

Melhoria da Produtividade da Secção de Portas de uma Fábrica de Elevadores

João Pedro Patrício Madaleno Cruz

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Eduardo Gil da Costa



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2020-01-26

Sucesso é conseguir aquilo que queremos, felicidade é querer aquilo que conseguimos.

Dale Carnegie

Resumo

O projeto abordado neste documento realizou-se na linha de montagem de portas de elevadores, na Schmitt+Sohn Elevadores. Esta linha é o único local da empresa, de entre os vários países em que se encontra, em que se fabricam portas. O projeto foi desenvolvido com o objetivo de melhorar a produtividade da linha de forma a tornar possível o objetivo de produção que a empresa definiu.

O fundamento do projeto assenta no *Lean Management*. Numa primeira fase do documento são abordados os pilares que suportam toda a filosofia *Lean* e expostas metodologias que foram aplicadas.

O projeto foi estruturado segundo cinco grandes fases. As três primeiras, *Define*, *Measure* e *Analyze*, foram realizadas numa fase inicial. As oportunidades de melhoria foram identificadas, quantificadas e foi levada a cabo uma análise aos procedimentos de diversos postos de trabalho e a questões que impediam um melhor funcionamento da linha de montagem de portas.

Após identificadas e analisadas as oportunidades de melhoria, procedeu-se à quarta fase do projeto, *Improve*. Múltiplas melhorias foram introduzidas, como forma de combater irregularidades de diferentes naturezas. Fluxos de materiais foram melhorados, procedimentos efetuados em postos de trabalho foram modificados, atribuíram-se tarefas realizadas em determinados postos a outras bancas de trabalho e alteraram-se *layouts* para garantir maior funcionalidade das diversas áreas pertencentes à linha.

A última fase, *Control*, consistiu em garantir a manutenção das metodologias implementadas e em desenvolver ferramentas de controlo. Um *standard* de arrumação de máquinas e ferramentas foi redigido para os postos de trabalho da linha de montagem e foi elaborado um *dashboard* para acompanhar mais de perto os trabalhos desenvolvidos durante o turno da noite.

Os resultados do projeto foram muito positivos e foram melhorados múltiplos aspetos na linha de montagem de portas, utilizando técnicas variadas. O projeto, apesar da sua curta duração, permitiu perceber o impacto positivo que as técnicas *Lean* podem proporcionar.

Improving the Productivity of the Door Section of a Lift Plant

Abstract

The project under discussion in the present document was developed at the *Schmitt+Sohn Elevadores*' elevator doors assembly line. This line is the only location company-wise, amongst the various countries in which it operates, where the referenced doors are fabricated. The project's development envisioned an increase in the productivity of the assembly line and therefore allowing the production goals, defined beforehand, to be reached.

The underlying foundation of the project lies on *Lean Management*. In an early section of the document, the pillars in which this *Lean* philosophy stands are presented, together with an exposition of the applied methodology.

The project was structured according to five distinct stages, the first three of which, *Define*, *Measure* e *Analyze*, were approached in an initial phase. Improvement opportunities were therefore identified and quantified, together with an analysis of several workstation procedures and existing issues preventing improved assembly line function.

After the roadmap definition, the fourth stage was initiated, *Improve*. Multiple changes were introduced as a way to mitigate irregularities of different natures. Material flux was improved, workstation procedures modified, tasks reassigned to different stations and layouts altered to ensure better functionality in the various assembly line sections.

The last stage, *Control*, consisted in implemented methodology maintenance and development of control tools. A machine and tools stowing standard was penned for the workstations and a dashboard created in order to follow more closely the work developed during the night shift.

The project results were satisfying, with multiple aspects of the assembly line improved through the use of several techniques, and, despite its short duration, the positive impact that *Lean* techniques can offer is clearly visible.

Agradecimentos

Ao Eládio, por toda a orientação, constante disponibilidade e por todo o conhecimento partilhado sobre os mais diversos temas, ao longo de todo o projeto. Ao Sr. Fernando Carvalho pelas conversas inspiradoras e por todos os ensinamentos, técnicos ou não, que vou levar para a vida. Obrigado a ambos por tornarem este projeto tão gratificante.

Ao André Berenguel e ao André Cardoso pela disponibilidade demonstrada. A todos os trabalhadores da linha de montagem de portas, pela receptividade e vontade de ajudar constante.

Ao Professor Eduardo Gil da Costa, pela disponibilidade e apoio ao longo do projeto.

Ao meu avô, por ser uma fonte de inspiração. Ao Miguel, por todos os sorrisos que lhe devo.

Aos meus amigos, pelo suporte constante em qualquer situação. À Mariana, por me apoiar diariamente.

Ao Sr. Pascoal Pereira e ao Sr. Alexander Iken, pela possibilidade de realizar este projeto.

Índice de Conteúdos

1	Introdução.....	1
1.1	Enquadramento do Projeto e Motivação	1
1.2	Breve Descrição do Projeto.....	2
1.3	Objetivos do Projeto.....	2
1.4	Método Seguido no Projeto	3
1.5	Estrutura da Dissertação	4
2	Enquadramento Teórico.....	5
2.1	Filosofia <i>Kaizen</i> e <i>Lean Management</i>	5
2.1.1	TQM- <i>Total Quality Management</i>	7
2.1.2	JIT- <i>Just in Time</i>	7
2.1.3	Sistemas <i>Push</i> e <i>Pull</i>	7
2.1.4	<i>Gemba</i>	8
2.2	Ferramentas e Métodos <i>Lean</i>	8
2.2.1	PDCA.....	8
2.2.2	Gestão Visual	9
2.2.3	Metodologia 5S	10
2.2.4	Balanceamento	12
3	Definição da Situação Inicial.....	14
3.1	Descrição Geral.....	14
3.2	Secção de Portas.....	15
3.3	Análise de Postos de Trabalho	22
3.3.1	Célula de Travessões	23
3.3.2	Área de Embalagem	25
3.3.3	Célula de Acessórios.....	25
3.3.4	Célula de Painéis	28
4	Soluções Propostas.....	29
4.1	Tempos de Referência	29
4.2	<i>Checklist</i> de Material.....	29
4.3	Área de Embalagem	31
4.4	Célula de Painéis	34
4.5	Célula de Acessórios	35
4.5.1	Melhoria de Procedimento nos Postos de Kits de Fixações e de Equipamento de Caixa	36
4.5.2	Postos de Trabalho da Célula de Acessórios	38
4.5.3	Procedimentos Realizados na Célula de Acessórios	39
4.5.4	Atribuição de Tarefas	40
4.5.5	Definição de Novo <i>Layout</i>	43
4.6	<i>Standard</i> de Ferramentas.....	45
4.7	Análise do Turno da Noite	45
4.8	Quantificação das Melhorias	47
5	Conclusões e Perspetivas de Trabalho Futuro.....	49
	Referências	52
	ANEXO A: Análise de processos	54
	ANEXO B: Instrução de Trabalho- colocação de Kits de fixações na paleta de <i>out</i>	67
	ANEXO C: Instrução de Trabalho para programação da balança de contagem de componentes	69
	ANEXO D: Tabela de referências relativa aos componentes a ser pesados na balança	72
	ANEXO E: Instruções de Trabalho para novo procedimento dos postos de kits de fixações e de equipamento de caixa	73

ANEXO F:	Lista de peças a atribuir à célula de acessórios	80
ANEXO G:	Exemplos de documentos de <i>standard</i> de ferramentas e máquinas	81
ANEXO H:	Exemplo de folhas de registo preenchidas no turno da noite.....	90

Siglas

DIS+- *Daily Improvement S+*

DMAIC- *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*

ERP- *Enterprise Resource Planning*

IT- *Instrução de Trabalho*

JIT- *Just in Time*

KPI- *Key Performance Indicator*

MRP- *Material Resource Planning*

MTM- *Methods Time Measurement*

PDCA- *Plan, Do, Check, Act*

PEP- *Departamento de Planeamento e Programação*

S+- *Schmitt+Sohn Elevadores*

SDCA- *Standardize, Do, Check, Act*

SK- *Componentes pertencentes a portas de cabine*

SS- *Componentes pertencentes a portas de patamar*

TPS- *Toyota Production System*

TQM- *Total Quality Management*

Índice de Figuras

Figura 1- Cronograma do projeto	3
Figura 2- Os três tipos de desperdício (Fonte: (Míkva <i>et al.</i> 2016))	6
Figura 3- Exemplos de remoção de desperdícios (Fonte: (Abdulmouti 2015))	6
Figura 4- Fluxos de material e informação num sistema <i>push</i> (Fonte: (Bonney <i>et al.</i> 1999))...	7
Figura 5- Fluxos de material e informação num sistema <i>pull</i> (Fonte: (Bonney <i>et al.</i> 1999))	8
Figura 6- A importância e o papel da padronização nos ciclos de melhoria PDCA. Diferentes hierarquias e respetivos níveis de atuação (Fonte: (Al Smadi 2009, Imai 2012))	9
Figura 7- Estrutura de um <i>Process Mapping</i> (Fonte: (Schmitt 2019))	10
Figura 8- As cinco etapas da metodologia 5S (Fonte: (Schmitt 2019))	11
Figura 9- Exemplo de normalização da arrumação de ferramentas (Fonte: (Schmitt 2019)) ..	11
Figura 10- Exemplo de gráfico <i>Yamazumi</i>	12
Figura 11- Modelo de produção <i>Lean</i> (Fonte: (Deshmukh <i>et al.</i> 2017))	13
Figura 12- Unidade fabril da Schmitt+Sohn Elevadores. (Fonte: (Schmitt 2019))	14
Figura 13- Estrutura da linha de montagem de portas (Fonte: (Schmitt 2019))	16
Figura 14- Carros com material e exemplo de folha de fluxo	16
Figura 15- Embalagem de obras. Nas imagens superiores uma obra <i>standard</i> , nas inferiores uma obra especial	18
Figura 16- Fluxo de materiais na linha de montagem de portas (Adaptado de (Schmitt 2019))	19
Figura 17- Caixas no tapete de rolos	19
Figura 18- Quadro sequenciador e ecrã digital	20
Figura 19- Exemplo de quadro DIS+	21
Figura 20- Exemplo de uma Instrução de Trabalho e sua estrutura	22
Figura 21- <i>Template</i> utilizado para análise de procedimentos (Fonte: (Schmitt 2019))	23
Figura 22- Gráfico de balanceamento da linha de montagem de portas	23
Figura 23- Gráfico de comparação do tempo demorado a montar os vários tipos de travessões, segundo processo em prática e após sugestões de melhoria dadas, com o <i>takt time</i>	24
Figura 24- Esquema ilustrativo do caminho percorrido pelo operador com o <i>staker</i> e o caminho que seria mais fácil (Adaptado de (Schmitt 2019))	26
Figura 25- Processo de preparação de kits de fixações	27
Figura 26- Exemplo da <i>checklist</i> preenchida pela secção de planeamento e programação	30
Figura 27- Modo de colocação de caixas de kits de fixações na paleta	31
Figura 28- Constrangimentos na área de embalagem	32
Figura 29- Primeira mudança da área de embalagem	33
Figura 30- Local onde foi colocado cartão para tampas de caixas e divisórias. Problema de <i>stock</i> de tampas originado numa primeira fase e sua respetiva resolução	33
Figura 31- <i>Layout</i> final da área da embalagem, com definição de zona para paleta de kits de fixações e desimpedimento para embalagem de obras especiais no chão	34

Figura 32- Esquema da linha de montagem de portas com a área de embalagem definida	34
Figura 33- Etiqueta utilizada para identificar as caixas.....	42
Figura 34- <i>Layout</i> da célula de acessórios antes da modificação	43
Figura 35- Novo <i>Layout</i> escolhido para célula de acessórios	44
Figura 36- Representação das horas de trabalho dos operadores do turno da noite	46
Figura 37- Representação das horas de trabalho diárias de cada operador individualmente ...	46
Figura 38- Histogramas relativos às horas de trabalho de cada operador	46
Figura 39- Novo gráfico de balanceamento da linha de montagem de portas.....	47

Índice de Tabelas

Tabela 1- Tempo de referência de montagem de um painel e tempo diário necessário para cumprir objetivo de produção.....	35
Tabela 2- Análise do impacto da mudança de procedimento nas bancas de kits de fixações e de kits de equipamento de caixa.....	37
Tabela 3- Ganho de tempo por posto de trabalho e ganho total.....	37
Tabela 4- Carga de trabalho associada às tarefas <i>core</i> dos postos da célula de acessórios.....	40
Tabela 5- Parte da lista de peças a atribuir à célula de acessórios.....	41
Tabela 6- Folga por dia antes e após atribuição de tarefas.....	42
Tabela 7- Impacto da atribuição de tarefas à célula de acessórios nos postos <i>bottleneck</i>	42
Tabela 8- Balanço entre antes e após o projeto	48

1 Introdução

O projeto de Melhoria da Produtividade da Secção de Portas descrito no presente relatório foi desenvolvido na empresa Schmitt+Sohn, no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, ramo de Gestão da Produção, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

1.1 Enquadramento do Projeto e Motivação

A Schmitt+Sohn é uma organização multinacional fundada em 1861 e tem a sua sede em Nuremberga. É uma empresa de sexta geração sob liderança da família Schmitt, que procurou desde sempre assumir um compromisso de qualidade perante o cliente. A firma não possui passivo bancário, o que promove relações de confiança com os fornecedores e representa um fator atrativo para os clientes. A Schmitt+Sohn está presente na Alemanha, Áustria, Portugal, República Checa e Suíça, apenas existindo unidades fabris em Portugal e na Alemanha. Em todos os países mencionados estão presentes delegações que instalam equipamentos e realizam serviços de manutenção (Schmitt 2019).

A Schmitt+Sohn Elevadores é uma empresa portuguesa que faz parte da multinacional Schmitt+Sohn e foi fundada em 1955. É a única empresa em Portugal que concebe, fabrica, monta, mantém e exporta elevadores completos. A organização tem delegações no Porto, Lisboa, Coimbra, Braga, Castelo Branco e Faro, possuindo ainda centros de atendimento em Vila Real, Leiria e Moura. Conta com 380 colaboradores e possui uma frota com 200 viaturas. O seu volume de negócios é de 40 milhões de euros e provém da produção de ascensores, montagem, serviços de manutenção e modernizações. Além de elevadores, também monta e faz acompanhamento após venda de escadas, tapetes rolantes, *home-lifts*, plataformas para transporte de cargas e rampas niveladoras de cais. Neste acompanhamento incluem-se substituições de peças, reparações e modernizações. O serviço de manutenção não é realizado apenas dentro da própria firma, sendo realizado também em equipamentos de outras empresas, de acordo com contratos realizados com as mesmas. As delegações espalhadas pelo país providenciam os serviços referenciados nas regiões onde estão inseridas. Os centros de atendimento funcionam 24 horas por dia, todos os dias do ano, e realizam diagnóstico e assistência no caso de avarias ou outro tipo de ocorrências (Schmitt 2019).

A empresa possui ainda um ramo ligado à investigação e desenvolvimento, com um gabinete que trabalha diariamente no desenvolvimento dos produtos atuais e conceção de novas versões com características melhoradas.

A sede da Schmitt+Sohn Elevadores está localizada em Leça do Balio, onde também está situada a unidade de produção portuguesa. Nesta fábrica realiza-se todo o processo produtivo de um elevador, da transformação mecânica da chapa base à montagem mecânica. A produção não é limitada a um único modelo. Existe um modelo *standard*, mas a produção é suficientemente flexível para atender pedidos com características especiais.

O projeto de melhoria abordado neste relatório inseriu-se na secção de portas da unidade fabril da Schmitt+Sohn Elevadores. Esta secção é o único local da firma que leva a cabo montagem

de portas de elevador, o que traz uma importância acrescida a esta área, uma vez que aqui se responde à necessidade de portas de toda a organização. Na próxima secção realiza-se uma introdução à linha de montagem de portas.

1.2 Breve Descrição do Projeto

A linha de montagem de portas tem 22 operadores que levam a cabo as tarefas diárias. A equipa tem um *team leader*, que orienta os colaboradores quando necessário e ajuda a responder a irregularidades que ocorram na produção, derivadas de, por exemplo, não conformidades ou faltas de material. O *team leader* responde ao chefe de secção, encarregado de garantir o bom funcionamento da equipa e da secção de montagem mecânica (portas e equipamento de caixa) com vista ao cumprimento dos objetivos a que a empresa se propõe. Todos os chefes de secção da fábrica respondem a um encarregado geral que é responsável por coordenar toda a unidade produtiva e responde à administração da empresa.

Na altura de início do projeto, a linha de portas encontrava-se em fase de recuperação de um atraso de mais de uma semana originado por uma avaria numa das máquinas da secção de Transformação Mecânica, que esteve parada durante vários dias. Acresce o novo objetivo de 310 portas semanais, face a uma média atual que ronda as 250 portas, que a empresa pretende atingir dentro do próximo ano. A procura tem crescido e a exigência é alta. Desta forma, a empresa tem valorizado ações de melhoria, tendo já desenvolvido e implementado programas em conjunto com o Kaizen Institute. Além destes programas, a empresa tem levado a cabo diversas iniciativas próprias no âmbito da melhoria contínua, que se consideram essenciais para o cumprimento de objetivos cada vez mais ambiciosos.

O projeto descrito neste documento vem no seguimento das ações de melhoria contínua que se sucedem na Schmitt+Sohn Elevadores. Para o realizar foi formada uma equipa com o responsável pelo departamento de engenharia de processo como principal orientador do projeto. O encarregado geral da produção também integrou o grupo de trabalho, dando apoio e ajudando a efetivar múltiplas iniciativas. O chefe da secção de planeamento e programação deu contributos importantes e tornou possível a realização de várias ações de melhoria. O projeto esteve inserido na linha de portas, pelo que o chefe desta secção, assim como o *team leader*, estiveram presentes e deram o seu contributo em parte das ações tomadas. A equipa comunicou constantemente com os departamentos de logística e da qualidade para o desenvolvimento do projeto ser sustentado e facilitar a implementação das medidas que foram sendo tomadas. Por fim, importa mencionar toda a disponibilidade, sugestões transmitidas e receptividade à mudança mostrada pelos operadores da linha de montagem de portas.

1.3 Objetivos do Projeto

O objetivo definido para o projeto consistiu em aumentar a produtividade da linha de montagem de portas. Para atingir esta meta, atuou-se reduzindo desperdícios ao longo da linha. Um conjunto de medidas, que podem ser vistas como objetivos intermédios, foram definidas:

- Melhorar processos que representem *bottlenecks* na linha. Se não for possível melhorar o processo, atuar retirando carga de trabalho para zonas a montante da cadeia;
- Melhorar a forma como o material chega à zona de *in* das células;
- Tornar áreas mais funcionais, alterando *layouts*;
- Desenvolver ferramentas de controlo com vista a garantir que mudanças implementadas antes continuam a ser cumpridas.

1.4 Método Seguido no Projeto

A equipa decidiu estruturar a abordagem do projeto, numa perspetiva macro, segundo o método DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve e Control*).

Na fase *Define*, estabeleceu-se como objetivo compreender o processo, conhecer as diversas células e as tarefas realizadas, perceber os objetivos da produção e efetuar um levantamento das principais oportunidades de melhoria. Após esse levantamento foi possível delinear o foco de atuação, que poderia ser uma célula só ou algo mais global, atuando em várias áreas da linha.

A etapa de *Measure* compreendeu sobretudo o levantamento de processos (filmagem e medição de tempos) e dos fluxos de materiais (materiais que chegam e saem de cada célula, de que forma, e em que quantidades).

A fase *Analyze* incluiu um estudo mais aprofundado de procedimentos realizados ao longo da linha de montagem, identificação de *bottlenecks* e análise dos fluxos de materiais. O estudo foi realizado no sentido de identificar oportunidades de melhoria e de perceber a melhor forma de atuar no sentido de aumentar a produtividade de linha de montagem.

Na etapa *Improve* realizaram-se ações de melhoria. Incluem-se nestas ações medidas que diretamente melhoram processos e/ou fluxos, mas também medidas que permitem controlar o trabalho que está a ser realizado e garantir que tudo funciona segundo os *standards* definidos. Estabeleceram-se prioridades, tendo em conta o impacto que as ações poderiam ter e a sua exequibilidade dentro dos prazos existentes.

Na etapa final, *Control*, o objetivo definido foi avaliar o impacto das ações realizadas na etapa de *Improve* e tentar quantificar os ganhos. Além disso, recolheu-se *feedback* e estabeleceu-se contacto com as partes envolvidas, no sentido de perceber se estava a ser dada continuidade às modificações inseridas e se estas eram bem aceites pelos colaboradores.

A Figura 1 mostra o diagrama de Gantt que foi seguido pela equipa, onde é possível observar as diferentes etapas do projeto e o período na qual ocorreram.

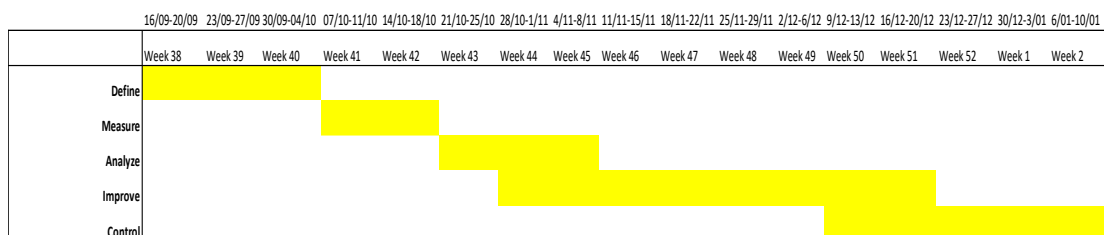


Figura 1- Cronograma do projeto

Ao longo do desenvolvimento do projeto realizaram-se reuniões semanais, no sentido de garantir o alinhamento da equipa quanto às ações a realizar e que tudo decorria consoante o planeamento delineado. Estas reuniões tiveram particular importância, pois permitiram dar rumo constante ao projeto. A sua estrutura das reuniões foi a seguinte:

1. Balanço da semana. Além de se fazer um resumo dos acontecimentos da semana, procurava-se também fixar o plano para a semana seguinte;
2. Sucessos;
3. Insucessos;
4. Lições aprendidas.

O estruturamento e exposição dos acontecimentos, aliados ao planeamento e à reflexão sobre o que correu bem e menos bem, proporcionaram momentos importantes de aprendizagem e foram essenciais para o sucesso do projeto.

1.5 Estrutura da Dissertação

Este documento está estruturado em cinco capítulos. Neste primeiro capítulo introduziu-se a Schmitt+Sohn Elevadores e particularizou-se a área de atuação do projeto, a linha de montagem de portas. Os objetivos do projeto foram definidos e o método de abordagem seguido foi apresentado.

No segundo capítulo é feita uma revisão teórica dos conceitos aplicados ao longo do projeto.

No terceiro capítulo é apresentada a fábrica da Schmitt+Sohn Elevadores. De seguida, é apresentada, detalhadamente, a situação inicial da linha de montagem de portas.

No quarto capítulo são relatadas as ações tomadas e as melhorias introduzidas ao longo do projeto.

No quinto capítulo são apresentadas as conclusões do projeto, é feito um balanço do que foi realizado e são apresentadas perspectivas de trabalho futuro.

2 Enquadramento Teórico

Neste capítulo é realizada uma revisão dos conceitos, metodologias e abordagens a problemas que foram utilizados ao longo deste projeto.

2.1 Filosofia *Kaizen* e *Lean Management*

Num mercado global cada vez mais exigente, o conceito de melhoria contínua é chave para manter a competitividade de qualquer empresa (Yang *et al.* 2016). A capacidade de uma organização se manter responsiva e flexível face às mudanças apenas é assegurada por uma atitude proativa de melhorar a cada dia (Hirzel e Leyer 2017). Esta filosofia é conhecida por *Kaizen*, palavra japonesa que significa mudar para melhor, sendo uma filosofia orientada para o processo como meio de atingir resultados, dando igual importância a estes dois fatores. O processo representa a ponte entre o ponto de situação atual e as metas definidas. As metas permitem estabelecer um rumo a tomar pela organização e personificam uma forma de avaliar se a melhoria do processo está a ter o efeito certo (Coimbra 2013).

O *Kaizen* é uma ferramenta que, há décadas, é utilizada pela Toyota Motor Corporation para se estabelecer como referência mundial de eficiência industrial (Audenino 2012). É um instrumento dentro de um âmbito mais global, colocado em uso na Toyota, por Taiichi Ohno, que é o *Lean Management*, ou *Lean Manufacturing*, também conhecido por *Toyota Production System* (TPS) (Deshmukh *et al.* 2017).

Na sua forma mais simples, pode afirmar-se que o *Lean Manufacturing* trata da remoção de desperdícios ou ações sem valor acrescentado dentro de uma empresa (Ortiz 2010). Esta ferramenta de gestão assenta em dois grandes pilares, que são “*continuous improvement*” e “*respect for people*”.

O primeiro pilar pode ser dividido em três fundamentos (Abdulmouti 2015):

- Desafio: os colaboradores são encorajados a pensar de forma diferente e ultrapassar barreiras. Este conceito é resumido na expressão “em vez de explicar porque não consegue, pense em como fazer” (Audenino 2012);
- *Kaizen*: como abordado anteriormente, sugere que constantemente se pense em como fazer melhor o que está a ser levado a cabo no presente;
- *Genchi Genbutsu*: ir à raiz dos problemas, à origem, para encontrar fatos que permitam tomar decisões corretas, unânimes e que permitam atingir objetivos de forma ágil (Abdulmouti 2015).

No segundo pilar devem ter-se em consideração dois aspetos:

- Respeito: respeitar todos, realizando um esforço contínuo para entender outros colaboradores, tomando responsabilidades e construindo uma comunicação o mais eficaz e sincera possível;
- Trabalho em Equipa: partilhar oportunidades de crescimento e incluir vários departamentos e níveis hierárquicos distintos na resolução de problemas. Esta cooperação cria condições para o crescimento individual dentro de um grupo organizado (Audenino 2012, Abdulmouti 2015).

Como foi referido, o *Lean Manufacturing* atua na remoção ou redução de desperdícios. Segundo o pensamento *Lean* existem três grandes tipos de perdas: *muda*, *muri* e *mura*. *Muda* significa desperdício e é descrito com maior detalhe de seguida. *Muri* significa sobrecarga, enquanto *mura* diz respeito a desbalanceamento, desequilíbrio e variabilidade (Míkva *et al.* 2016). Na Figura 2 ilustram-se os três tipos de desperdício.

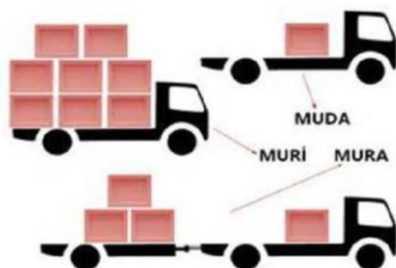


Figura 2- Os três tipos de desperdício (Fonte: (Míkva *et al.* 2016))

Dentro da categoria *muda*, existem sete desperdícios fundamentais, aos quais Liker (2004) acrescentou um oitavo:

1. **Sobreprodução:** produzir em excesso para o processo a jusante;
2. **Espera:** inclui espera de materiais para serem processados ou trabalhados;
3. **Transporte:** qualquer movimento de materiais não lhes adiciona valor;
4. **Sobreprocessamento** ou processamento incorreto: trabalhar acima da procura ou não ter um objetivo de produção claro. Falta de documentação e devida definição;
5. **Inventário:** material em *stock* representa um desperdício. Não lhe é adicionado valor, estando até sujeito a depreciações, perda de qualidade e acidentes. Pode ser consequência de um planeamento *push* ou de lotes de produção elevados que visam reduzir o número de *set-ups* (Xiong *et al.* 2019);
6. **Movimento:** qualquer movimento desnecessário (que não faça parte da ação que de facto acrescenta valor) realizado por operadores é desperdício. Pode dar-se como exemplo movimentos dentro da célula, para ir buscar material. Esta perda pode ter como origem falta de condições em termos ergonómicos ou até mesmo o próprio *layout* do local de trabalho;
7. **Reprocessamento:** o retrabalho acarreta custos monetários e tempo. Devem ser garantidas condições para fazer bem à primeira. Este desperdício pode advir de material defeituoso, processo com fraca capacidade ou até falta de manutenção de máquinas e/ou equipamentos (Xiong *et al.* 2019);
8. **Não aproveitamento do potencial humano.** As pessoas com mais conhecimento sobre uma determinada estação de trabalho são os operadores que lá trabalham. Não aproveitar esse conhecimento, não ter planos de desenvolvimento ou até de comunicação pode representar um desperdício notável.

Na Figura 3 ilustram-se dois exemplos de desperdícios e uma forma de os eliminar e desta forma tornar o processo mais produtivo. À esquerda um exemplo de uma forma de reduzir o fluxo a um local, evitando movimento por parte dos operadores e transporte de materiais de posto para posto. À direita é representada a eliminação de *mudas* de um processo.

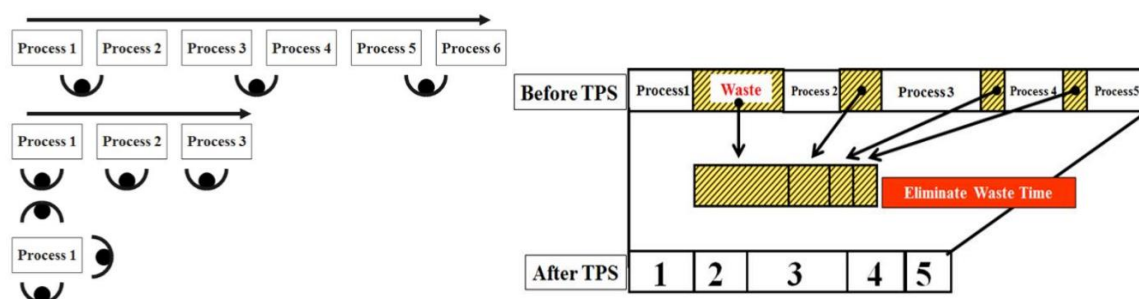


Figura 3- Exemplos de remoção de desperdícios (Fonte: (Abdulmouti 2015))

Definidos os pilares nos quais assenta o pensamento *Lean*, assim como os tipos de desperdícios a combater, resta definir os princípios base que serão utilizados para os eliminar ou reduzir.

2.1.1 TQM- *Total Quality Management*

O modelo *Total Quality Management* pode ser visto como um sistema de gestão em constante evolução que assenta em três pilares: princípios, métodos e ferramentas. O objetivo é melhor satisfazer as necessidades dos clientes, quer externos, quer internos, utilizando uma quantidade reduzida de recursos (Hellsten e Klefsjo 2000).

O modelo TQM enfatiza o foco no cliente e o envolvimento de todos os colaboradores. No caso de uma linha de produção, o cliente de um posto de trabalho é o posto seguinte. Desta forma, cabe ao operador garantir que o seu produto final está de acordo com as especificações e cumpre os requisitos. Cada pessoa é responsável por garantir a qualidade das operações da organização (Andersson *et al.* 2006).

