchimento de documentos	12

ANEXO B: Fichas de Produto

GROHE		Linha	Data	Mapa do Produto	Elaborado por:	Aprovado por:	LIXIL Link to Good Living
		LB04		Bau	Marta Ramos		
PRODUTO		ESQUEMA DE MONTAGEM					
Nome	Bau						
Código	406.778/406.187/408.546						
FOTOGRAFIA							
PORTA-PEÇAS							
BANCADA 1							
Aparafusadora	Armário	C	Aparafusadoras	Armário	C		
250-300 N.cm	Prateleira	Bau	60-120 N.cm	Prateleira	Bau		
	ID	LB-AA04		ID	LB-AA01		
BANCADA 1		BANCADA 2			BANCADA 3		
Aparafusadora	Teste	Armário	C				
Chave de aperto 27	LB - T01	Prateleira	Bau				
		ID	LB-AA02				
BANCADA 3							
Aparafusadora	Armário	C					
250-300 N.cm	Prateleira	Bau					
	ID	LB-AA03					
TESTES	Circulação						
PROGRAMA	(6) Garrafas - é usado o programa das garrafas						

GROHE		Linha	Data	Mapa do Produto	Elaborado por:	Aprovado por:	LIXIL
		LB04		Garrafas	Marta Ramos		Link to Good Living
PRODUTO				ESQUEMA DE MONTAGEM			
Nome	Garrafas						
Código	406.176/409.659						
FOTOGRAFIA							
PORTA-PEÇAS							
BANCADA 1							
Aparafusadoras		Armário	C		Aparafusadoras		
250-300 N.cm		Prateleira	Garrafas		Chave de aperto 27		
ID		LB-AA26					
BANCADA 1				BANCADA 2			
Armário	C		Aparafusadoras		Teste		
Prateleira	Garrafas		60-120 N.cm		LB-T03		
ID	LB-AA09						
BANCADA 3							
Armário	C		Aparafusadoras				
Prateleira	Garrafas		250-300 N.cm				
ID	LB-AA11						
TESTES		Circulação					
PROGRAMA		(6) Garrafas					

GROHE		Linha	Data	Mapa do Produto	Elaborado por:	Aprovado por:	LIXIL Link to Google+ing		
		LB05		Lavatórios	Marta Ramos				
PRODUTO				ESQUEMA DE MONTAGEM					
Nome	Lavatórios - Essence								
Código	408.186								
FOTOGRAFIA									
PORTA-PEÇAS									
BANCADA 1									
Aparafusadoras	Aparafusadora	Armário	C		Armário	C			
		Prateleira	Outros apoios		Prateleira	Lavatórios			
250-300 N.cm	250-300 N.cm	ID	LB-AA42		ID	LB-AA28			
BANCADA 1			BANCADA 2			BANCADA 3			
Aparafusadora			Teste			Armário			C
Chave de aperto 27			LB-T08			Prateleira			Lavatórios
									ID LB-AA20
BANCADA 3									
Aparafusadoras									
250-300 N.cm									
TESTES		Estanquidade							
PROGRAMA		(6) Garrafas							

GROHE		Linha	Data	Mapa do Produto	Elaborado por:	Aprovado por:	LIXIL <small>Link to Good Living</small>	
		LB03/LB05		Zamac	Marta Ramos			
PRODUTO				ESQUEMA DE MONTAGEM				
Nome	Zamac							
Código	406.999/409.250							
FOTOGRAFIA								
PORTA-PEÇAS								
BANCADA 1								
Aparafusadoras	Armário	C		Aparafusadora	Armário	C		
250-300 N.cm	Prateleira	Zamac			Prateleira	Zamac		
	ID	LB-AA05 ou LB-AA21			ID	LB-AA06		
BANCADA 2								
Armário	C		Aparafusadoras		Teste			
Prateleira	Zamac		Chave de aperto 32		LB-T11			
ID	LB-AA23							
BANCADA 3								
Armário	C		Aparafusadoras					
Prateleira	Zamac							
ID	LB-AA24		250-300 N.cm					
TESTES	Circulação		Estanquidade		Estanquidade		Estanquidade	
PROGRAMA								

GROHE		Linha	Data	Mapa do Produto	Elaborado por:	Aprovado por:	LIXIL Link to Good Living	
		LB01		Concetto	Marta Ramos			
PRODUTO			ESQUEMA DE MONTAGEM					
Nome	Concetto - Bica C							
Código	408							
FOTOGRAFIA								
PORTA-PEÇAS								
BANCADA 1			BANCADA 2					
Máquina			Armário	C		Aparafusadora		
			Prateleira	Concetto		Chave de aperto 32		
			ID	LB-AA27				
BANCADA 2			BANCADA 2					
Armário	C		Aparafusadoras		Teste			
Prateleira	Concetto				LB-T06			
ID	LB-AA31		250-300 N.cm	60-120 N.cm				
BANCADA 3								
Armário	C		Aparafusadoras					
Prateleira	Concetto							
ID	LB-AA18		250-300 N.cm					
TESTES			Circulação e estanquidade					
PROGRAMA			12					

ANEXO C: Base de dados

Base de Dados			
Pesquise por:	Linha	Família	Corpo
	BR	Bau	64.351
	LB	Blue 1 / Blue Pure	400.379
		Blue 2 / Blue C+S	400.493
		Blue Home	400.828
		Blue Home Mono	400.997
		Blue Home Pull Out	402.409
		Blue K7	403.388
		Blue Minta	403.791
		Casquilho / Blue Minta New ...	404.337

Base de Dados			
Pesquise por:	Linha	Família	Corpo
	BR	Bau	405.913
	LB	Concetto	406.131
		Garrafas	406.176
		Lavatórios	406.179
		Zamac	406.348
			406.999
			408.017
			408.018
			408.186

Base de Dados			
Pesquise por:	Linha	Família	Corpo
	LB	Bau	408.186
	BR	Concetto	408.321
		Garrafas	408.323
		Lavatórios	408.324
		Zamac	408.325

Base de Dados			
Pesquise por:	Linha LB BR	Familia Lavatórios	Corpo 408.186 408.321 408.323 408.324 408.325
	LB	Lavatórios	408.186

GRUPO	Link	Data	Mapa do Produto	Abreviatura	Arquivo do produto	LIXIL
	LB05		Lavatório		Mapa Ramar	
PRODUTO			ESQUEMA DE MONTAGEM			
Nome	Lavatório - Essence					
Código	408.073					
FOTOGRAFIA						
PORTA-PEÇAS						
BANCADA 1						
Aparafusador	Aparafusador	Arm. éris	C	Arm. éris	C	
250-300 N.cm	120-150 N.cm	Pratoeira	Outras peças	Pratoeira	Lavatório	
ID		ID	LB-AA42	ID	LE-AA22	
BANCADA 1		BANCADA 2		BANCADA 3		
Aparafusador	Torta		Arm. éris	C		
Chave de aperto 27	LE-T08		Pratoeira	Lavatório		
			ID	LE-AA20		
BANCADA 3						
Aparafusador						
250-300 N.cm						
TESTES						
Exatidão						
PROGRAMA						

ANEXO D: Componentes do bloco de teste

Componente	Quantidade	Material	Densidade (g/cm ³)	Massa (g)	Peso (N)	Peso total (N)	I _{zz} (kg.m ²)	I _{zz} total (kg.m ²)
<i>Prato giratório</i>	1	Alumínio 5050	2.68	10640.00	104.38	104.38	0.3860	0.3860
<i>Apontador secundário</i>	6	Alumínio 5050	2.68	37.28	0.37	2.19	0.0027	0.0163
<i>Encaixe do apontador</i>	6	Alumínio 5050	2.68	16.82	0.17	0.99	0.0011	0.0065
<i>Apontador</i>	6	Alumínio 5050	2.68	90.30	0.89	5.31	0.0050	0.0303
<i>Proteção em acrílico</i>	6	Acrílico	1.19	19.47	0.19	1.15	0.0011	0.0067
<i>Apoio do cilindro</i>	6	Alumínio 5050	2.68	72.18	0.71	4.25	0.0028	0.0169
<i>Cilindro ADN-20-20-A-P-A</i>	6			101.00	0.99	5.94	0.0054	0.0323
<i>Injetor</i>	6	Alumínio 5050	2.68	40.47	0.40	2.38	0.0017	0.0105
<i>Vedante injetor</i>	6	Plástico ABS	1.02	3.64	0.04	0.21	0.0002	0.0010
<i>Parte esquerda</i>	3	Alumínio 5050	2.68	412.02	4.04	12.13	0.0055	0.0166
<i>Parte direita</i>	3	Alumínio 5050	2.68	412.02	4.04	12.13	0.0055	0.0166
<i>Placa de fixação do apoio torneira</i>	3	Alumínio 5050	2.68	134.15	1.32	3.95	0.0020	0.0060
<i>Cilindro ADVU-25-5-A-P-A</i>	3			194.00	1.90	5.71	0.0018	0.0054
<i>Proteção acrílico 2</i>	3	Acrílico	1.19	28.21	0.28	0.83	0.0003	0.0010

<i>IMAO clamp com segurança</i>	6				65.00	0.64	3.83	0.0008	0.0049
<i>Apoio da torneira</i>	3	Alumínio 5050	2.68	608.65	5.97	17.91	0.1596	0.4788	
<i>IMAO pinos</i>	6			7.00	0.07	0.41	0.0001	0.0006	
<i>Torneira mais pesada</i>	3			3000.00	29.43	88.29	0.0713	0.2140	
<i>Distribuidor Festo ...</i>	1			768.83	7.54	7.54	0.0008	0.0008	
Total				15.88		279.53		1.25	
Coefficiente de segurança						3		1.8	
						838.60		2.2	

ANEXO E: Mesa giratória Festo

General technical data					
Size		65	90	140	220
Pneumatic connection		M5		G1/8	
Design		Gear coupling			
		Rack and pinion			
		Force pilot operated motion sequence			
Mode of operation		Double-acting			
Type of mounting		Via through-hole and centring sleeve			
Mounting position		Any			
Cushioning		Adjustable shock absorber stroke, hard characteristic curve			
Indexing		2, 3, 4, 6, 8, 12, 24		3, 4, 6, 8, 12, 24	
Theoretical torque at 6 bar	[Nm]	2.1	4.4	18.1	58.9
Parallelism of plate ¹⁾	[mm]	≤ 0.04			
Axial eccentricity of plate ²⁾	[mm]	≤ 0.02			
Concentricity of plate ³⁾	[mm]	≤ 0.02			
Repetition accuracy of swivel angle	[°]	≤ 0.03			
Max. mass moment of inertia without flow control ⁴⁾	[kgm ²]	0.016	0.03	0.3	2.5
Cycle time without flow control		→ page 10			
Position sensing		Via inductive proximity sensors			
Weight					
DHTG-...	[kg]	2.0	4.5	10	24
DHTG-...-P4	[kg]	4.39	6.89	12.49	26.64
DHTG-...-P4E4	[kg]	5.12	7.62	13.22	27.37
DHTG-...-P4L12	[kg]	5.15	7.65	13.25	27.40

1) Parallelism of plate surface to housing support

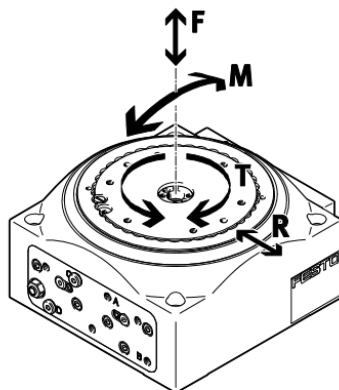
2) Measured on the surface of the plate at the edge of the plate in relation to the housing support

3) Measured on the inner diameter of the plate in relation to the housing

4) Operation with flow control can increase the mass moment of inertia by 50%. The service life of the shock absorber is reduced in this case. The mass moment of inertia depends on the number of stations and the switching frequency (→ page 11)

Static characteristic load values

The indicated forces and torques refer to the locked table and can also act on the table plate.



Size		65	90	140	220
Forces					
Max. axial force F	[N]	1000	2000	4000	5000
Max. radial force R	[N]	2000	5000	6000	8000
Torque					
Max. tilting torque M	[Nm]	100	150	300	500
Max. tangential torque T	[Nm]	100	150	200	500

Calculation of the cycle time

The rotary indexing tables are equipped with a hydraulic shock absorber, which means that the max. frequency of the shock absorber must also be taken into account when calculating the cycle time.

The switching time comprises:
 Switching time = Unlock, rotate, lock and return stroke of working piston.
 The cycle time is calculated as follows:
 Cycle time = Switching time + Processing time + Dwell time.

In the switching frequency graph, the max. achievable switching frequency is read in relation to the mass moment of inertia. The switching time can be calculated from this as follows:
 $T = 60/f$. The processing time is calculated from the time required by

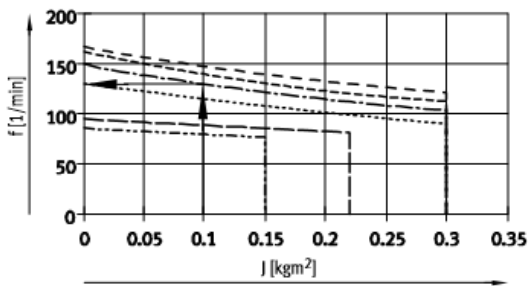
the respective customer application (e.g. time for component removal, press-in time, etc.). A dwell time may be necessary if the cycle time is shorter than the min. possible cycle time.

Calculation example

DHTG-140 with 8 indexing stations and a mass moment of inertia of 0.1 kgm².

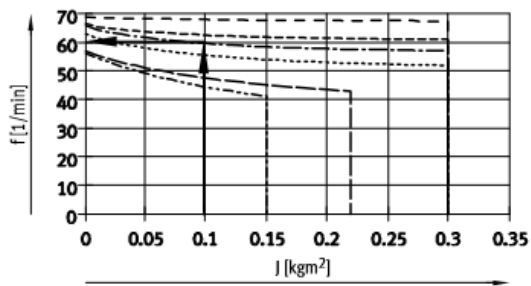
The customer application requires 300 ms per step for the insertion and removal of parts.

Switching frequency



$$T_{\text{Switchingtime}} = \frac{1}{f} = \frac{60s}{130} = 0.461s = 461ms$$

Max. permissible cycle frequency



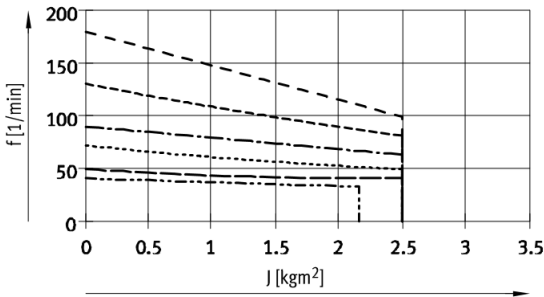
$$T_{\text{Min.permissiblecycletime}} = \frac{60s}{59} = 1.017s = 1017ms$$

Dwell time = Min. permissible cycle time – Switching time – Processing time
 Dwell time = 1017 ms – 461 ms – 300 ms = 256 ms.