2.1.2 JIT- *Just in Time*

A filosofia de *Just in Time* veio contrariar o paradigma da produção em massa e para *stock*. Inventário, movimento e transporte não eram encarados como desperdícios. Uma estrutura JIT dita que a produção deve ocorrer no momento certo, nem antes nem depois, na quantidade necessária. Isto proporciona inventários baixos (idealmente nulos), maior flexibilidade para responder às mudanças típicas da indústria e produtividade mais elevada (Goyal e Deshmukh 1992).

O conceito de produção *Lean* pode ser visto como “minimizar desperdícios ao longo da cadeia de abastecimento, enquanto se entrega o produto certo ao cliente, no local certo e no momento certo” (Reichhart e Holweg 2007).

2.1.3 Sistemas *Push* e *Pull*

Para ser possível praticar JIT, deve ser privilegiado um sistema *pull*, ao invés do tradicional *push*.

Um sistema *push* baseia a sua produção em dados da procura. Cada processo empurra o seu produto para o processo a jusante. O produto final é *Make to Stock*, resultado do planeamento efetuado por um MRP (*Material Requirements Planning*) que controla o inventário e estabelece as quantidades a produzir, baseado nas previsões efetuadas. Os sistemas *push* não limitam o material em curso ao longo da fábrica e pressupõem a existência de lotes de produção. Este tipo de sistema pressupõe fluxo de informação na mesma direção do fluxo de material (Bonney *et al.* 1999). A Figura 4 ilustra o fluxo de informação num sistema *push*.

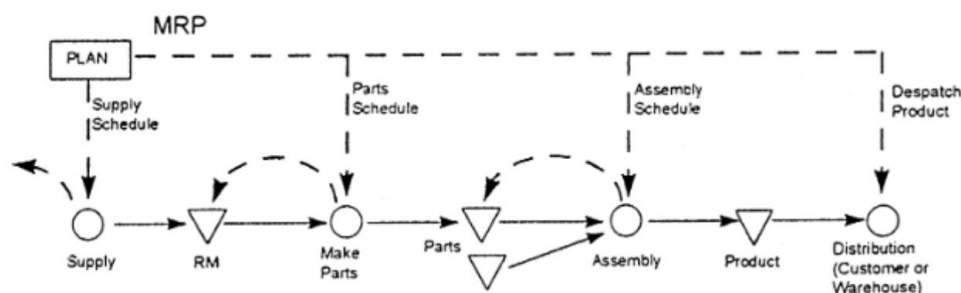


Figura 4- Fluxos de material e informação num sistema *push* (Fonte: (Bonney *et al.* 1999))

Um sistema *pull* implica uma ordem do cliente, produtos *Make to Order*, e a produção é levada a cabo consoante a necessidade do consumidor. Os processos a jusante puxam os processos a

montante. O fluxo de informação é inverso ao fluxo de materiais, como se mostra na Figura 5. Este princípio limita o material em curso na fábrica e garante *stocks* de menor dimensão (idealmente não existem *stocks*) (Parry e Turner 2006). O foco é promover a existência de um fluxo contínuo de produção ao invés de lotes de grandes dimensões (Andersson *et al.* 2006).

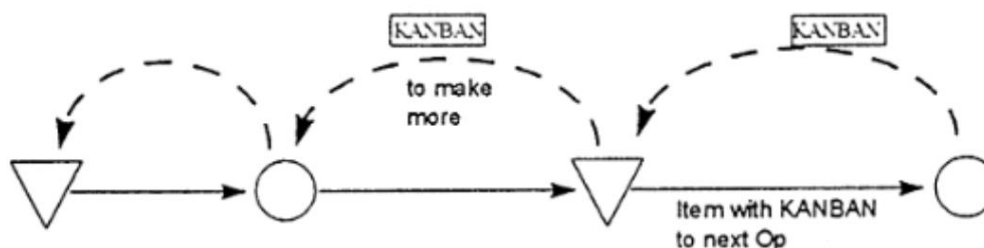


Figura 5- Fluxos de material e informação num sistema *pull* (Fonte: (Bonney *et al.* 1999))

Na ótica da Toyota, o *kanban* (sistema ilustrado na Figura 5) representa o sistema ideal para implementação de JIT, pois permite entregar ao cliente o que deseja, quando quer e nas quantidades por ele requeridas (Thun *et al.* 2010). *Kanban* é a palavra japonesa para cartão. Um posto só começará a produzir quando recebe um cartão que indica a necessidade existente a jusante.

Tipicamente, os sistemas encontrados na indústria são um híbrido de *push* e *pull*. O sistema da Toyota utiliza um sistema *push* para os veículos após venda, e um sistema *pull* durante a produção do veículo, uma vez que a produção de um carro é iniciada após ordem de um cliente (Bonney *et al.* 1999).

2.1.4 Gemba

O *Gemba*, expressão japonesa para “local real”, pode ser entendido como o local onde o valor é acrescentado. É o espaço onde se adquire experiência e conhecimento, onde o intrínseco ao produto se torna explícito. O TPS pressupõe uma envolvimento forte das chefias, de diversos níveis, no *Gemba*, com deslocações frequentes para a realização de *Gemba Walks* (Lockhart *et al.* 2015). Com estas iniciativas, as chefias estabelecem contacto direto com os problemas sentidos e envolvem-se no terreno na descoberta de desperdícios e oportunidades de melhoria. Um dos pilares do *Lean Manufacturing*, o de ir à origem dos problemas, é tido em conta, considerando que a realidade é, frequentemente, diferente do que é planeado e previamente definido. Coimbra (2013) defende que a melhor forma de aprender realmente a agir segundo os princípios *lean*, com um pensamento *kaizen*, é “mudar a forma de pensar, ir ao *Gemba* e depois mudar a forma de pensar de novo”, com a absorção de toda a informação presente segundo uma perspetiva diferente.

2.2 Ferramentas e Métodos *Lean*

Os princípios base descritos são postos em prática através da utilização de vários métodos e ferramentas disponíveis.

2.2.1 PDCA

O ciclo PDCA, também conhecido por ciclo de Deming, é uma metodologia usada com frequência e um modo de atuar segundo os padrões da melhoria contínua (Sobek e Smalley 2008). O ciclo PDCA compreende quatro fases:

1. Face a uma necessidade, reunir uma equipa para analisar problemas ou oportunidades e projetar soluções (Audenino 2012). A primeira fase, a fase *Plan*, é possivelmente a mais importante. A Toyota dá um ênfase elevado a esta fase, investindo tipicamente

mais tempo nela do que empresas ocidentais. Procura fazer bem à primeira e dirigir o foco para o processo e não unicamente para os resultados de curto prazo (Suárez-Barraza *et al.* 2011);

2. A fase *Do* consiste em aplicar o que foi planeado (Suárez-Barraza *et al.* 2011). A implementação deve ser testada e implementada junto dos operadores (Audenino 2012);
3. A fase *Check* é a fase de controlo da ação efetuada, verificando os resultados da mesma.
4. Por último, a fase *Act* compreende uma reação ao que foi feito. Pode consistir na adoção e uniformização do que foi feito, ou abandonar a mudança efetuada rumo a outra solução.

Dada a natureza de uma mudança, após cada ciclo de melhoria é usual existir um período de instabilidade. Este período leva a um segundo ciclo de atuação: SDCA (*Standardize-Do-Check-Act*). O objetivo deste ciclo é estabilizar o resultado do ciclo anterior, ao retirar defeitos ou evitar modos de falha. É um ciclo que é usado para manter o processo de trabalho, enquanto o PDCA é usado para o melhorar (Al Smadi 2009). A Figura 6 apresenta à esquerda um esquema que ilustra o ciclo PDCA e o ciclo SDCA, realçando o papel dos dois ciclos e a sua interação. À direita é representado o envolvimento de vários níveis hierárquicos nas diferentes atividades. Os trabalhadores e os supervisores devem ser parte importante no que toca a manter o que foi realizado e a implementar um *standard*. Estes níveis também devem ser incluídos nos ciclos de melhoria. Já os níveis de gestão, de topo ou a um nível menor, além do envolvimento na manutenção e melhoria dos processos implementados, são responsáveis pela mudança e inovação (Imai 2012).

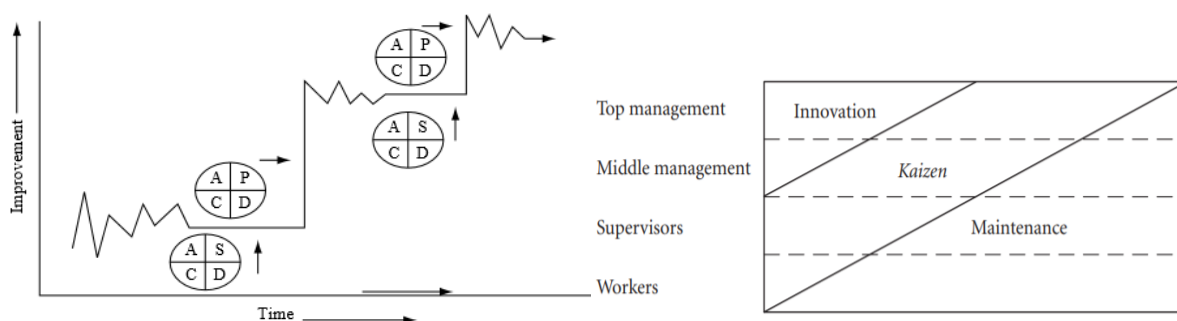


Figura 6- A importância e o papel da padronização nos ciclos de melhoria PDCA. Diferentes hierarquias e respetivos níveis de atuação (Fonte: (Al Smadi 2009, Imai 2012))

2.2.2 Gestão Visual

As irregularidades estão inevitavelmente presentes em qualquer indústria. Frequentemente apenas são detetadas quando o processo sai fora de controlo ou não é possível dar-lhe continuidade. Um problema que não é detetado em tempo real será de mais difícil resolução no futuro (Audenino 2012). O principal objetivo da Gestão Visual *Lean* é tornar os problemas visíveis e promover a partilha de informação (Yik e Chin 2019). A qualquer momento, cada pessoa envolvida deve ter a possibilidade de consultar de forma rápida e entender o estado do processo, de forma a detetar ocorrências em tempo real e não quando surgem numa fase posterior (Parry e Turner 2006).

Além de permitir aos colaboradores que se encontram no chão de fábrica detetar e resolver irregularidades mais rapidamente, a gestão visual pode ter um papel importante também para a gestão de topo. A informação tem de passar muitas camadas e níveis hierárquicos até chegar à gestão de topo. Uma gestão visual corretamente aplicada, permitirá a um responsável de topo

ver os problemas imediatamente numa deslocação ao *Gemba*, sendo possível dar instruções no local em tempo real (Imai 2012).

1. Andon

Os sistemas *andon* são uma das ferramentas utilizadas para implementar sistemas de gestão visual. Consistem num sistema básico de luzes que permite saber a qualquer momento se existe algum tipo de ocorrência ou se tudo decorre de forma normal. Vem de encontro a um dos conceitos *Lean*, que é traduzido pela palavra *Jidoka*, que tem como significado “automação com inteligência humana” (Audenino 2012). Cada operador tem autoridade e autonomia para parar a linha caso exista algum tipo de irregularidade (Alves e Arezes 2011).

2. Process Mapping

Os princípios de simplicidade e rápido entendimento aplicados no chão de fábrica são extensíveis a todos os departamentos e podem ser um recurso importante para aplicar uma melhor gestão. A melhor forma de expor dados passa por representá-los em gráficos, esquemas, símbolos, sistemas de cores, ao invés do uso intensivo de texto ou tabelas (Bilalis *et al.* 2002).

A existência de ferramentas que ilustrem a realidade constantemente ajuda a manter processos em controlo e promove a deteção rápida de problemas (Parry e Turner 2006). O *Process Mapping* permite a representação clara do fluxo de atividades/tarefas de um processo, ilustrando de forma simples os seus intervenientes e as interações entre os mesmos. A Figura 7 mostra um exemplo de um mapa de processo.

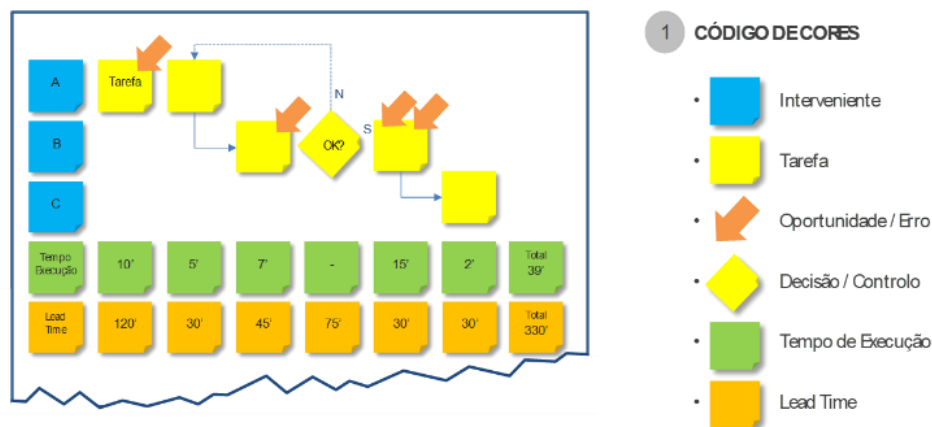


Figura 7- Estrutura de um *Process Mapping* (Fonte: (Schmitt 2019))

Importa explicar a diferença entre tempo de execução e *lead time*, conceitos presentes na Figura 7. Tempo de execução de uma tarefa é o tempo que esta demora a ser executada. *Lead Time* é o tempo decorrido entre o início de uma tarefa e o começo da tarefa seguinte.

Um melhor entendimento dos processos promoverá a melhoria contínua. Se os colaboradores tiverem uma melhor perceção das operações da organização como um todo, ser-lhes-á mais fácil introduzir sugestões que permitam melhorar processos (Ramdass 2015).

2.2.3 Metodologia 5S

O objetivo visado por um programa de 5S é a organização do espaço de trabalho, com vista à diminuição do tempo investido na procura de materiais ou ferramentas. Esta organização permite obter um processo mais estável, pois retira a variabilidade associada à desordem (Yik e Chin 2019).

Existem cinco passos a ser percorridos para implementação de um programa de 5S, como se mostra na Figura 8. Cada uma das etapas tem uma designação japonesa, que está na origem do nome “5S”.

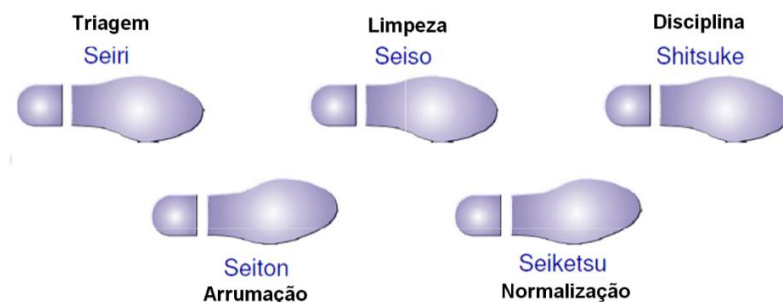


Figura 8- As cinco etapas da metodologia 5S (Fonte: (Schmitt 2019))

De seguida percorre-se cada uma das cinco etapas:

1. **Triagem/Organização:** implica uma correta classificação de produtos ou dados e definição da sua importância. Isto permitirá perceber o que deve ser guardado, e de que forma, e o que deve ser rejeitado (Ramdass 2015);
2. **Arrumação:** o conceito inerente a esta fase é “um local para cada coisa, cada coisa no seu local” (Schmitt 2019). O termo sistematizar é ilustrativo do que se propõe nesta fase. É inserido o princípio de que cada componente tem o seu local e deve ser arrumado lá sempre que não estiver a ser utilizado. Elementos mais importantes e de uso mais frequente devem ser mantidos em locais mais acessíveis (Yik e Chin 2019);
3. **Limpeza:** este passo visa garantir um local de trabalho limpo. Cada colaborador é responsável por, diariamente, remover o lixo, pó e elementos desnecessários, garantindo que a área de trabalho se encontra nas melhores condições para o dia seguinte. Este cuidado diário torna possível a deteção de problemas e a prevenção da sua reocorrência. Na limpeza devem ser incluídas ações como lubrificação e manutenção básica de ferramentas e máquinas. Limpar é também inspecionar e um ato de manutenção (Ramdass 2015);
4. **Normalização:** esta etapa visa criar normas que permitam manter etapas anteriores. A normalização permite criar uma base sustentável para as ações realizadas. Podem ser instalados mecanismos *poka-yoka* (à prova de falha) que garantam que tudo seja colocado no sítio indicado (Ramdass 2015). Na Figura 9 mostra-se um exemplo de normalização. Cada ferramenta apenas poderá ser colocada no local que lhe foi destinado. Delimitou-se também a área designada para o carro de ferramentas. O objetivo é que qualquer colaborador seja capaz de entender o que está a ser realizado. Em casos de absentismo e necessidade de substituir trabalhadores, uma boa normalização tornará mais fácil a inserção de novos elementos. A realização de inspeções internas aos postos de trabalho poderá ser uma ação a tomar pelas chefias, por forma a garantir que os três primeiros passos dos 5S estão a ser realizados numa base diária e lhes é dada a devida importância (Yik e Chin 2019);



Figura 9- Exemplo de normalização da arrumação de ferramentas (Fonte: (Schmitt 2019))

5. **Disciplina:** após a normalização, resta ter disciplina para manter o que foi feito. Uma firma que não dê o devido ênfase ao seguimento do que foi implementado, verá o processo começar de novo, desde o primeiro passo. Resta motivar os trabalhadores no sentido de conservar e dar continuidade aos bons hábitos inseridos. A fase de disciplina também inclui revisões ao que é praticado, pondo em prática a filosofia *Kaizen* de melhorar continuamente (Ramdass 2015).

As atividades de 5S são essenciais para facilitar a implementação de ferramentas como a Gestão Visual, abordada anteriormente, e devem estar incluídas em ciclos PDCA como forma de dar sustentabilidade ao que é implementado.

2.2.4 Balanceamento

O balanceamento de linhas é uma técnica que visa minimizar os desequilíbrios de carga entre postos de trabalho, com o objetivo que a linha alcance um determinado ritmo de produção (Lam *et al.* 2016). Esse ritmo pode ser estabelecido com base no *takt time*. Segundo Coimbra (2013), “o *takt time* é o parâmetro de *design* mais importante na conceção de uma linha”. Não é mais que o tempo em que tem de ser produzida uma unidade de forma a que a procura seja satisfeita (Millstein e Martinich 2014). É expresso em minutos (ou outra unidade de tempo) por unidade produzida. Com base na referência do *takt time* é possível identificar gargalos e ter uma noção precisa de qual deve ser o foco de atuação. Idealmente, uma linha de fluxo unitário deverá acabar a produção de cada unidade ao ritmo do *takt time* (Liker 2004).

O modo mais usual de representar a carga associada a cada estação de trabalho relativamente ao *takt time* é através de gráficos *Yamazumi*, como o que está representado na Figura 10. Como é possível observar, uma melhor redistribuição de carga entre as diferentes estações pode tornar possível o cumprimento do objetivo.

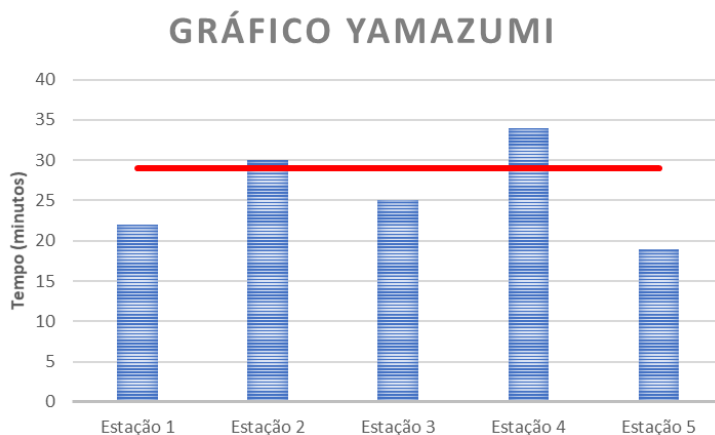


Figura 10- Exemplo de gráfico *Yamazumi*

Uma forma de avaliar o grau de balanceamento da linha é através da razão entre a soma dos tempos de todas as tarefas e o número de tarefas multiplicado pelo tempo da tarefa mais demorada (Lam *et al.* 2016). O resultado é um rácio de balanceamento que pode ser expresso em percentagem.

MTM- *Methods Time Measurement*

O MTM é um sistema temporal de movimentos predeterminados usado primariamente em ambientes industriais. O objetivo desta técnica é analisar os métodos adotados na execução de qualquer tarefa e estabelecer um tempo *standard* para o qual o operador deve completar as tarefas ou conjunto de operações (Roberto e Araújo 2017).

O processo de trabalho é detalhado segundo cinco tipos de movimentos básicos: alcançar, agarrar, mover, posicionar, soltar (Morlock *et al.* 2017). Uma boa análise de um processo utilizando o MTM permite (Bakhtiar *et al.* 2019):

- Criar processos transparentes;
- Obter dados reais para realizar o balanceamento de linhas de produção;
- Proporcionar melhor ergonomia, graças ao estudo científico dos movimentos;
- Estabelecer um método de trabalho melhorado;
- Prever necessidades de meios auxiliares de produção;
- Selecionar adequadamente máquinas e ferramentas.

A Figura 11 contém um resumo dos conceitos que foram introduzidos e caracteriza um modelo de gestão *Lean*.

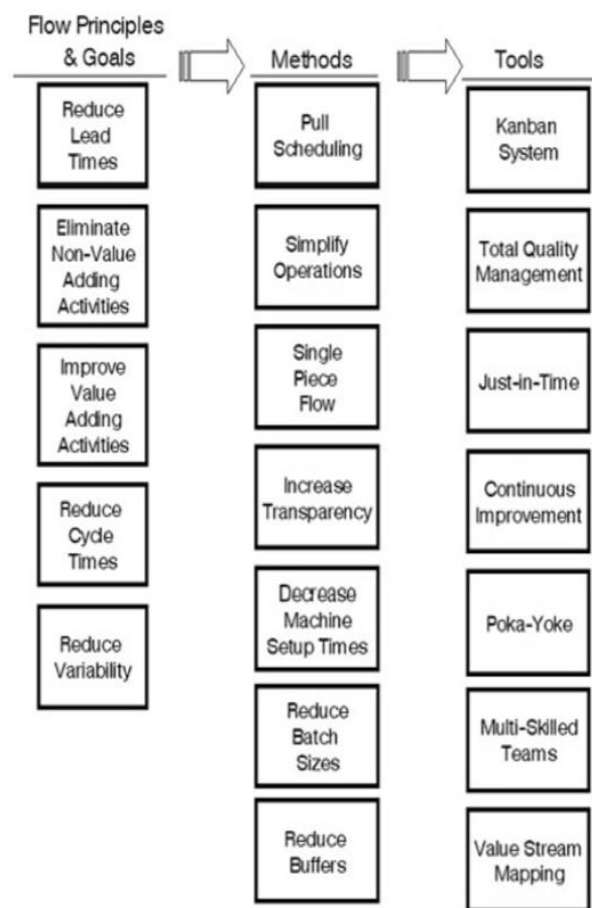


Figura 11- Modelo de produção *Lean* (Fonte: (Deshmukh *et al.* 2017))

A Toyota cresceu de ano para ano, durante os últimos 50 anos e não experiencia um resultado negativo nas suas receitas desde o início da década de 1950. Este tipo de performance foi alcançado num mercado caracterizado por altos e baixos cíclicos da economia (Sobek e Smalley 2008). O crescimento e a consistência apresentados são o espelho do impacto que uma adoção séria, ao nível de toda a empresa, da filosofia e métodos descritos durante este capítulo pode ter.

3 Definição da Situação Inicial

Neste capítulo é efetuada uma descrição detalhada da situação inicial da linha de montagem de portas. Numa primeira instância, a unidade na qual o projeto esteve inserido é apresentada, sendo o foco dirigido posteriormente para a secção de portas. As diferentes células que compõem esta área são enunciadas e são expostos diversos desafios e oportunidades de melhoria. O espectro de atuação não foi uma célula em particular, mas sim a área toda, pelo que são descritas as particularidades de cada uma das partes integrantes da linha de montagem de portas.

3.1 Descrição Geral

As instalações da empresa estão localizadas em dois edifícios muito próximos, designados Schmitt 1 e Schmitt 2. Na Schmitt 1 estão instaladas as secções técnicas, elétrica e mecânica, departamentos de desenvolvimento do produto e ensaios, assim como a secção de engenharia do processo, responsável por garantir uma melhoria contínua da cadeia produtiva da organização. Também neste edifício estão as áreas financeira, administrativa e de recursos humanos. Em frente à Schmitt 1 situa-se um armazém no qual está uma gama alargada de materiais, desde componentes para máquinas, a porta-paletes, a carros de deslocação de material e caixas para colocar componentes.

O projeto foi inserido no segundo dos dois edifícios, a Schmitt 2. Nestas instalações encontra-se a fábrica, em cuja nave, representada esquematicamente na Figura 12, funcionam sete secções:

1. P01- secção de Transformação Mecânica
2. P02- secção de Soldadura
3. P03- secção de Pintura
4. P04- secção de Assemblagem Mecânica
5. P05- secção de Logística
6. P06- secção de Planeamento e Programação
7. P07- secção de Manutenção Industrial

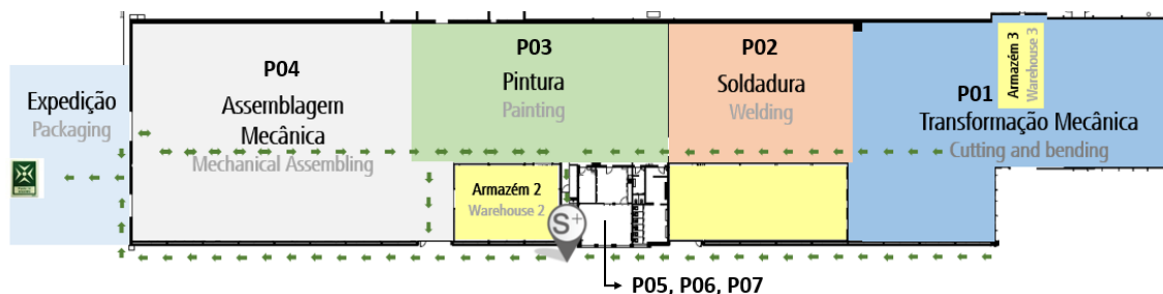


Figura 12- Unidade fabril da Schmitt+Sohn Elevadores. (Fonte: (Schmitt 2019))

A P01 tem duas áreas principais distintas. O primeiro espaço, que marca o início da área de fabrico e é dedicado ao corte de chapa, tem uma máquina *laser* e uma punctionadora. Existe um pequeno armazém de matéria prima, onde se guarda essencialmente chapa de aço *inox* que é trabalhada nas máquinas. Peças com espessuras superiores às que é possível transformar internamente, ou que tenham determinados pormenores que as tornem não viáveis para a organização, são obtidas via fornecedores externos. Depois de transformada, a matéria prima segue para uma segunda zona da secção inicial, dedicada a quinagem. Neste local existem três quinadoras, de dimensões e características diferentes. Cada uma é utilizada para processos

definidos, consoante o maior ou menor grau de complexidade e a dimensão da chapa. Esta área é fundamental no funcionamento de toda a cadeia produtiva, funcionando em três turnos.

Na P02, são soldados materiais vindos da secção a montante. Existem múltiplos compartimentos dedicados a soldadura manual que respondem à maioria das solicitações. Pode encontrar-se ainda um braço robótico que realiza operações em certos tipos de peças (utilizando a mesma técnica, MIG MAG) e uma máquina semi-automática de soldadura por pontos. Na maioria dos casos os materiais passam diretamente da P01 para a pintura ou para a montagem. O conjunto de materiais para os quais existe necessidade de soldar tem sido reduzido.

A secção de pintura, P03, é composta por um túnel onde se realiza pintura a pó. Os materiais vão passando dentro do túnel, pendurados num suporte. Os trabalhadores desta secção são responsáveis por inserir e retirar os materiais do suporte e colocá-los em carros, prontos a ser transportados para a célula a jusante. Existe uma zona definida para cargas e outra para descargas de material.

A cadeia produtiva termina na P04, Assemblagem Mecânica. Esta secção subdivide-se em duas superfícies: P04.1, dedicada à montagem mecânica, na qual se inserem a montagem de cabines e equipamento de caixa do elevador e a montagem de portas, que é a base de trabalho do projeto realizado. A área da P04.1 está organizada em dois grandes espaços, cada um dedicado a um dos processos referidos. Na P04.2 realiza-se a montagem da componente elétrica. Este setor está localizado na Schmitt 1. A secção P04 acomoda um maior número de processos, pelo tipo de trabalho que é desenvolvido, sendo a secção onde existem mais postos de trabalho e colaboradores a realizar tarefas.

O ERP (*Enterprise Resource Planning*) da empresa é o Microsoft Navision. Cada peça integrante de um elevador tem um código Navision associado. A secção de planeamento e programação (PEP) é responsável por, com o auxílio da informação libertada pelo programa, estabelecer a sucessão de materiais a ser produzidos internamente, assim como a sequência de obras a seguir. Também define como os materiais serão transformados ao programar as máquinas da secção de transformação mecânica, de forma a garantir um aproveitamento de chapa satisfatório, tendo em conta que existirá sempre material da chapa base que não poderá ser utilizado. Um estreito canal de comunicação com os departamentos técnicos e de desenvolvimento está estabelecido, porque pequenas mudanças em peças podem representar a possibilidade de aproveitar significativamente melhor a chapa base, o que se traduz em ganhos para a empresa.

Na fronteira com a secção de pintura e de assemblagem mecânica existe outro armazém, que abastece as bancas da secção P04.1 com acessórios e componentes que estejam envolvidos no seu procedimento. As bancas têm um sistema de duas caixas para cada componente, uma colocada à frente da outra. O operador consome sempre da caixa que está mais próxima e quando finda o consumo do seu conteúdo coloca-a atrás da segunda, num local bem visível da banca. A secção de logística interna é responsável por garantir o reabastecimento e assegurar que os trabalhadores não carecem de componentes para montagem.

O corredor principal da nave contém alguns *stocks* intermédios de componentes que saem da pintura ou vêm da secção de transformação mecânica, enquanto os mesmos não são absorvidos pela secção de assemblagem. Este material destina-se, sobretudo, à primeira célula da secção de portas, que se passará a abordar.

3.2 Secção de Portas

Em 2018 a Schmitt introduziu modificações importantes no produto, tendo o modelo de portas *standard* evoluído de S22 para S23. A produção portas S22 é agora considerada residual quando comparada ao volume de produção de portas do novo modelo. As transformações introduzidas

no produto tiveram, logicamente, implicações na linha de montagem, tendo esta sido reestruturada.

A linha é composta por quatro células funcionais e pela área de embalagem. Em cada célula recebe-se material vindo de secções a montante no bordo de linha e coloca-se o produto em carros, na zona de saída da célula. O produto final de cada célula é colocado em caixas que circulam num tapete de rolos situado em frente às zonas de *out*.