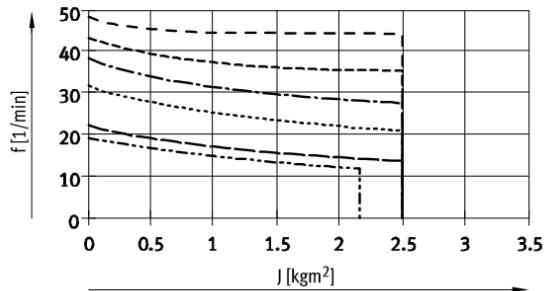
Given the fact that the switching time + processing time is shorter than the min. permissible cycle time, the rotary indexing table must stay in the end position

before the next step is performed. In other words, between the circuits an additional dwell time of 256 ms must be allowed for in the control sequence.

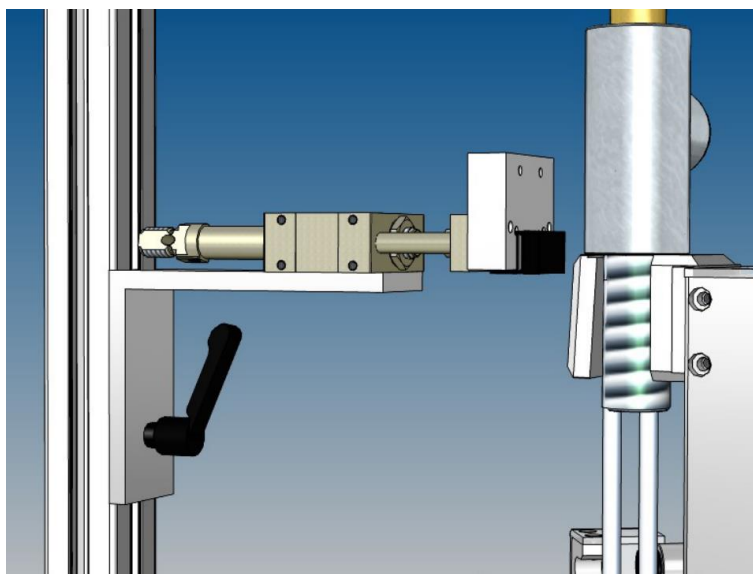
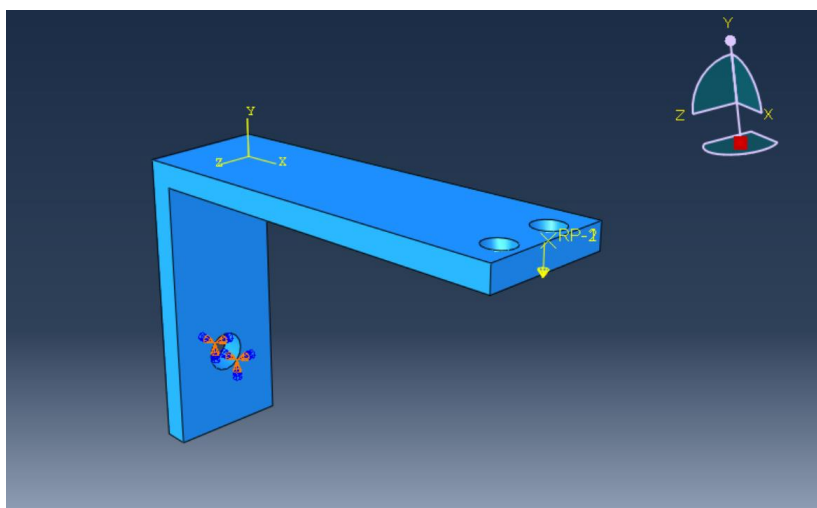
Size 220



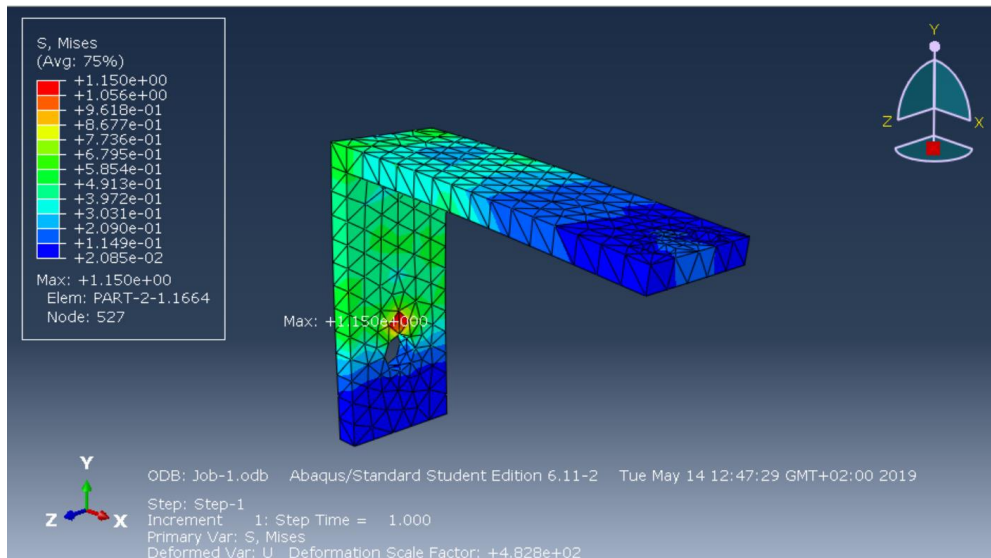
Size 220



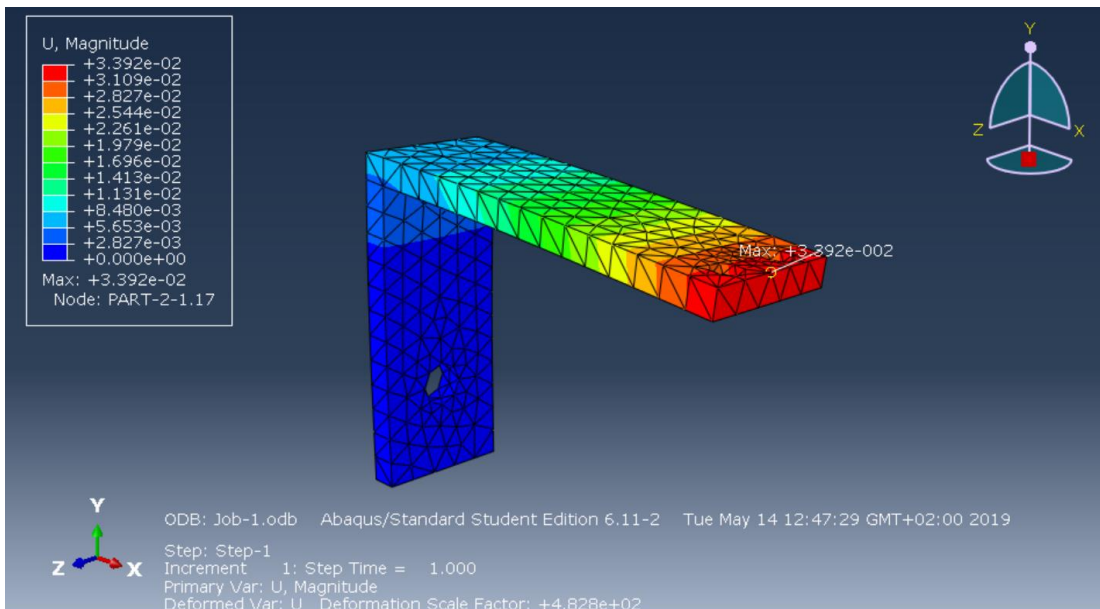
- 2 indexing stations
- - - - - 3 indexing stations
- 4 indexing stations
- - - - - 6 indexing stations
- 8 indexing stations
- - - - - 12 indexing stations
- - - - - 24 indexing stations

ANEXO F: Análise de estruturas***Estrutura 1*****Diagrama de Forças**

Análise de tensões



Análise de deformações



Estrutura 2

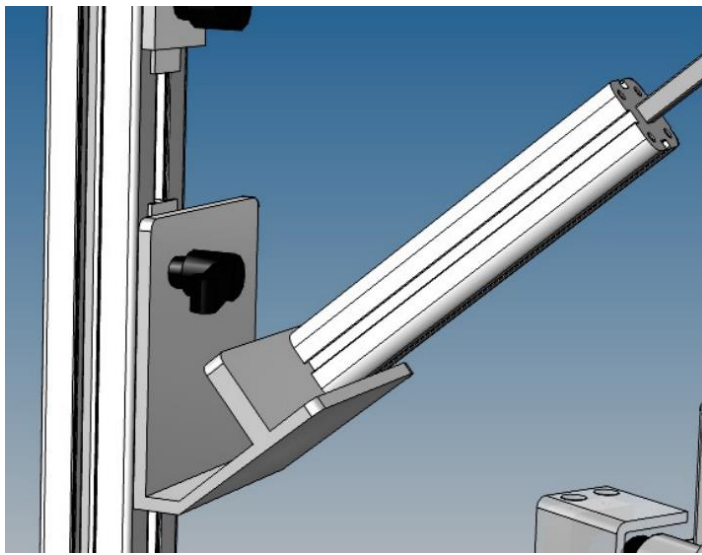
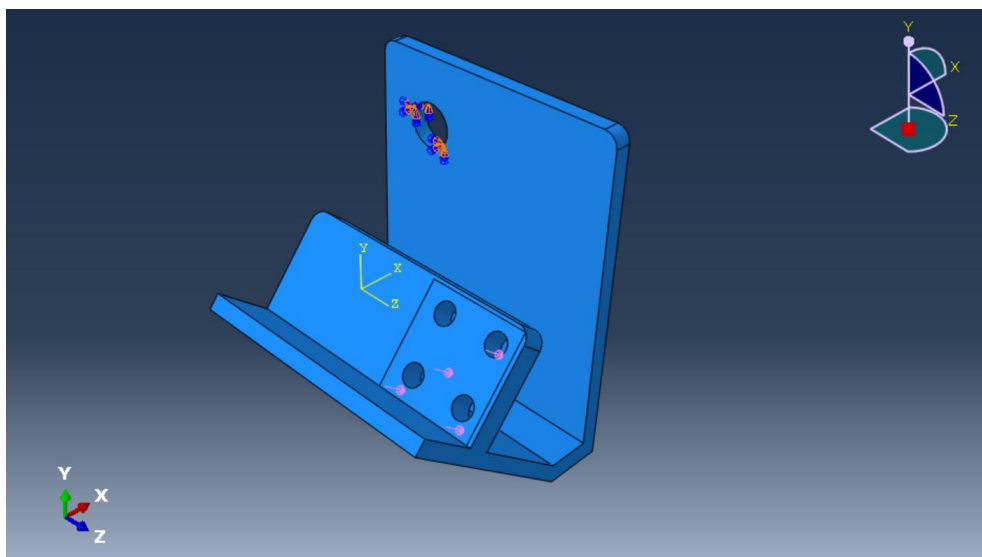
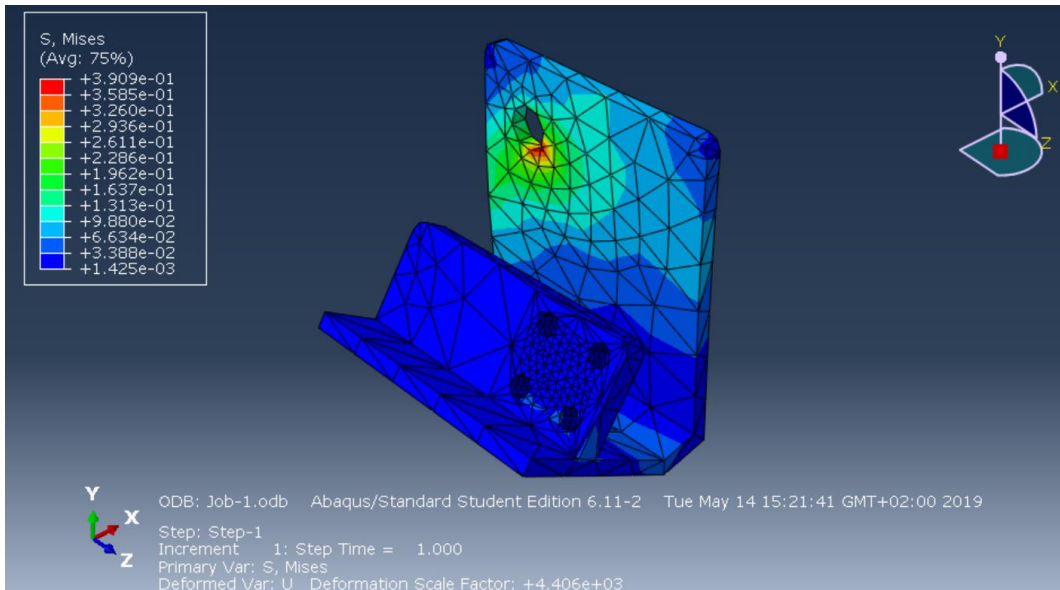


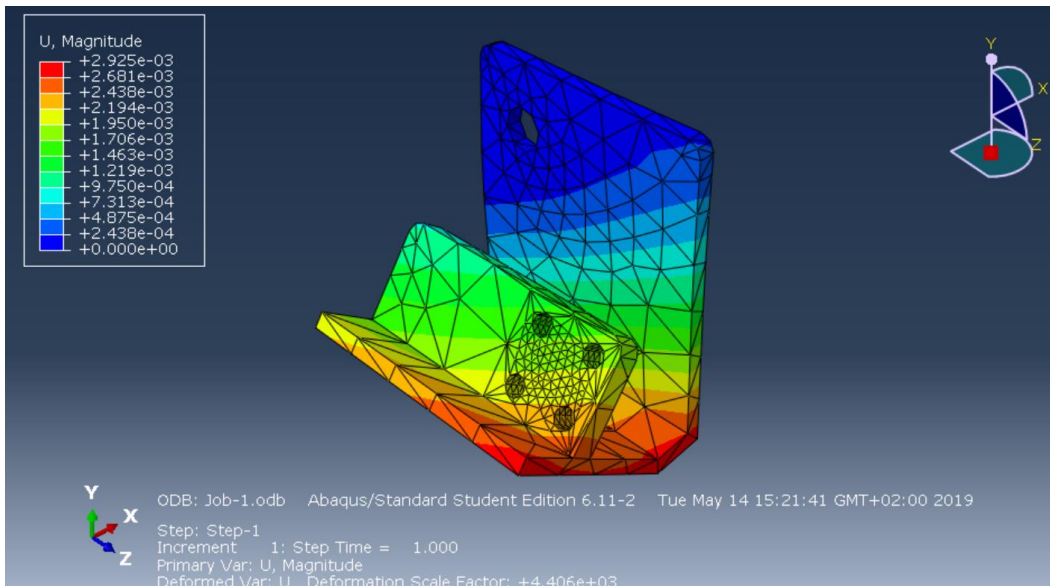
Diagrama de forças



Análise de tensões



Análise de deformações



Estrutura 3

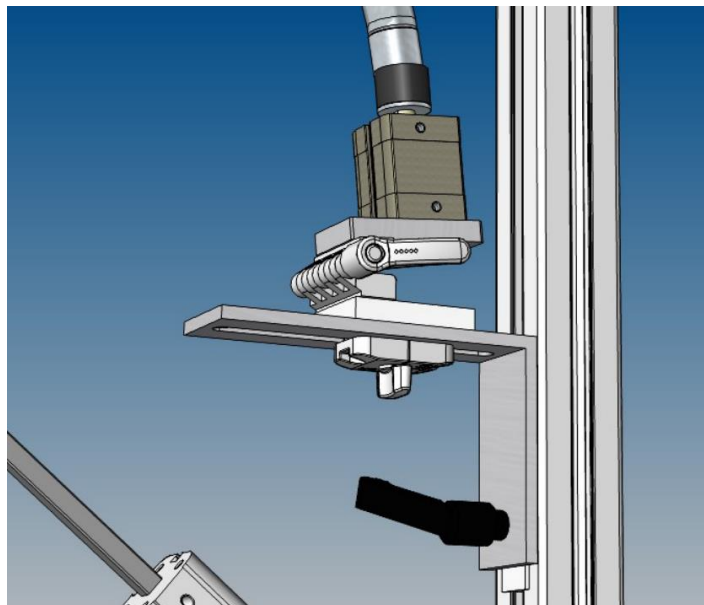
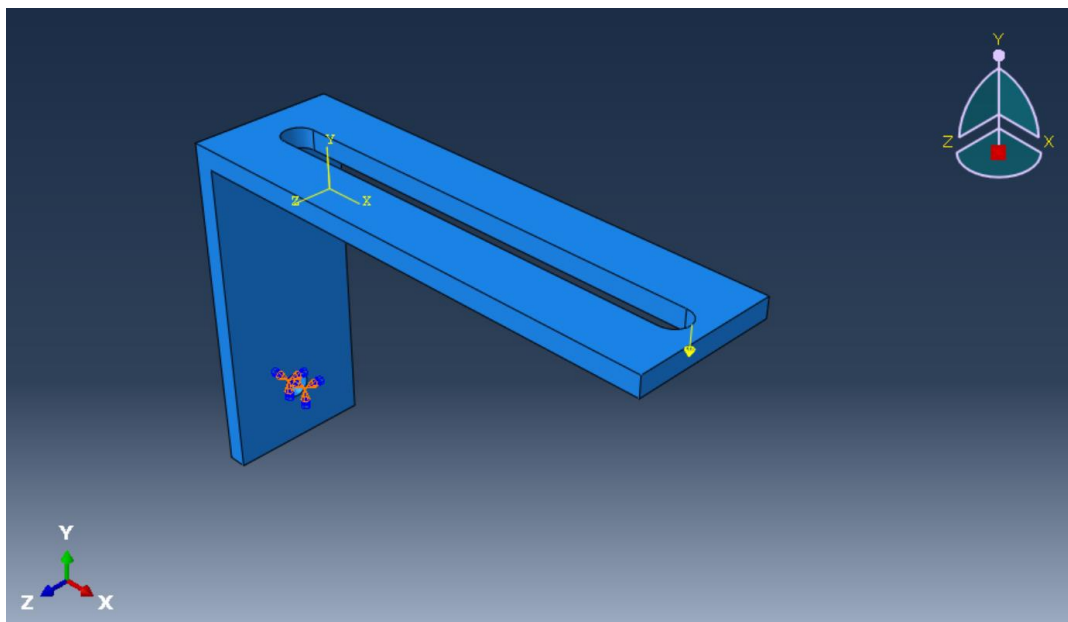
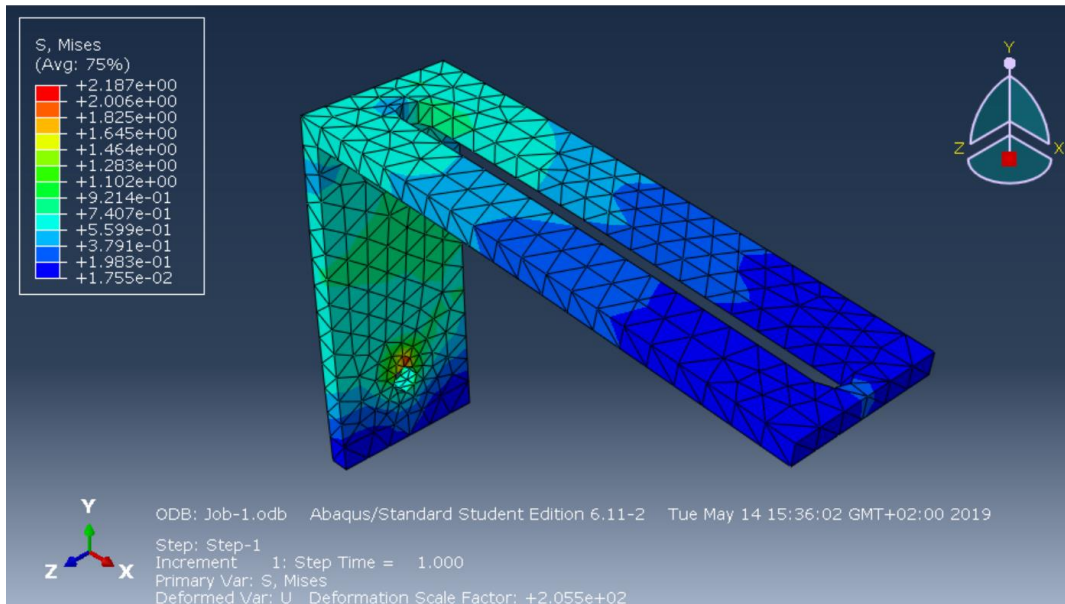


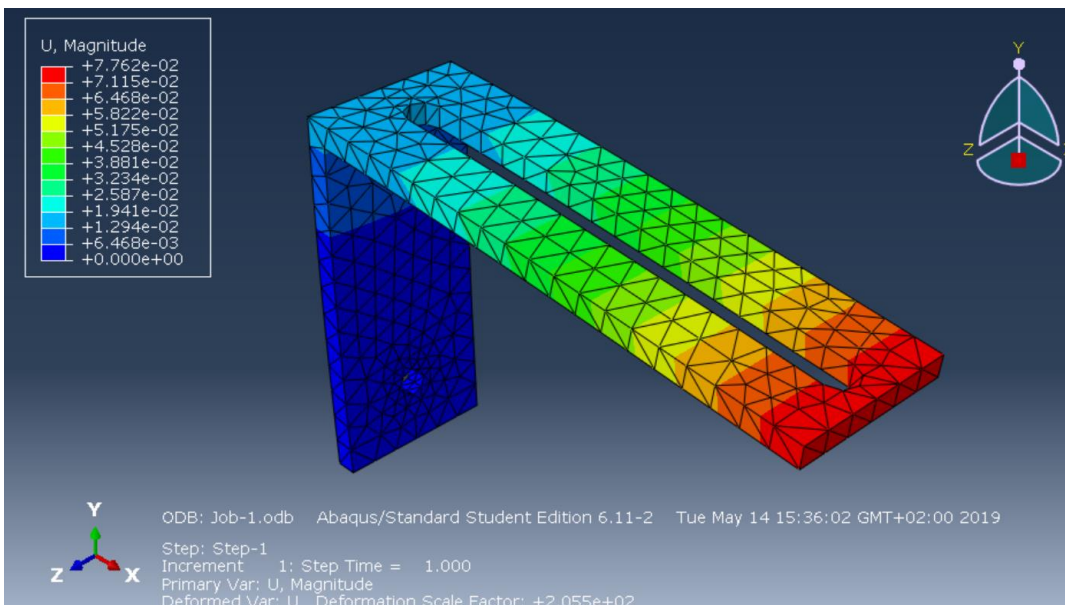
Diagrama de forças



Análise de tensões

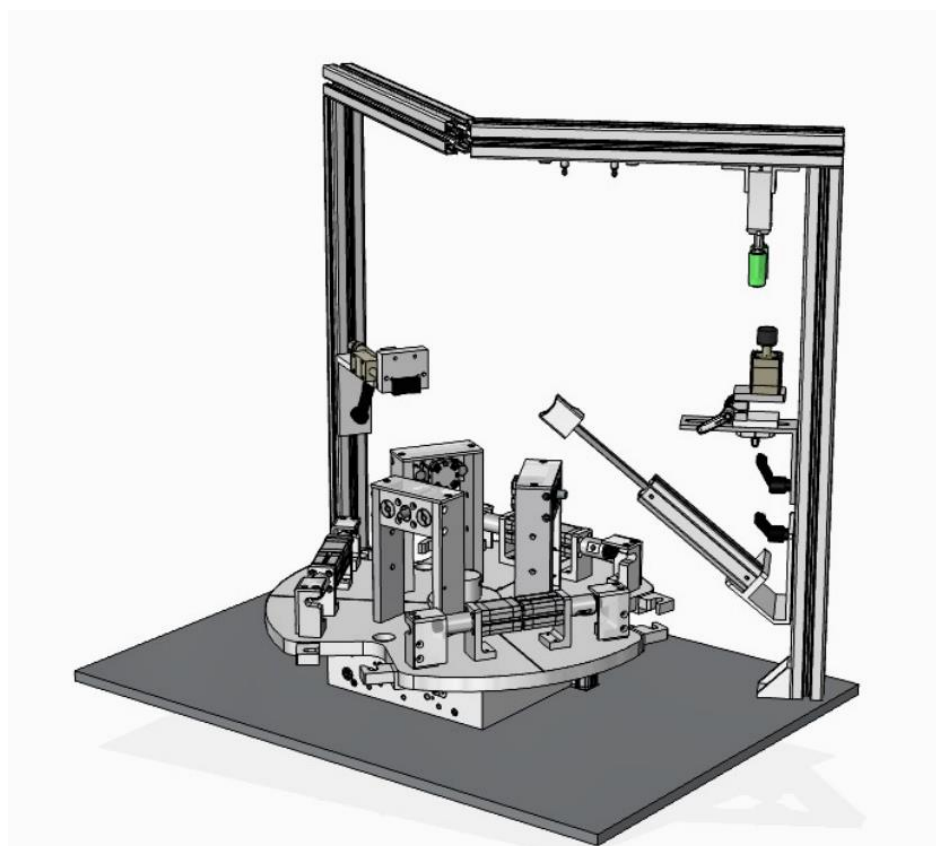
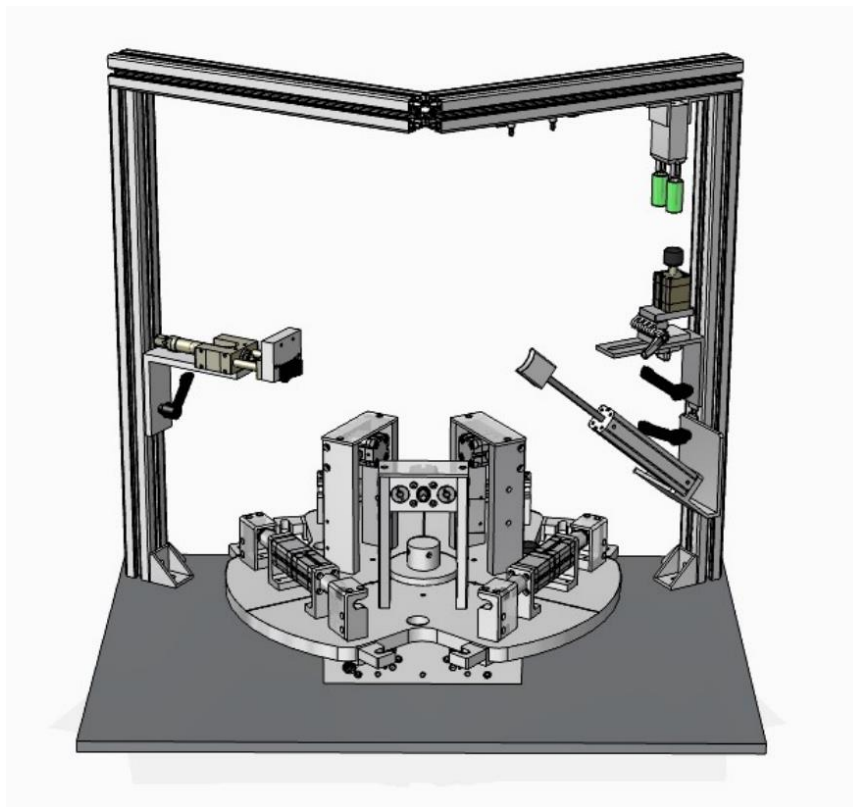


Análise de deformações

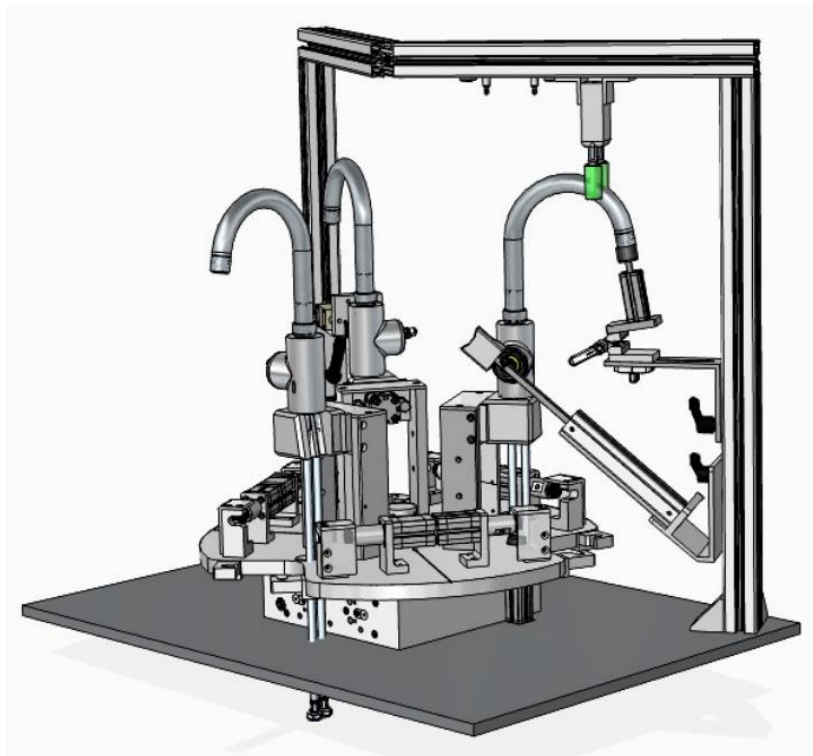
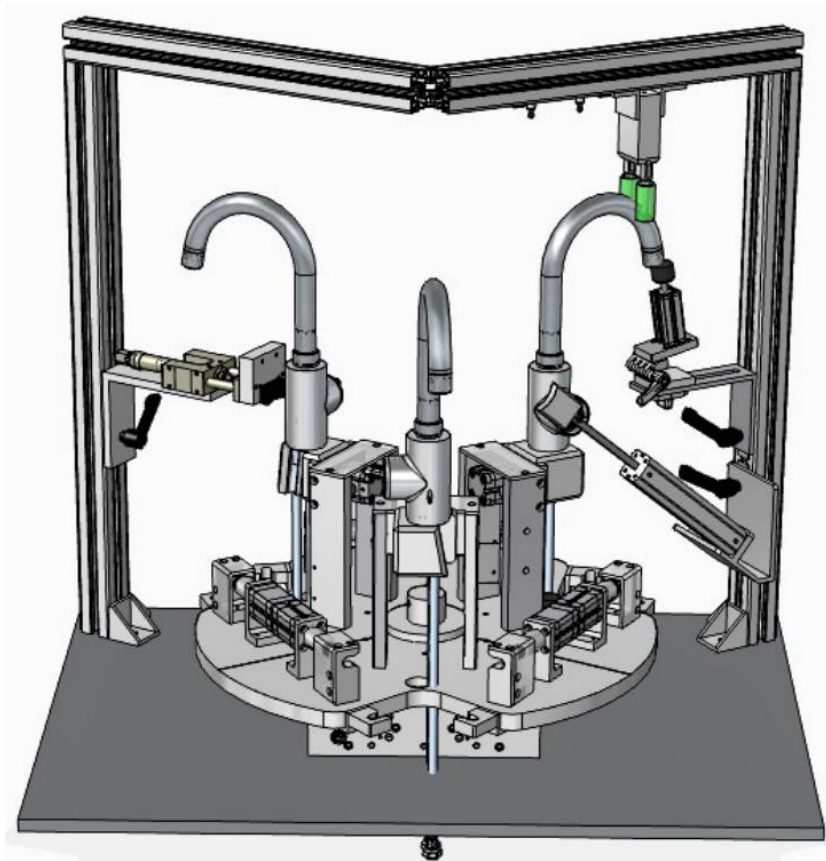