Aspetos com índole mais técnica não serão particularmente focados dado que a montagem de uma porta de elevador é um processo complexo que envolve um número de componentes considerável. A prioridade é conhecer a estrutura das células e da linha de montagem, que está representada na Figura 13. As dimensões das bancas, a área das células e as zonas de *in* e *out* encontram-se à escala. Para cada célula existem áreas de entrada e saída de material. A cada banca está atribuído um número de imobilizado, utilizado para identificação do posto de trabalho (por exemplo: IO3894).

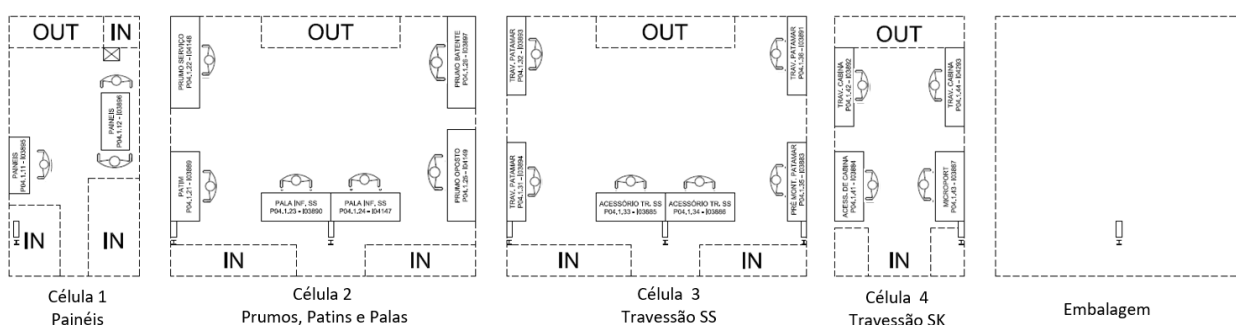


Figura 13- Estrutura da linha de montagem de portas (Fonte: (Schmitt 2019))

Na célula 1, realizam-se operações nos painéis das portas. Os trabalhos efetuados nos dois postos aqui existentes são a preparação de acessórios de painéis e a montagem propriamente dita. Uma das bancas concentra-se mais na operação de montagem e recebe, por vezes, acessórios preparados no outro posto. A operação nesta célula tem um tempo de ciclo reduzido, sendo necessário espaço para *stock* ao lado da célula, além do que se encontra nas zonas de *in*. Na Figura 14 é possível observar alguns carros com material, no corredor principal, na área junto à célula. Uma folha de fluxo, que serve de identificação a cada carro, é também mostrada. Nesta folha são identificadas as obras para as quais o material será utilizado, assim como a semana e o dia de produção que lhes estão afetos. O documento contém ainda um campo para identificação do grupo funcional para o qual o material será usado e é identificado o trajeto que realizou até chegar ao seu destino.



Figura 14- Carros com material e exemplo de folha de fluxo

A célula 2 tem seis postos de trabalho e dedica-se à montagem de prumos (oposto, batente e de serviço), palas e patins. Conteúdos técnicos de montagem e funcionalidade dos componentes serão de novo evitados, pela sua complexidade. Desta forma, aspetos pontuais serão explicados quando relevantes para o entendimento de ações tomadas.

A célula 3 é também composta por seis bancas funcionais e o produto principal desta célula são os travessões de patamar, designados por travessões SS. Dois dos postos de trabalho, os que estão localizados na área central da célula, dedicam-se à preparação de acessórios a ser usados nas bancas dedicadas aos travessões de patamar. Os trabalhadores destas bancas efetuam pequenas assemblagens e preparações, de forma a permitir aos colaboradores dos postos de trabalho dedicados à montagem de travessões SS realizar tarefas de montagem propriamente dita. Das quatro bancas restantes nesta célula, uma dedica-se a pré-montagem. Nestes postos de trabalho adiantam-se algumas tarefas e inserem-se alguns componentes no travessão, para que a montagem propriamente dita seja mais célere, menos complexa e exija um menor número “*set-ups mentais*”.

A célula 4, com quatro postos de trabalho, dedica-se à montagem de travessões de cabine, denominados travessões SK. Também nesta célula existem bancas cujo produto final é um *in* para as bancas dedicadas a montagem propriamente dita. Das quatro bancas, duas são dedicadas exclusivamente a montagem e recebem conjuntos pré-montados dos restantes dois postos de trabalho da célula.

A embalagem é um posto mais variável em termos de número de operadores (normalmente atuam dois, mas é frequente a chamada de um terceiro operador) e no início do projeto não existia um *layout* definido e documentado para esta zona. Na zona terminal do tapete de rolos existe uma plataforma elevatória. As caixas são colocadas em paletes, três por palete, e são de seguida adicionadas tábuas de proteção. O conjunto é plastificado e fica pronto para expedição. Os trabalhadores retiram plástico de um rolo encostado ao poste representado na área de embalagem na Figura 13, que usam para revestir as paletes. Do outro lado do poste, mais próximo da parede da fábrica, está um *stock* de paletes usadas para o embalamento e transporte de obras. Neste tipo de obras não existe grande necessidade de área de chão de fábrica. Há, no entanto, obras especiais que, por exigirem dimensões maiores que o *standard* e não ser possível o seu transporte nas caixas utilizadas, requerem embalamento especial. Neste caso, cada porta é embalada no chão de fábrica, na zona de embalagem, em palete, ao invés do praticado no caso mais frequente, em que as caixas são empilhadas diretamente no tapete de rolos. Nestas obras existe uma maior necessidade de área operacional e de tempo, pela complexidade acrescida relativamente ao processo mais corrente. Na Figura 15 são ilustrados ambos os métodos de embalagem descritos anteriormente.



Figura 15- Embalagem de obras. Nas imagens superiores uma obra *standard*, nas inferiores uma obra especial

Por último, importa mencionar uma célula que, embora não esteja inserida na área alocada à conceção de portas, faz componentes para portas e pode ser considerada uma zona com relevância crescente. Esta célula situa-se em frente à célula 2, estando as duas células apenas separadas pelo corredor principal. A célula tem quatro bancas, das quais apenas numa a *core* é um produto para a zona de portas, uma vez que o seu produto final é colocado na zona de embalagem de portas. Este produto é designado por fixações e é empregue em obra para garantir estabilidade e guiamento do elevador no seu percurso dentro do poço. O trabalhador do posto de trabalho em causa tem como *output* caixas com os componentes, que coloca numa europaleta, depois de identificar cada caixa com o número de obra correspondente. A paleta é depois transportada para a área de embalagem. Numa fase posterior abordar-se-á com mais detalhe o procedimento aqui mencionado. Nas restantes bancas da célula realizam-se tarefas inseridas no âmbito da linha produtiva do equipamento de caixa. No entanto, operadores destas bancas efetuam operações pontuais para a linha de portas, tais como o cravamento de pernos em certas peças. Essas tarefas são realizadas aqui porque existem nesta área duas máquinas de cravar. Para evitar que operadores da linha de montagem de portas sejam obrigados a fazer deslocações com material para efetuar operações como um único cravamento em cada peça, ocupa-se uma pequena parte do tempo dos operadores da célula em causa com tarefas que requeiram a utilização de uma máquina de cravar. Esta célula será designada daqui em diante por célula de acessórios e ser-lhe-á dada atenção mais pormenorizada numa fase posterior.

Não há células clientes de outra célula da linha de portas, ou seja, cada célula recebe material vindo de fora da linha de montagem e o produto final é gerado apenas com operações realizadas na sua área. Na Figura 16 apresenta-se uma imagem do fluxo de materiais presente na linha.

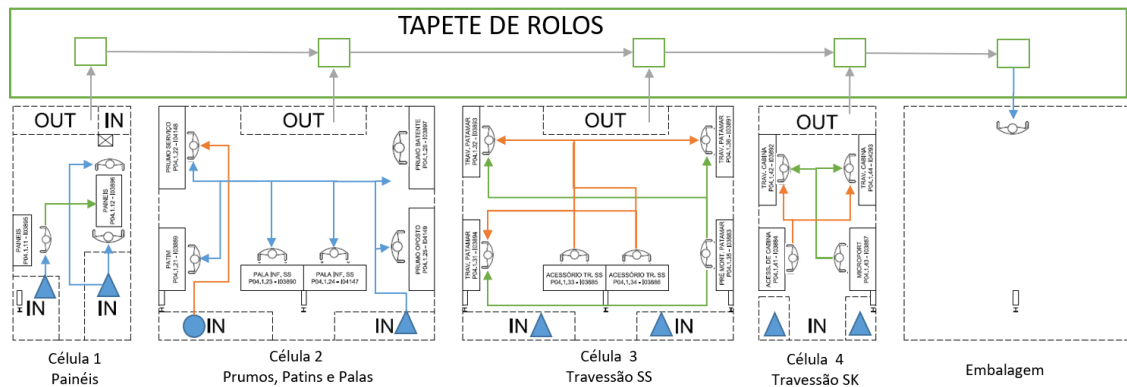


Figura 16- Fluxo de materiais na linha de montagem de portas (Adaptado de (Schmitt 2019))

Os triângulos desenhados na zona de *in* das células representam material vindo de secções a montante na cadeia produtiva. Com exceção da banca que faz a montagem do prumo de serviço, na célula 2, que também recebe componentes da célula de acessórios, os materiais que vão para a zona de entrada das células são provenientes da secção pintura (P03) e da secção de transformação mecânica (P01). Todos os trabalhadores recolhem material da zona de *in* da célula em que operam (na célula 3 e 4 não está representado para evitar que o esquema se torne menos perceptível). Os fluxos entre operadores da mesma célula estão representados, sendo possível verificar as dependências que existem na linha. O material que vai de um posto de trabalho para outro, dentro da mesma célula, é colocado em carros destinados para material em curso. Os trabalhadores que fazem a montagem dos produtos finais de cada célula colocam-nos em carros na zona de saída. Um dos colaboradores alocados ao posto de embalagem é responsável por inserir os produtos finais de cada célula nas caixas colocadas no tapete de rolos. As caixas vão-se deslocando até ao final do tapete, zona onde o embalamento é realizado. Na Figura 17 é possível observar as caixas colocadas ao longo do tapete de rolos.



Figura 17- Caixas no tapete de rolos

Em frente à linha de montagem de portas está um quadro sequenciador, no qual são escritas as obras a realizar em cada dia da semana. Nesse quadro os trabalhadores dão baixa de obras quando as finalizam e identificam a obra na qual estão a trabalhar de momento. Existe uma coluna para cada procedimento, de forma a, em qualquer momento, ser claro o ponto de situação para quem consulte o quadro. É possível ver os postos mais e menos em dia e assim, se necessário, tomar medidas para balancear a linha. No quadro é mostrado com uma etiqueta verde o objetivo do dia de cada posto de trabalho e cada trabalhador tem uma etiqueta que lhe

é afeta, de forma a lhe ser possível mostrar que obra realiza no momento. Cada operador preenche os espaços no quadro com a data do dia em que finaliza a obra. Também existem etiquetas azuis para assinalar faltas de material e usam-se *post-its* para destacar outro tipo de ocorrências ou exigências, como necessidade de luvas ou botas. Na parte superior do quadro estão os tempos de referência para os procedimentos efetuados em cada posto de trabalho.

Em cima do sequenciador está colocado um ecrã digital que, por obra, informa se já se encontra concluída ou não (fundo preto para obras concluídas, fundo colorido para obras a decorrer), assim como os dias de atraso (a vermelho) ou de avanço (a verde) que lhe estão associados. A primeira coluna da tabela transmitida pelo ecrã exibe o número de obra e cada uma das colunas seguintes é referente aos diferentes departamentos que são percorridos até ao envio para o cliente., desde o departamento de vendas, ao técnico, ao de planeamento e programação, até às secções do fabrico, da P01 à P04.2 e ao departamento responsável pela expedição.

Na Figura 18 mostra-se o quadro sequenciador e o ecrã digital.



Figura 18- Quadro sequenciador e ecrã digital

Ao lado do sequenciador está um quadro de linha, designado internamente por quadro DIS+. O DIS+ (*Daily Improvement S+*) é um programa que foi desenvolvido pela empresa com o objetivo de tornar as pessoas capazes de melhorar a sua área de trabalho diariamente, de uma forma autónoma. Este programa é dividido em quatro grandes níveis, a ser percorridos de forma sequencial:

- Organização da Equipa- criar reuniões de equipa normalizadas de forma a tornar os problemas do dia a dia evidentes;
- Organização dos Espaços- melhorar organização das áreas de trabalho, tendo como objetivo melhorar a produtividade e a motivação dos trabalhadores nas suas atividades diárias;
- Normalização do Trabalho- conceber ferramentas de normalização para reduzir variabilidade nos processos, aumentando qualidade e autonomia;
- Melhoria dos Processos- dotar as equipas de ferramentas para resolução autónoma estruturada de problemas.

O quadro DIS+ está dividido em vários campos, que apresentam informação importante para facilitar a gestão por parte dos chefes de secção e dos *team leaders*, assim como dados

importantes para os próprios operadores. É importante realçar a presença de uma matriz de competências, na qual para cada tarefa integrada na secção em causa se expõe a apetência de cada operador para a realizar. Os níveis de competência considerados são: não qualificado, sabe fazer com ajuda, sabe fazer sozinho ou, por último, está habilitado a dar formação. Esta matriz é uma ferramenta importante para facilitar a possibilidade de rotatividade de operadores, assim como para colmatar eventuais faltas.

No quadro DIS+ existe uma área dedicada ao PDCA da secção, na qual o chefe de secção coloca atividades a realizar ou a decorrerem no momento, para que todos possam acompanhar. Está ainda presente um campo dedicado ao plano de trabalho semanal. Por fim, interessa realçar a presença de indicadores (KPI), importantes para perceber se o rumo tomado está a ser o correto e se existem ações que devem ser levadas a cabo. Estes indicadores podem dizer respeito a um conjunto de fatores, tais como mão de obra, absentismo, horas extra, *outsourcing*, não conformidades ou unidades produzidas, entre várias outras possibilidades. Os indicadores de cada quadro estão adaptados a cada secção. Na Figura 19 é possível observar um quadro DIS+, com os diversos campos descritos anteriormente.

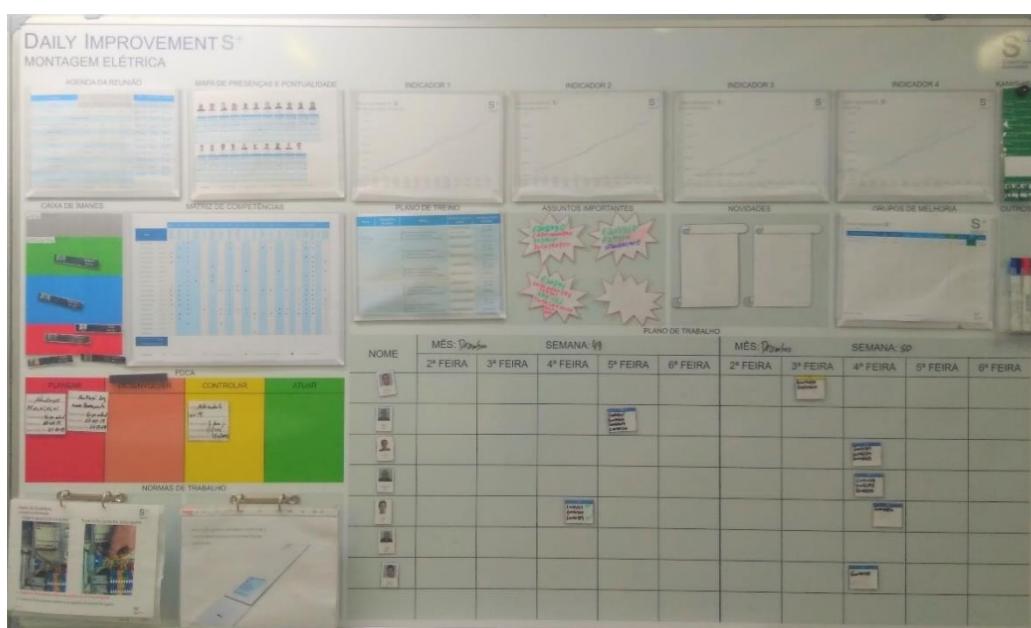


Figura 19- Exemplo de quadro DIS+

No âmbito de normalizar o trabalho e de garantir que este se executa da forma pretendida, existe uma ferramenta à qual a firma dá importância. Para tarefas para as quais se pretende estabelecer um *standard* de procedimentos, realizam-se Instruções de Trabalho (IT). As Instruções de Trabalho são documentos que visam o desdobramento em todos os pequenos passos a realizar no processo a que dizem respeito. Cada IT segue uma estrutura típica adotada pela organização. Em primeiro lugar, o posto de trabalho é identificado. De seguida, particulariza-se o objetivo da IT, referindo o âmbito de aplicação, os documentos que lhe estão associados, eventuais definições que sejam necessárias e a quem está atribuída a responsabilidade de fazer cumprir o estabelecido. Após definidos os parâmetros de identificação, passa-se a descrever, sequencialmente e identificando cada passo com um número, todo o procedimento. Cada operação tem um campo para a sua descrição e um para comentários, onde se devem introduzir informações adicionais a ter em conta ou ficheiros a consultar. Sempre que seja aplicável, é colocada uma fotografia referente a cada passo do processo, de modo a tornar o mais simples possível a sua compreensão e replicabilidade. Na Figura 20 apresenta-se um exemplo ilustrativo de uma Instrução de Trabalho.

Figura 20- Exemplo de uma Instrução de Trabalho e sua estrutura

3.3 Análise de Postos de Trabalho

Nesta secção será descrito o trabalho de análise que foi realizado e será elaborada uma caracterização do estado inicial da área que foi onde decorreu o projeto. A análise será descrita segundo a mesma sequência temporal que o projeto seguiu, inserindo pontualmente conceitos teóricos que foram aplicados e são de uso corrente nas atividades da organização.

Aquando da mudança de modelo de portas *standard*, após a reestruturação da linha de montagem, foi realizado pela empresa um trabalho de identificação de oportunidades de melhoria, seguido de uma depuração de procedimentos e normalização dos mesmos. Várias técnicas *lean* foram aplicadas, quer no sentido de reduzir ou eliminar desperdícios, quer no âmbito da arrumação e normalização dos postos de trabalho, com atividades 5S.

O ponto de partida do trabalho desenvolvido foi obter uma imagem pós melhorias inseridas. O primeiro passo foi filmar procedimentos e aplicar técnicas de MTM, no âmbito da categorização de movimentos e análise operações, com o objetivo de conhecer e compreender os procedimentos seguidos. Na análise incluiu-se a particularização de todos os passos efetuados no procedimento, a identificação de *mudas*, a especificação de quais os tipos de desperdício e, se possível, a apresentação de sugestões que os reduzam ou eliminem. Sugestões como tornar tarefas internas em externas, alocando-as a outros postos também são consideradas, quando conveniente e praticável. Neste caso, para postos que representem um gargalo na linha, o conceito aplicado é: quando não é possível melhorar mais o processo, ou o esforço/investimento necessário para o fazer é alto demais fazendo com que não seja viável, atua-se empurrando tarefas e desperdícios para postos cada vez mais a montante da cadeia.

No que diz respeito à medição de tempos de valor não acrescentado, considera-se como desperdício todas as atividades que não acrescentam valor ao processo. Quando um trabalhador realiza uma montagem prévia de componentes antes de os aplicar, no ato de montagem propriamente dita, essa pré-montagem não traz valor acrescentado. Apenas a adição dos componentes já assemblados traz valor acrescentado, uma vez que só aí se está a incorporar algo que valoriza o produto, pelo qual o cliente está disposto a pagar.

Para a categorização de desperdícios foi utilizada a folha apresentada na Figura 21, onde os desperdícios estão divididos em:

1. Deslocação em vazio dentro do posto de trabalho;
2. Movimento para deslocação de materiais (dentro do próprio posto de trabalho);
3. Deslocação para procura de informação (consultar especificações de obra, por exemplo);

4. Parametrização de instrumentos ou máquinas (após primeira parametrização, realizada pelo operador ou não);
5. Transporte- movimento de materiais entre células ou postos de trabalho;
6. Todo o tempo que o operador se encontra parado à espera de material ou de informação;
7. Tempo que o operador despende a fazer controlo de material;
8. Tempo e/ou deslocações para registo de informação.

Op. N°	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 4	Descrição / Tarefas	MUDA								Tempo (segundos)
						Movimento	Movimento materiais	Movimento informação	Movimento parametrização	Transporte	Controlo	Espera	Registos informáticos	
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														

Figura 21- *Template* utilizado para análise de procedimentos (Fonte: (Schmitt 2019))

3.3.1 Célula de Travessões

A célula 3, onde são fabricados travessões de patamar e respetivos acessórios, representa o principal gargalo da linha, como pode ser constatado na Figura 22 por isso foi a primeira a ser abordada. No gráfico da Figura 22 apresenta-se, para uma obra típica com cinco aros (aros é uma designação mais técnica para porta), o tempo de cada processo comparado com o *takt time*. Cada posto de trabalho é representado e são mostradas as cores diferentes as tarefas distintas que se realizam em cada banca. O *takt time* é calculado considerando sete horas úteis por dia e o objetivo, em número de portas por semana, assim como o número de bancas funcionais. É possível notar que existem cinco componentes que estão a ser montados num tempo superior ao *takt time*.

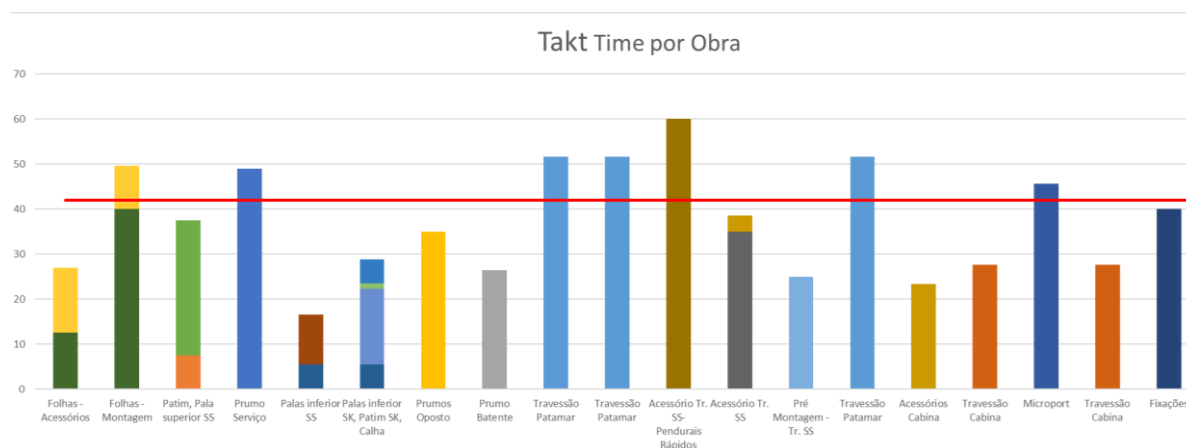


Figura 22- Gráfico de balanceamento da linha de montagem de portas

O eixo *yy* representa o tempo por obra. Sendo que por cada obra de 5 aros existe normalmente um aro de cabine, o objetivo semanal é desdobrado em número de travessões de patamar e número de travessões de cabine. Calcula-se *takt time* por obra tendo em conta objetivo de 310 portas semanais, que se divide em 250 portas de patamar e 60 portas de cabine.

Após a análise, constatou-se uma melhoria face aos tempos de referência, devida ao trabalho realizado aquando da mudança de porta *standard* (o tempo numa fase anterior era de 31 minutos). Para o travessão mais corrente, o travessão simples com largura de 900 mm (BT900), o tempo recolhido foi de pouco mais de 23 minutos. No entanto, por obra, cerca de 25% de travessões têm contacto adicional e contacto de Bernstein, elementos complementares que, embora não representem a maioria dos casos, têm uma ocorrência relevante. Há também um travessão por obra que exige a colocação de um cabo de desencravamento, necessário para a segurança do técnico de montagem. Como é possível verificar na Figura 23, o travessão mais comum está abaixo do *takt time*, estando os outros casos ou acima ou com um tempo demasiado próximo do objetivo. É empregue a expressão “demasiado próximo” do tempo porque considera-se necessária uma margem relativamente ao *takt time*, para ser possível acomodar a variabilidade inerente ao dia a dia de produção. Esta variabilidade está relacionada com a existência de obras especiais, com componentes e dimensões diferentes do *standard*, nas quais o procedimento é mais complexo e requer um tempo de operação superior. Estas obras representam entre 10% e 15% do plano semanal. Outros fatores como absentismo ou faltas de material também são reais e trazem mais peso à necessidade de existência desta folga.

Apesar de ter sido verificado progresso relativamente ao que estava antes implementado, identificaram-se ainda diversos *mudas* e oportunidades de melhoria. Para cada oportunidade de melhoria no processo foi estimado o ganho de tempo caso as melhorias venham a ser implementadas. O gráfico apresentado na Figura 23 representa o tempo que foi recolhido, face ao tempo se forem adotadas as sugestões de melhoria e ao *takt time*. Certas potenciais melhorias não foram incluídas, por incerteza relativamente à sua viabilidade, por questões técnicas ou de processo.

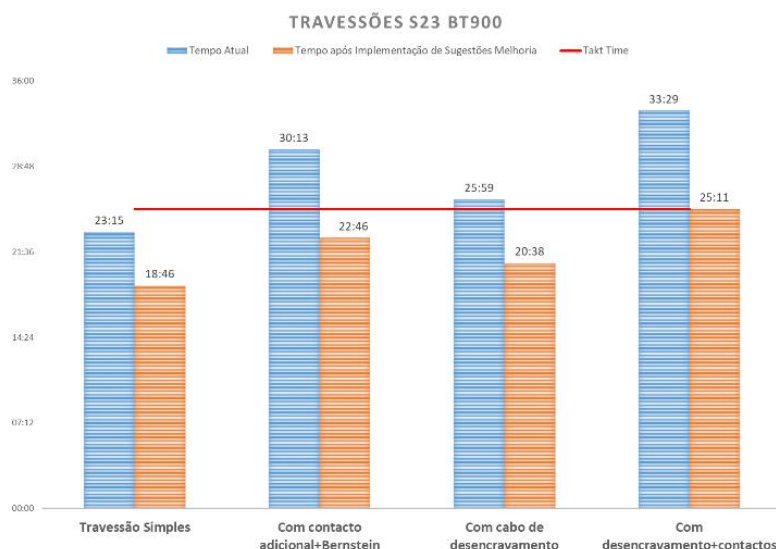


Figura 23- Gráfico de comparação do tempo demorado a montar os vários tipos de travessões, segundo processo em prática e após sugestões de melhoria dadas, com o *takt time*

Na célula 3 foi registado e analisado também o procedimento das bancas de acessórios de travessões. Os postos de acessórios de travessões são dois e fazem produtos distintos. Aquele que, como se pode observar na Figura 22, se encontra acima do *takt time* realiza a montagem de pendurais rápidos de patamar, que são componentes a ser aplicados nos travessões durante a montagem.

Com o objetivo de obter um registo completo do ponto de situação da linha no momento, ao nível de tempos de referência e de possíveis melhorias a ser implementadas, prosseguiu-se para vários outros postos de trabalho pertencentes a outras células. Para cada procedimento registado, redigiu-se um documento onde foram definidos todos os passos integrantes de cada procedimento e quanto tempo demoram, identificando *mudas* e oportunidades de melhoria associadas, quantificando o impacto das mesmas se implementadas. No anexo A podem ser consultadas as folhas de análise referidas e gráficos *Yamazumi* para vários postos de trabalho.

No contacto com os diferentes postos de trabalho, inseridos nas várias células, foi possível notar a necessidade de organizar e identificar o material proveniente de secções a montante. Este material, segundo os padrões da empresa, é transportado em carros de vários tipos, com uma folha de fluxo que identifica a secção de onde vem o material e o local de destino. No entanto, notavam-se carros que transportavam materiais de tipos distintos (aço *inox* e ferro), e/ou peças diferentes, o que implicava um investimento de tempo considerável por parte dos operadores na procura e na recolha do material para o seu posto de trabalho. Faltas de material não eram detetadas mais cedo devido a esta desorganização e a falhas na identificação dos carros. Este tipo de entropia levou a que se dirigisse a atenção para questões relacionadas com a entrada, saída e presença de material nas diferentes células.

3.3.2 Área de Embalagem

A zona de embalagem carecia de espaço para embalamento de obras especiais. Verificou-se a existência de uma quantidade relevante tanto de material proveniente do posto de trabalho de fixações, como de material utilizado para fazer tampas de caixas e divisórias de cartão, para realizar o processo de embalamento. O chão não tinha marcações a delimitar a área concedida para cada tipo de componente, o que tendencialmente gera excesso de material, desarrumação e maior dificuldade em manter a ordem após atividades de arrumação. Os trabalhadores que aqui operam não tinham espaço para embalar obras especiais, nem para retirar plástico do rolo de forma célere. A procura por caixas de fixações da obra que pretendiam requeria tempo excessivo, uma vez que estas estavam empilhadas em paletes e as caixas que estavam em baixo eram muitas vezes necessárias antes das que se situavam na parte superior do conjunto. Além disso, era possível observar múltiplas deslocações desnecessárias. O operador transportava as divisórias de cartão, pequenos cubos em favo de abelha e perfis de proteção de espuma em poliuretano, que tem de colocar nas caixas, desde a sua área até caixas que estão por todo o tapete de rolos, com frequência no início deste.

3.3.3 Célula de Acessórios

Dado o excesso de material na zona de embalagem vindo da banca de fixações, foram direcionados esforços para esse posto de trabalho e para a célula de acessórios. Nenhum padrão de colocação de caixas de fixações na paleta de *out* estava definido, nem estava estabelecido um número máximo de paletes com este *out* a estar presente na secção de embalagem. O trabalhador do posto em causa colocava as caixas em aglomerados com uma altura excessiva. Acresce ainda o fato de não estar estabelecida a orientação com que colocava as caixas, o que significa que muitas vezes o número de obra das caixas não estava visível, ou se estava, não estava de um lado pré-acordado, o que obrigava os operadores da área de embalagem a procurá-lo, além de terem de retirar caixas de níveis inferiores. Os aglomerados de caixas com dimensões excessivas também provocavam entropia e causavam dificuldades no transporte da célula de acessórios até à embalagem.

Na Figura 24 esquematiza-se a célula de acessórios (numa fase posterior ir-se-á mais ao detalhe), particularizando a banca de fixações e representando a vermelho o caminho que o trabalhador efetuava, face ao trajeto que seria mais simples em termos de percurso, por menor distância e maior largura de corredor. O operador tinha de percorrer todo o corredor da linha de

portas com um *staker* que transportava a paleta com uma pilha de caixas de grande dimensão. Este corredor, além de mais estreito que o corredor principal, tem constante movimento de operadores que vão dar baixa de obras ao quadro sequenciador ou que colocam produtos nas caixas do tapete de rolos. O trabalhador não efetuava o trajeto representado a verde na imagem por falta de espaço para o *staker* passar entre a parede (coincidente com o fim da área de embalagem) e as paletes em *stock* na área de embalagem.