ANEXO G: Modelos em SolidEdge do bloco de teste

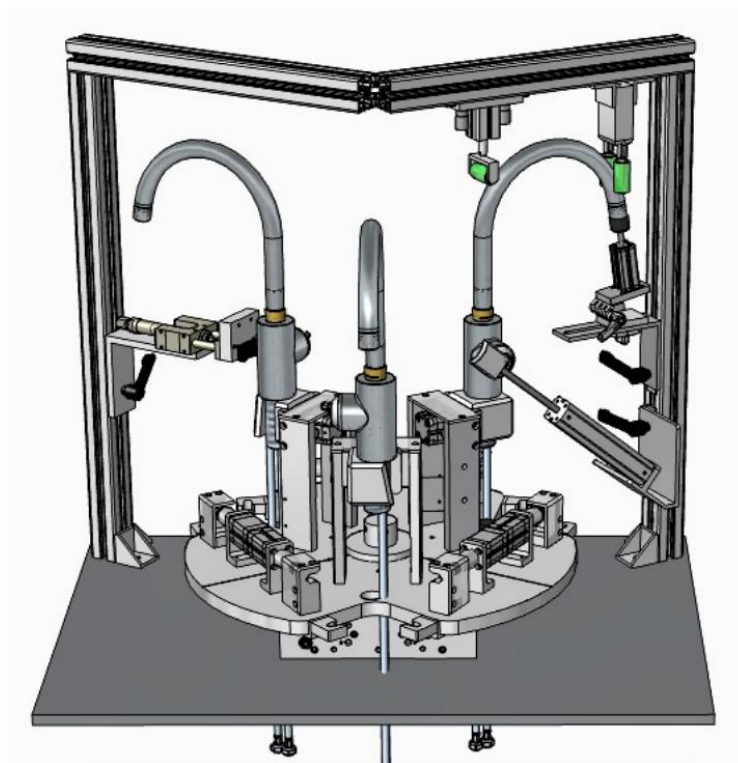
Teste Geral



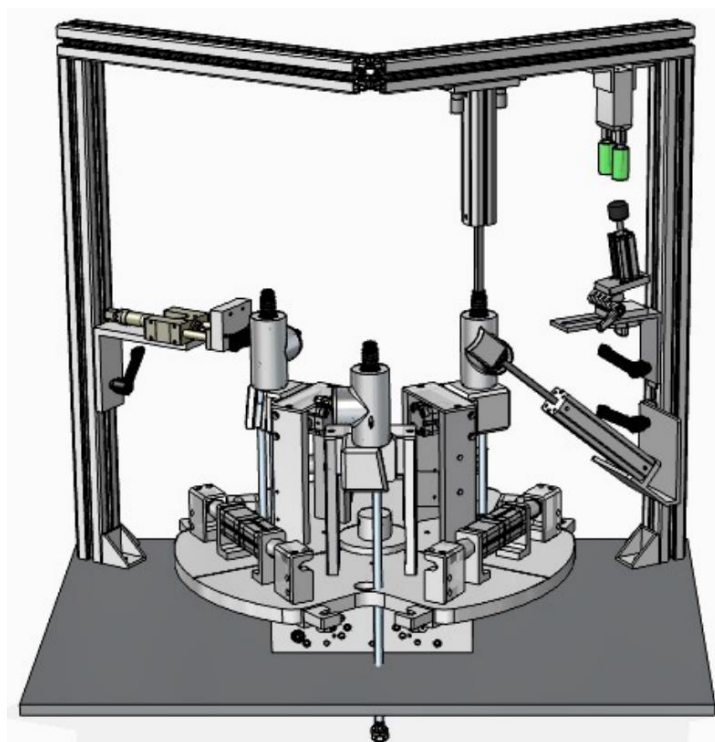
Teste com Zamac com bica



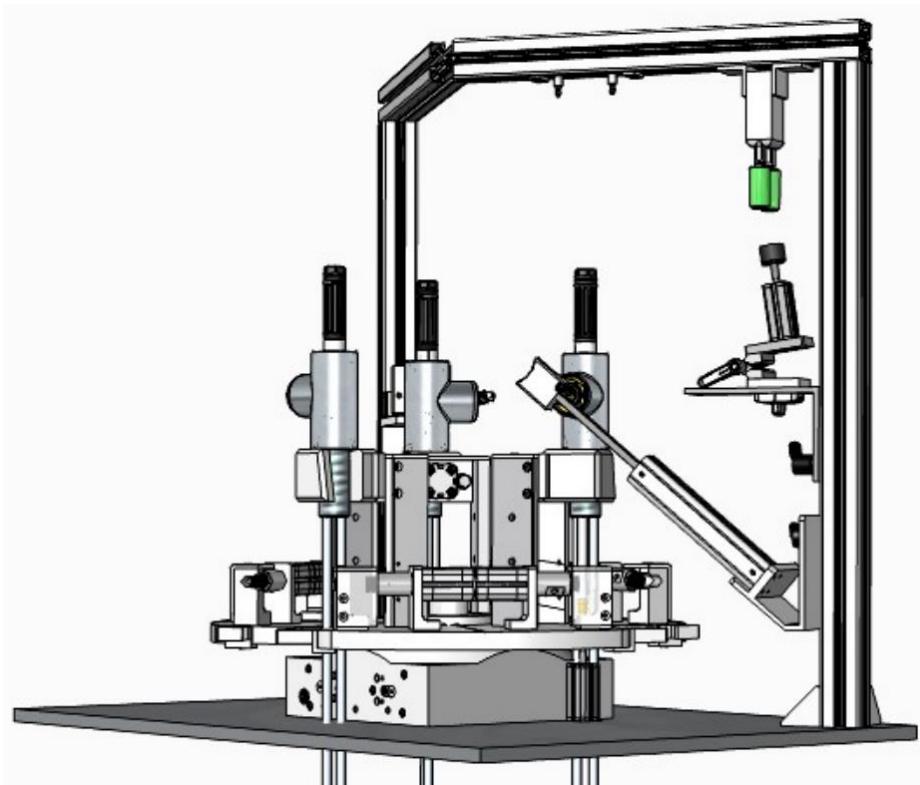
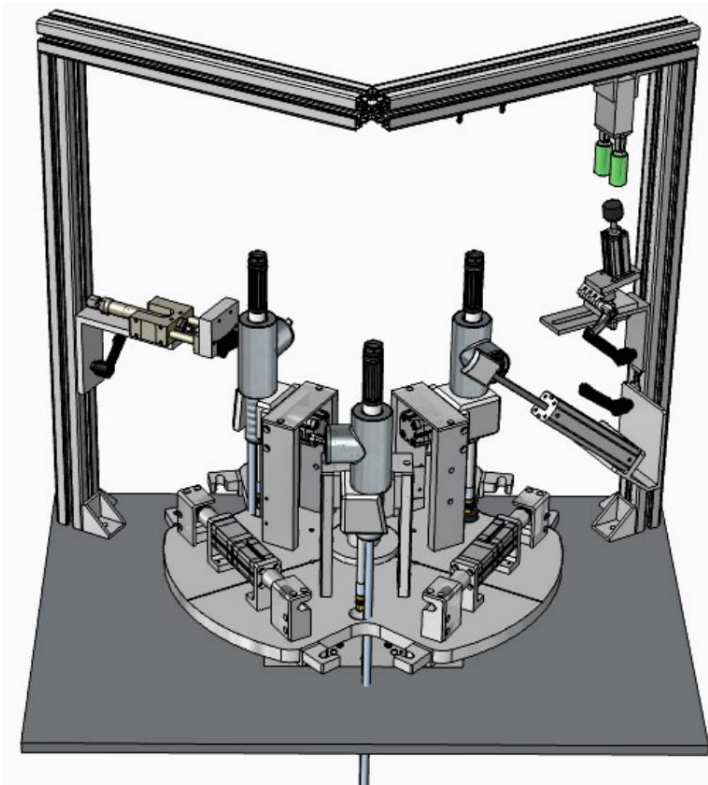
Teste com Zamac com bica sem cavilha



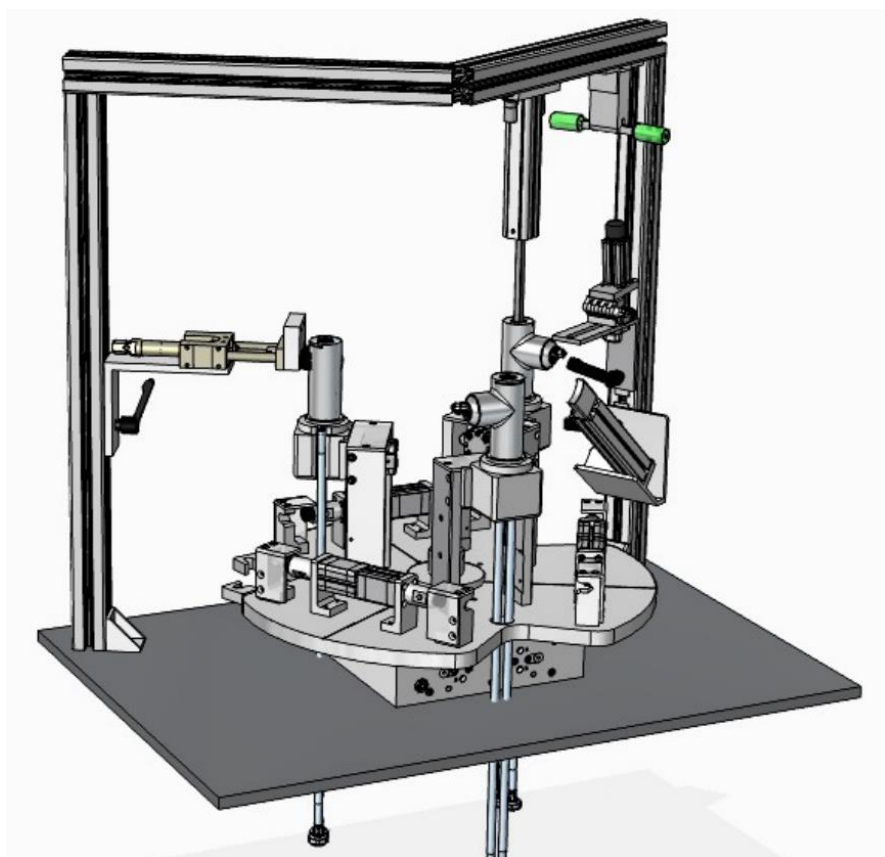
Teste com Zamac sem bica



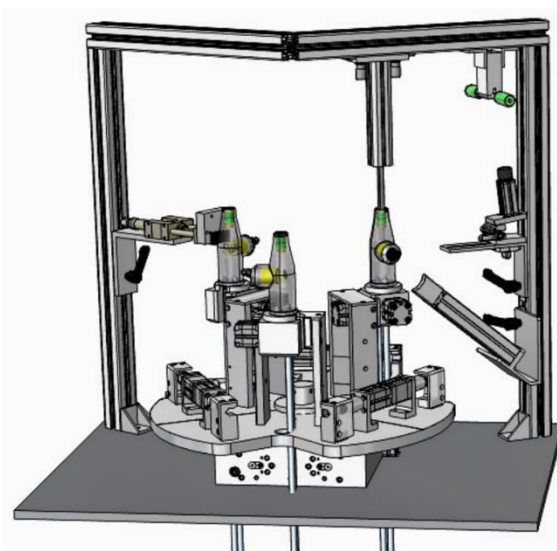
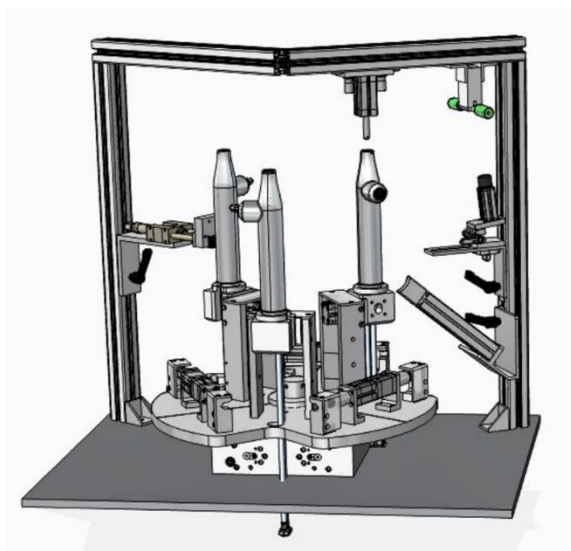
Teste com Zamac sem bica pullout



Teste com Bau



Teste com garrafas pequenas (direita) e grandes (esquerda)



ANEXO H: Fichas técnicas dos encaixes rápidos

Solução 1

QCTH / QCTHL / QCTHH QUARTER-TURN CLAMPS

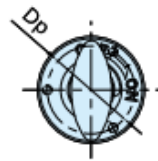
RHS Stainless Steel

IMAO

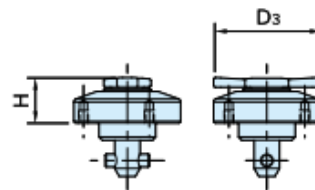
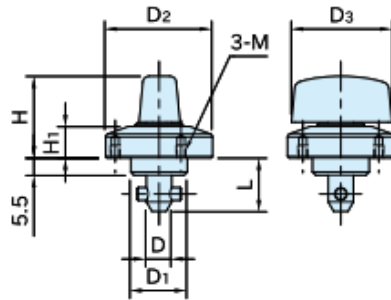
★ **Key Point**
Easy-to-read ON/OFF position



QCTH
(Plastic Knob)



QCTH-S
(Metal Knob)



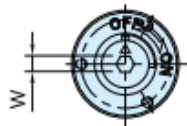
QCTH (Plastic Knob) **QCTH-S** (Metal Knob) **QCTH-SUS** (Stainless Steel)

QCTHL-S
(Low-height Knob)

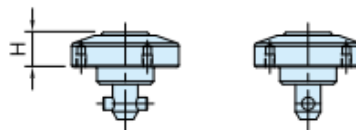


QCTH-SUS
(Stainless Steel)

Stainless Steel



QCTHL-S
(Low-height Knob)



QCTHH
(Hex. Socket Head)



QCTHH
(Hex. Socket Head)

Type	Body	Shank	Pin	Knob	Spring
QCTH	SUS303 stainless steel	S45C steel Electroless nickel plated	SUS304 stainless steel	Polyamide (glass-fiber reinforced) Black	Equivalent to SWOSC-V steel
QCTH-S				SCS13 stainless steel (Equivalent to SUS304)	
QCTHL-S				—	
QCTHH					
QCTH-SUS				SUS303 stainless steel	SCS13 stainless steel (Equivalent to SUS304)

Size	Proper Plate Thickness	D (-0.04/+0.08)	D ₁ (h9)	D ₂	L	H ₁	M	D _p	Clamping Force (N)	Proper Cam Receptacles	
QCTH QCTH-S QCTHL-S	0525-10	6~10	5	14	25	15.5	6.5	M2×0.4 Depth 3	21	60	QCTH0525-N, QCTH0525-B QCTH0525-N-SUS, QCTH0525-B-SUS
QCTH-SUS	0834-14	6~14	8	18	34	17	10	M3×0.5 Depth 4	28	90	QCTH0834-N, QCTH0834-B QCTH0834-N-SUS, QCTH0834-B-SUS
QCTHH	0834-20	12~20									

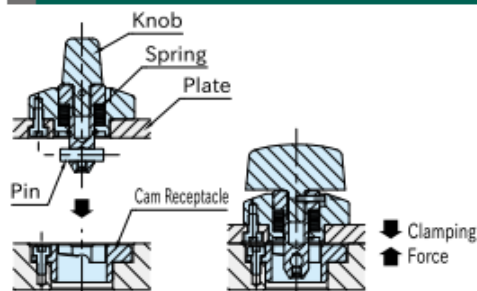
QCTH (Plastic Knob)				QCTH-S (Metal Knob)				QCTHL-S (Low-height Knob)			
Part Number	D ₃	H	Weight (g)	Part Number	D ₃	H	Weight (g)	Part Number	D ₃	H	Weight (g)
QCTH0525-10	20	19	35	QCTH0525-10S	20	19	40	QCTHL0525-10S	25	11.5	35
QCTH0834-14	32	26	105	QCTH0834-14S	32	25.5	130	QCTHL0834-14S	34	15.5	80
QCTH0834-20			110	QCTH0834-20S			135	QCTHL0834-20S			85

QCTH-SUS (Stainless Steel)				QCTHH (Hex. Socket Head)			
Part Number	D ₃	H	Weight (g)	Part Number	H	W	Weight (g)
QCTH0525-10-SUS	20	19	40	QCTHH0525-10	8	4	30
QCTH0834-14-SUS	32	25.5	130	QCTHH0834-14	11	5	105
QCTH0834-20-SUS			135	QCTHH0834-20			110

Supplied With

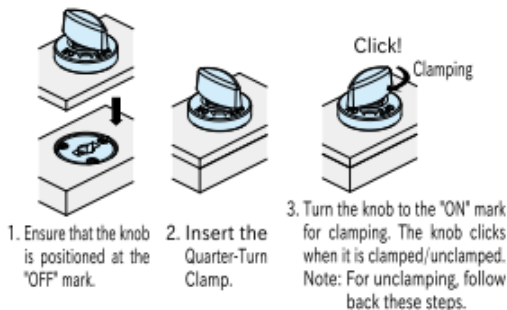
- **QCTH** **QCTH-S** **QCTHL-S** **QCTH-SUS** **QCTHH** 0525-10 : 3 of socket-head cap screws (stainless steel), M2×0.4-5L
- **QCTH** **QCTH-S** **QCTHL-S** **QCTH-SUS** **QCTHH** 0834-14, 0834-20 : 3 of socket-head cap screws (stainless steel), M3×0.5-6L

Feature

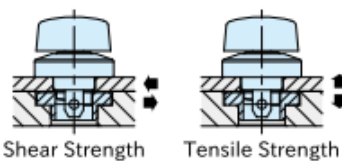


When the pin contacts the cam in the Cam Receptacle, the spring gets compressed to press down the plate.

How To Use



Technical information

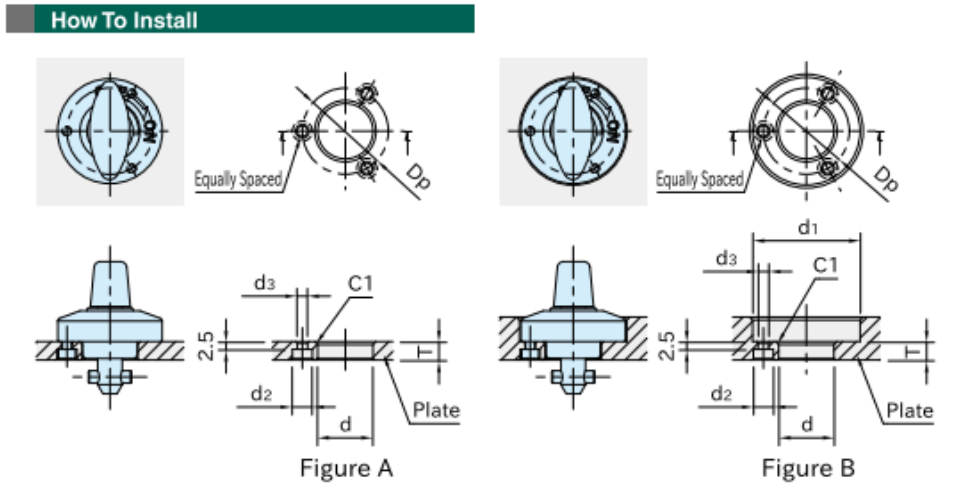
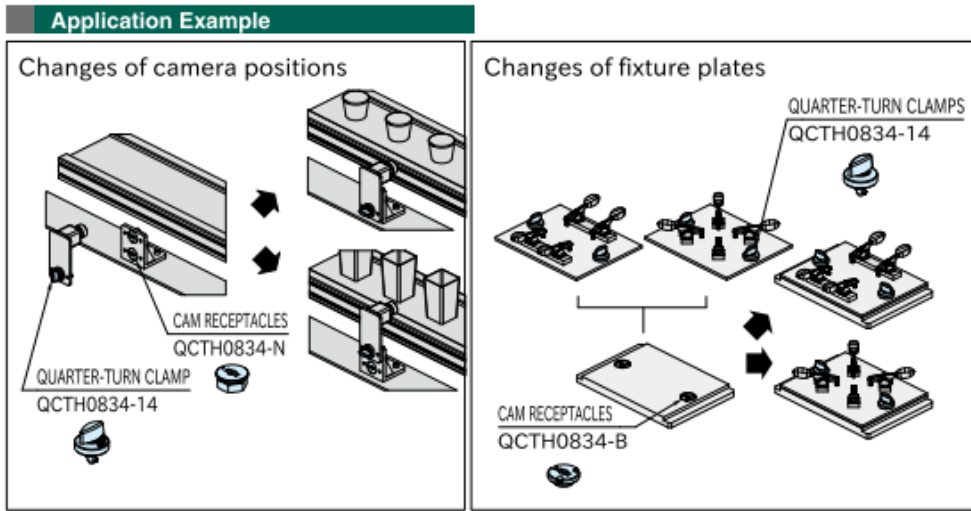


Part Number	Heatresistant Temperature(C)	Shear Strength (N)	Tensile Strength (N)
QCTH 0525-10 0834-14 0834-20	130	1800	1200
		3200	2600
		1800	1200
QCTH-S QCTHL-S QCTH-SUS QCTHH	200	1800	1200
		3200	2600
		3200	2600

QCTH-N / QCTH-B CAM RECEPTACLES



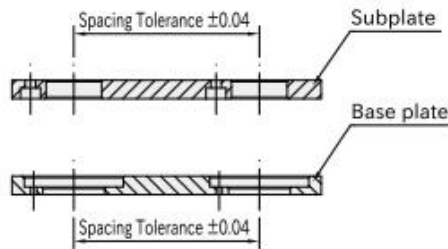
Continuing on Next Page



Part Number	Proper Plate Thickness	Figure	d (+0.10 +0.05)	d ₁	T (±0.2)	d ₂	d ₃	D _p
QCTH QCTH-S	0525-10	6	14	—	6	4.4	2.4	21
	Over 6, 10 or less	B		26				
QCTHL-S QCTH-SUS	0834-14	6	18	—	6	6.5	3.4	28
	Over 6, 14 or less	B		35				
QCTHH	0834-20	12	18	—	12	6.5	3.4	28
	Over 12, 20 or less	B		35				

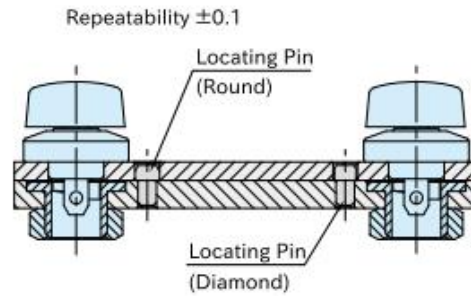
Accuracy

■ **Machining Accuracy**



Spacing tolerance on both the subplate and the base plate should be ± 0.04 .

■ **Repeatability**

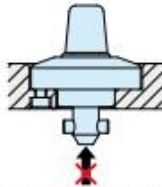


For higher accurate locating, use locating pins.

⚠ **Caution**

Note the following cautions using [QCTH](#) | [QCTH-S](#) | [QCTH-SUS](#) | [QCTHH](#) 0525-10

· Any force over 600N or more on the tip of the shaft from any direction can damage the pin.



· The knob operating torque is 0.4 N·m.
Note that the excessive operating torque over 2 N·m can damage the pin.



Reference

'How To Install' of [QCTH-N](#) | [QCTH-B](#) | [QCTH-N-SUS](#) | [QCTH-B-SUS](#) Cam Receptacles

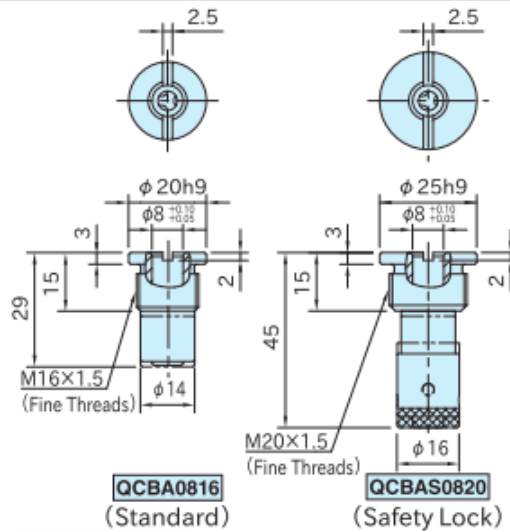
Solução 2

QCBA / QCBAS BALL-LOCK CLAMPING RECEPTACLES

RHS Electroless Nickel Plated Heat resistance: 180°C



Type	Body/Collar	Balls	Coiled Spring	Locking Knob
QCBA0816	S45C steel	SUS440C stainless steel	SUS304WPB stainless steel	—
QCBAS0820	Electroless nickel plated	Quenched and tempered		S45C steel Electroless nickel plated



QCBA0816 (Standard)

Part Number	Clamping Force (N)	Weight (g)
QCBA0816A	7	30
QCBA0816B	15	30

QCBAS0820 (Safety Lock)

Part Number	Clamping Force (N)	Weight (g)
QCBAS0820A	7	65
QCBAS0820B	15	65

Related Product
PW Plunger Wrench

Order Separately Nut (Stainless Steel)

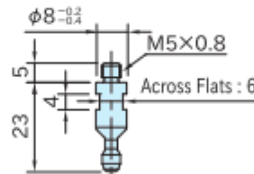
Part Number	M (Fine Threads)	H	W	Proper Ball-Lock Clamping Receptacles
NDX16-NUT-SUS	M16x1.5	8	24	QCBA0816
NDX20-NUT-SUS	M20x1.5	10	30	QCBAS0820

QCBA-M BALL-LOCK CLAMPING PINS

RHS Electroless Nickel Plated Heat resistance: 180°C

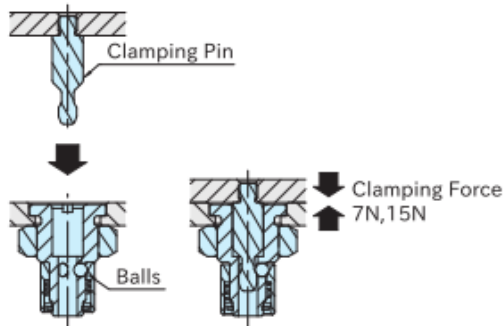


Part Number	Weight (g)
QCBA0816-M5	7



Body
S45C steel Quenched and tempered Electroless nickel plated

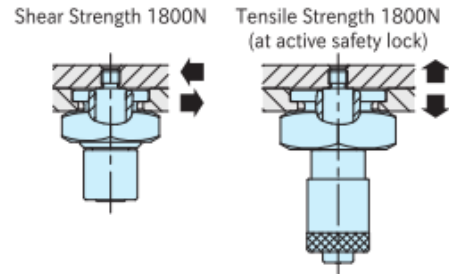
Feature



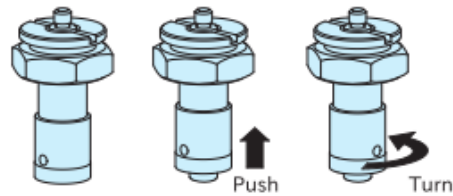
The 3 balls pull in the clamping pin.