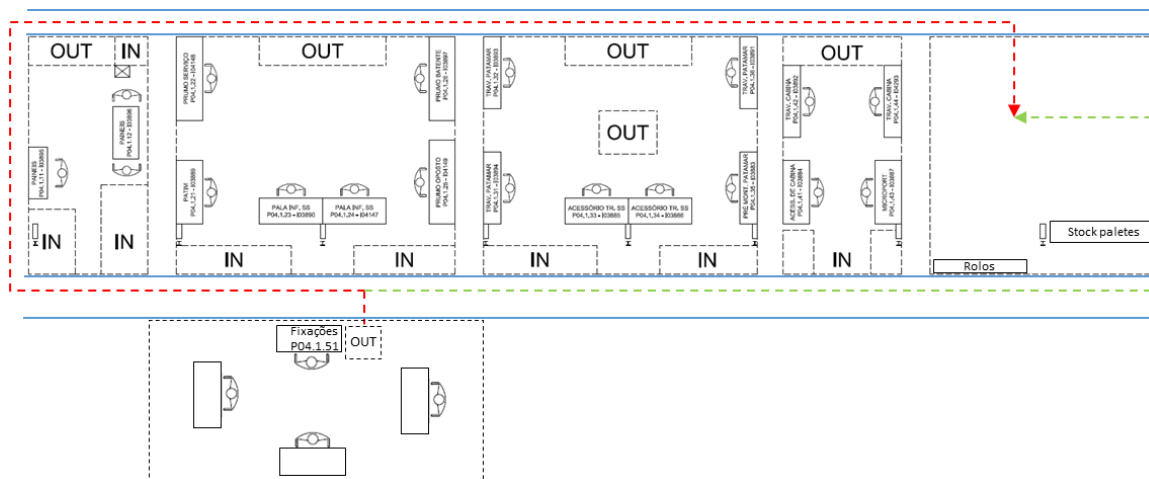


Figura 24- Esquema ilustrativo do caminho percorrido pelo operador com o *staker* e o caminho que seria mais fácil (Adaptado de (Schmitt 2019))

Na sequência do estudo, identificou-se ainda uma oportunidade de melhoria que poderia representar uma redução considerável no tempo do processo propriamente dito que o operador na banca de fixações realiza. A Figura 25 ilustra o procedimento praticado.

- O operador posiciona todas as unidades, designadas por cadeiras, necessárias para cumprir o requisito da obra na sua banca;
- Posiciona dois parafusos alinhados com dois dos rasgos que cada cadeira possui. De seguida, levanta cada cadeira e coloca-a na banca de forma aos parafusos ficarem inseridos nos rasgos;
- Coloca um anel elástico em cada parafuso e depois aperta parcialmente a respetiva fêmea. Roda a cadeira e coloca-a na horizontal, como está ilustrado na imagem 4 da Figura 25, e repete o procedimento anterior de colocação de parafusos alinhados com os rasgos da cadeira e posterior inserção nos mesmos;
- Insere dois anéis elásticos em cada parafuso e aperta parcialmente a respetiva fêmea. Finalmente, coloca uma bucha em cada rasgo central, uma abraçadeira para a fixar e remove ainda o resto de abraçadeira com um alicate próprio para essa finalidade;
- Introdz os conjuntos em caixas (a forma de colocação e a quantidade de unidades que coloca em cada caixa estão estabelecidas), identifica-se e coloca-as na paleta de *out*;
- Acomoda ainda acessórios de pequena dimensão e peso reduzido em caixas da mesma dimensão das mencionadas anteriormente;
- Estes acessórios são inseridos no mesmo número de caixas em que colocou cadeiras mais um (por exemplo: se para uma obra o trabalhador utiliza três caixas para colocar cadeiras, irá colocar acessórios em quatro).
- Para finalizar, identifica e transporta também estas caixas para a paleta de *out*.



Figura 25- Processo de preparação de kits de fixações

Este procedimento era concretizado para, em obra, o operador responsável pela montagem do elevador despertar as fêmeas dos parafusos e apertar de novo. Além do tempo investido na produção a colocar os conjuntos daquela forma, em obra empregava-se tempo a fazer retrabalho. De acrescentar ainda que uma quantidade considerável de obras é concretizada na Alemanha, onde a mão de obra é substancialmente mais cara quando comparada à de Portugal.

Notou-se que um modo de operação análogo estava a ser empregue noutra banca inserida na célula de acessórios. Este posto de trabalho não tem como *core* a realização de tarefas diretamente para a linha de montagem de portas, mas poderia eventualmente vir a absorver pequenas tarefas de postos gargalo que pudessem ser tornadas externas. O posto em causa compõe vários tipos de kits de parafusos, necessários para montagem de componentes pertencentes à cabine. O operador colocava em pequenos sacos plásticos um determinado número exigido de conjuntos de parafusos, anéis e fêmeas (ou grampos), parcialmente apertados. Também neste caso, em obra, o trabalhador encarregue de levar a cabo a montagem do elevador tinha de despertar cada conjunto para voltar a apertar de novo.

3.3.4 Célula de Painéis

Retomando a análise da temática abordada na área de embalagem, em que se observou falta de espaço e excesso de material, verificou-se alguma desorganização e excesso de material em curso na célula 1. Os carros transportadores eram frequentemente colocados fora da zona a que devem ser alocados e estavam muitas vezes presentes componentes distintos no mesmo carro, o que levava a um maior tempo para procura e maior dificuldade de recolha de material para as suas bancas. No *in* da célula estavam materiais para obras de dias diferentes. Acontecia, portanto, estarem materiais de obras para o dia seguinte ou dois dias seguintes de produção no bordo de linha da célula, enquanto que materiais necessários para o próprio dia se encontravam no espaço designado para *stock* fora da célula.

Um aspeto relevante a referir é que, em todo o trabalho de análise e recolha de informação sobre os diferentes postos de trabalho, foi sempre procurada a opinião dos colaboradores respetivos, dando a relevância necessária ao conhecimento que adquiriram com todo o trabalho que já desenvolveram e transmitindo essa valorização. Uma boa parte das melhorias sugeridas aquando da análise de procedimentos foi vista em conjunto com os operários, para averiguar a viabilidade das mesmas. Foi perguntado com frequência o que mudariam, assim como o que mais valorizam nos seus postos de trabalho.

O capítulo seguinte será dedicado à exposição das ações e mudanças que foram tomadas com vista a solucionar as oportunidades de melhoria expostas ao longo desta secção e providenciar as melhores condições para os colaboradores desenvolverem o seu trabalho. Parte das atuações e melhorias desenvolvidas são parcialmente devidas a conversas e trocas de ideias com os trabalhadores, tendo estes sido parte integrante da equipa de trabalho.

4 Soluções Propostas

Neste capítulo são expostas as ações tomadas e melhorias introduzidas ao longo do projeto, com vista ao aumento de produtividade da linha de montagem de portas.

4.1 Tempos de Referência

Após o término de recolha de tempos dos processos das diferentes células e a obtenção de referências atualizadas para todos os procedimentos realizados na linha, notou-se que havia *standards* considerados pela organização que se encontravam desatualizados. No seguimento desta observação, adicionaram-se etiquetas no topo do quadro sequenciador com as referências mais atualizadas, definindo o objetivo do dia tendo em conta os novos tempos. Os operadores podem assim facilmente perceber se estão a trabalhar dentro das referências.

Num futuro próximo será instalado um sistema *andon*, para sinalizar paragens, faltas de material, não conformidades ou outros tipos de ocorrências na produção de uma forma que seja de imediato visível a todos, sem haver necessidade de deslocações por parte de trabalhadores para reportar a falha à pessoa mais indicada para a colmatar. Com esse sistema, serão instalados *tablets* nas bancas de cada colaborador. Esses aparelhos tornarão possível marcar o início e o final do trabalho em cada processo e perceber ainda mais facilmente se os tempos de referência estão a ser alcançados. Também os tempos de paragem ficarão registados, havendo a possibilidade de perceber os eventuais obstáculos a transpor para alcançar os objetivos de produção.

4.2 Checklist de Material

Em paralelo com a recolha de tempos, dirigiram-se esforços no sentido de garantir a organização do material que chega ao bordo de linha das células que, como referido no capítulo anterior, representava um entrave ao cumprimento dos objetivos de produção.

Para responder da melhor forma ao problema começou por se identificar as suas causas. Frequentemente encontravam-se materiais correspondentes a obras de dias diferentes, porque na P01, nas quinadoras, os trabalhadores quinavam com frequência peças para vários dias (ou até para a semana), de uma vez, para reduzir ao número de *set-ups* das máquinas. Este procedimento provocava uma acumulação excessiva de material, que além de gerar falta de organização por não haver carros adequados disponíveis para separar logo o material por dias, também podia levar a roturas, por as quinadoras serem utilizadas para fazer materiais em série quando não estava planeado. A origem desta irregularidade estava na falta de comunicação e sintonia entre secção de planeamento e a de quinagem. Os *set-ups* não representam problema no caso das quinadoras, pois são curtos e é possível seguir a sequência de planeamento.

A construção de uma *checklist* de material foi o meio encontrado para promover o fluxo de informação entre secção de planeamento e de transformação mecânica, assim como entre esta última e a secção de montagem. A equipa reuniu com os chefes das três secções envolvidas e foram levantadas as principais necessidades de cada um, assegurando que reconheciam utilidade e valor acrescentado na lista. Um excerto da *checklist* é apresentada na Figura 26 que está estruturada da seguinte forma:

- Identifica-se a semana de produção e o dia respetivo acima da tabela propriamente dita;
- Na primeira coluna da tabela refere-se a célula destino do material, para promover a organização e tornar mais fácil a consulta da folha;
- Na segunda coluna encontra-se o código interno de cada componente e na terceira o seu nome;

- De seguida encontram-se várias colunas, uma para cada obra, que indicam a quantidade necessária de cada peça;
- Acrescenta-se uma coluna com a quantidade total de cada componente e uma linha na parte inferior da lista, com o número total de partes integrantes de cada obra. Esta secção da lista é importante para o chefe da secção de transformação mecânica poder comunicar claramente a ordem de quinagem e respetivas quantidades, evitando quinagens em série quando estas não são necessárias.

Porta S23

DAILY IMPROVEMENT 

Semana 40 Dia: 3a feira

Célula	Nº	Descrição	370898	E30804	374930	374699	374246	E31060	371166	368027	Total	Carro	Identificação	SS	Check Envio	Check Receção
1	191926	Folha ST HT 2000	8		12			8			28					
	191927	Folha INOX HT 2000	2	4				2			8					
	191928	Folha ST HT 2100				10					10					
	191929	Folha INOX HT 2100				2				14	16					
	191930	Reforço vertical S23/45	8	10	12			8			38					
	191931	Reforço vertical S23/45	2		4		10	2			18					
	191932	Reforço vertical S23/45				10			8		18					
	191933	Reforço vertical S23/45				2			2	14	18					

Figura 26- Exemplo da *checklist* preenchida pela secção de planeamento e programação

Na área do lado direito da *checklist*, encontram-se várias colunas que visam promover e garantir a organização. A P01 envia o material em carros para as zonas apropriadas da P04.1, coloca um visto na coluna “*check envio*” e o responsável pelo envio assina na parte inferior da folha, especificando a data e a hora. Cabe ao responsável na P04.1 verificar se o material é enviado no carro adequado (existe uma definição clara de quais os carros a utilizar para transportar cada componente) com as quantidades estabelecidas (campo “Carro”), se este está devidamente identificado (campo “Identificação”) e se foi deixado no local correto (campo “SS”). Se tudo estiver dentro da normalidade o responsável coloca um visto nos campos respetivos e assina, especificando a data e hora em que assinalou a receção, na parte inferior da folha. Em cada carro estará uma *checklist*. Este estreito canal de informação estabelecido garantirá que, se alguma das partes falhar, será fácil identificar o responsável e comunicar o erro o mais rapidamente possível, de forma a evitar roturas. O custo/desperdício implícito no número de folhas imprimidas por dia será pouco importante quando comparado com pausas na produção graças a material desorganizado ou a roturas. No entanto, o método pode ser melhorado e serão dirigidos esforços nesse sentido, com a tentativa de tornar o processo mais digital.

Não existem carros suficientes na fábrica para cumprir as especificidades da lista, tais como colocação e material de apenas uma dimensão por carro, ou colocação no carro mais adequado. No entanto, já se realizou uma encomenda com a quantidade de carros necessária para colocar este projeto em prática.

A *checklist* está a ser utilizada atualmente. A secção de planeamento e programação envia, no início de cada semana, a lista para os dias dessa semana de produção ao chefe de secção da P01, que define a ordem e quantidade de trabalhos através da consulta da lista, garantindo assim a sintonia em relação ao que é planeado. Assim, enquanto os carros não chegam ao fabrico, usa-se a folha como canal de comunicação entre as secções de planeamento e de transformação mecânica, criando desde já hábitos nos trabalhadores que garantirão o bom funcionamento na altura de usar a *checklist* a cem por cento.

Além do impacto positivo já causado na secção de transformação mecânica, na linha de montagem de portas (quando os carros estiverem operacionais) garantir-se-á maior rapidez a recolher materiais, pois estarão separados por tipo de material e dimensão e colocados em carros adequados. Também saberão que num carro estarão apenas obras respetivas a um dia de produção. A implementação da lista será importante no sentido de proporcionar condições aos

trabalhadores da linha de montagem de portas para desempenharem as suas tarefas dentro do tempo que já se provou ser possível.

4.3 Área de Embalagem

O projeto continuou com o foco dirigido para a área de embalagem. É um posto com um tempo de ciclo reduzido, demorando 13 minutos a embalar as três caixas (cada caixa transporta uma porta) que leva uma paleta, o que significa que, em média, uma porta *standard* demora 4 minutos e 20 segundos a ser embalada. A este ritmo seriam embaladas 485 portas por semana. Desta forma, mesmo considerando a existência de obras especiais que tomam mais tempo, a embalagem não deveria representar um gargalo na linha. No entanto, por obstáculos ao normal funcionamento da área, a embalagem estava em atraso relativamente ao objetivo.

Em primeiro lugar, foi recolhido *feedback* junto dos trabalhadores, para fazer um levantamento das dificuldades que o *layout* atual trazia. A primeira questão a ser abordada foi a de excesso de material vindo da banca de fixações e respetiva desorganização. De forma a estabelecer um *standard* e a garantir que a situação de desordem não se voltaria a dar no futuro, foi redigida uma Instrução de Trabalho, definindo como seriam colocadas na paleta as caixas com o produto da banca de fixações. Caixas de obras diferentes não serão sobrepostas e caixas da mesma obra ficarão em linha. Numa paleta apenas se encontrarão obras de um dia de produção, colocadas sequencialmente da primeira para a última obra. A capacidade de uma paleta foi calculada e definiu-se o máximo de obras que se poderia colocar na mesma. A Figura 27 está presente na IT, exibida no Anexo B, e ilustra o modo de colocação a praticar.



Figura 27- Modo de colocação de caixas de kits de fixações na paleta

Com a definição da IT e o seu respetivo cumprimento, evita-se tempo utilizado para procura de caixas de fixações, assim como agrupamentos excessivamente numerosos de caixas numa paleta, que causavam entropia não só na área de embalagem, mas também no caminho realizado da banca de fixações até ao destino. De acrescentar que na área de embalagem estará apenas uma paleta com fixações, vindo a seguinte apenas quando a presente estiver livre. No entanto, reconheceu-se a possibilidade de melhorar ainda mais a forma como este *output* de fixações vinha acondicionado, assunto que será abordado à frente.

A área de embalagem tinha ainda bastante a ser melhorado e havia espaço a desimpedir para o trabalho se poder desenrolar com normalidade, em particular espaço ocupado com material

utilizado para fazer as tampas das caixas de cartão que passam no tapete de rolos, assim como divisórias, favos de abelha e perfis de proteção em espuma de poliuretano. A Figura 28 ilustra os constrangimentos descritos. Na primeira imagem mostra-se o aglomerado de caixas e o risco de queda das mesmas. Em ambas as imagens superiores da Figura 28 é possível perceber a dificuldade de tirar plástico do rolo. O operador pega no plástico e desloca-se cerca de 3,5 m na direção oposta, procedendo de seguida a cortar o plástico do rolo. Esta quantidade de material em frente ao rolo era impeditiva da realização normal desta tarefa. Nas imagens inferiores notam-se problemas como a sobreposição de caixas de várias obras e a orientação não definida da identificação da obra. É perceptível a dificuldade de retirar caixas do nível inferior no aglomerado, sem causar desarrumação e sem gastar mais tempo que o desejado.



Figura 28- Constrangimentos na área de embalagem

Junto com os colaboradores que operam na embalagem e com o chefe de secção, foram colocadas várias hipóteses de resolução. De imediato os perfis de proteção em espuma e os favos de abelha foram distribuídos por prateleiras existentes por baixo do tapete de rolos. Estes materiais foram colocados em vários sítios do tapete, por forma a ser garantida rápida acessibilidade a partir de qualquer localização do corredor da linha de montagem de portas. Os favos de abelha estavam colocados num carro com várias estantes e a caixa com os perfis em espuma estava colocada num carro simples. Atualmente estão colocados em caixas, nas prateleiras ao longo do tapete de rolos e os carros foram desimpedidos. Além do espaço desocupado na área de embalagem, o operador não se vê obrigado a deslocar-se a esta zona quando deseja recolher estes elementos para os inserir nas caixas. Os carros com divisórias e cartão para fazer tampas de caixas foram reposicionados. A Figura 29 ilustra a nova disposição (o carro com o favo de abelha está presente no registo fotográfico, mas foi retirado, sendo adotada a solução descrita, ilustrada na imagem da direita da Figura 29).

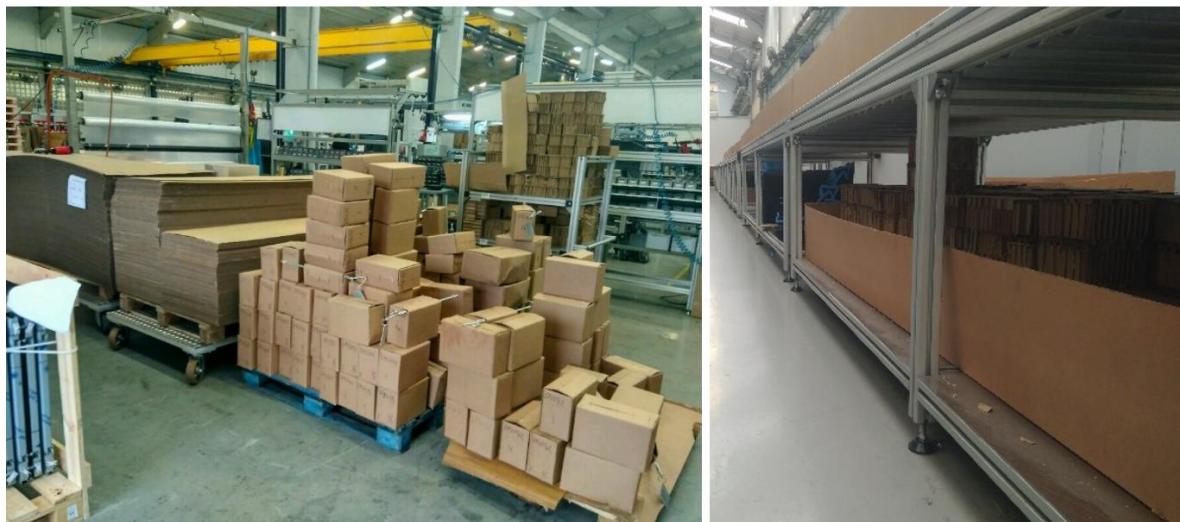


Figura 29- Primeira mudança da área de embalagem

Os *feedbacks* recolhidos após esta iteração não foram totalmente positivos. Os operadores tiravam agora plástico do rolo com facilidade, mas continuavam com falta de espaço para embalar obras especiais. Este entrave diminuía muito o ritmo de embalamento. Desta forma, considerou-se prioritário retirar o cartão utilizado para as tampas e divisórias das caixas da área de embalagem. O local com mais espaço e onde seria viável colocar este material era no início da linha, junto do cartão usado para fazer as caixas. No entanto isso implicaria o operador da embalagem ir ao início da linha para fazer tampas, para as colocar nas caixas no fim da linha. Isso levaria a viagens constantes ou a *stocks* de tampas feitas. Para resolver esse problema, pensou-se numa pequena peça que permite acoplar a tampa à caixa. Essa peça foi produzida na máquina de corte da organização e disponibilizada rapidamente. A Figura 30 mostra o local em que foi colocado o material, devidamente marcado. Vêm-se também acumulações de tampas que aconteceram e a respetiva resolução com a peça fabricada internamente.



Figura 30- Local onde foi colocado cartão para tampas de caixas e divisórias. Problema de *stock* de tampas originado numa primeira fase e sua respetiva resolução

Caixas e tampas serão feitas no início da linha e serão transportadas no tapete de rolos como um conjunto, com as divisórias, que são colocadas dentro das tampas. Este procedimento será alocado a um trabalhador a operar na célula 1, evitando *mudas* afetos a deslocações por parte

de colaboradores da área de embalagem. Na próxima secção será abordada a atribuição desta tarefa.

Esta redefinição de local para o material que estava antes presente na área de embalagem levou a que esta pudesse agora funcionar sem constrangimentos. Junto com os operadores, definiu-se o melhor local para a colocação da paleta de fixações. Localiza-se agora perto do tapete de rolos, que é o local onde as caixas de fixações são colocadas. Permite também aos operadores retirar plástico do rolo e montar obras especiais no chão de forma desimpedida. O departamento da qualidade colocou uma linha amarela para delimitar a zona onde a paleta deve ser inserida. Na Figura 31 é possível observar o resultado das várias mudanças e melhorias concretizadas.

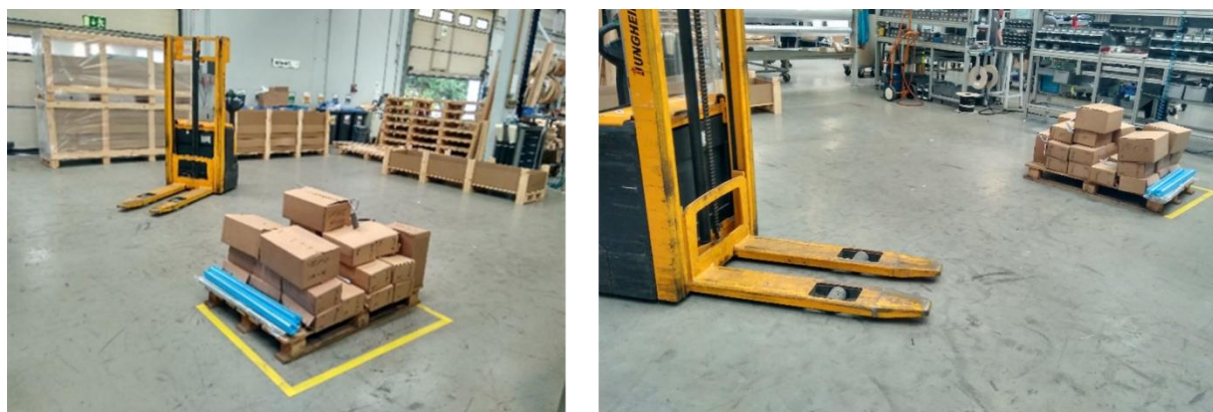


Figura 31- Layout final da área da embalagem, com definição de zona para paleta de kits de fixações e desimpedimento para embalagem de obras especiais no chão

Faltava apenas permitir ao operador trazer a paleta com caixas de fixações pelo corredor principal, ao invés de pelo corredor entre o tapete de rolos e as células de montagem de portas que, como referido anteriormente, tem constante movimento e menos largura que o corredor principal. Não existia espaço para o *staker* circular entre as paletes colocadas ao lado do poste e a parede. Desta forma, reposicionaram-se as paletes e estabeleceu-se em conjunto com os departamentos da qualidade e de logística um *layout* para a secção de embalagem, de forma análoga ao que estava já definido para as restantes células da linha de montagem de portas, como se pode verificar na Figura 32.

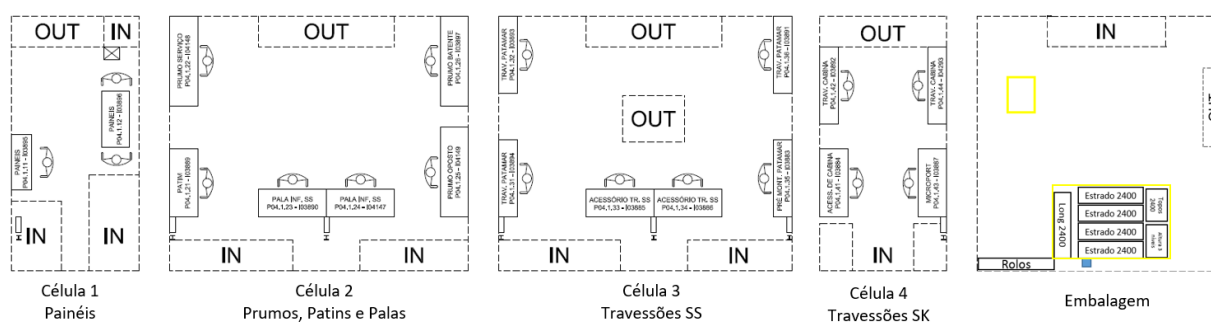


Figura 32- Esquema da linha de montagem de portas com a área de embalagem definida

Tendo o material sido movido para o início da linha, para o lado da célula 1, onde se montam painéis (também designados por folhas), dirige-se a atenção para esta e para as ações que nela foram realizadas na próxima secção.

4.4 Célula de Painéis

Os operadores da célula 1, como referido no capítulo anterior, sentiam dificuldades no ato de recolha do material para as suas bancas. Dado um atraso na produção, a organização colocou mais um trabalhador para operar nesta área. O objetivo é atingir a normalidade em termos de

calendário produtivo, procedendo depois a eliminar os sobredimensionamentos presentes ao longo da linha, redirecionando os recursos e mão de obra. Uma das hipóteses seria, agora com quatro homens, as duas bancas realizarem todo o processo de montagem de painéis (preparação e montagem propriamente dita). No entanto, nesse caso, as procuras por material manter-se-iam e o tempo de ciclo seria mais alto que o que é alcançável. Poderia ser atingido o objetivo, mas seria pelo facto de existirem dois postos de trabalho a realizar o procedimento e não por este estar a ser eficiente. Redirecionar o novo trabalhador para outro posto seria mais difícil se assim fosse decidido.

Com base no que foi exposto, definiu-se um novo modo de operação. A célula funcionará com três colaboradores durante o dia e um durante a noite. Durante o dia, dois dos operadores trabalharão na montagem de folhas e o terceiro terá a função de realizar a preparação de reforços (tarefa necessária para o procedimento principal ser executado) e garantir que os dois trabalhadores encarregues de montar folhas têm condições para levar a cabo a montagem sem interrupções, verificando o material que está no bordo de linha e identificando eventuais falhas. No entanto, para atingir o objetivo de 310 portas por semana (62 por dia) e cumprindo o tempo de referência, verifica-se que não é possível realizar a montagem em 7 horas úteis. Na Tabela 1 fundamenta-se esta afirmação, com a apresentação do tempo requerido por dia para montar a quantidade diária necessária de painéis para atingir o objetivo de produção.

Tabela 1- Tempo de referência de montagem de um painel e tempo diário necessário para cumprir objetivo de produção

Tempo (unidade)	00:04:30
Número de painéis por dia (dois por porta)	124
Tempo Necessário (por dia)	09:18:00

Como se pode ver, seria necessário um pouco mais de duas horas adicionais para concluir a montagem. Assim, no turno da noite será realizado o excedente de montagem de painéis que não foi montado durante o dia. Além disso, o trabalhador terá a responsabilidade de colocar o material para o dia seguinte no bordo de linha, nos locais destinados, devidamente identificado. Estes locais foram definidos, junto dos operadores. No bordo de linha da célula estarão as obras do dia. Obras para dias seguintes estarão no *stock* intermédio, no corredor principal.

Tendo o material de cartão utilizado para fazer tampas sido deslocado para o início da célula, foi também definido que, durante o dia, o colaborador que não está a realizar a montagem de painéis estará responsável por fazer as caixas e tampas, uma vez que é um trabalhador com tempo disponível, como se poderá ver posteriormente (no próximo capítulo, Figura 39). Desta forma, estando a caixa feita, com a tampa e divisória anexada com a peça desenvolvida, os trabalhadores da célula colocam o seu produto final na caixa, no início da linha. Este procedimento permite evitar *mudas* afetos ao deslocamento do operador da secção de embalagem para fazer caixas ou colocar tampas nas mesmas.

O modo de operação foi testado e foi verificado por vários dias que era possível atingir o objetivo diário operando desta forma. O *feedback* dado pelos trabalhadores da célula veio confirmar esta afirmação. Os operadores sublinharam a importância de assegurar a presença do material necessário para as obras no local atribuído, devidamente identificado. Durante o turno do dia, os operários vão rodando de posto, alternando funções.

4.5 Célula de Acessórios

O foco é agora dirigido para a banca de fixações e para a célula em que a mesma está inserida. Inicialmente serão abordadas melhorias introduzidas nos processos realizados nas bancas de

kits fixações e de equipamento de caixa, passando de seguida a abordar ações de um nível mais global na célula, envolvendo todos os postos de trabalho.

4.5.1 Melhoria de Procedimento nos Postos de Kits de Fixações e de Equipamento de Caixa

Aquando da filmagem e observação do procedimento na banca de fixações, e com a mudança e definição de *layout* para a área dedicada a embalagem, sendo que parte do material vinha da banca de fixações, o foco foi dirigido para esse posto de trabalho e para a célula em que está inserido. O estudo efetuado permitiu constatar que o processo praticado podia ser melhorado. Dado que, no procedimento de montagem do elevador em obra, o operador tinha de desapertar e voltar a apertar as fêmeas que na linha de produção o colaborador apertava parcialmente, redefiniu-se o processo no sentido de evitar este retrabalho. O trabalhador colocará as cadeiras em caixas, à semelhança do que fazia, mas coloca agora os acessórios que antes assemblava em sacos plásticos. Este modo de proceder será também aplicado à outra banca da célula, na qual o trabalhador forma kits a ser usados no equipamento de caixa.

Para adoção deste procedimento, existiram vários aspetos que tiveram de ser considerados. Numa primeira instância, fez-se uma análise comparativa entre o processo vigente e o que estava a ser projetado.

Dado que existem vários kits de fixações e um elevado número de kits de parafusos, começou-se por, com os dados fornecidos pela secção de planeamento e programação relativos a um mês de produção, perceber quais os kits mais frequentes. A lista fornecida pelo PEP foi filtrada e analisada usando a análise de Pareto. De vinte e nove códigos diferentes, cada um correspondente a um conjunto, sete (24,14% do número de códigos) representam 80% do trabalho dos operadores. Estes sete processos foram filmados e cronometrados, seguindo o procedimento aplicado na altura e aquele que se propunha.