Technical Information

- Heat resistance 180°C
- Mechanical Strength

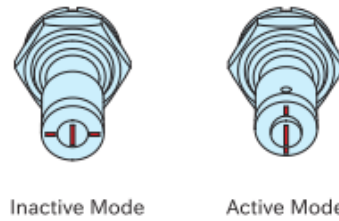


How To Operate Safety Lock



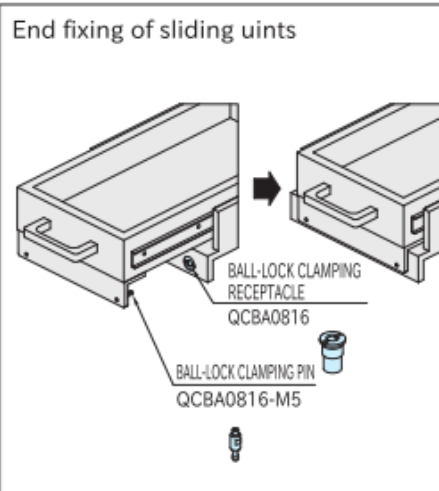
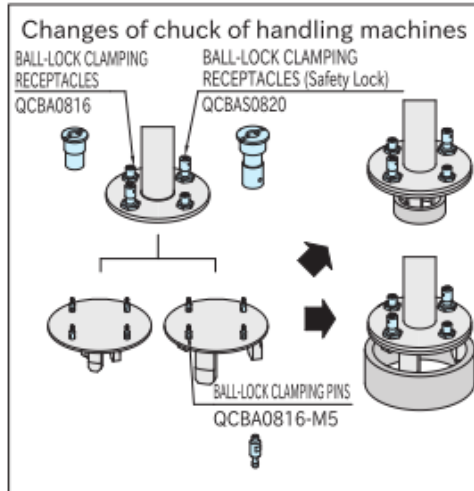
Turn in the arrowhead direction pushing the locking knob.
Note: To release the safety lock, follow the steps back.

How To Check Safety Lock



When the mark lines on the end of the locking knob are aligned, the safety lock is active.

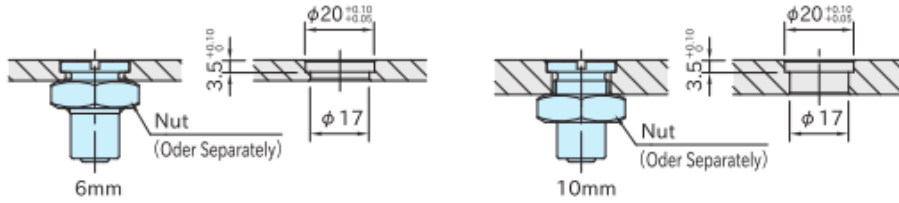
Application Example



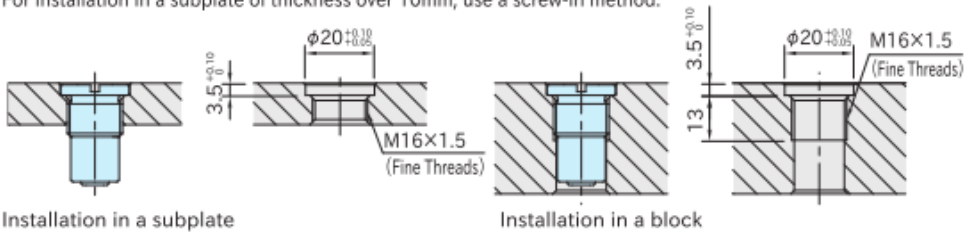
Continuing to next page

How To Install (Standard)

For installation in a subplate of thickness ranging from 6mm to 10mm, use a nut for fastening.



For installation in a subplate of thickness over 10mm, use a screw-in method.

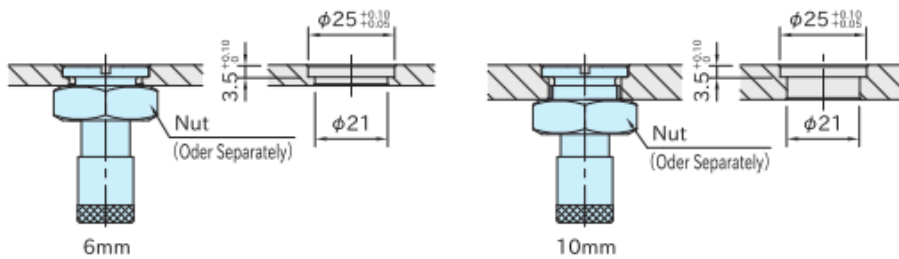


Installation in a subplate

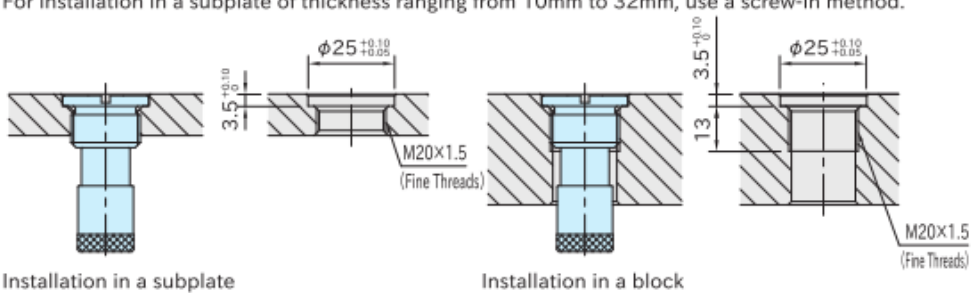
Installation in a block

How To Install (Safety Lock)

For installation in a subplate of thickness ranging from 6mm to 10mm, use a nut for fastening.



For installation in a subplate of thickness ranging from 10mm to 32mm, use a screw-in method.

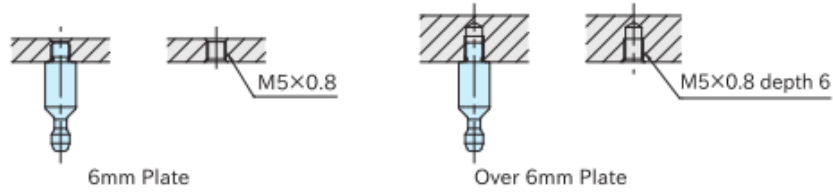


Installation in a subplate

Installation in a block

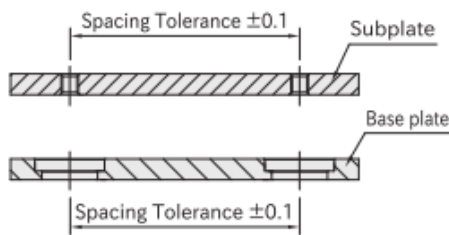
How To Install (Ball-Lock Clamping Pins)

Plate thickness should be 6mm or more.



Accuracy

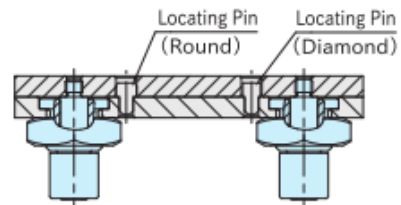
■ Machining Accuracy



Spacing tolerance on both the subplate and the base plate should be ± 0.1 .

■ Repeatability

Repeatability ± 0.25



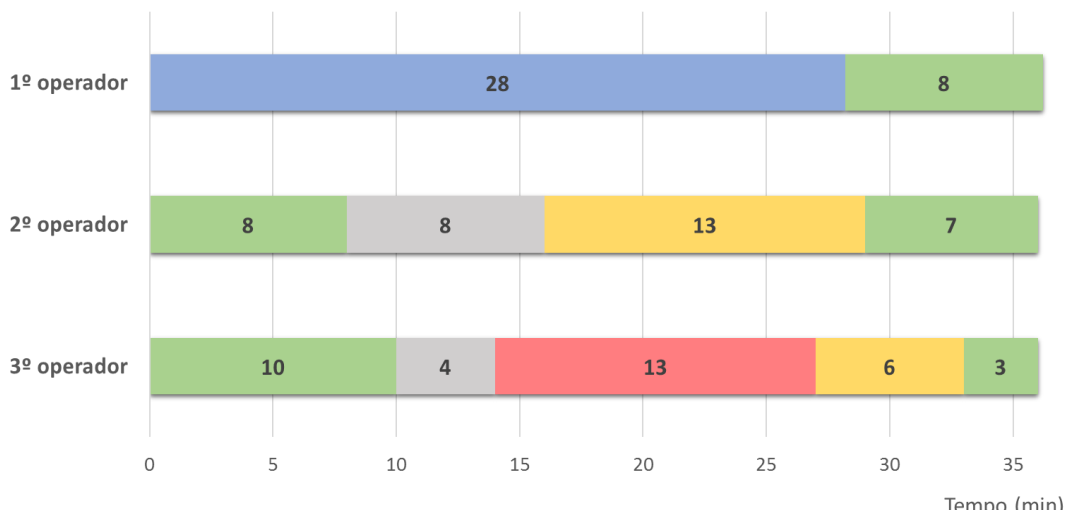
For higher accurate locating, use locating pins.

ANEXO I: Ficha de distribuição de tarefas

Distribuição de Tarefas no Setup

Estágio Inicial
3 operadores

1º operador	2º operador	3º operador
Contabilizar e arrumar os componentes do produto anterior / limpeza	Produção	Produção
	Transportar/Procurar componentes	Transportar/Procurar ferramentas
	Confirmar/Colocar os novos componentes nos devidos locais	Mudar as ferramentas
	Produção	Confirmar/Colocar os novos componentes nos devidos locais
Produção	Produção	Produção

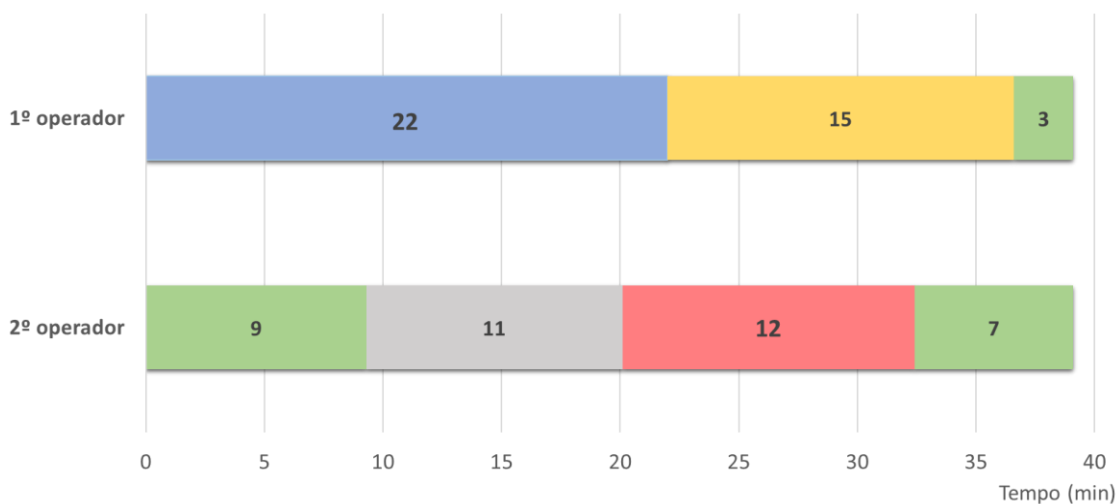
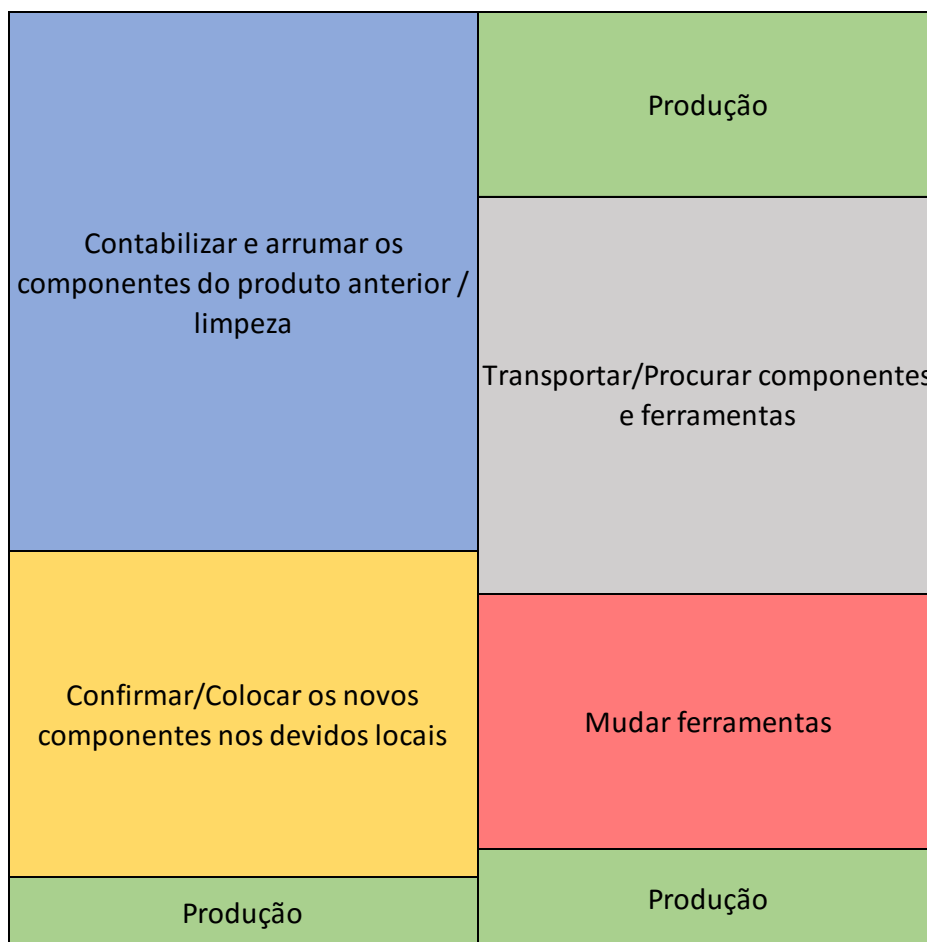


Distribuição de Tarefas no Setup

Estágio Inicial
2 operadores

1º operador

2º operador



ANEXO J: Tabela de cálculo do índice OEE

ANTES DAS MELHORIAS		
<i>Equipment Availability</i>		
A. Total available time	480	min
B. Planned Downtime	40	min
C. Net available time (A-B)	440	min
D. Unplanned downtime (from downtime reports)		
# of breakdowns	0	min
# of setups and adjustments	48.3	min
# of minor breakdowns	0	min
Total	48.3	min
E. Operating time (C-D)	391.7	min
F. Equipment availability (E/C)	89.02%	
<i>Performance Efficiency</i>		
G. Total parts run (good+bad)	205.9	part
H. Ideal cycle time	1.6	min/part
I. Performance efficiency ((G*H)/E)	83.00%	
<i>Quality rate</i>		
J. Total defects (rework+scrap)	12.47	part
K. Quality rate ((G-J)/G)	93.94%	
<i>Overall Equipment Effectiveness</i>		
F*I*K	69.41%	