A análise efetuada encontra-se exposta na Tabela 2, onde está registado da coluna esquerda para a coluna direita:

- O código de cada componente assim como o procedimento em que está inserido;
- A quantidade por mês de cada componente, em termos absolutos e em percentagem, sendo também apresentada uma coluna para a percentagem em acumulado;
- A quantidade média semanal e a carga que o processo atual acarreta, comparada com a carga semanal se implementado o processo sugerido.
- O ganho semanal que resultaria caso a sugestão de mudança fosse adotada, para cada componente.

Tabela 2- Análise do impacto da mudança de procedimento nas bancas de kits de fixações e de kits de equipamento de caixa

Código NV	Processo	Qtd Mês	%	% Acumulado	Média Semanal	Tempo "as is"	Tempo "to be"	Carga semanal "as is"	Carga semanal "to be"	Savings (h)
172470	Kit Fix Portas	1847	18%	18%	462	00:03:12	00:01:39	24:40:10	12:44:18	11:55:52
182343	Kit Eq Cx	1828	18%	35%	457	00:01:07	00:00:32	8:30:19	4:03:44	4:26:35
172474	Kit Fix Portas	1241	12%	47%	310	00:03:12	00:01:39	16:34:31	8:33:32	8:01:00
184057	Kit Eq Cx	1034	10%	57%	259	00:01:25	00:00:54	6:06:13	3:52:39	2:13:34
168660	Kit Eq Cx	919	9%	66%	230	00:00:10	00:00:10	0:38:17	0:38:17	0:00:00
112405	Kit Eq Cx	917	9%	75%	229	00:01:28	00:00:27	5:36:14	1:43:10	3:53:04
172475	Kit Fix Portas	524	5%	80%	131	00:04:15	00:02:02	9:16:45	4:26:22	4:50:23
191440	Kit Fix Portas	403	4%	84%						
179970	Kit Fix Portas	270	3%	86%						
179968	Kit Fix Portas	186	2%	88%						
183861	Kit Eq Cx	148	1%	90%						
168659	Kit Eq Cx	132	1%	91%						
191454	Kit Fix Portas	130	1%	92%						
187010	Kit Fix Portas	117	1%	93%						
184630	Kit Eq Cx	114	1%	94%						
184343	Kit Eq Cx	100	1%	95%						
183870	Kit Eq Cx	97	1%	96%						
184102	Kit Eq Cx	70	1%	97%						
187007	Kit Fix Portas	66	1%	98%						
183114	Kit Eq Cx	55	1%	98%						
184344	Kit Eq Cx	45	0%	98%						
184103	Kit Eq Cx	36	0%	99%						
191450	Kit Fix Portas	35	0%	99%						
180456	Kit Eq Cx	28	0%	99%						
184055	Kit Eq Cx	20	0%	100%						
187009	Kit Fix Portas	18	0%	100%						
183871	Kit Eq Cx	10	0%	100%						
184338	Kit Eq Cx	9	0%	100%						
184631	Kit Eq Cx	4	0%	100%						
Total		10403								

Na Tabela 3 é apresentado o ganho de tempo por posto de trabalho, apresentando o tempo total que o processo ocupa atualmente, por semana, e o tempo que ocupará se o procedimento for modificado. A diferença entre os dois tempos é apresentada na coluna de *savings* e na linha inferior mostra-se o tempo total que pode ser poupado por semana, entre os dois trabalhadores.

Tabela 3- Ganho de tempo por posto de trabalho e ganho total

Saving por banca (h)			
Banca	Carga semanal "as is"	Carga semanal "to be"	Savings (h)
Kit Fix Portas	50:31:26	25:44:11	24:47:15
Kit Eq Cx	20:51:03	10:17:50	10:33:13
Total	71:22:29	36:02:01	35:20:28

Várias questões foram colocadas e ponderadas pela equipa. A chefia internacional da montagem de elevadores em obra colocou duas questões que poderiam representar modos de falha inerentes a este modo de enviar os componentes.

1. O operador a realizar o trabalho na linha de produção poderia enganar-se na contagem dos componentes ao colocar os mesmos nos sacos;
2. Em obra, o operador poderia não conseguir assemblar a fêmea e o parafuso, derivado a não conformidades dos componentes.

Relativamente à primeira questão, a equipa tinha já incluído no seu plano de trabalho a inserção de uma balança para contar componentes em cada banca, com o objetivo de garantir uma contagem correta e rápida. Uma balança foi programada de forma a que, quando o trabalhador coloca um determinado número de acessórios que pretende contar, o aparelho devolva no visor a quantidade de componentes. A cada um dos componentes envolvidos atribuiu-se um código para que o trabalhador, no seu trabalho corrente, apenas tenha de inserir o código alocado ao artigo que pretende contar e colocar os acessórios em cima do aparelho. Formulou-se uma

tabela com os componentes envolvidos na grande maioria das obras, e que estão presentes em número suficiente para a contagem com a balança fazer sentido. Para consumir e documentar a resolução da primeira questão, redigiram-se três Instruções de Trabalho. No Anexo C é apresentada a IT relativa ao modo de proceder para programar a balança para contar um determinado componente. No Anexo D está presente uma tabela com o peso de cada componente e o código atribuído na programação da balança. Esta tabela foi impressa para ser consultada pelos operadores. Nas outras IT, relativas ao novo método de operação dos trabalhadores (uma Instrução de Trabalho para cada um dos dois postos), cada passo do procedimento foi enunciado, desde o começo até ao final do processo de composição de kits de fixações e de parafusos para equipamento de caixa. As Instruções de Trabalho foram vistas em conjunto com os operadores, assim como o processo de contagem utilizando a balança, de forma a perceber se existiriam eventuais questões adicionais a ser averiguadas. O *feedback* foi positivo e a adaptação ao novo método foi rápida e sem incidentes. As Instruções de Trabalho estão expostas no Anexo E.

A segunda questão colocada pelo departamento de montagem em obra acabou por se verificar uma “não questão” para a produção. Uma vez que os acessórios são encomendados a fornecedores, a responsabilidade por não conformidades deverá ser afeta a estes. Desta forma, o departamento da qualidade da empresa será responsável por trabalhar a eventual existência de não conformidades, fazendo tratamento estatístico, e caso estas existam a responsabilidade será, naturalmente, do fornecedor. De referir que as não conformidades relativas a não aperto entre fêmea e parafuso têm uma frequência de ocorrência extremamente reduzida. De qualquer forma, caberá ao departamento da qualidade perceber se esta frequência é desprezável ou não.

Além da mudança descrita, alterou-se também a forma de envio dos acessórios dos kits de fixações. Uma vez que são componentes leves e de pequena dimensão, serão agora colocados na mesma caixa que as cadeiras, ao invés de irem em caixas separadas. O número de caixas de cartão será reduzido a aproximadamente metade.

As ideias de enviar os componentes em sacos de plástico e de o envio dos acessórios de fixações não ser feito em caixas separadas surgiram a partir de conversas com o operador do posto de trabalho de fixações. Consequentemente, redigiram-se dois documentos de Sugestão de Melhoria atribuídos ao trabalhador em causa, relativos às duas mudanças implementadas. A empresa premeia monetariamente colaboradores que contribuam com sugestões de melhoria que sejam consideradas válidas (mesmo que estas não venham a ser adotadas). Com isto procura-se a envolvência de todos, assim como promover a proatividade dos trabalhadores no sentido de melhorar os seus postos de trabalho, mas também mostrar que as suas sugestões são valorizadas e têm o devido reconhecimento por parte da organização.

As melhorias introduzidas permitiram libertar no total trinta e cinco horas de trabalho por semana aos operadores. Esta libertação veio reforçar a intenção de desenvolver um novo projeto que vinha a ser pensado e que será descrito na próxima secção.

4.5.2 Postos de Trabalho da Célula de Acessórios

O passo a dar após a libertação de tempo aos trabalhadores era atribuir tarefas para os ocupar. Essas tarefas poderiam vir da linha de portas, vindo de encontro ao objetivo de reduzir o tempo de certos processos da linha.

A célula tinha quatro bancas, mas numa delas trabalhavam dois operadores, que se entreadjudavam de forma a conseguir atingir o objetivo diário. No chão existia material que poderia estar colocado de uma forma mais adequada, assim como carros com acessórios que eram usados nas bancas que podiam ser disponibilizados (apenas a banca de fixações tinha bordo de linha). Desta forma, surgiu a ideia de remodelar a célula, comprando quatro bancas, como forma de atingir vários objetivos:

- A célula passar a ter cinco postos, de forma a cada operador ter a sua banca de trabalho;
- Todas as bancas passarem a ter bordo de linha com o material de uso constante nos seus trabalhos, para não ocupar chão de fábrica com componentes e aumentar a facilidade de acesso a estes por parte dos colaboradores;
- Para cada posto haver uma atribuição clara das tarefas a realizar. De momento chegam materiais para serem cravados e peças para realizar pequenas assemblagens, e não há uma definição concreta de quem deve fazer cada tarefa;
- A célula passar a ser de facto uma célula de acessórios, no sentido em que todos os operadores realizarão tarefas e pré-montagens para a linha de portas.

Para a mudança de *layout* ser executada com eficácia e o resultado ser positivo, era necessário seguir um conjunto de passos de forma sequencial:

1. Conhecer os procedimentos realizados nas duas bancas que ainda não foram abordadas e assim ter uma imagem exata da folga existente na célula para acomodar outras tarefas;
2. Selecionar tarefas de postos prioritários (que estão acima do *takt time*) da linha de montagem de portas que possam ser realizadas fora da mesma;
3. Atribuir as tarefas selecionadas a cada posto de trabalho da célula de acessórios;
4. Projetar um novo *layout*, tendo em conta a inserção da nova banca.

Nas subsecções seguintes relata-se o que foi feito no sentido de responder à necessidade levantada por cada um dos pontos anteriores.

4.5.3 Procedimentos Realizados na Célula de Acessórios

As duas bancas que ainda não foram particularizadas serão designadas por banca de módulos e banca de balustradas. Em conjunto com os operadores que trabalham nestes postos, obteve-se informação e registo por vídeo das tarefas que realizam em 80% ou mais do seu tempo. Na Tabela 4 apresenta-se, por posto e produto mais frequente, o tempo despendido pelos trabalhadores. A quantidade do dia, para os postos de balustradas e módulos, foi calculada com base na média diária de cinco semanas de produção. Para a banca de fixações, que é uma banca com maior variabilidade, atribuiu-se 15 obras por dia, que excede o limite superior do número de obras que o operador realiza, que são 12. No entanto, existem obras mais complexas que tomam mais tempo e optou-se por uma aproximação conservadora, atribuindo uma ocupação maior que as 12 obras, que são a referência. No caso do posto de kits de parafusos, as quantidades diárias para cada kit estão definidas pela organização e são as apresentadas na Tabela 4.

O posto de módulos, tendo dois operadores que partilham tarefas, é dividido em duas colunas e o tempo que demora a fazer uma unidade, multiplicado pela quantidade por dia, é dividido pelas duas.

Tabela 4- Carga de trabalho associada às tarefas *core* dos postos da célula de acessórios

Descrição	Tempo/uni	Qtd. Dia	Fixações	Kits Eq. Caixa	Módulos 1	Módulos 2	Balustradas
172470 e 172474	00:18:23	15	04:35:45				
182343	00:00:48	100		01:20:00			
184057	00:01:06	70		01:17:00			
168660	00:00:22	58		00:21:16			
112405	00:00:39	58		00:37:42			
Módulo	00:26:08	6			01:18:24	01:18:24	
2 Caixas Módulo	00:06:04	6			00:18:12	00:18:12	
Módulo Suplementar	00:03:40	6			00:11:00	00:11:00	
Suporte para USB	00:01:22	6			00:04:06	00:04:06	
Módulo de Cabine	00:23:14	6			01:09:42	01:09:42	
USB	00:08:58	6			00:26:54	00:26:54	
Módulo de Serviço	00:15:44	6			00:47:12	00:47:12	
Balustrada Simples	00:09:43	5,5					00:53:27
H1	00:20:08	5,5					01:50:44
Fechar Obra	00:16:19	4,5					01:13:25
Total			4:35:45	3:35:58	4:15:30	4:15:30	3:57:36
Folga			2:24:15	3:24:02	02:44:30	02:44:30	03:02:24

Na parte inferior da tabela apresenta-se o tempo total ocupado para as tarefas que são o *core* dos postos de trabalho da célula de acessórios. Face a sete horas úteis consideradas, existe uma folga considerável para acomodar outras tarefas.

Após a obtenção do conhecimento concreto das tarefas realizadas na célula, passou-se ao próximo passo, que consistiu em escolher tarefas da linha de montagem de portas a serem realizadas nesta área.

4.5.4 Atribuição de Tarefas

A escolha de tarefas a realizar na célula de acessórios implica não só perceber se é possível realizá-las fora da linha de montagem de portas, mas também conhecer o tempo que cada uma demora a ser trabalhada, de forma a perceber qual será a ocupação que lhe estará associada. Dado este facto, os processos *bottleneck* foram analisados de novo, assim como as folhas de desdobramento de cada processo, identificação de desperdícios e eventuais melhorias que tinham sido construídas numa fase anterior do projeto. Por fim, foi realizada uma lista de tarefas a retirar dos postos prioritários.

Na Tabela 5 apresenta-se parte da tabela elaborada para inserção das novas tarefas na célula de acessórios. A tabela completa está apresentada no Anexo F. Por coluna é apresentada, para cada peça:

- A imagem da peça na qual se irão realizar operações;
- O posto cliente do produto acabado;
- O código associado ao desenho do produto final de cada procedimento a realizar;
- A referência dos componentes utilizados (rebites, parafusos, entre outros acessórios que estejam envolvidos);
- O tamanho de caixa a ser utilizado e a quantidade de peças a ser nela colocada, particularizando as quantidades quando as peças podem ter orientações diferentes (direita ou esquerda) e materiais diferentes;
- Quanto tempo demora a realizar a tarefa;
- O tempo que demora a executar a quantidade de peças pretendida;
- A periodicidade com que se pretende que as tarefas sejam realizadas (ou, de outra forma, quantos dias de *stock* para a célula destino estão contidos em cada caixa);
- A que posto da célula foi atribuída a peça.

Tabela 5- Parte da lista de peças a atribuir à célula de acessórios

Peça	Posto Cliente	Cód NV Sub-assembly	Componentes Utilizados	Tipo de Caixa	Quantidade/caixa	Tempo Unidade	Tempo Total	Periodicidade (dias)	Atribuído a posto de:
	103885	DOK000691-4 Z004682 pos. 8, 9	175434	1/4	100 50 direitos 50 esquerdos	00:00:10	00:16:40	2	Kits Equipamento de Caixa
	103885	DOK000691-5 Z004682 pos. 10, 11	158557	1/4	100 50 direitos 50 esquerdos	00:00:35	00:58:20	2	Módulos
	104148	DOK000691-6 Z018465 pos. 8, 10, 15..19	189792 185097 125074 186805 124960 124973 125173	1/2	30	00:01:24	00:42:00	4	Balustradas
	104148	Z015993	185033 158554	1/4	64	00:00:20	00:21:20	2	Módulos

Caixas de vários tamanhos são utilizadas na unidade fabril. O tamanho da caixa a utilizar foi escolhido em função da quantidade de peças a colocar e da periodicidade que se pretende. Também foi tido em conta o espaço que haverá para as posicionar na célula e nas bancas. Caixas maiores acarretarão mais espaço ocupado, por isso serão utilizadas apenas para elementos que tenham dimensões que não permitam o uso de caixas mais pequenas. A atribuição das caixas e quantidades de cada elemento foi efetuada em conjunto com a secção de planeamento e programação. Além da atribuição, reduziram-se algumas quantidades do lote de produção de certos elementos. Esta redução de quantidades tem efeitos positivos como menor área de armazém ocupada, menos peças alvo de depreciações e, caso exista uma falha de produção e o lote venha defeituoso, com pequenas quantidades a exposição ao erro será menor.

O código dos componentes a utilizar é essencial, assim como o código do desenho associado à operação. As caixas com componentes estarão nas bancas das células de acessórios, devidamente identificadas. O sistema de abastecimento por parte da logística interna é o descrito no capítulo anterior (sistema de duas caixas) e só com os códigos presentes se garante o funcionamento correto do processo de reposição. A presença do código para o produto final também é necessária, para se garantir que quando se dá o término de uma tarefa, enchendo a caixa com a quantidade definida, a logística interna desloque a caixa até à banca destino. O código associado à operação foi utilizado para imprimir os desenhos respetivos, de forma que os operadores que agora vão realizar as tarefas tenham conhecimento claro do procedimento implícito. A identificação das caixas foi garantida com a criação (utilizando um *template* da empresa), impressão e colocação de etiquetas nas caixas. Na Figura 33 mostra-se, para um produto, o exemplo de uma etiqueta projetada, assim como as etiquetas já impressas e coladas nas duas caixas que vão ser utilizadas para o transportar.

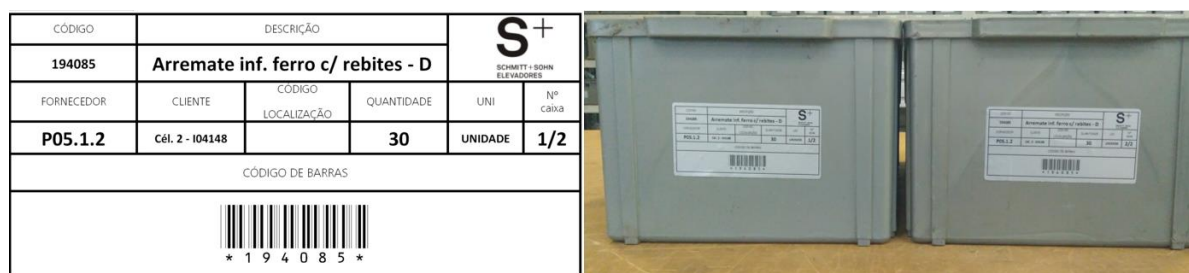


Figura 33- Etiqueta utilizada para identificar as caixas

A atribuição de tarefas foi suportada numa tabela com a folga de tempo dos operadores antes e após a alocação dos procedimentos. Teve-se em conta a presença das duas máquinas de cravar, que estão neste momento próximas da banca onde se realizam módulos, assim como o facto de nesta banca estarem dois operadores, que se entrelaçam na realização das tarefas (considera-se que estas são distribuídas de forma igual por ambos). Como se verá na próxima secção, uma das máquinas de cravar será movida para o lado de outro posto de trabalho. À lista ainda se acrescentarão mais tarefas, com o devido tempo investido em trabalho de planeamento, de forma análoga ao que foi descrito. Há margem para esta adição de procedimentos, como se pode observar na Tabela 6, que mostra a folga diária antes e após inserção de novas tarefas. Nas próximas tarefas atribuídas poder-se-á tirar partido de haver outro posto com máquina de cravar, deixando de ser apenas os operadores de módulos a melhor opção para realizar cravamentos. O processo de atribuição de tarefas foi iniciado, validado e pode ser continuado, com vista a dar o apoio necessário para a linha de montagem de portas atingir o objetivo semanal.

Tabela 6- Folga por dia antes e após atribuição de tarefas

Posto de Trabalho	Folga pré atribuição de tarefas	Folga pós atribuição de tarefas
Módulos 1	02:44:30	02:17:34
Módulos 2	02:44:30	02:17:34
Balustradas	03:02:24	02:28:34
Kits Equipamento de Caixa	03:24:02	02:45:12
Fixações	02:24:15	02:17:05
Folga Total	14:19:41	12:08:55

A atribuição destas tarefas aos postos da célula de acessórios, terá impacto nas bancas de trabalho nas quais estas se realizavam antes. Na Tabela 7 mostra-se o tempo antes e após serem retiradas as tarefas dos três postos de trabalho, assim como o tempo poupado em cada um.

Tabela 7- Impacto da atribuição de tarefas à célula de acessórios nos postos *bottleneck*

	Tempo Antes	Tempo Após	Savings	Savings (%)
Prumo de Serviço	00:48:01	00:39:54	00:08:07	16,90%
Pendurais Rápidos de Patamar	00:12:06	00:09:08	00:02:57	24,52%
Travessões de Patamar	00:23:15	00:21:52	00:01:23	5,95%

Para chegar a estes valores de *savings*, observaram-se os vídeos de cada processo e retirou-se o tempo que era utilizado pelo operador nas tarefas a ser realizadas na célula de acessórios.

Na próxima secção descreve-se o processo de planeamento do novo *layout* da célula de acessórios, a implementar com a chegadas das bancas.

4.5.5 Definição de Novo Layout

O projeto de mudança de *layout* da célula de acessórios começou com o levantamento de medidas de todos os seus atuais constituintes, desde bancas a carros com material e acessórios.

Na Figura 34 apresenta-se um esquema da célula antes da mudança com todos os elementos constituintes da célula à escala. Na zona da esquerda da figura, encontra-se uma estante com acessórios para o posto de módulos. Ao lado da banca, está um carro *in* com acessórios como parafusos e fêmeas, assim como as máquinas de cravar. Na zona direita da Figura 34, em frente à banca de balustradas, está representado material para *in* da banca de módulos. Materiais utilizados pelos colaboradores são colocados em europaletes. No início de cada dia, um dos dois trabalhadores desloca-se a esta zona e coloca no outro carro *in*, representado na figura na zona da banca de módulos, todo o material necessário para a produção do dia. Este procedimento demora mais de trinta minutos. Os operadores vão colocando o seu *out* num carro, representado na Figura 34, e em frente à estante. No final de cada dia, colocam o material de *out* num carro de maiores dimensões que passa no corredor principal e é levado para o outro edifício da organização, para a montagem elétrica.

A banca de kits de parafusos tem caixas com todos os acessórios necessários para o trabalho do operador. O posto não tem bordo de linha incorporado, deste modo as caixas estão pousadas na superfície da banca, sendo a área disponível desta, por isso, mais reduzida. O colaborador coloca os sacos dos kits num carro que contém várias caixas, cada uma para um tipo de kit.

O posto de fixações, além de ter caixas com acessórios no bordo de linha da sua banca, tem dois carros com material, um com cadeiras e o outro com outros acessórios.

A banca de balustradas, com uma largura um pouco maior que as demais, derivado do tipo de trabalho que lá se realiza, tem ao seu lado uma máquina de furar, usada apenas pelo operador deste posto (está representada na Figura 34 a vermelho). Tem ainda material *in*, presente em dois carros e numa caixa colocada no chão. Não existe um carro ou uma zona para *out* definida para este posto de trabalho, pelo que operador coloca os seus produtos finais no chão.

É possível ainda verificar-se a presença de carros com acessórios usados por postos que se situam ao lado da célula, no canto superior direito.

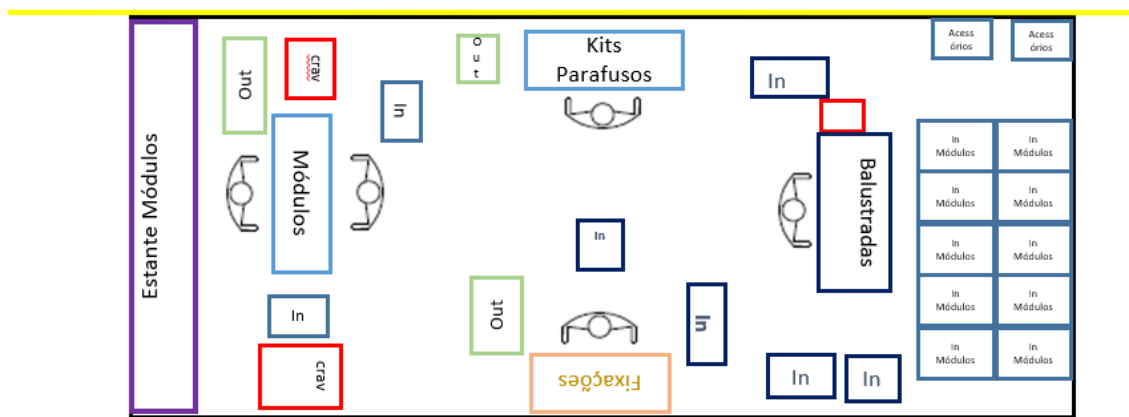


Figura 34- Layout da célula de acessórios antes da modificação

Durante a planificação do novo *layout*, realizaram-se múltiplas reuniões de *brainstorming*, dando a relevância necessária à fase *plan* do ciclo PDCA. O objetivo é fazer bem à primeira e,

com a chegada das bancas, começar com as operações (quer as habituais quer as novas tarefas) sem problemas originados por falta de planeamento.

Várias hipóteses foram consideradas, tendo sido a hipótese apresentada na Figura 35 a que apresenta mais vantagens.

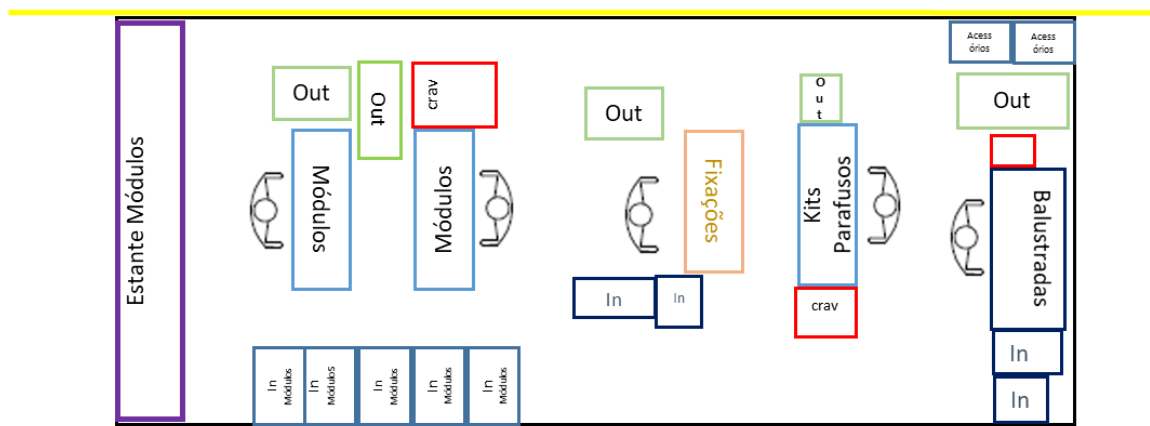


Figura 35- Novo *Layout* escolhido para célula de acessórios

Esta hipótese visa tornar possível atingir os objetivos definidos na secção 4.6. O novo *layout* funcionará do seguinte modo:

- O material de *in* para os postos de módulos será colocado em prateleiras, com dois andares, ao invés de estar em paletes. A altura das prateleiras não ultrapassará 1,5m, pelo que será de fácil acesso aos operadores. As prateleiras estarão ao lado das bancas, pelo que o carro *in* não será necessário (operários tirarão o material diretamente para a banca). Além de se ganhar espaço na célula, poupa-se tempo em deslocações e evita-se a recolha demorada de material para todo o dia de produção;
- O carro *in* com acessórios para os postos de módulos também não será necessário, uma vez que as bancas terão bordo de linha;
- Os operadores de módulos colocarão material no carro *out*. Produtos de maiores dimensões ficam do mesmo lado do carro, havendo um espaço destinado para os mesmos, também representado;
- O posto de fixações funcionará de forma similar, apenas sendo reposicionado o carro com acessórios de maior dimensão, que não cabem no bordo de linha da banca;
- A banca de kits de parafusos terá agora uma máquina de cravar, podendo absorver outras tarefas sem necessidade de deslocação do trabalhador;
- A banca de balustradas terá bordo de linha, pelo que será retirado o carro *in* com acessórios. Terá também uma zona de *out* definida. Os carros com acessórios utilizados pelos postos em frente à célula poderão vir a ser retirados e a banca de balustradas alinhada com as demais;

Existem aspetos a ser realçados:

- Todos os *outs* estão orientados na mesma direção, assim como todos os *ins*. O objetivo é os trabalhadores recolherem material de um lado e finalizarem o produto para o outro;

- Esta orientação facilita também as tarefas de recolha dos produtos de *out*, assim como de abastecimento nas zonas de *in*. Estas zonas de *in* e de *out* estão facilmente acessíveis;
- A parte traseira das bancas está acessível para a logística interna realizar abastecimento sem restrições. É possível abastecer as duas bancas de módulos na mesma passagem, à semelhança da banca de parafusos e de fixações;
- As bancas foram colocadas com a mesma orientação, para se garantir um melhor aproveitamento do espaço;
- Existe facilidade de deslocação para fora e para dentro da célula, a partir de qualquer um dos dois corredores.

Além das melhorias descritas até agora, foram também desenvolvidos mecanismos de controlo, que passam a ser descritos nas próximas duas secções.

4.6 Standard de Ferramentas

Num projeto anterior atribuíram-se máquinas e ferramentas a cada banca da linha de montagem de portas, consoante as necessidades implícitas às tarefas nela realizadas.

Assim, resta assegurar a possibilidade de o chefe de secção, do *team leader*, ou mesmo os próprios trabalhadores, controlarem as ferramentas de cada banca e verificar se está tudo de acordo com o definido no que respeita à presença das ferramentas e das máquinas e à sua arrumação. O quarto e o quinto dos 5S, relacionados com normalização e disciplina, são desta forma valorizados com a presença de mais uma ferramenta que facilita a prática de *standard work*.

Como resposta a esta necessidade foi realizado um levantamento de todas as ferramentas e máquinas presentes em cada banca, com vista a elaborar um registo normalizado que permita o controlo referido para todos os postos de trabalho. Utilizou-se um *template* construído pela empresa. Para cada banca, atribui-se um número a cada ferramenta presente na gaveta (devidamente arrumada) e identifica-se cada instrumento com o nome e código, que pode ser código de catálogo ou um número de imobilizado atribuído pela organização, no caso das máquinas.

É importante realçar que durante a elaboração e documentação do *standard* atual foram identificadas oportunidades de melhoria em algumas gavetas nas quais as ferramentas são arrumadas e foram detetadas ferramentas que não eram utilizadas no posto onde se encontravam, que foram redirecionadas. Alguns exemplos elaborados podem ser observados no Anexo G.

4.7 Análise do Turno da Noite

Uma forma de responder às exigências de produção foi abrir um segundo turno para alguns postos de trabalho. É o caso da banca do microporte e do posto que realiza montagem de folhas, que se observaram ser postos *bottleneck*. No início do turno é realizada uma reunião que visa mostrar o objetivo diário e esclarecer questões pontuais. Depois disso, não há a presença de um *team leader* nem de um chefe de secção que possam orientar os trabalhadores. Para melhor acompanhar os trabalhos realizados, foi elaborada uma folha de registo. Nesta folha, cada colaborador lista as tarefas que realizou, o tempo que demorou e o número de obra correspondente. Na parte inferior da folha estão os tempos de referência para as tarefas base de cada posto de trabalho. No Anexo H são apresentados dois exemplos desta folha preenchida. Tendo o tempo que foi usado para cada tarefa é possível saber se o trabalhador está a trabalhar dentro da referência e, fazendo a soma de todos os tempos, perceber se as seis horas úteis estão a ser respeitadas. O segundo turno é de sete horas e dá-se a habitual margem de segurança de

uma hora. Com os dados obtidos a partir do preenchimento diário de folhas de registo durante um pouco mais de um mês, foram elaborados gráficos para melhor analisar a informação recolhida. Na Figura 36 apresentam-se dois gráficos. Para cada operador é mostrado o tempo total de trabalho diário, em minutos, no gráfico da esquerda, e a sua média (lida no eixo da esquerda) e desvio padrão, no gráfico da direita.



Figura 36- Representação das horas de trabalho dos operadores do turno da noite

Com o objetivo de ter uma percepção mais clara das horas de trabalho de cada operador elaboraram-se gráficos individuais, como pode ser observado na Figura 37. Está presente uma linha azul referente ao tempo de trabalho em cada um dos dias e uma linha de aproximação linear, a tracejado.



Figura 37- Representação das horas de trabalho diárias de cada operador individualmente

Na Figura 38 incluem-se histogramas para cada operador, para observar de outra forma a variabilidade de cada um.



Figura 38- Histogramas relativos às horas de trabalho de cada operador

É possível verificar que os operadores 1, 4 e 5 aproximam o tempo de referência de 360 minutos, enquanto os operadores 3 e 6 estão longe deste valor. É necessário, também, ter em conta a variabilidade associada a cada um. O operador 4, ao longo dos dias em análise, trabalhou sempre um tempo contido num intervalo com 50 minutos de amplitude. Já o trabalhador 5, além de não ter comparecido por quatro vezes, apresenta uma variabilidade maior, tendo trabalhado 300 minutos ou menos em seis dias diferentes.

É importante referir que os operadores têm realizado as tarefas dentro dos tempos de referência ou num tempo próximo, o que valida a análise que foi feita. Poderia dar-se o caso de um trabalhador que laborasse 360 minutos, mas que operasse longe dos tempos de referência. Isto tiraria relevância aos dados apresentados anteriormente, pois poderia haver um operador a trabalhar menos tempo que executasse um maior número de tarefas. Desta forma, para garantir a validade dos dados inseridos, é verificada a aproximação aos tempos de referência de cada tarefa.

Este tipo de registo e controlo irá continuar a ser efetuado, com vista a melhor caracterizar cada operador. O impacto que pode resultar da troca funções poderá ser avaliado, no que diz respeito a quebra de monotonia e, conseqüentemente, maior rendimento.

4.8 Quantificação das Melhorias

Com o objetivo de quantificar os ganhos que vieram das melhorias introduzidas, reformulou-se o gráfico antes adotado pela empresa. Pode ver-se o novo gráfico de seguida, na Figura 39.

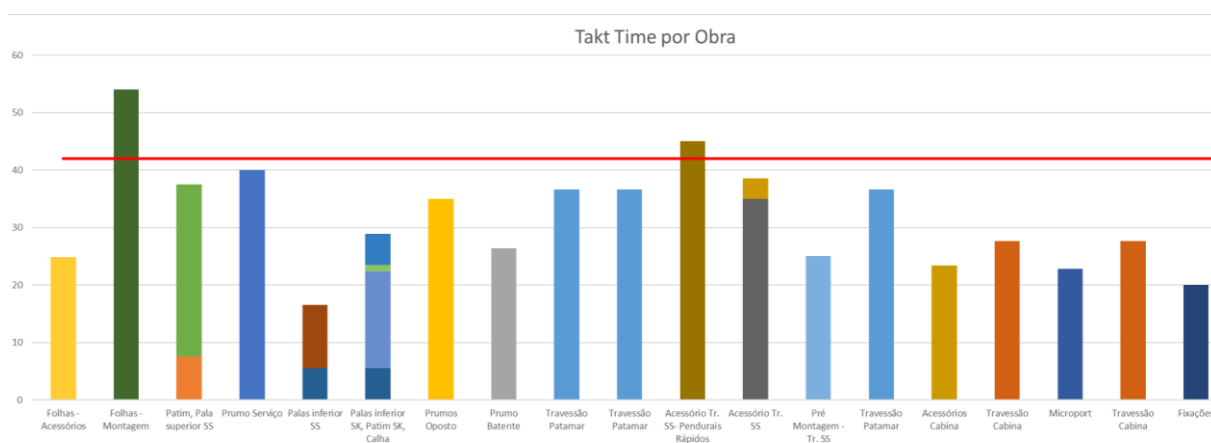


Figura 39- Novo gráfico de balanceamento da linha de montagem de portas

Nas bancas de folhas, o tempo livre do operário que realiza acessórios (reforços dos painéis) é, como foi visto na secção 4.4, usado a fazer caixas e tampas e em colocação de materiais de *in* nos locais devidos. Quanto ao procedimento de montagem de folhas, no gráfico está acima do *takt time*, mas o excedente é realizado pelo operador do turno da noite, pelo que neste momento não é um posto *bottleneck*. De referir também que a versão anterior do gráfico não traduzia totalmente a realidade, pois não se quantificavam os tempos de pausa para procura de material. A variabilidade associada aos postos foi consideravelmente reduzida, sendo mais fácil perceber onde é necessário atuar. Atuou-se com o colaborador do turno da noite, mas podem vir a ser tomadas ações diferentes. Opta-se por não incluir a capacidade acrescentada por este colaborador no gráfico, pois além da possibilidade de ser uma medida temporária, o tempo que o trabalhador tem destinado a realizar esta tarefa não está definido com rigor.

O posto do prumo de serviço, que antes era um posto gargalo, está abaixo do *takt time*.

Os postos de travessões de patamar também estão agora abaixo do *takt time*.

Com a inserção do operador do turno da noite, o microporte deixou de ser gargalo da linha. Estando agora dois turnos ativos neste posto de trabalho, a capacidade duplicou.

O posto de fixações encontrava-se muito perto do *takt time*. Com as melhorias introduzidas no processo de montagem, neste momento é um dos postos com mais margem na linha de montagem, podendo acumular mais tarefas além das que são o seu *core*, como já foi mencionado. A própria deslocação ao posto de embalagem com a paleta com produto final (que agora contem um número muito mais reduzido de caixas) é realizada pelo caminho mais rápido, usando o corredor principal.

A mudança nos processos das bancas de fixações e kits de parafusos de equipamento de caixa, não só libertaram tempo aos operadores na fábrica, como também aos colaboradores que efetuam montagem de elevadores em obra, nos cinco países onde a organização está presente.

Há apenas um posto que está acima do *takt time*. É um dos dois postos de acessórios de patamar, o de pendurais rápidos. Apesar de já se ter retirado tarefas do procedimento, ainda não se atingiu o objetivo. Existe, no entanto, margem para melhorar o processo e tornar mais algumas tarefas externas. De momento, pontualmente, tira-se partido da versatilidade dos operadores e o colaborador de pendurais rápidos divide tarefas com um outro, que o ajuda a cumprir o objetivo do dia.

Na Tabela 8, mostra-se a soma do tempo despendido por todos os processos para cumprir uma obra *standard* de cinco pisos, antes e depois do projeto. A média de tempos dos processos também é apresentada. Na terceira coluna, mostra-se o rácio de balanceamento, seguindo o método apresentado na secção 2.2.4. Neste caso concreto, realizou-se a razão entre a soma de tempos de todos os processos e o produto do número de processos pelo tempo do processo dos acessórios de travessão de patamar (pendurais rápidos de patamar). A mesma fórmula foi aplicada para ambos os casos. Dado que atualmente o excedente do posto de folhas é realizado pelo homem do turno da noite, o posto considerado como posto com tempo superior foi o de pendurais rápidos de patamar.

Tabela 8- Balanço entre antes e após o projeto

	Tempo Total dos Processos (minutos)	Média de Tempos	Rácio de Balanceamento
Antes	716	00:37:41	62,8%
Depois	606	00:31:53	70,9%

Além das melhorias quantificáveis com tempo ganho, também os ganhos de área devem ser contabilizados. Onde antes existiam quatro bancas, estão agora cinco, na célula de acessórios. Ganhou-se espaço útil e proporcionou-se aos operadores condições mais favoráveis para a realização dos seus trabalhos diários.

Na área de embalagem desimpediu-se área de fábrica. Os perfis de proteção em espuma e os favos de abelha deslocados para debaixo do tapete de rolos representaram um ganho direto de área. O *stock* de cartão usado para tampas e divisórias de caixas foi movido para uma zona que não estava a ser utilizada para qualquer atividade. Esta zona apenas tinha o cartão utilizado para a base das caixas. Desta forma, é legítimo afirmar que também aqui existiu um ganho de área operacional, pois o espaço ganho na área de embalagem veio a tornar mais fácil o funcionamento desta zona.

5 Conclusões e Perspetivas de Trabalho Futuro

Neste capítulo realiza-se um balanço geral das melhorias introduzidas durante o projeto e uma reflexão sobre trabalho que pode ser realizado no sentido de dar continuidade ao que foi posto em prática.

O objetivo principal da equipa era o aumento da produtividade da linha de montagem de portas e foi atingido, tendo sido elevada a diversidade de técnicas aplicadas e micro projetos desenvolvidos para atingir a meta principal.

Inicialmente, aplicaram-se técnicas de análise de procedimentos, observando cada processo sempre com o intuito de identificar oportunidades de melhoria. Este estudo permitiu obter um conhecimento considerável dos postos de trabalho observados e construir uma imagem concreta da linha de montagem de portas num curto espaço de tempo.

De seguida, procurou-se atuar no sentido de melhorar a organização e a identificação dos materiais que chegavam ao bordo de linha das células da linha de montagem de portas. Para isso, redigiu-se uma *checklist* que funciona como canal de comunicação entre a secção de planeamento e programação, a secção de transformação mecânica e a secção de montagem mecânica. A elaboração desta lista envolveu a perceção das necessidades das diversas partes envolvidas e reflexão de como responder de forma efetiva.

Após a conclusão da *checklist*, o foco foi dirigido para a área de embalagem e o objetivo intermédio definido foi tornar esta área funcional. Para isso foram utilizados vários métodos, sendo os primeiros a redação de uma Instrução de Trabalho, no sentido de garantir maior organização do produto que vem do posto de fixações, e a definição do limite de uma paleta com este produto na área de embalagem. De seguida, os esforços foram dirigidos para o reposicionamento do material presente na área de embalagem. O processo foi iterativo e após cada alteração levantaram-se problemas que poderiam surgir e procurou-se resposta aos mesmos. Por exemplo, para responder à deslocação do material de tampas e divisórias de caixas para o início da linha de montagem, criou-se um protótipo que possibilita o transporte ao longo do tapete de rolos de caixa, tampa e divisória de cartão como um conjunto. No final obteve-se uma área de embalagem definida e com espaço para as diferentes solicitações do dia a dia de produção. O estado final desta área é muito satisfatório quando comparado com o inicial.

Dado que na remodelação da área de embalagem foram deslocados materiais para o início da linha, a atenção foi dirigida no sentido de tornar a célula 1 eficaz. Aqui foram levantadas questões relacionadas com materiais no bordo de linha e procedimentos nos dois postos de trabalho da célula. Os materiais passaram a ser colocados segundo um *standard* definido junto dos operadores, cabendo a um dos trabalhadores garantir o cumprimento dessa disposição no dia a dia. As funções de cada operador foram definidas, no sentido de tornar a célula eficiente e evitar tempos mortos.

Após a definição dos postos da célula 1, a atenção da equipa foi direcionada para o local de onde as paletes com material presentes na área de embalagem vinham: a banca de kits de fixações. Nesta banca identificou-se uma oportunidade de melhoria do procedimento praticado. De forma análoga à banca de kits de fixações, também o procedimento do posto de kits de equipamento de caixa, presente na mesma célula, podia ser melhorado. Para introduzir a melhoria no processo, foi necessário desenvolver ferramentas no sentido de o tornar válido e garantir que não existiriam erros. Três Instruções de Trabalho foram redigidas, para estabelecer um modo de proceder claro e fácil de replicar. Também é de mencionar a negociação com o departamento internacional de montagem em obra. Vários problemas foram levantados, sendo de realçar o envolvimento do chefe do departamento internacional de montagem em obra para reunir com a equipa e discutir aspetos consequentes do novo procedimento. A equipa mostrou a viabilidade do novo procedimento em termos de execução, quer na produção, quer na montagem do elevador em obra, e realçou o ganho que adviria da implementação do novo

método. Esta interação e análise da temática segundo diferentes perspetivas, procurando responder às questões levantadas por vários departamentos, acabou por proporcionar a implementação do procedimento e revelou-se bastante enriquecedora. Os operadores dos postos envolvidos viram a carga de trabalho associada às suas tarefas principais reduzida a metade.

Após implementação dos novos procedimentos atuou-se na atribuição de tarefas para ocupar o tempo que os operadores agora tinham disponível. Este processo envolveu diversas etapas e deu origem a mais um projeto com impacto na fábrica. Inicialmente, analisou-se a célula de acessórios e os postos envolvidos, para perceber qual a margem total para absorver outras tarefas. Para atribuir procedimentos aos postos de trabalho, foram seguidos vários passos. Inicialmente, importou perceber a carga de trabalho representada por cada tarefa, para garantir a viabilidade da atribuição. De seguida, procurou-se proporcionar todas as ferramentas necessárias aos operadores que agora vão realizar novos procedimentos. Em primeiro lugar, disponibilizou-se o desenho com instrução clara da operação a realizar. Depois, garantiu-se a presença de todos os componentes e acessórios envolvidos (desde peças para a montagem a acessórios de pequena dimensão, como rebites e parafusos) nas quantidades certas, transportados nas caixas adequadas com a devida identificação. De realçar a importância que a secção de planeamento e programação teve nesta fase, estando em constante comunicação com a equipa. Para certos componentes foram diminuídas quantidades do lote de produção. A atribuição de tarefas à célula de acessórios permitiu diminuir consideravelmente o tempo e a complexidade de processos da linha de portas. Antes deste projeto, eram cinco os postos acima do *takt time*. Após a realização dos trabalhos, apenas um posto não consegue montar o seu produto final dentro do tempo que se deseja atingir, por uma curta margem.

Ainda na célula de acessórios, surgiu a oportunidade de remodelar o *layout* desta área e de o tornar mais funcional. Numa das quatro bancas estavam dois operadores a realizar tarefas, apenas uma banca tinha bordo de linha e, agora que se pretendia inserir mais procedimentos nesta célula, era desejável proporcionar as melhores condições para a sua realização. Desta forma, procedeu-se ao desenvolvimento de um novo *layout* para a célula, tendo em conta múltiplas restrições: garantir espaço para operadores circularem, acessibilidade para abastecimento por parte da logística interna, a presença de duas máquinas de cravar a ser reposicionadas, material de *in* para as bancas presente na célula e a ser colocado de outra forma, a definição de locais de *out* para cada posto. Várias hipóteses de *layout* foram elaboradas e discutidas, tendo-se chegado a uma decisão unânime quanto ao melhor *layout* a ser adotado.

Devido a um atraso por parte de um fornecedor, as bancas encomendadas ainda não chegaram, pelo que o novo *layout* ainda não foi implementado. No entanto, já foram atribuídas tarefas à célula de acessórios para testar o método e a sua viabilidade. Até agora, em nenhuma situação operadores da linha de portas pararam o seu trabalho por precisarem de materiais vindos da célula de acessórios. Resta apenas esperar a chegada das bancas para poder proporcionar as melhores condições de trabalho aos operadores e prosseguir com a atribuição de tarefas.

Além de todas as ações de melhoria, foram desenvolvidas ações de controlo. A elaboração de documentos de *standard* de ferramentas para as bancas da linha de montagem permitirá a controlar a presença das ferramentas e máquinas definidas em cada posto, assim como a sua correta arrumação.

Para permitir uma melhor noção do trabalho desenvolvido pelos operadores do turno da noite, assim como um estabelecimento de objetivos mais fundamentados junto dos trabalhadores, construiu-se um *dashboard*. Cada operador, diariamente, regista numa folha o trabalho que realiza, assim como o tempo despendido em cada tarefa. Isto permite recolher dados sobre o trabalho de cada colaborador, como a média de tempo de trabalho útil de cada um e a variabilidade associada.

Após a implementação das várias melhorias descritas, diversos trabalhos podem ser realizados para dar continuidade ao que foi desenvolvido durante o projeto.

Com a chegada dos carros que foram encomendados, o funcionamento completo da *checklist* será possível. O canal de informação, que neste momento está estabelecido entre a secção e planeamento e programação e a secção de transformação mecânica será estendido para a linha de montagem de portas. A maior organização de material e a correta identificação de cada carro serão importantes no sentido de detetar e corrigir falhas o mais rapidamente possível.

Com base no gráfico de balanceamento da linha de montagem de portas obtido no final do projeto, é possível notar que ainda se pode melhorar. No posto de prumo de serviço verifica-se uma margem curta face ao *takt time*. Mais tarefas, facilmente convertidas em tarefas externas deste procedimento serão atribuídas à célula de acessórios. As tarefas já retiradas e as que podem vir a ser no futuro, não só evitam desperdícios associados a deslocações às máquinas de cravar, como retiram complexidade ao procedimento, que é bastante extenso. Também na banca de pendurais rápidos de patamar, que está ainda acima do *takt time*, se intervirá retirando mais tarefas para a célula de acessórios.

Nos postos de travessões de patamar, embora estes estejam abaixo do *takt time*, ainda se podem introduzir melhorias que seriam importantes para absorver a variabilidade trazida pelos travessões com contactos adicionais e cabo de desencravamento, e por obras especiais, que requerem um tempo consideravelmente superior. Determinadas tarefas do procedimento de montagem do travessão de patamar poderão vir a ser deslocadas para a célula de acessórios. Neste posto pode ser mais desafiante retirar tarefas do procedimento, pois grande parte da montagem é realizada diretamente no travessão. No entanto, é alcançável um resultado satisfatório. Uma outra possibilidade é averiguar a hipótese de o operador da pré-montagem realizar mais tarefas durante o seu procedimento, para melhor balancear a célula.

O método de contagem de componentes com a balança foi testado e aprovado na banca de fixações. O procedimento definido tem sido cumprido da melhor forma. A aquisição de outra balança, para a banca de kits de equipamento de caixa, é o último passo para concluir a mudança de procedimento. Atualmente o operador conta os componentes manualmente. A obtenção da balança será importante no sentido de garantir melhores condições de trabalho e menor probabilidade de erros de contagem.

Com a implementação do sistema *andon* e a chegada dos *tablets* à linha de montagem de portas, poderá ser construído um *dashboard* referente às operações do turno do dia, à semelhança do que foi construído para o turno da noite (ao qual tem sido dada continuidade). Esta possibilidade, além de permitir um nível superior de controlo por parte do chefe de secção, possibilitará a cada operador perceber de forma direta, em tempo real, se está acima ou abaixo do objetivo. A informação recolhida pode até ser utilizada para promover fatores motivacionais como premiar os melhores operadores do mês.

Como trabalho futuro considera-se também a manutenção daquilo que foi implementado. A disciplina para manter o que foi introduzido deve ser valorizada e promovida. No entanto, em paralelo com o ato de manter, deve existir uma busca constante por oportunidades para melhorar.

Por fim, é importante realçar a experiência enriquecedora que este projeto representou. Além de ter havido a possibilidade de aplicar conceitos teóricos na prática e observar o impacto que os métodos utilizados podem ter, foi possível conhecer outras variantes do ambiente industrial. Os métodos teóricos aprendidos só têm aplicação com sucesso na prática se existir um correto envolvimento das pessoas e forem tidos em conta os seus contributos. Os operadores devem ser motivados e sentir o seu conhecimento valorizado.

O contacto com as chefias foi muito importante no processo de aprendizagem proporcionado pelo projeto. Muitos ensinamentos foram transmitidos pelo encarregado geral e pelo orientador do projeto, chefe do departamento de engenharia do processo, tendo o conhecimento sido absorvido com o máximo interesse, por vezes até fascínio.

Referências

- Abdilmouti, H. 2015. "The role of Kaizen (continuous improvement) in improving companies' performance: A case study." *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM)*.
- Al Smadi, S. 2009. "Kaizen strategy and the drive for competitiveness: challenges and opportunities." *Competitiveness Review: An International Business Journal* 19 (3):203-11.
- Alves, Anabela, and Pedro Arezes. 2011. "Revisão Bibliográfica sobre a Sinergia entre Lean Production e Ergonomia." *Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Produção e Sistemas*
- Andersson, Roy, Henrik Eriksson, and Hakan Torstensson. 2006. "Similarities and differences between TQM, six sigma and lean." *The TQM Magazine* 18 (3):282-296.
- Audenino, A. 2012. "Kaizen and Lean management autonomy and self-orientation, potentiality and reality." *2nd International Conference on Communications, Computing and Control Applications*.
- Bakhtiar, Cut Ita Erliana, and Wan Dermawan. 2019. "Work time measurement analysis with indirectly working measurement method on cement bagging station." *1st International Conference on Industrial and Manufacturing Engineering* 505 012141.
- Bilalis, N., G. Scroubelos, Antoniadis A., D. Emir, and D. Koulouritotis. 2002. " Visual factory: basic principles and the 'zoning' approach." *Int. J. Prod. Res.* 40 (15):3575-3588.
- Bonney, M.C., Zongmao Zhang, M.A. Head, C.C. Tien, and R.J. Barson. 1999. "Are push and pull systems really so different?" *Department of Manufacturing Engineering and Operations Management, University of Nottingham, University Park*.
- Coimbra, Euclides A. 2013. "Kaizen in Logistics and Supply Chain." *McGraw Hill education*.
- Deshmukh, Girish, Chandrakant Ramesh Patil, and Mona G Deshmukh. 2017. "Manufacturing industry performance based on lean production principles." *International Conference on Nascent Technologies in Engineering (ICNTE)*.
- Goyal, S.K. , and S.G. Deshmukh. 1992. "A critique of the literature on just-in-time manufacturing." *International Journal of Operations and Production Management* 12 (1):18-28.
- Hellsten, U. , and B. Klefsjo. 2000. "TQM as a management system consisting of values, techniques and tools." *TQM Magazine* 12 (4):238-44.
- Hirzel, Ann-Kathrin, and Michael Leyer. 2017. "The role of employee empowerment in the implementation of continuous improvement " *International Journal of Operations & Production Management* v37 (10):1563-79.
- Imai, Masaaki. 2012. "Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy." *McGraw Hill*.
- Lam, Nguyen Thi, Le Minh Toi, Vu Thi Thanh Tuyen, and Do Ngoc Hien. 2016. "Lean line balancing for an electronics assembly line " *13th Global Conference on Sustainable Manufacturing* 40:437-442.
- Liker, J. K. 2004. "The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer." *McGraw-Hill, NY*.

- Lockhart, J.C., H. Kavan, and A. Iaquito. 2015. "Kaizen: a Japanese philosophy and system for business excellence." *Journal of Business Strategy* 36 (5).
- Millstein, Mitchell A., and Joseph S. Martinich. 2014. "Takt Time Grouping: implementing kanban-flow manufacturing in an unbalanced, high variation cycle-time process with moving constraints." *International Journal of Production Research* 52 (23):6863-6877.
- Ml'kva, Miroslava, Vanessa Prajová, Boris Yakimovich, Alexander Korshunov, and Ivan Tyurin. 2016. "Standardization - one of the tools of continuous improvement " *International Conference on Manufacturing Engineering and Materials* 149:329-332.
- Morlock, Friedrich, Niklas Kreggenfeld, Louis Louw, Dieter Kreimeier, and BerndKuhlenkötter. 2017. "Teaching Methods-Time Measurement (MTM) for WorkplaceDesign in Learning Factories." *Procedia Manufacturing* 9:369-375.
- Ortiz, C. . 2010. "Kaizen vs. Lean: Distinct but related." *Metal Finishing* 108.
- Parry, G.C., and C.E. Turner. 2006. "Application of lean visual process management tools." *Production Planning and Control* 17 (1):77-86.
- Ramdass, K. 2015. "Integrating 5S principles with process improvement: A case study." *Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET). Proceedings*:1908-17.
- Reichhart, A., and M. Holweg. 2007. "Lean distribution: concepts, contributions, conflicts." *Int J Prod Res* 45:3699-3722.
- Roberto, Marcos, and Adriana Araújo. 2017. "Methods Time Measurement on the Optimization of a Productive Process: A Case Study " *4th International Conference on Control, Decision and Information Technologies*
- Schmitt. 2019. "Schmitt Intranet."
- Sobek, Durward K., and Art Smalley. 2008. "Understanding A3 Thinking." *Taylor & Francis Group*.
- Suárez-Barraza, M.F., J. Ramis-Pujol, and L. Kerbache. 2011. "Thoughts on kaizen and its evolution " *International Journal of Lean Six Sigma* 2 (4):p 288-308.
- Thun, Jörn-Henrik, Martin Drüke, and André Grübner. 2010. "Empowering Kanban through TPS-principles – an empirical analysis of the Toyota Production System." *International Journal of Production Research* 48 (23):7089-7106.
- Xiong, Guangyu, Xiuqin Shang, Gang Xiong, and T.R. Nyberg. 2019. "A kind of lean approach for removing wastes from non-manufacturing process with various facilities." *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica* 6 (1):307-15.
- Yang, Yang, Zhongqiu Li, and Lina Shi. 2016. "Continuous Improvement Actions: Moderating Effects of the Consciousness of Employees " *International Conference on Industrial Economics System and Industrial Security Engineering (IEIS)*.
- Yik, L.K., and J.F. Chin. 2019. "Application of 5S and visual management to improve shipment preparation of finished goods." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 530.

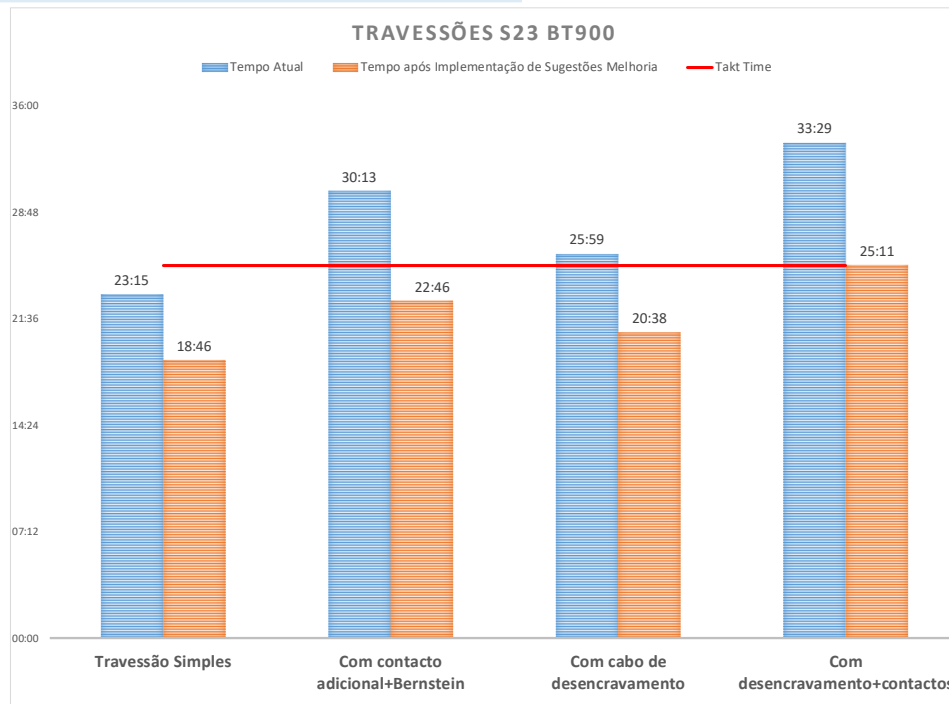
Empresas:						Schmitt - Elevadores, Lda											
Seção:						P03.1											
Op.	Nº	Quantidade	Unidade	Operador	Descrição / Tarefas	Momento	Momento materiais	Momento montagem	Momento transporte	Transporte	Controle	Especia Registros informáticos	Tempo legant	Início	Fim	Observações	Potencial Saving
1					Ir buscar travessão (já tinha ao lado dele)	X	X						00:05	00:03	00:08		
2					Fixar travessão na banca				X				00:25	00:08	00:33		00:00:12
3					Colocação de abraçadeiras (4)				X				01:24	00:33	01:57	Abraçadeiras mais pequenas (evita corte e colocação no fio) (nesta etapa braçadeira extra por causa de Bernstein)	00:00:11
4					Recolher na sua banca contacto adicional e acessórios para a sua montagem		X						00:16	01:57	02:13	Pré montagem	00:00:16
5					Colocação de contacto adicional			X					01:21	02:13	03:34	Pré montagem pode realizar fixação de contacto adicional ao relogo	00:01:21
6					Elétrificação de contacto adicional			X					00:57	03:34	04:31	Contacto adicional (contabilizando passo 46) (usar Makhta eventualmente)	02:34
7					Deslocação para ir buscar acessórios para aplicação de linguete+chapa de segurança (banca do lado)	X	X						00:12	04:31	04:43	Foi à banca do lado	00:00:09
8					Ir buscar acessórios a própria banca								00:24	04:43	05:07		
9					Fixação de linguete				X				00:47	05:07	05:54	Chapa de afinação pq não é zincada?	
10					Passar fios por chapa de segurança				X				00:10	05:54	06:04		
11					Ir buscar acessórios a própria banca para eletrificar contacto		X						00:05	06:04	06:09		
12					Colocação contacto				X				01:08	06:09	07:17	Aliviar parafusos, não poderiam vir já aliviados?	00:00:10
13					Colocar abraçadeira				X				00:25	07:17	07:42		00:00:05
14					Colocação etiqueta				X				00:16	07:42	07:58		
15					Elétrificação de contacto				X				01:20	07:58	09:18		
16					Ir buscar cabo e contacto de Bernstein	X	X						00:29	09:18	09:47	Passar caixas para F01 (para já F02 provisório)	00:00:18
17					Tirar fita cola de acessório para contacto de Bernstein				X				00:48	09:47	10:35	Enviar para pré montagem caixas para retirar plástico/moldar para chapa em ferro pintado	00:00:42
18					Preparação e fracionamento do contacto Bernstein				X				00:52	10:35	11:27	Chave aperto rápido e eventualmente pré montagem?	
19					Colocação de 5 abraçadeiras no contacto Bernstein e no seu cabo				X				01:30	11:27	12:57	Abraçadeiras mais pequenas	00:00:16
20					Enrolamento e colocação de duas abraçadeiras no cabo do contacto Bernstein				X				00:45	12:57	13:42	Contacto de Bernstein	04:24 00:00:12
21					Ajuste de etiqueta ATV pré montada				X				00:13	13:42	13:55	XTempos contactos	06:58
22					Aplicação da segunda etiqueta ATV				X				00:16	13:55	14:11	Pré-montagem	
23					Desenrolar cabo e tirar abraçadeira				X				00:19	14:11	14:30	Melhoria de pré preparar cabo de bicha metálica implementada	00:00:16
24					Apertar cabo de desencravamento+afinar				X				01:55	14:30	16:25	Cabo de aço difícil de inserir por desalinhamentos na ponta	00:00:47
25					Enrolar cabo e aplicar duas braçadeiras				X				00:49	16:25	17:14	Cabo de desencravamento	02:44
26					Colocação de etiqueta				X				00:19	17:14	17:33		00:00:19
27					Ir buscar cabo de aço	X	X						00:11	17:33	17:44	Podia estar mais perto dele?	00:00:05
28					Aplicação de cabo de aço no travessão (encalacear etapas)-etapa 26								00:07	17:44	17:51		
29					Ir buscar mola pequena	X	X						00:08	17:51	17:59	(esta pequena viagem podia ter sido adiantada quando foi buscar o cabo)	00:00:08
30					Aplicar mola no cabo, aparafusar e posicionar cabo no travessão				X				00:28	17:59	18:27		
31					Ir buscar barramentos	X	X						00:12	18:27	18:39		
32					Montar barramento 1 e colocação de uma etiqueta				X				00:41	18:39	19:20	Pré montagem (etiqueta)	00:00:08
33					Montar												

Melhoria da Produtividade da Secção de Portas de uma Fábrica de Elevadores

Travessão S23 BT900	Tempo Individual	Melhorias a Implementar	Tempo Total	Tempo após Melhorias
Travessão Simples	23:15	00:04:30	23:15	00:18:46
Com contacto adicional	02:34	00:01:37	25:49	00:19:43
Com contacto de Bernstein	04:24	00:01:20	27:39	00:21:49
Com contacto ad+Bernstein	06:58	00:02:57	30:13	00:22:46
Com cabo de desencravamento	02:44	00:00:51	25:59	00:20:38
Cabo desencravam/ + contactos (adic + Bernstein)	10:14	00:03:49	33:29	00:25:11

	Tempo Atual	Tempo após Implementação de Sugestões Melhoria	Takt Time
Travessão Simples	23:15	00:18:46	00:25:12
Com contacto adicional+Bernstein	30:13	00:22:46	00:25:12
Com cabo de desencravamento	25:59	00:20:38	00:25:12
Com desencravamento+contactos	33:29	00:25:11	00:25:12

Takt Time (min) 00:25:12
Objetivo (portas SS / semana) 250
Objetivo (portas SS / dia) 50
Número de bancas para montagem 3
Dias úteis Semana 5
Tempo útil/dia (h) 07:00:00



2- Análise de ambos os processos de preparação de acessórios de travessões de patamar.