DEPOIS DAS MELHORIAS

Equipment Availability

A. Total available time	480.0	min
B. Planned Downtime	40.0	min
C. Net available time (A-B)	440.0	min
D. Unplanned downtime (from downtime reports)		
# of breakdowns	0.0	min
# of setups and adjustments	28.2	min
# of minor breakdowns	0.0	min
Total	28.2	min
E. Operating time (C-D)	411.8	min
F. Equipment availability (E/C)	93.59%	

Performance Efficiency

G. Total parts run (good+bad)	216.5	parts
H. Ideal cycle time	1.6	min/part
I. Performance efficiency [(G*H)/E]	83.00%	


Quality rate

J. Total defects (rework+scrap)	13.11	part
K. Quality rate [(G-J)/G]	93.94%	

Overall Equipment Effectiveness

F*I*K	72.97%
-------	--------

ANEXO K: Folhas de trabalho standard - Montagem

		Família BauFlow monoc.lavatório L Corpo 406187140		Seção Ferris: 23537002		Montagem 23537002				Tipo de Linha: Lavatórios e Bidés Linhas: L B04		Distributivos: 14,20%		
		Descrição das operações a realizar		Posto	Equipamento	Definição da linha				2 Operadoras 3 Operadoras 4 Operadoras		2 Operadoras 3 Operadoras 4 Operadoras		
Nº														
01	Pegar e analisar corpo	1												
02	Apontar e apertar cavilha	1												
03	Colocar peça no suporte nº1 (tubos)	1												
04	Apontar e apertar tubos	1												
05	Colocar peça no suporte nº2 (Cartucho)	2												
06	Apontar e apertar cartucho e anel	2												
07	Apertar no corpo tampa com oring	2												
08	Colocar peça no suporte nº3 (Teste)	3												
09	Teste	3												
10	Colocar peça no suporte nº4 (alavanca)	4												
11	Apertar alavanca com perno no corpo	4												
12	Pegar na peça e limpar	5												
13	Colocar PM bica no corpo	5												
14	Embalar torneira em saco de bolhas	5												
15	Montar caixa e colocar tirante	6												
16	Colocar na caixa torneira, escocador, set e fechar	6												
17	Colocar etiqueta na caixa	6												
18	Colocar caixa dentro da caixa Masterkarton	6												
19	Arunnar caixas vazias de corpos	1												
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														
31														
32														
33														
34														
35														


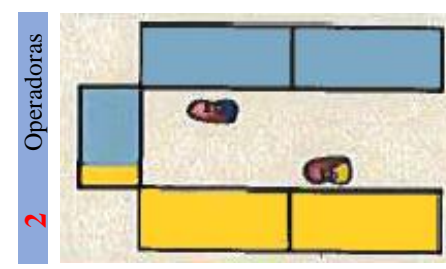
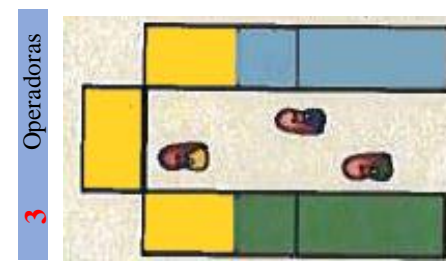
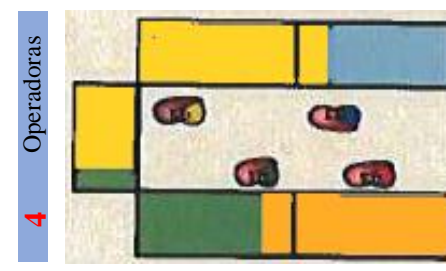
Operador	Tempo	Tempo	Tempo	Tempo	Tempo
1	92.2	66.4	61.5	46.2	46.1
2	92.4	62.8	62.8	47	0.1
3		55.3	1.3	46.8	0.8
4			-6.2	44.6	0.6
Maq.	21.6	21.6	-40	-24.6	-1.5
"Gargalo"	92.4	66.4	66.4	47.8	47.8
Oper./Maq.	2	1	1	2	2
Min/Peça	1.5	1.1	1.1	0.8	0.8
ZV %	14.20%	14.20%	14.20%	14.20%	14.20%
Min/100peças	175.8	126.4	126.4	89.4	89.4
Peças/turno	256	357	357	504	504

Notas:

-
-
-
-
-
-

Legenda: ■ 1 Op. ■ 2 Op. ■ 3 Op. ■ 4 Op. ■ Op. partilhadas ■ p. de máquinas

Análise AN201

		Família Costa chuveiro L, 120 mm Corpo 65876038		Montagem 26345001		Tipo de Linha: Clássica linhas: CM02 Distributivos: 15,0%																																																																													
Nº	Descrição das operações a realizar	Posto	Equipamento	Definição da linha																																																																															
				Meios Auxiliares	Nota	Operadoras																																																																													
01	Coloca porca e PMI sede	1				10,1	10,1	 2 Operadoras	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>31,5</th></tr> <tr><td>1</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>31,6</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>3</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>4</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>1,3</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>32,8</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>Maq.</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>0,5</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>62,8</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	31,5	1	31,5	0	2	31,6	0,1	3	31,5	0	4	31,5	0	Maq.	32,8	1,3	"Gargalo"			Oper./Maq.		32,8	Min/Peça		Maq.	ZV %		0,5	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		62,8																																						
Oper.	Tempo	31,5																																																																																	
1	31,5	0																																																																																	
2	31,6	0,1																																																																																	
3	31,5	0																																																																																	
4	31,5	0																																																																																	
Maq.	32,8	1,3																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		32,8																																																																																	
Min/Peça		Maq.																																																																																	
ZV %		0,5																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		62,8																																																																																	
02	Controlo visual do corpo e limpeza	1				17,8	17,8			 3 Operadoras	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>42,0</th></tr> <tr><td>1</td><td>42,1</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>2</td><td>42,0</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>41,9</td><td>-0,1</td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>-0,2</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>42,1</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>0,7</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>80,6</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	42,0	1	42,1	0,1	2	42,0	0	3	41,9	-0,1	4			Maq.	32,8	-0,2	"Gargalo"			Oper./Maq.		42,1	Min/Peça		1	ZV %		0,7	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		80,6																																				
Oper.	Tempo	42,0																																																																																	
1	42,1	0,1																																																																																	
2	42,0	0																																																																																	
3	41,9	-0,1																																																																																	
4																																																																																			
Maq.	32,8	-0,2																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		42,1																																																																																	
Min/Peça		1																																																																																	
ZV %		0,7																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		80,6																																																																																	
03	Colocar anel no casquilho	1				2,6	2,6	 4 Operadoras	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>31,5</th></tr> <tr><td>1</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>31,6</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>3</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>4</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>1,3</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>32,8</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>Maq.</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>0,5</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>62,8</td></tr> </table>			Oper.	Tempo	31,5	1	31,5	0	2	31,6	0,1	3	31,5	0	4	31,5	0	Maq.	32,8	1,3	"Gargalo"			Oper./Maq.		32,8	Min/Peça		Maq.	ZV %		0,5	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		62,8																																				
Oper.	Tempo	31,5																																																																																	
1	31,5	0																																																																																	
2	31,6	0,1																																																																																	
3	31,5	0																																																																																	
4	31,5	0																																																																																	
Maq.	32,8	1,3																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		32,8																																																																																	
Min/Peça		Maq.																																																																																	
ZV %		0,5																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		62,8																																																																																	
04	Por e apertar casquilho	2				6,0	6,0			<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>63,0</th></tr> <tr><td>1</td><td>63,3</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>2</td><td>62,7</td><td>-0,3</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>-30,2</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>63,3</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>1,1</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>121,3</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	63,0	1	63,3	0,3	2	62,7	-0,3	3			4			Maq.	32,8	-30,2	"Gargalo"			Oper./Maq.		63,3	Min/Peça		1	ZV %		1,1	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		121,3	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>31,5</th></tr> <tr><td>1</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>31,6</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>3</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>4</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>1,3</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>32,8</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>Maq.</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>0,5</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>62,8</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	31,5	1	31,5	0	2	31,6	0,1	3	31,5	0	4	31,5	0	Maq.	32,8	1,3	"Gargalo"			Oper./Maq.		32,8	Min/Peça		Maq.	ZV %		0,5	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		62,8
Oper.	Tempo	63,0																																																																																	
1	63,3	0,3																																																																																	
2	62,7	-0,3																																																																																	
3																																																																																			
4																																																																																			
Maq.	32,8	-30,2																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		63,3																																																																																	
Min/Peça		1																																																																																	
ZV %		1,1																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		121,3																																																																																	
Oper.	Tempo	31,5																																																																																	
1	31,5	0																																																																																	
2	31,6	0,1																																																																																	
3	31,5	0																																																																																	
4	31,5	0																																																																																	
Maq.	32,8	1,3																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		32,8																																																																																	
Min/Peça		Maq.																																																																																	
ZV %		0,5																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		62,8																																																																																	
05	Montar castelos na peça	2				7,5	7,5	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>63,0</th></tr> <tr><td>1</td><td>63,3</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>2</td><td>62,7</td><td>-0,3</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>-30,2</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>63,3</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>1,1</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>121,3</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	63,0	1	63,3	0,3	2	62,7	-0,3	3			4			Maq.	32,8	-30,2	"Gargalo"			Oper./Maq.		63,3	Min/Peça		1	ZV %		1,1	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		121,3	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>42,0</th></tr> <tr><td>1</td><td>42,1</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>2</td><td>42,0</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>41,9</td><td>-0,1</td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>-0,2</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>42,1</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>0,7</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>80,6</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	42,0	1	42,1	0,1	2	42,0	0	3	41,9	-0,1	4			Maq.	32,8	-0,2	"Gargalo"			Oper./Maq.		42,1	Min/Peça		1	ZV %		0,7	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		80,6		
Oper.	Tempo	63,0																																																																																	
1	63,3	0,3																																																																																	
2	62,7	-0,3																																																																																	
3																																																																																			
4																																																																																			
Maq.	32,8	-30,2																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		63,3																																																																																	
Min/Peça		1																																																																																	
ZV %		1,1																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		121,3																																																																																	
Oper.	Tempo	42,0																																																																																	
1	42,1	0,1																																																																																	
2	42,0	0																																																																																	
3	41,9	-0,1																																																																																	
4																																																																																			
Maq.	32,8	-0,2																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		42,1																																																																																	
Min/Peça		1																																																																																	
ZV %		0,7																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		80,6																																																																																	
06	Apertar os castelos	2				7,3	7,3	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>63,0</th></tr> <tr><td>1</td><td>63,3</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>2</td><td>62,7</td><td>-0,3</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>-30,2</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>63,3</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>1,1</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>121,3</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	63,0	1	63,3	0,3	2	62,7	-0,3	3			4			Maq.	32,8	-30,2	"Gargalo"			Oper./Maq.		63,3	Min/Peça		1	ZV %		1,1	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		121,3	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>31,5</th></tr> <tr><td>1</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>31,6</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>3</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>4</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>1,3</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>32,8</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>Maq.</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>0,5</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>62,8</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	31,5	1	31,5	0	2	31,6	0,1	3	31,5	0	4	31,5	0	Maq.	32,8	1,3	"Gargalo"			Oper./Maq.		32,8	Min/Peça		Maq.	ZV %		0,5	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		62,8		
Oper.	Tempo	63,0																																																																																	
1	63,3	0,3																																																																																	
2	62,7	-0,3																																																																																	
3																																																																																			
4																																																																																			
Maq.	32,8	-30,2																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		63,3																																																																																	
Min/Peça		1																																																																																	
ZV %		1,1																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		121,3																																																																																	
Oper.	Tempo	31,5																																																																																	
1	31,5	0																																																																																	
2	31,6	0,1																																																																																	
3	31,5	0																																																																																	
4	31,5	0																																																																																	
Maq.	32,8	1,3																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		32,8																																																																																	
Min/Peça		Maq.																																																																																	
ZV %		0,5																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		62,8																																																																																	
07	Pôr anéis e troca peça no teste	3				9,9	9,9	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>63,0</th></tr> <tr><td>1</td><td>63,3</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>2</td><td>62,7</td><td>-0,3</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>-30,2</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>63,3</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>1,1</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>121,3</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	63,0	1	63,3	0,3	2	62,7	-0,3	3			4			Maq.	32,8	-30,2	"Gargalo"			Oper./Maq.		63,3	Min/Peça		1	ZV %		1,1	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		121,3	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>42,0</th></tr> <tr><td>1</td><td>42,1</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>2</td><td>42,0</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>41,9</td><td>-0,1</td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>-0,2</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>42,1</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>0,7</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>80,6</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	42,0	1	42,1	0,1	2	42,0	0	3	41,9	-0,1	4			Maq.	32,8	-0,2	"Gargalo"			Oper./Maq.		42,1	Min/Peça		1	ZV %		0,7	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		80,6		
Oper.	Tempo	63,0																																																																																	
1	63,3	0,3																																																																																	
2	62,7	-0,3																																																																																	
3																																																																																			
4																																																																																			
Maq.	32,8	-30,2																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		63,3																																																																																	
Min/Peça		1																																																																																	
ZV %		1,1																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		121,3																																																																																	
Oper.	Tempo	42,0																																																																																	
1	42,1	0,1																																																																																	
2	42,0	0																																																																																	
3	41,9	-0,1																																																																																	
4																																																																																			
Maq.	32,8	-0,2																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		42,1																																																																																	
Min/Peça		1																																																																																	
ZV %		0,7																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		80,6																																																																																	
08	Teste de ar	3				32,8	32,8	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>63,0</th></tr> <tr><td>1</td><td>63,3</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>2</td><td>62,7</td><td>-0,3</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>-30,2</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>63,3</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>1,1</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>121,3</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	63,0	1	63,3	0,3	2	62,7	-0,3	3			4			Maq.	32,8	-30,2	"Gargalo"			Oper./Maq.		63,3	Min/Peça		1	ZV %		1,1	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		121,3	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>31,5</th></tr> <tr><td>1</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>31,6</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>3</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>4</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>1,3</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>32,8</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>Maq.</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>0,5</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>62,8</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	31,5	1	31,5	0	2	31,6	0,1	3	31,5	0	4	31,5	0	Maq.	32,8	1,3	"Gargalo"			Oper./Maq.		32,8	Min/Peça		Maq.	ZV %		0,5	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		62,8		
Oper.	Tempo	63,0																																																																																	
1	63,3	0,3																																																																																	
2	62,7	-0,3																																																																																	
3																																																																																			
4																																																																																			
Maq.	32,8	-30,2																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		63,3																																																																																	
Min/Peça		1																																																																																	
ZV %		1,1																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		121,3																																																																																	
Oper.	Tempo	31,5																																																																																	
1	31,5	0																																																																																	
2	31,6	0,1																																																																																	
3	31,5	0																																																																																	
4	31,5	0																																																																																	
Maq.	32,8	1,3																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		32,8																																																																																	
Min/Peça		Maq.																																																																																	
ZV %		0,5																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		62,8																																																																																	
09	Montar manipul, tampas e válvula	4				16,6	16,6	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>63,0</th></tr> <tr><td>1</td><td>63,3</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>2</td><td>62,7</td><td>-0,3</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>-30,2</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>63,3</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>1,1</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>121,3</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	63,0	1	63,3	0,3	2	62,7	-0,3	3			4			Maq.	32,8	-30,2	"Gargalo"			Oper./Maq.		63,3	Min/Peça		1	ZV %		1,1	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		121,3	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>42,0</th></tr> <tr><td>1</td><td>42,1</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>2</td><td>42,0</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>41,9</td><td>-0,1</td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>-0,2</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>42,1</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>0,7</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>80,6</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	42,0	1	42,1	0,1	2	42,0	0	3	41,9	-0,1	4			Maq.	32,8	-0,2	"Gargalo"			Oper./Maq.		42,1	Min/Peça		1	ZV %		0,7	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		80,6		
Oper.	Tempo	63,0																																																																																	
1	63,3	0,3																																																																																	
2	62,7	-0,3																																																																																	
3																																																																																			
4																																																																																			
Maq.	32,8	-30,2																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		63,3																																																																																	
Min/Peça		1																																																																																	
ZV %		1,1																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		121,3																																																																																	
Oper.	Tempo	42,0																																																																																	
1	42,1	0,1																																																																																	
2	42,0	0																																																																																	
3	41,9	-0,1																																																																																	
4																																																																																			
Maq.	32,8	-0,2																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		42,1																																																																																	
Min/Peça		1																																																																																	
ZV %		0,7																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		80,6																																																																																	
10	Limpar peça com pano	4				14,3	14,3	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>63,0</th></tr> <tr><td>1</td><td>63,3</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>2</td><td>62,7</td><td>-0,3</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>-30,2</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>63,3</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>1,1</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>121,3</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	63,0	1	63,3	0,3	2	62,7	-0,3	3			4			Maq.	32,8	-30,2	"Gargalo"			Oper./Maq.		63,3	Min/Peça		1	ZV %		1,1	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		121,3	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>31,5</th></tr> <tr><td>1</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>31,6</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>3</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>4</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>1,3</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>32,8</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>Maq.</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>0,5</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>62,8</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	31,5	1	31,5	0	2	31,6	0,1	3	31,5	0	4	31,5	0	Maq.	32,8	1,3	"Gargalo"			Oper./Maq.		32,8	Min/Peça		Maq.	ZV %		0,5	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		62,8		
Oper.	Tempo	63,0																																																																																	
1	63,3	0,3																																																																																	
2	62,7	-0,3																																																																																	
3																																																																																			
4																																																																																			
Maq.	32,8	-30,2																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		63,3																																																																																	
Min/Peça		1																																																																																	
ZV %		1,1																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		121,3																																																																																	
Oper.	Tempo	31,5																																																																																	
1	31,5	0																																																																																	
2	31,6	0,1																																																																																	
3	31,5	0																																																																																	
4	31,5	0																																																																																	
Maq.	32,8	1,3																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		32,8																																																																																	
Min/Peça		Maq.																																																																																	
ZV %		0,5																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		62,8																																																																																	
11	Colocar peça em saco	4				5,2	5,2	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>63,0</th></tr> <tr><td>1</td><td>63,3</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>2</td><td>62,7</td><td>-0,3</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>-30,2</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>63,3</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>1,1</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>121,3</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	63,0	1	63,3	0,3	2	62,7	-0,3	3			4			Maq.	32,8	-30,2	"Gargalo"			Oper./Maq.		63,3	Min/Peça		1	ZV %		1,1	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		121,3	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>42,0</th></tr> <tr><td>1</td><td>42,1</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>2</td><td>42,0</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>41,9</td><td>-0,1</td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>-0,2</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>42,1</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>0,7</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>80,6</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	42,0	1	42,1	0,1	2	42,0	0	3	41,9	-0,1	4			Maq.	32,8	-0,2	"Gargalo"			Oper./Maq.		42,1	Min/Peça		1	ZV %		0,7	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		80,6		
Oper.	Tempo	63,0																																																																																	
1	63,3	0,3																																																																																	
2	62,7	-0,3																																																																																	
3																																																																																			
4																																																																																			
Maq.	32,8	-30,2																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		63,3																																																																																	
Min/Peça		1																																																																																	
ZV %		1,1																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		121,3																																																																																	
Oper.	Tempo	42,0																																																																																	
1	42,1	0,1																																																																																	
2	42,0	0																																																																																	
3	41,9	-0,1																																																																																	
4																																																																																			
Maq.	32,8	-0,2																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		42,1																																																																																	
Min/Peça		1																																																																																	
ZV %		0,7																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		80,6																																																																																	
12	Monta caixa e coloca componentes	5				16,2	16,2	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>63,0</th></tr> <tr><td>1</td><td>63,3</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>2</td><td>62,7</td><td>-0,3</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>-30,2</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>63,3</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>1,1</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>121,3</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	63,0	1	63,3	0,3	2	62,7	-0,3	3			4			Maq.	32,8	-30,2	"Gargalo"			Oper./Maq.		63,3	Min/Peça		1	ZV %		1,1	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		121,3	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>31,5</th></tr> <tr><td>1</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>31,6</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>3</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>4</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>1,3</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>32,8</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>Maq.</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>0,5</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>62,8</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	31,5	1	31,5	0	2	31,6	0,1	3	31,5	0	4	31,5	0	Maq.	32,8	1,3	"Gargalo"			Oper./Maq.		32,8	Min/Peça		Maq.	ZV %		0,5	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		62,8		
Oper.	Tempo	63,0																																																																																	
1	63,3	0,3																																																																																	
2	62,7	-0,3																																																																																	
3																																																																																			
4																																																																																			
Maq.	32,8	-30,2																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		63,3																																																																																	
Min/Peça		1																																																																																	
ZV %		1,1																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		121,3																																																																																	
Oper.	Tempo	31,5																																																																																	
1	31,5	0																																																																																	
2	31,6	0,1																																																																																	
3	31,5	0																																																																																	
4	31,5	0																																																																																	
Maq.	32,8	1,3																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		32,8																																																																																	
Min/Peça		Maq.																																																																																	
ZV %		0,5																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		62,8																																																																																	
13	Fecha a caixa	5				8,6	8,6	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>63,0</th></tr> <tr><td>1</td><td>63,3</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>2</td><td>62,7</td><td>-0,3</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>-30,2</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>63,3</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>1,1</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>121,3</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	63,0	1	63,3	0,3	2	62,7	-0,3	3			4			Maq.	32,8	-30,2	"Gargalo"			Oper./Maq.		63,3	Min/Peça		1	ZV %		1,1	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		121,3	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>42,0</th></tr> <tr><td>1</td><td>42,1</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>2</td><td>42,0</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>41,9</td><td>-0,1</td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>-0,2</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>42,1</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>0,7</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>80,6</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	42,0	1	42,1	0,1	2	42,0	0	3	41,9	-0,1	4			Maq.	32,8	-0,2	"Gargalo"			Oper./Maq.		42,1	Min/Peça		1	ZV %		0,7	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		80,6		
Oper.	Tempo	63,0																																																																																	
1	63,3	0,3																																																																																	
2	62,7	-0,3																																																																																	
3																																																																																			
4																																																																																			
Maq.	32,8	-30,2																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		63,3																																																																																	
Min/Peça		1																																																																																	
ZV %		1,1																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		121,3																																																																																	
Oper.	Tempo	42,0																																																																																	
1	42,1	0,1																																																																																	
2	42,0	0																																																																																	
3	41,9	-0,1																																																																																	
4																																																																																			
Maq.	32,8	-0,2																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		42,1																																																																																	
Min/Peça		1																																																																																	
ZV %		0,7																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		80,6																																																																																	
14	Coloca caixa na Palete-Cartão	5				1,8	1,8	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>63,0</th></tr> <tr><td>1</td><td>63,3</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>2</td><td>62,7</td><td>-0,3</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>-30,2</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>63,3</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>1,1</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>121,3</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	63,0	1	63,3	0,3	2	62,7	-0,3	3			4			Maq.	32,8	-30,2	"Gargalo"			Oper./Maq.		63,3	Min/Peça		1	ZV %		1,1	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		121,3	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>31,5</th></tr> <tr><td>1</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>31,6</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>3</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>4</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>1,3</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>32,8</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>Maq.</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>0,5</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>62,8</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	31,5	1	31,5	0	2	31,6	0,1	3	31,5	0	4	31,5	0	Maq.	32,8	1,3	"Gargalo"			Oper./Maq.		32,8	Min/Peça		Maq.	ZV %		0,5	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		62,8		
Oper.	Tempo	63,0																																																																																	
1	63,3	0,3																																																																																	
2	62,7	-0,3																																																																																	
3																																																																																			
4																																																																																			
Maq.	32,8	-30,2																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		63,3																																																																																	
Min/Peça		1																																																																																	
ZV %		1,1																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		121,3																																																																																	
Oper.	Tempo	31,5																																																																																	
1	31,5	0																																																																																	
2	31,6	0,1																																																																																	
3	31,5	0																																																																																	
4	31,5	0																																																																																	
Maq.	32,8	1,3																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		32,8																																																																																	
Min/Peça		Maq.																																																																																	
ZV %		0,5																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		62,8																																																																																	
15	Arrumar caixas vazias de corpos	1				2,3	2,3	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>63,0</th></tr> <tr><td>1</td><td>63,3</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>2</td><td>62,7</td><td>-0,3</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>-30,2</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>63,3</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>1,1</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>121,3</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	63,0	1	63,3	0,3	2	62,7	-0,3	3			4			Maq.	32,8	-30,2	"Gargalo"			Oper./Maq.		63,3	Min/Peça		1	ZV %		1,1	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		121,3	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>42,0</th></tr> <tr><td>1</td><td>42,1</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>2</td><td>42,0</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>41,9</td><td>-0,1</td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>-0,2</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>42,1</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>0,7</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>80,6</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	42,0	1	42,1	0,1	2	42,0	0	3	41,9	-0,1	4			Maq.	32,8	-0,2	"Gargalo"			Oper./Maq.		42,1	Min/Peça		1	ZV %		0,7	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		80,6		
Oper.	Tempo	63,0																																																																																	
1	63,3	0,3																																																																																	
2	62,7	-0,3																																																																																	
3																																																																																			
4																																																																																			
Maq.	32,8	-30,2																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		63,3																																																																																	
Min/Peça		1																																																																																	
ZV %		1,1																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		121,3																																																																																	
Oper.	Tempo	42,0																																																																																	
1	42,1	0,1																																																																																	
2	42,0	0																																																																																	
3	41,9	-0,1																																																																																	
4																																																																																			
Maq.	32,8	-0,2																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		42,1																																																																																	
Min/Peça		1																																																																																	
ZV %		0,7																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		80,6																																																																																	
16								<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>63,0</th></tr> <tr><td>1</td><td>63,3</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>2</td><td>62,7</td><td>-0,3</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>-30,2</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>63,3</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>1,1</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>121,3</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	63,0	1	63,3	0,3	2	62,7	-0,3	3			4			Maq.	32,8	-30,2	"Gargalo"			Oper./Maq.		63,3	Min/Peça		1	ZV %		1,1	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		121,3	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>31,5</th></tr> <tr><td>1</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>31,6</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>3</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>4</td><td>31,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>1,3</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>32,8</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>Maq.</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>0,5</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>62,8</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	31,5	1	31,5	0	2	31,6	0,1	3	31,5	0	4	31,5	0	Maq.	32,8	1,3	"Gargalo"			Oper./Maq.		32,8	Min/Peça		Maq.	ZV %		0,5	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		62,8		
Oper.	Tempo	63,0																																																																																	
1	63,3	0,3																																																																																	
2	62,7	-0,3																																																																																	
3																																																																																			
4																																																																																			
Maq.	32,8	-30,2																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		63,3																																																																																	
Min/Peça		1																																																																																	
ZV %		1,1																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		121,3																																																																																	
Oper.	Tempo	31,5																																																																																	
1	31,5	0																																																																																	
2	31,6	0,1																																																																																	
3	31,5	0																																																																																	
4	31,5	0																																																																																	
Maq.	32,8	1,3																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		32,8																																																																																	
Min/Peça		Maq.																																																																																	
ZV %		0,5																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		62,8																																																																																	
17								<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>63,0</th></tr> <tr><td>1</td><td>63,3</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>2</td><td>62,7</td><td>-0,3</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>-30,2</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>63,3</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>1,1</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>121,3</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	63,0	1	63,3	0,3	2	62,7	-0,3	3			4			Maq.	32,8	-30,2	"Gargalo"			Oper./Maq.		63,3	Min/Peça		1	ZV %		1,1	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		121,3	<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>42,0</th></tr> <tr><td>1</td><td>42,1</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>2</td><td>42,0</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>41,9</td><td>-0,1</td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>-0,2</td></tr> <tr><td colspan="3">"Gargalo"</td></tr> <tr><td>Oper./Maq.</td><td></td><td>42,1</td></tr> <tr><td>Min/Peça</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>ZV %</td><td></td><td>0,7</td></tr> <tr><td>Min/100peças</td><td></td><td>15,0%</td></tr> <tr><td>Peças/turno</td><td></td><td>80,6</td></tr> </table>	Oper.	Tempo	42,0	1	42,1	0,1	2	42,0	0	3	41,9	-0,1	4			Maq.	32,8	-0,2	"Gargalo"			Oper./Maq.		42,1	Min/Peça		1	ZV %		0,7	Min/100peças		15,0%	Peças/turno		80,6		
Oper.	Tempo	63,0																																																																																	
1	63,3	0,3																																																																																	
2	62,7	-0,3																																																																																	
3																																																																																			
4																																																																																			
Maq.	32,8	-30,2																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		63,3																																																																																	
Min/Peça		1																																																																																	
ZV %		1,1																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		121,3																																																																																	
Oper.	Tempo	42,0																																																																																	
1	42,1	0,1																																																																																	
2	42,0	0																																																																																	
3	41,9	-0,1																																																																																	
4																																																																																			
Maq.	32,8	-0,2																																																																																	
"Gargalo"																																																																																			
Oper./Maq.		42,1																																																																																	
Min/Peça		1																																																																																	
ZV %		0,7																																																																																	
Min/100peças		15,0%																																																																																	
Peças/turno		80,6																																																																																	
18								<table border="1"> <tr><th>Oper.</th><th>Tempo</th><th>63,0</th></tr> <tr><td>1</td><td>63,3</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>2</td><td>62,7</td><td>-0,3</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Maq.</td><td>32,8</td><td>-30,2</td></tr> <tr></tr></table>	Oper.	Tempo	63,0	1	63,3	0,3	2	62,7	-0,3	3			4			Maq.	32,8	-30,2																																																									
Oper.	Tempo	63,0																																																																																	
1	63,3	0,3																																																																																	
2	62,7	-0,3																																																																																	
3																																																																																			
4																																																																																			
Maq.	32,8	-30,2																																																																																	