Empresa: Schmitt - Elevadores, Lda
Secção: P04.1 P33

Op. Nº	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 4	Descrição / Tarefas	MUDA								Tempo (segundos)	Início	Fim	Observações	Potencial Saving
						Movimento	Movimento materiais	Movimento informação	Movimento parametrização	Transporte	Controlo	Espera	Registos Informáticos					
1					Ir buscar e fixar pendural	X	X							00:09	00:00	00:09		
2					Colocação de Etiqueta									00:10	00:09	00:19		
3					Ir buscar parafuso e casquilho (própria banca)	X	X							00:11	00:19	00:30		
4					Fixação manual de parafuso e casquilho no pendural (passo 3 IT)				X					00:13	00:30	00:43		
5					Fixação de chapa no pendural (com dois parafusos e fêmeas) (passos 4 e 5)				X					00:49	00:43	01:32	Colocação de fêmea um pouco demorada	
6					Ir buscar duas peças em baixo da sua banca	X	X							00:14	01:32	01:46	Baixou-se duas vezes, pouco prático ir buscar abaixo da banca	
7					Deslocação a banca do lado para ir buscar parafuso	X	X							00:09	01:46	01:55		00:06
8					Colocação e aperto de dois pinos numa das peças, aperto pneumático (passo 6)									00:18	01:55	02:13		
9					Testar dimensão de orifício da outra peça (6), limando de seguida e testando de novo				X					00:17	02:13	02:30	Este passo pode ser evitado/movido para antes de peça chegar a esta célula.	00:17
10					Colocação de "cilindro" na peça e colocação da peça no pendural (passos 7a e 7d)				X					00:06	02:30	02:36		
11					Colocação de anel e casquilho na peça anterior e aperto (passo 8 e 9)				X					00:35	02:36	03:11		
12					Colocação de locite em dois parafusos				X					00:22	03:11	03:33		
13					Colocação de parafusos (12) e casquilho (11) em peça (10)				X					00:49	03:33	04:22	processo de aperto demorado (26s)	
14					Teste de mobilidade e colocação de peça (13) e sua fêmea				X					00:42	04:22	05:04	colocação de peça 13- 20s	00:12
15					Colocação de locite e colocar 14a e 14b				X					00:36	05:04	05:40	Aperto rápido	00:08
16					Ir buscar peça à própria banca, buscar peça abaixo da sua banca (lado da trás)	X								00:12	05:40	05:52		00:08
17					Deslocação a punccionadora para fazer furo na peça do diapositivo 10 (furo 15).	X	X							01:14	05:52	07:06	Tem de mudar pino da punccionadora e coloca de novo o que estava anteriormente. Este passo tem de ser pré-preparado.	01:10
18					Colocação de parafusos (16)				X					00:36	07:06	07:42	Aperto manual demorado- aperto rápido	00:09
19					Ajuste de cilindro (8)				X					00:37	07:42	08:19	Não há forma de evitar este ajuste?	
20					Colocação de parafusos (17) e (18)		X		X					00:43	08:19	09:02	A meio coloca caixa vazia no "out" para ser abastecida, perde 10s	
21					Recolher material na banca e montar (23) e (24)				X					00:19	09:02	09:21		
22					Recolher material na banca e montar ponte (ficha contacto) (diapositivo 15)				X					00:46	09:21	10:07		
23					Colocação de proteção na ficha				X					00:10	10:07	10:17	Com novo escantilhão, não se realiza este passo.	
24					Ir buscar a banca do lado e colocar os dois (28)				X					00:26	10:17	10:43	Aqui aplica aperto rápido	
25					Recolher materiais e colocar (19), (20), (21) e (22)				X					00:54	10:43	11:37		
26					Colocação de chapa com ficha para contacto adicional				X					01:06	11:37	12:43		
27					Colocar etiqueta no pendural				X					00:19	12:43	13:02		
28					Colocar pendural no carro	X	X							00:10	13:02	13:12		
29																		
30																		
31																		
32																		
33																		
34																		
35																		
36																		
37																		
38																		
39																		
40																		
41																		
Σ														13:12			Total Potencial Saving	02:10

Melhoria da Produtividade da Secção de Portas de uma Fábrica de Elevadores

Empresa:
Secção: P04.1 P34

Op. Nº	Descrição / Tarefas	MUDA								Tempo (segundo)	Inicio	Fim			Potencial Saving
		Movimento	Movimento materiais	Movimento informação	Movimento parametrização	Transporte	Controlo	Espera	Registos informáticos						
1	Martelar pino no corpo do desencravamento manual				X					00:08	00:00	00:08			
2	Retirar peças da banca e fixar dois pinos em chapa				X					00:49	00:08	00:57			
3	Colocar parafuso grande no corpo do desencravamento, e colocação de várias peças (nomeadamente mola), acabando a roscar a fêmea na parte superior				X					01:21	00:57	02:18			
4	Medição com régua, ajuste e nova medição				X		X			00:18	02:18	02:36	Escantilhão		00:00:10
5	Recolha de parafuso na própria banca e de material na banca do lado	X	X							00:13	02:36	02:49			
6	Colocar parafuso no corpo do desencravamento e verificação de funcionalidade deste último				X		X			00:25	02:49	03:14	Tempo final desencravamento manual	03:14	
7	Ir buscar reforço de travessão própria banca e deslocação para ir buscar "berbequim"	X	X							00:31	03:14	03:45	Berbequim podia estar mais acessível		00:00:12
8	Retirar excesso de tinta				X					00:07	03:45	03:52	Poderia ser feito antes?		
9	Colocação de dois pinos no reforço, com aperto rápido				X					00:23	03:52	04:15			
10	Colocação de parafuso no reforço (martelo)				X					00:23	04:15	04:38			
11	Colocação de roda, colocando fêmea manualmente e usando Makhta de sequência				X					00:50	04:38	05:28	Tempo final reforço travessão	02:14	
12	Ir buscar peça, aplicar parafuso e anilha e ir buscar outra peça (própria banca)				X					00:21	05:28	05:49			
13	Deslocação a parte de trás da banca do lado (abaixo da mesma) para ir buscar material	X	X							00:18	05:49	06:07			
14	Aplicação de "cilindro no parafuso de (12) e aperto de porca				X					01:05	06:07	07:12			
15	Colocação de proteção				X					00:09	07:12	07:21	Tempo desencravamento	01:53	
16	Ir buscar pendural lento	X	X							00:23	07:21	07:44			
17	Recolher duas rodas, dois parafusos e duas fêmeas (própria banca)									00:22	07:44	08:06			
18	Aplicação manual das rodas no pendural									00:26	08:06	08:32			
19	Ir buscar duas rodas (pretas, maiores)									00:09	08:32	08:41			
20	Colocação de dois parafusos no pendural e aperto das duas porcas									00:33	08:41	09:14			
21	Aperto pneumático das rodas (18)									00:14	09:14	09:28			
22	Mudança de ponteira									00:08	09:28	09:36	8 segundos para mudar ponteira. Isto valida apertos automáticos na maioria dos casos, desde que ponteiras estejam organizadas e acessíveis		
23	Aperto pneumático das porcas (20)									00:06	09:36	09:42	6 segundos aperto de duas porcas.		
24	Ir buscar chapa, dois parafusos e máquina de aperto rápido									00:27	09:42	10:09			
25	Ligar fonte pneumática à máquina e apertar os dois parafusos									00:19	10:09	10:28	Tempo final pendural lento	03:07	
26															
27															
28															
29															
30															
31															
32															
33															
34															
35															
36															
37															
38															
39															
40															
41															
Σ										10:28	Tempo Total Potencial Saving				00:22

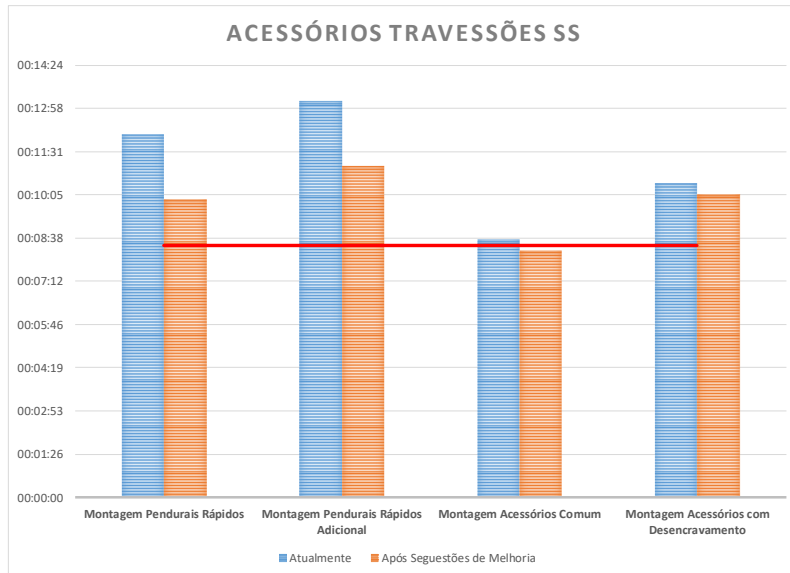
Melhoria da Produtividade da Secção de Portas de uma Fábrica de Elevadores

Objetivo (portas/semana)	310
Objetivo portas de patamar	250
Objetivo portas de cabina	60
Quantidade de Acessórios de Travessão/dia	50
Número de bancas para montagem	1
Dias úteis Semana	5
Tempo útil/dia	07:00:00
Takt Time (min)	00:08:24

P34 está dentro do takt time. Retirando uma percentagem do tempo por operário fazer processo em série e tendo em conta que a maioria das vezes não monta o desencravamento, o tempo deste processo estará seguramente abaixo dos 8min24s.

Limitação da montagem de acessórios está na montagem de pendurais rápidos.

Acessórios Travessões SS	Atualmente	Após Segueções de Melhoria	Takt Time
Montagem Pendurais Rápidos	00:12:06	00:09:56	00:08:24
Montagem Pendurais Rápidos Adicional	00:13:12	00:11:02	00:08:24
Montagem Acessórios Comum	00:08:35	00:08:13	00:08:24
Montagem Acessórios com Desencravamento	00:10:28	00:10:06	00:08:24



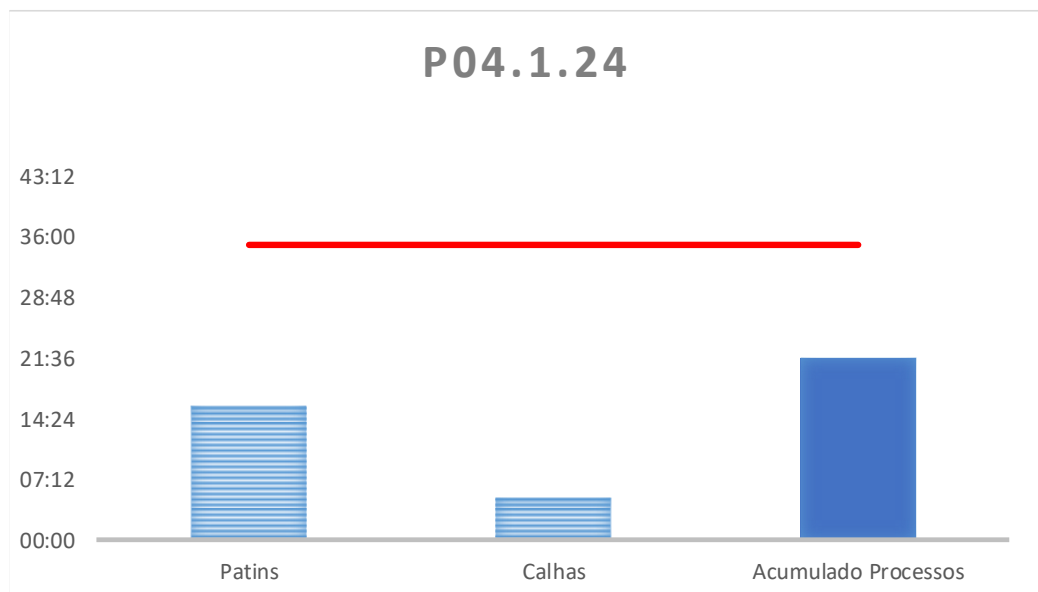
3- Análise das tarefas do posto de palas. Estas são palas inferiores de cabine, patins de cabine e calha de célula.

Empresa: Schmitt - Elevadores, Lda
 Secção: P04.1.24
 Local de trabalho: P04.1.24 Palas inferior SK, Patín SK, Calha
 Hora início: _____
 Hora fim: _____

Op. Nº	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Operator 4	Descrição / Tarefas	MUDA								Tempo (segundos)	Início	Fim	Observações	Potencial Saving		
						Movimento	Movimento materiais	Movimento Informação	Movimento parametrização	Transporte	Controlo	Espera	Registos Informáticos							
1					Consultar folha de obra						X			00:15	00:00	00:15				
2					Ir buscar base e coloca-la na banca	X	X							00:12	00:15	00:27				
3					Retirar película no lado inferior de ambos os patins			X						00:41	00:27	01:08		00:41		
4					Colocar patins em posição e colocar fita cola, de forma a unir ambos os componentes			X						00:35	01:08	01:43				
5					Colocar componente (8) e colocar 5 parafusos num patim e 4 no outro			X						00:54	01:43	02:37				
6					Colocar pala em cima dos patins, encaixando-a nos parafusos			X						00:05	02:37	02:42				
7					Colocação de 5 "reforços", encaixando nos 5 parafusos colocados em passo 5.			X						00:15	02:42	02:57				
8					Colocação manual de porcas nos 9 parafusos			X						01:27	02:57	04:24				
9					Colocação de parafusos e acessórios (12)			X						01:24	04:24	05:48				
10					Aperto das porcas colocadas no passo 8 com máquina pneumática			X						00:37	05:48	06:25				
11					Colocação de chapa (13) e fixação apertando fêmeas (14)			X						00:41	06:25	07:06				
12					Reposicionamento de conjunto base patins e recolher componentes debaixo da banca e na própria banca			X						00:25	07:06	07:31				
13					Colocação e fixação de componente (15)			X						00:33	07:31	08:04				
14					Colocação de dois parafusos no componente (15)			X						00:28	08:04	08:32				
15					Colocação de duas etiquetas			X						00:13	08:32	08:45				
16					Deslocação e colocação de etiqueta numa pala, colocando-a de seguida no out	X	X	X					00:39	08:45	09:24	Início/Fim Palas				
17					Colocação de três parafusos, anéis e porcas			X						00:57	09:24	10:21				
18					Aperto com máquina de aperto pneumática									00:11	10:21	10:32	Fim Patins			
19					Colocação de conjunto no out	X	X							00:24	10:32	10:56	10:17			
20					Deslocação para recolher duas calhas	X	X							00:38	00:00	00:38	Como calhas estão em carro horizontal, perde tempo a encontrar calha com dimensão pretendida para obra			
21					Mudança de ponteira			X						00:24	00:38	01:02				
22					Retirar excesso de tinta de 4 furos			X						00:15	01:02	01:17				
23					Recolher parafusos e anéis na sua banca e fixar um em cada calha com máquina pneumática			X						00:32	01:17	01:49				
24					Recolher reforço para uma das calhas na sua banca e outro para a outra no centro da célula	X	X							00:14	01:49	02:03		00:10		
25					Recolhe parafusos e porcas da sua banca e fixar manualmente, um em cada calha.			X						00:39	02:03	02:42	Aperto manual			
26					Dar aperto final com chave			X						00:10	02:42	02:52				
27					Reposicionar calha			X						00:08	02:52	03:00				
28					Recolher duas abraçadeiras na própria banca e aplica-las, unindo as duas calhas. Numa das abraçadeiras, anexa um saco com uma fita enrolada e outro com pequenos componentes.			X						01:41	03:00	04:41				
29					Retirar excessos de abraçadeiras			X						00:09	04:41	04:50				
30					Colocar calhas no out	X	X							00:11	04:50	05:01	Fim Calhas	Total Potencia Saving Calhas		
31					Ir buscar reforços de patins ao bordo de linha da célula	X	X							00:12	00:00	00:12				
32					Recolher acessórios na própria banca			X						00:08	00:12	00:20				
33					Aplicação de dois parafusos em cada reforço e aperto de porca com chave, manualmente			X						00:44	00:20	01:04				
34					Recolher máquina pneumática, mudar ponteira e colocar óculos			X						00:31	01:04	01:35				
35					Retirar excesso de tinta de oito furos			X						00:34	01:35	02:09				
36					Ligar fonte de ar comprimido a pistola e fixar oito rebites tubara			X						00:58	02:09	03:07				
37					Recolher parafusos e anéis na sua banca, colocar anéis nos parafusos (dois em cada um) e fixa-los manualmente nos reforços (nos rebites)			X						02:03	03:07	05:10				
38					Colocar uma abraçadeira, unindo os dois reforços									00:16	05:10	05:26				
39					Colocar reforços no out									00:07	05:26	05:33				
40																				
41																				
Σ													21:30							
																			Total Potencia Saving reforços+patins	00:41
																			Total Patins	15:50
																			Total Pala	00:39
																			Total Calhas	05:01

Objetivo (portas/semana)	310
Objetivo portas de cabina/semana	60
Quantidade de Conjuntos	
patins/palas/calhas por dia	12
Número de bancas para montagem	1
Dias úteis Semana	5
Tempo útil/dia	07:00:00
Takt Time	00:35:00

Processo	Tempo	Takt Time
Palas	00:39	00:35:00
Patins	15:50	00:35:00
Calhas	05:01	00:35:00
Acumulado Processos	21:30	00:35:00



4- Análise do processo de montagem do microporte.

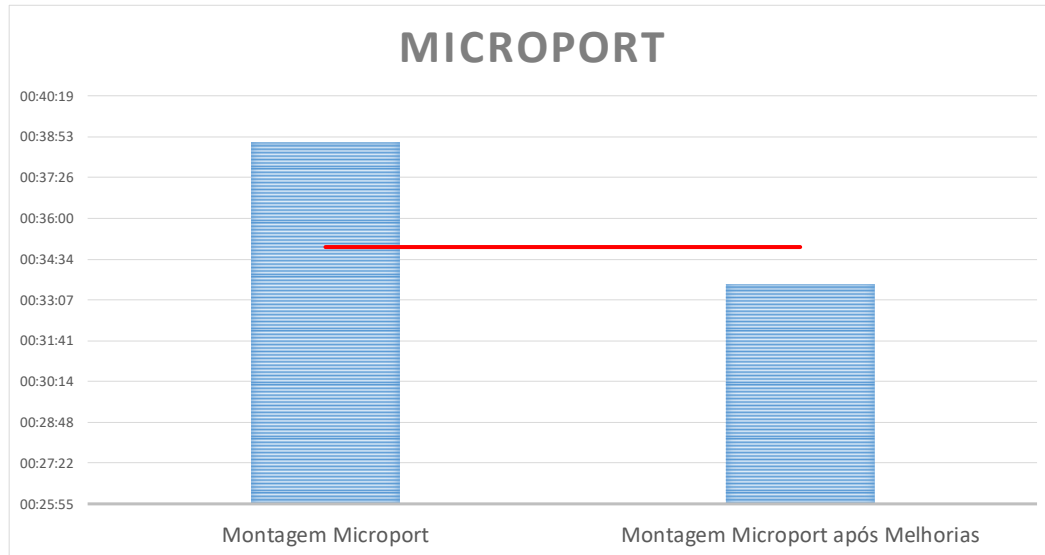
Empresa: Schmitt - Elevadores, Lda

Secção: P04.1.43- Microporte

Op. N°	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 4	Descrição / Tarefas	MUDA							Tempo (segundos)	Início	Fim	Observações	Potencial Saving
						Movimento	Movimento materiais	Movimento informação	Movimento parametrização	Transporte	Controlo	Espera	Registos informáticos				
1					Ir buscar travessão	X	X							00:19	00:00	00:19	
2					Deslocação fora da célula para fixar bucha	X	X							00:32	00:19	00:51	Operação deve ser pré feita ou feita na própria banca
3					Por não ter trazido bucha, ir à banca buscar e voltar	X	X							00:43	00:51	01:34	Viagem desnecessária
4					Fixar bucha, com máquina de aperto rápido									00:12	01:34	01:46	
5					Deslocação até à célula, mas para uma banca que não a sua	X	X							00:28	01:46	02:14	
6					Retirar excesso de tinta				X					00:14	02:14	02:28	
7					Levar travessão até à sua banca	X	X							00:10	02:28	02:38	
8					Colocação de 4 parafusos e porcas				X					01:18	02:38	03:56	
9					Colocação de "porca" na bucha				X					00:37	03:56	04:33	
10					Ir buscar placa elétrica, recolhendo-a na sua banca e retirando-a do saco plástico									00:28	04:33	05:01	
11					Aplicação de placa nos 4 parafusos e aperto das fêmeas				X					00:39	05:01	05:40	
12					Colocação de duas abraçadeiras com "colante"				X					00:48	05:40	06:28	
13					Retirar excesso de tinta a dois furos				X					00:13	06:28	06:41	
14					Aplicação de chapa (este é um SZ, esta é a única diferença em relação a S23)									06:41	07:31		
15					Colocação de 5 etiquetas em 5 fichas (em 3 das fichas escreveu também com caneta)				X					02:14	07:31	09:45	Poder-se-á fazer numa fase a montante da cadeia
16					Inserção e aperto (com máquina de aperto elétrica) de fios elétricos nas fichas				X					01:16	09:45	11:01	
17					Ir buscar dois cabos	X								00:44	11:01	11:45	
18					Inserção e aperto (elétrica) de terminais de cabo em ficha e respetivo encaixe na placa				X					01:10	11:45	12:55	
19					Inserção e aperto de terminais do outro cabo em ficha				X					01:22	13:05	14:27	
20					Inserção e aperto (manual) de terminações de cabo em ficha e inserção na placa				X					01:08	14:27	15:35	Aperto rápido
21					Inserção de terminais de cabo em ficha colocada na placa e aperto manual				X					00:52	15:35	16:27	
22					Ajuste de fixação de fios na placa				X		X			00:32	16:27	16:59	
23					Ir buscar cabo (normalmente desloca-se a outra zona do armazém)	X	X							00:18	16:59	17:17	
24					Preparação de cabo (colocação de um anel e uma abraçadeira)				X					01:21	17:17	18:38	
25					Inserção de terminais de cabo em ficha colocada na placa e aperto manual				X					02:17	18:38	20:55	
26					Enrolamento de restantes terminais, aperto das duas abraçadeiras com colante e ajuste da posição				X		X			01:11	20:55	22:06	
27					Fixação manual de terminais de cabo na placa e numa ficha, fixação da ficha na placa e colocação de abraçadeira				X					01:42	22:06	23:48	Aperto rápido
28					Aperto manual de terminais à placa e posicionamento, com colocação de abraçadeira				X					01:24	23:48	25:12	
29					Ir buscar peça (reforço) a própria banca e ir limá-la a outra	X	X		X					00:41	25:12	25:53	
30					Mudança de ponteira e retirar excesso de tinta a 4 furos, voltando a colocar a ponteira anterior				X					00:28	25:53	26:21	
31					Aplicação de chapa com on/off num dos reforços, com aperto manual de dois parafusos				X					00:50	26:21	27:11	Aperto rápido
32					Colocação dos reforço no travessão				X					01:07	27:11	28:18	
33					Pegar e colocar "cilindro preto" no travessão				X					00:30	28:18	28:48	
34					Pegar e encaixar 4 peças, colocando-as na chapa que só tem no SZ (em S23 este passo realiza-se, só não se encaixa na chapa, 2 segundos)				X					00:21	28:48	29:09	
35					Inserção de ficha de cilindro preto nas 4 peças encaixadas				X					00:10	29:09	29:19	
36					Inserção de ficha em que terminais de um cabo foram colocados				X					00:25	29:19	29:44	
37					Aplicar quatro rebites com máquina de aperto pneumático				X					00:45	30:28	31:13	
38					Ajuste de fios				X		X			00:30	31:25	31:55	Alguns movimentos fantasma
39					Ligação de cabos à máquina de teste				X					00:39	32:06	32:45	
40					Teste movimentos porta				X					05:01	32:45	37:46	
41					Retirar cabos ligas à máquina de teste e enrolar				X					01:04	37:46	38:50	
42					Registar em folha número de obra				X					00:16	38:50	39:06	
43					Colocar rebites com máquina de aperto pneumática				X					00:26	39:06	39:32	
44					Colocação de tampa da caixa onde se insere a placa, usando dois parafusos, aperto manual				X					00:45	39:32	40:17	
45					Colocação de duas etiquetas				X					00:17	40:17	40:34	
46					Colocação de travessão no out	X	X							00:14	40:34	40:48	
Σ														38:41	Total Potencial Saving		05:00

Objetivo módulos de microport/dia	12
Número de bancas para montagem	1
Dias úteis Semana	5
Tempo útil/dia	07:00:00
Takt Time (min)	00:35:00

Micropot	Tempo	Takt Time
Montagem Microport	00:38:41	00:35:00
Montagem Microport após Melhorias	00:33:41	00:35:00



5- Análise do processo de preparação de acessórios de cabina (pendural rápido).

Empresa: Schmitt - Elevadores, Lda

Secção: PD4.1

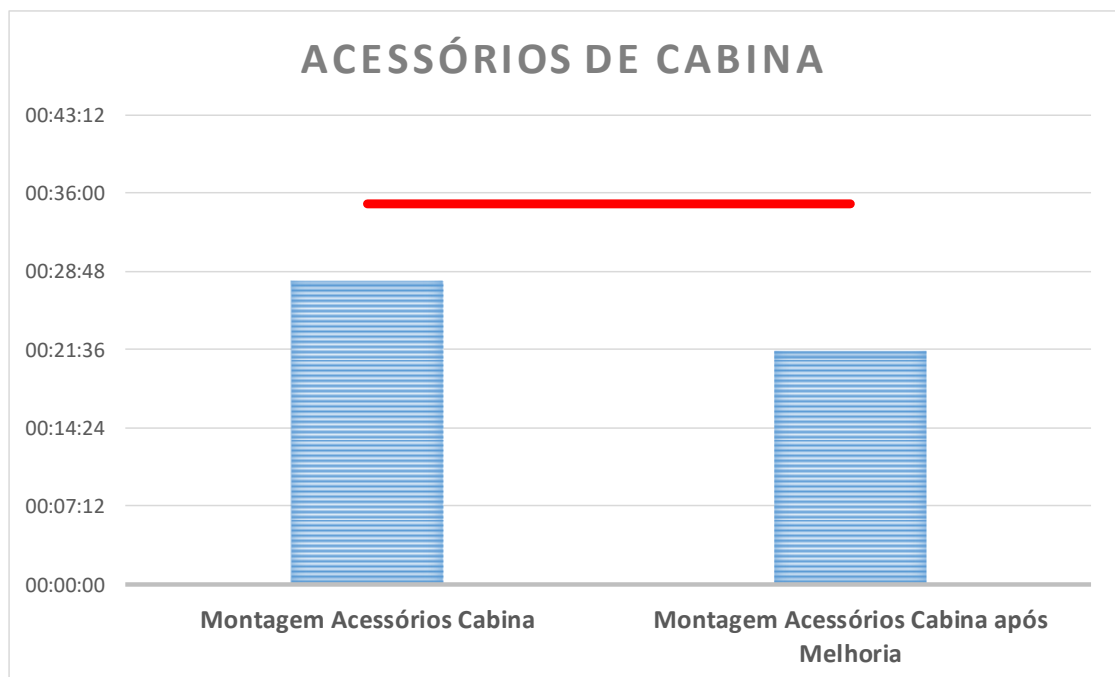
Local de trabalho: PD4.1.41 - Acessórios Cabina

Op. Nº	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 4	Descrição / Tarefas	MUDA								Tempo (segundos)	Início	Fim	Observações	Potencial Saving	
						Movimento	Movimento materiais	Movimento Informação	Movimento parametrização	Transporte	Controlo	Espera	Registos Informativos						
1					Retirar acessórios da própria banca	X								00:21	00:00	00:21	Ao longo do vídeo nota-se que dentro da própria banca os materiais podem estar melhor colocados. Baixa-se múltiplas vezes, tem de ir buscar materiais a caixa de trás...		
2					Passos (29) e (30) IT- com martelo, inserir "casquilhos" em duas peças.				X					01:54	00:21	02:15	Pré montagem?	00:01:40	
3					Recolher rampas do pendural em baixo da banca e, com martelo, fixa-as no pendural cravando parafusos (31)				X		X			01:46	02:15	04:01	Processo muito ruidoso e demorado. Para cravar parafusos tem de r	00:01:15	
4					Deslocação para colocar pinos (35) e (36)	X	X							00:58	04:01	04:59	Pré montagem?	00:00:58	
5					Colocar locite nos pinos (35) e (36)									00:09	04:59	05:08			
6					Roscar manualmente "fêmea" (35) e (36)				X					00:19	05:08	05:27	Roscar manual (rápido)- melhorar significaria poupança de pouco tempo, mas pode ser significativo porque é menos desgastante para trabalhador		
7					Recolher peça (32), colocar locite no parafuso e inser-lo na peça, apertando a porca manualmente (aperta outra porca também).				X					01:18	05:27	06:45	Roscar manual (apertar das porcas poderia ser com máquina)		00:00:15
8					Aperto com chaves de rosca				X					00:45	06:45	07:30	Acabou de apertar porca, se fosse com máquina não precisava.		00:00:15
9					Colocar peça (38) (com martelo) e dois parafusos (39)				X					00:34	07:30	08:04			
10					Colocar molicote nos suportes onde vai fixar a mola				X					00:31	08:04	08:35			
11					Colocação de mola e teste de mobilidade de componente				X		X			00:16	08:35	08:51			
12					Colocação de peça (41) e aperto de parafuso (40)				X					01:07	08:51	09:58			
13					Colocação de "casquilhos" na peça (42)				X					00:32	09:58	10:30			
14					Colocação de peça (42), aperto de parafusos (43) e de (44)				X					00:58	10:30	11:28	Aperto manual (rápido)- ver número de ponteiros se for necessário aplicar melhorias nos apertos		
15					Checks de mobilidade e ajustes com martelo						X			00:27	11:28	11:55	Pode verificar-se se existe necessidade de tantas verificações		
16					Deslocação a célula 3 buscar pendural	X	X							00:35	11:55	12:30	Aproximar?	00:00:28	
17					Martelar fêmea em parafuso				X					00:12	12:30	12:42			
18					Ir a outra banca buscar porca e colocar em parafuso	X	X		X					00:22	12:50	13:12			
19					Recolher materiais da própria banca e colocar locite em parafuso				X					00:25	13:12	13:37			
20					Colocação de chapa (11) e respetivos parafusos e fêmeas				X					00:36	13:41	14:17			
21					Colocação de locite em parafusos (28) e colocação dos quatro (27) no pendural				X					00:53	14:17	15:10			
22					Colocação de peça e argola nessa peça (antigo (5), (6), (7) e (8))				X					00:50	15:10	16:00	Aperto manual		
23					Colocação de chapa (10) e aperto de parafusos (9)				X					00:44	16:00	16:44			
24					Deslocação a célula 3 para buscar peça	X	X							00:36	16:44	17:20	Desconto de 20 segundos, devido a esquecimento de perno na sua banca, que nunca costuma acontecer	00:00:30	
25					Cravamento de perno roscado na peça									00:04	17:40	17:44	Pré-montagem? Perde bastante tempo em deslocações para operação de 4 segundos		
26					Deslocação até outra banca da sua célula para colocar pinos (13) com máquina de aperto pneumático	X	X		X					00:37	17:44	18:21	Pode ter máquina na sua banca	00:00:25	
27					Deslocação até à sua banca	X	X							00:07	18:21	18:28		00:00:07	
28					Inserção de pino (15) e anéis				X					00:29	18:28	18:57			
29					Deslocação até célula 3 para recolher chapa (16)	X	X							00:35	18:57	19:32		00:00:30	
30					Colocação de locite e anel nos dois parafusos (19) e colocação na chapa (16)				X					00:21	19:32	19:53			
31					Colocação de chapa (16) no pendural e aperto manual de parafuso (17)				X					00:50	19:53	20:43	Aperto manual		
32					Afinação de movimento						X			00:16	20:43	20:59			
33					Colocação de chapa (20) e aperto manual de parafuso (21)				X					00:15	20:59	21:14	Aperto manual		
34					Colocação de ponte (23), sua proteção (22) e de parafusos (24), com respetivos anéis				X					00:46	21:14	22:00			
35					Tirar peças (25) de peça pré montada porque não tem material		X							00:20	22:00	22:20		00:00:18	
36					Colocação de anel e porca (26) e respetivo aperto									00:14	22:20	22:34	Pelo que percebi é o operário que monta isto previamente. De qualquer forma, não é tempo alocado a este processo	00:00:14	
37					Colocação de abraçadeira e peça no pendural (50)				X					00:23	22:34	22:57			
38					Apertar parcialmente manualmente as quatro porcas (51)				X					00:35	22:57	23:32	Aperto parcial manual		
39					Ir buscar chave para desapertar um pouco uma das porcas (51)				X					00:09	23:32	23:41			
40					Ir buscar chapa (rampa de reconhecimento (52)) abaixo e ao fundo da sua banca	X								00:08	23:41	23:49		00:00:05	
41					Inserção de (52) e aperto de parafuso (56)				X					00:29	23:49	24:18	Aperto manual		
42					Ir buscar parafusos e peça (53) (esta abaixo da sua banca) e fixa-los no pendural (chave manual)	X			X					00:25	24:18	24:43			
43					Ir buscar slavanca para gancho (58) abaixo da sua banca e os dois parafusos (59) a caixa atrás da sua banca, inserindo-os em (58)	X			X					00:24	24:43	25:07			
44					Colocação de pino e anel em (58), com chave manual, e fixação no pendural (chave manual)				X					01:16	25:07	26:23	Aperto manual		
45					Aperto final de alguns acessórios, utilizando Poka-Yoke				X					00:39	26:23	27:02	Aperto manual		
46					Verificação de medida com paquímetro						X			00:13	27:02	27:15	Necessário? Poka Yoka podia garantir já isto		
47					Apertar totalmente fêmeas (chave manual)				X					00:19	27:15	27:34			
48					Ir buscar parafusos a caixa de segunda linha na sua banca e rodas (60) abaixo da sua banca	X								00:16	27:34	27:50			
49					Fixação das rodas (60) com aperto pneumático									00:18	27:50	28:08			
50					Teste de mobilidade						X			00:11	28:08	28:19			
51					Colocação no out	X	X							00:06	28:19	28:25			
Σ														27:53			Total Potencial Saving	06:30	

Inserir neste saving poupança de tempo e desgaste de materiais mais acessíveis na banca

Takt Time (min)	00:35:00
Objetivo (portas/semana)	310
Objetivo portas de patamar	250
Objetivo portas de cabina	60
Pendurais rápidos de cabina/dia	12
Número de bancas para montagem	1
Dias úteis Semana	5
Tempo útil/dia	07:00:00

Acessórios de Cabina	Tempo	Takt Time
Montagem Acessórios Cabina	00:27:53	00:35:00
Montagem Acessórios Cabina após Melhoria	00:21:23	00:35:00



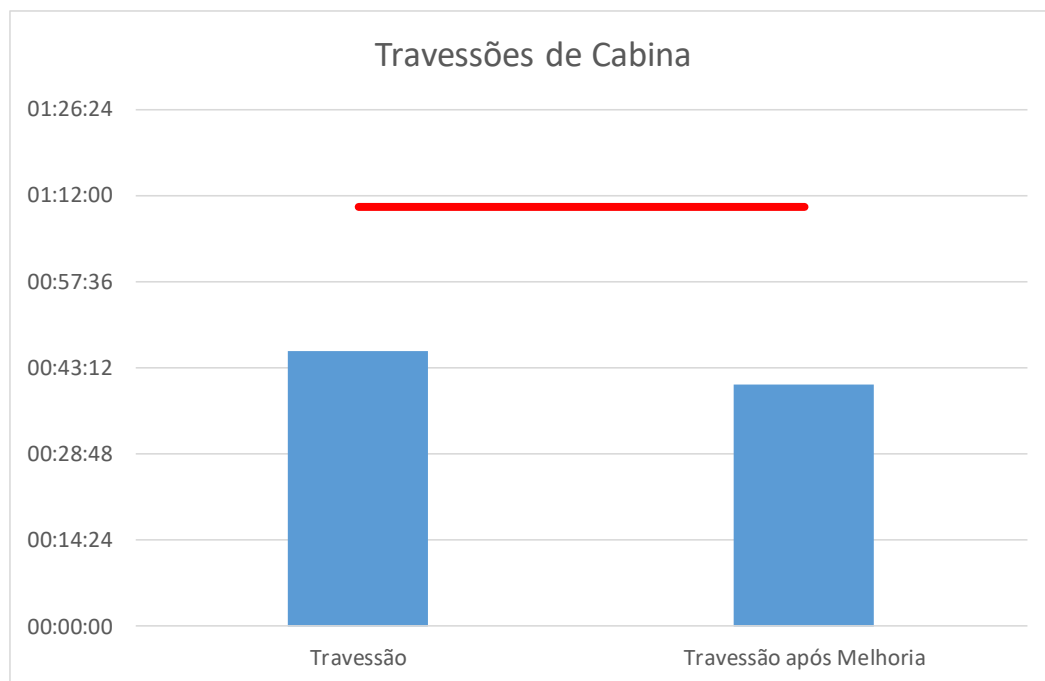
6- Análise do processo de montagem de travessões de cabine.

Empresa: Schmitt - Elevadores, Lda												Banca encontrava-se muito desarrumada. De novo muitos tempos mortos e interrupções. Ordem de IT não é respeitada.						
Secção: P04.1																		
Local de trabalho: P04.1.44 - Travessão SK																		
Op. N.º	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 4	Descrição / Tarefas	Movimento	Movimento materiais	Movimento informação	Movimento parâmetro	Transporte	Controlo	Espera	Registos informáticos	Tempo (segundos)	Início	Fim	Observações	Potencial Saving
1					Pegar no Módulo Microport e colocar na banca	X	X							00:15	00:00	00:15		
2					Ir buscar travessão e colocar na banca	X	X							00:30	00:15	00:45		
3					Ir buscar reforços de travessão e colocar na banca	X	X							00:15	00:45	01:00	Reforços pouco organizados	
4					Retirar excesso de tinta				X					00:22	01:00	01:22	Poderia ser retirado excesso de tinta a montante?	
5					Ir a outra banca colocar pinos (4) e (5), primeiro com martelo depois, com máquina pneumática	X	X		X					00:43	01:22	02:05		
6					Regressar à banca	X	X							00:08	02:05	02:13	Ter pinos e martelo na sua banca	00:00:17
7					Colocar, com máquina pneumática, 15 pinos fixando travessão ao módulo do microport e reforços no travessão. (ajusta reforço com martelo, para garantir perpendicularidade)				X		X			02:48	02:13	05:01	Uso de escantilhão para não andar a ajustar de um lado e do outro com martelo.	00:00:31
8					Fixação de chapa (9) com pinos (10), usando máquina pneumática				X					00:28	05:01	05:29		
9					Colocar, com ajuda de outro trabalhador, travessão na parte superior da banca	X	X							00:14	05:29	05:43		
10					Ir buscar peças a centro da célula	X	X							00:16	05:43	05:59		
11					Posicionamento de cabo e colocação de abraçadeira				X					00:30	05:59	06:29		
12					Ir a centro da célula e à própria banca buscar acessórios	X	X							00:12	06:29	06:41		
13					Preparação de contacto (1), colocação de abraçadeira (2) e etiqueta (3)	X	X		X					01:53	06:41	08:34	Aperto manual parafusos do contacto; deslocação ao centro da banca para buscar etiqueta (pode ter recolhido ao ir buscar chapa, quando iniciou este passo)	00:00:20
14					Recolher acessórios na sua banca e montar esticador de correia (6)				X					01:07	08:34	09:41		
15					Colocar três abraçadeiras no cabo (25), inserido no travessão				X					00:39	09:41	10:20		
16					Posicionamento do cabo (26) e colocação de abraçadeiras				X					02:30	00:00	02:30	Deteceu irregularidade no cabo e chamou trabalhador de microport, para substituir- vídeo interrompido	
17					Deslocação ao centro da banca para ir buscar motor com redutor (27) e sua colocação no travessão	X	X		X					01:13	02:30	03:43	Aperto manual	00:00:20
18					Aperto dos dois parafusos (30), com anilha (31)				X					00:33	03:43	04:16	Aperto manual	00:00:10
19					Colocação de roda do redutor				X					00:35	04:16	04:51	Aperto manual e ajuste com martelo	
20					Ligação do cabo (32) e colocação de abraçadeira (e aperto final de fixações do redutor)				X					01:08	04:51	05:59		
21					Corte dos excessos de todas as abraçadeiras				X					00:22	05:59	06:21		
22					Fixação de contacto no travessão				X					01:35	06:21	07:56		
23					Verificação de medidas com fita métrica e aperto final das fixações do contacto				X		X			00:33	07:56	08:29	Evitar checks com fita métrica	00:00:15
24					Colocação de três abraçadeiras				X					01:07	08:29	09:36		
25					Interrupção para desmontar e montar de novo esticador da correia, por engano ao montar a primeira vez										09:36	10:53	Não se contabiliza este tempo porque foi situação pontual	
26					Fixação do esticador no reforço do lado batente				X					01:16	10:53	12:09	Apertos manuais	00:00:20
27					Retirar excesso de tinta num furo do travessão				X					00:11	12:09	12:20		
28					Ligação e aperto de fios do contacto				X					01:25	12:20	13:45	Apertos manuais	00:00:15
29					Retirar excesso de tinta de dois furos				X					00:09	13:45	13:54		
30					Colocação com martelo de componentes (24) e fixação com máquina pneumática				X					00:21	13:54	14:15		
31					Colocação de etiquetas (consulta de folha de obra por 7 segundos). Foi buscar uma etiqueta ao centro da célula				X					00:50	14:15	15:05		
32					Ir ao centro da célula buscar material	X	X							00:12	15:05	15:17		
33					Colocação de L de travessão				X					00:54	15:17	16:11		
34					Ir buscar cabo de aço a outra banca	X	X							00:12	16:11	16:23		00:00:08
35					Colocação do cabo de aço				X					00:40	16:23	17:03		
36					Ir buscar barramentos a célula 3 e coloca-los na banca	X	X							00:41	17:03	17:44		00:00:35
37					Fixar barramento curto				X					00:57	17:44	18:41		
38					Verificar distâncias e perpendicularidade						X			00:28	18:41	19:09		00:00:20
39					Fixar barramento comprido				X					01:34	19:09	20:43		
40					Verificar distâncias e perpendicularidade						X			00:17	20:43	21:00		00:00:10
41					Apertar reforço lateral e arrumar máquina pneumática de aperto				X					00:20	21:00	21:20		
42					Ir à zona de abastecimento da célula e recolher pendural lento	X	X							00:15	21:20	21:35		
43					Colocação de pendural no barramento e posicionamento de cabo de aço nas rodas do pendural				X					00:13	21:35	21:48		
44					Recolher acessórios na sua banca									00:26	21:48	22:14		
45					Colocação de roletos (63) no pendural				X					00:28	22:14	22:42	aperto manual	00:00:12
46					Ir à zona de abastecimento da célula e recolher pendural rápido	X	X							00:16	22:42	22:58		
47					Verificação de mobilidade de rampas do pendural e colocação no barramento				X		X			00:19	22:58	23:17		
48					Colocação de chapa (65) utilizando acessório (66)				X					00:22	23:17	23:39		
49					Verificação de movimento e encaixe de pendural e aperto de parafusos da ponte				X		X			00:31	23:39	24:10		
50					Colocação de roletos (67)				X					00:25	24:10	24:35	aperto manual	
51					Verificação de movimento e encaixe de pendural						X			00:10	24:35	24:45		
52					Colocar correia				X	X				03:02	24:45	27:47		
53					Colocar proteção de ponte de contacto				X					00:23	27:47	28:10		
54					Apertar parafusos do contacto				X					00:14	28:10	28:24		
55					Ir ao centro da célula buscar material	X	X							00:11	28:24	28:35		
56					Ir a outra banca retirar excesso de tinta de componente (33) (forma pouco prática)	X	X		X					01:12	28:35	29:47	Não deve ter de se deslocar para retirar excesso de tinta. Este excesso poderia ser retirado a montante	00:01:12
57					Ir a outra banca fixar dois componentes no componente (33)	X	X		X					00:14	29:47	30:01		00:00:10
58					Montagem e aplicação de componente (33) no travessão				X					02:24	30:01	32:25	apertos manuais	
59					Colocação de pendural no lado oposto, ajuste de posição de componente (33) e verificações				X		X			00:34	32:25	32:59		
60					Colocação do pendural na posição inicial, no lado batente, e colocação de abraçadeiras				X					00:41	32:59	33:40		
61					Preparar dois componentes e inserir num saco plástico (que foi buscar à outra banca)	X	X		X					00:40	33:40	34:20	Se necessário pode ser preparado previamente.	
62					Colocação de saco em abraçadeira e colocação no travessão				X					00:38	34:20	34:58		
63					Retirar excessos de abraçadeiras				X					00:11	34:58	35:09		
64					Ajuste de travessões mal colocados no out				X					00:16	35:09	35:25		00:00:16
65					Colocação, com outro trabalhador, de travessão no out	X	X							00:16	35:25	35:41		
66					Ir a centro da célula buscar ligações para pala de cabina (79) e (80) e na própria célula recolher acessórios	X	X							00:10	35:41	35:51		
67					Aperto manual de parafusos em (79) e (80)				X					00:23	35:51	36:14	aperto manual	
68					Fixação de (79) e (80) no travessão	X	X		X					00:34	36:14	36:48		
Σ														45:51			Total Potencial Saving	05:31

Banca encontrava-se muito desarrumada. De novo muitos tempos mortos e interrupções. Ordem de IT não é respeitada.

Objetivo (portas/semana)	310
Objetivo portas de cabina	60
Quantidade de Travessões de Cabina/dia	12
Número de bancas para montagem	2
Dias úteis Semana	5
Tempo útil/dia	07:00:00
Takt Time	01:10:00

Travessão de Cabina	Tempo	Takt Time
Travessão	45:51	01:10:00
Travessão após Melhoria	40:20	01:10:00



ANEXO B: Instrução de Trabalho- colocação de Kits de fixações na paleta de out



Instrução de Trabalho

ITXX. / v1.0 Controlo de qualidade do Posto de Trabalho – Fixações
 Secção P04.1: Montagem Mecânica
 Posto de Trabalho: Fixações – P04.1.51

1. Objectivo

A presente instrução pretende normalizar o procedimento de colocação de kits de fixações na paleta de out.

2. Âmbito

Válido para todos os kits de fixações realizados na Schmitt-Elevadores.

3. Documentos associados

Nada a assinalar.

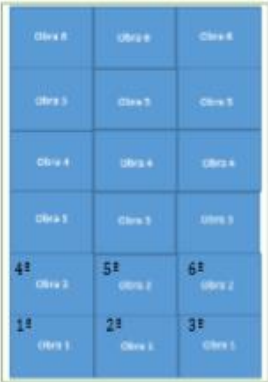
4. Definições

Nada a assinalar.

5. Responsabilidades

A responsabilidade pela garantia do cumprimento da presente instrução é da secção P04.1, assim como da logística interna.

6. Modo operatório

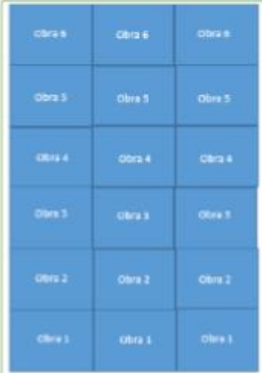
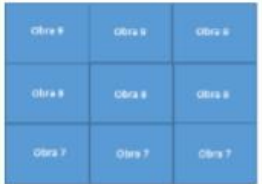
Ponto	Modo Operatório	Controlo de Qualidade
1	Vista de Cima 	Colocar as caixas de kit's na paleta, começando de um lado e posicionando, sequencialmente, as caixas das obras realizadas ao longo do dia até ao lado oposto. Cada linha de caixas na paleta será respetiva a apenas uma obra.
2	Vista de Frente  	Colocar todas as caixas orientadas da mesma forma, com a identificação visível. As caixas pequenas serão colocadas na horizontal e as grandes na sua posição normal. Estas instruções estão representadas nas imagens. Colocar sempre caixas mais pesadas no primeiro nível, pousando de seguida as mais leves, por cima das primeiras.

Instrução de Trabalho

ITXX. / v1.0 Controlo de qualidade do Posto de Trabalho – Fixações

Secção P04.1: Montagem Mecânica

Posto de Trabalho: Fixações – P04.1.51

	Vista de lado 		
3	 (1/2) ...  (2/2)	Colocar na paleta apenas obras do dia. Cada paleta tem capacidade para 6 obras. Depois de ocupada uma paleta o operador deve prosseguir colocando as caixas noutra, que deve ser recolhida assim que as obras do dia atingirem o seu término. Paleta deve ser identificada com uma folha de fluxo, mencionando se é a primeira (1/2) ou a segunda (2/2) paleta das obras do dia.	A logística interna deve garantir a recolha de material e entrega na secção de embalagem, onde no máximo se deverão colocar duas paletes como WIP (um dia de produção).

ANEXO C: Instrução de Trabalho para programação da balança de contagem de componentes



Instrução de Trabalho

ITXX. / v1.0 Controlo de qualidade do Posto de Trabalho – Fixações

Secção P04.1: Montagem Mecânica

Posto de Trabalho: Fixações – P04.1.51

1. Objectivo

A presente instrução pretende definir o procedimento de programação da balança utilizada para contagem dos componentes dos kits de fixações.

2. Âmbito

Válido para todos os kits de fixações realizados na Schmitt-Elevadores.

3. Documentos associados

Nada a assinalar.

4. Definições

Nada a assinalar.

5. Responsabilidades

A responsabilidade pela garantia do cumprimento da presente instrução é da secção P04.1,

6. Modo operativo

Ponto	Modo Operatório	Controlo de Qualidade
1	 Carregar no botão ON/OFF	
2	 Premir o botão SAMPLE.	



Instrução de Trabalho

ITXX. / v1.0 Controlo de qualidade do Posto de Trabalho – Fixações

Secção P04.1: Montagem Mecânica

Posto de Trabalho: Fixações – P04.1.51

3		Carregar no botão 1 e premir ENTER, para escolher uma amostra de 1 peça.	
4	 	Colocar o componente para o qual se deseja inserir uma referência na balança, carregando depois em ENTER. Na maioria dos casos a balança irá requerer uma quantidade adicional de componentes. Colocar a quantidade pedida pelo instrumento (no caso ilustrado "ADD 4") e de seguida premir ENTER.	

Instrução de Trabalho

ITXX. / v1.0 Controlo de qualidade do Posto de Trabalho – Fixações

Secção P04.1: Montagem Mecânica

Posto de Trabalho: Fixações – P04.1.51

5		Carregar no botão STORE UNIT WEIGHT e inserir o número que se deseja atribuir na balança ao componente em causa. Premir ENTER.	
6		A referência está criada e é então possível contar componentes inserindo o ID atribuído. Ao realizar contagem de componentes, seguir o procedimento definido para o efeito.	

ANEXO D: Tabela de referências relativa aos componentes a ser pesados na balança

168659	1 uni (kg)	ID na balança	Código Navision
Paraf. sextav. c/ recartilha DIN 6921/ISSO 4162	0,00775833	:01	139862
Fêmea sextav. c/ recartilha DIN 6923	0,003205	:02	124856
Paraf. cab. Oval c/ quadra idêntico DIN 603	0,00122	:03	136876
Fêmea sextav. c/ recartilha semelhante a DIN 6923	0,0065944	:04	125761
112405	1 uni (kg)	ID na balança	Código Navision
Paraf. sextav. c/ recartilha Semelhante a DIN 6923	0,0015	:05	139851
Fêmea sextav. c/ recartilha semelhante a DIN 6923	0,0065944	:04	125761
Paraf. cab. Oval c/ quadra idêntico DIN 603	0,00122	:03	136876
183114	1 uni (kg)	ID na balança	Código Navision
Parafuso cabeça oval c/ quadra DIN 603	0,001366	:06	139715
Fêmea sextav. c/ recartilha semelhante a DIN 6923	0,0065944	:04	125761
182343	1 uni (kg)	ID na balança	Código Navision
Grampo para guia Desenho Z007123	0,05505	:07	169424
Parafuso cabeça sextav. DIN 933	0,034575	:08	124426
Anilha Ripp-Lock	0,006725	:09	179880
Fêmea sextav. DIN 934	0,0151125	:10	124362
184057	1 uni (kg)	ID na balança	Código Navision
Parafuso cabeça sextav. DIN 933	0,0419	:11	124382
Fêmea sextav. DIN 934	0,0151125	:10	124362
Anilha Ripp-Lock	0,00676875	:09	179880
172470	1 uni (kg)	ID na balança	Código Navision
Parafuso cabeça oval c/ quadra DIN 603	0,0276	:12	125073
Fêmea sextav. DIN 934	0,0104975	:13	125713
Anilha de mola DIN 127	0,00247955	:14	124973
Anilha DIN 125/ ISSO 7089	0,00313824	:15	124960
172474	1 uni (kg)	ID na balança	Código Navision
Parafuso cabeça oval c/ quadra DIN 603	0,0276	:12	125073
Fêmea sextav. DIN 934	0,0104975	:13	125713
Anilha de mola DIN 127	0,00247955	:14	124973
Anilha DIN 125/ ISSO 7089	0,00313824	:15	124960
172475	1 uni (kg)	ID na balança	Código Navision
Parafuso cabeça oval c/ quadra DIN 603	0,0276	:12	125073
Fêmea sextav. DIN 934	0,0104975	:13	125713
Anilha de mola DIN 127	0,00247955	:14	124973
Anilha DIN 125/ ISSO 7089	0,00313824	:15	124960

ANEXO E: Instruções de Trabalho para novo procedimento dos postos de kits de fixações e de equipamento de caixa



Instrução de Trabalho

ITXX. / v1.0 Controlo de qualidade do Posto de Trabalho – Fixações
 Secção P04.1: Montagem Mecânica
 Posto de Trabalho: Fixações – P04.1.51

1. Objectivo

A presente instrução pretende definir o procedimento de contagem e colocação de componentes nos sacos plásticos, ao fazer os kits de fixações.

2. Âmbito

Válido para todos os kits de fixações realizados na Schmitt-Elevadores.

3. Documentos associados

Nada a assinalar.

4. Definições

Nada a assinalar.

5. Responsabilidades

A responsabilidade pela garantia do cumprimento da presente instrução é da secção P04.1, em particular do trabalhador presente no posto P04.1.51.

6. Modo operatório

Ponto	Modo Operatório		Controlo de Qualidade
1		Consulta de quais os kits envolvidos.	
2		Verificar quais os componentes presentes em cada kit, observando os componentes comuns nos diferentes kits (ou seja, em quantos sacos será colocado cada componente).	



Instrução de Trabalho

ITXX. / v1.0 Controlo de qualidade do Posto de Trabalho – Fixações

Secção P04.1: Montagem Mecânica

Posto de Trabalho: Fixações – P04.1.51

3		Carregar no botão ON/OFF.	
4		Carregar no botão ID.	
5		Inserir o ID do componente e premir o botão ENTER.	

Instrução de Trabalho

ITXX. / v1.0 Controlo de qualidade do Posto de Trabalho – Fixações

Secção P04.1: Montagem Mecânica

Posto de Trabalho: Fixações – P04.1.51

6		Colocar os componentes correspondentes ao código e observar o número de componentes devolvido pela balança, campo COUNT. Quando o número de componentes lidos na balança corresponder exatamente ao número pressuposto, colocar componentes num saco. De seguida, premir RESET na balança e repetir procedimento descrito do passo 4 ao passo 6.	
7		A contagem deve ser feita por tipo/código de componente. Conta-se o número de componentes com um determinado código usando a balança e coloca-se nos sacos esses componentes, para todos os kits que os contenham. Exemplo (ilustrado ao lado): 1) Verificar quantos kits levam componente a ser colocado. 2) Efetuar, para todos os kits em que esse componente esteja presente, a contagem na balança e inserção no saco plástico do kit. 3) Passar ao próximo componente e repetir o procedimento descrito neste passo. 4) Quando o procedimento for efetuado para todos os componentes presentes na obra, passar a próximo passo.	
8		Colocar sacos plásticos nas caixas. Em cada caixa são colocados sacos com os componentes necessários na montagem em obra para um piso.	



Instrução de Trabalho

ITXX. / v1.0 Controlo de qualidade do Posto de Trabalho – Fixações

Secção P04.1: Montagem Mecânica

Posto de Trabalho: Fixações – P04.1.51

1. Objectivo

A presente instrução pretende definir o procedimento de contagem e colocação de componentes nos sacos plásticos, ao formar kits de equipamento de caixa.

2. Âmbito

Válido para todos os kits de fixações realizados na Schmitt-Elevadores.

3. Documentos associados

Nada a assinalar.

4. Definições

Nada a assinalar.

5. Responsabilidades

A responsabilidade pela garantia do cumprimento da presente instrução é da secção P04.1, em particular do trabalhador presente no posto P04.1.E.5.

6. Modo operativo

Ponto	Modo Operatório		Controlo de Qualidade
1		Consulta de quais os kits envolvidos.	
2		Verificar quais os componentes presentes em cada kit, observando os componentes comuns nos diferentes kits (ou seja, em quantos sacos será colocado cada componente).	



Responsabilidade desde 1861.

Instrução de Trabalho

ITXX. / v1.0 Controlo de qualidade do Posto de Trabalho – Fixações

Secção P04.1: Montagem Mecânica

Posto de Trabalho: Fixações – P04.1.51

3		Carregar no botão ON/OFF.	
4		Carregar no botão ID.	

Instrução de Trabalho

ITXX. / v1.0 Controlo de qualidade do Posto de Trabalho – Fixações

Secção P04.1: Montagem Mecânica

Posto de Trabalho: Fixações – P04.1.51

5		Inserir o ID do componente e premir o botão ENTER.	
6		Colocar os componentes correspondentes ao código e observar o número de componentes devolvido pela balança, campo COUNT. Quando o número de componentes lidos na balança corresponder exatamente ao número pressuposto, colocar componentes num saco. De seguida, premir RESET na balança e repetir procedimento descrito do passo 4 ao passo 6.	

Instrução de Trabalho

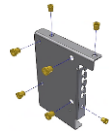
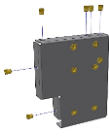
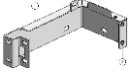
ITXX. / v1.0 Controlo de qualidade do Posto de Trabalho – Fixações

Secção P04.1: Montagem Mecânica

Posto de Trabalho: Fixações – P04.1.51

7		A contagem deve ser feita por tipo/código de componente. Conta-se o número de componentes com um determinado código usando a balança e coloca-se nos sacos esses componentes, para todos os kits que os contenham. Exemplo (ilustrado ao lado): 1) Verificar quantos kits levam componente a ser colocado. 2) Efetuar, para todos os kits em que esse componente esteja presente, a contagem na balança e inserção no saco plástico do kit. 3) Passar ao próximo componente e repetir o procedimento descrito neste passo.	
8		Quando o procedimento for efetuado para todos os componentes presentes na obra, fechar sacos de plástico e terminar processo.	

ANEXO F: Lista de peças a atribuir à célula de acessórios

Peça	Posto Cliente	Cód NV Sub-assembly	Componentes Utilizados	Tipo de Caixa	Quantidade/caixa	Tempo Unidade	Tempo Total	Periodicidade (dias)	Atribuído a posto de:
	I03885	DOK000691-4 Z004682 pos. 8, 9	175434	1/4	100 50 direitos 50 esquerdos	00:00:10	00:16:40	2	Kits Equipamento de Caixa
	I03885	DOK000691-5 Z004682 pos. 10, 11	158557	1/4	100 50 direitos 50 esquerdos	00:00:35	00:58:20	2	Módulos
	I04148	DOK000691-6 Z018465 pos. 8, 10, 15..19	189792 185097 125074 186805 124960 124973 125173	1/2	30	00:01:24	00:42:00	4	Balustradas
	I04148	Z015993	185033 158554	1/4	64	00:00:20	00:21:20	2	Módulos
	I04148	Z016002	127786 158577 172115 194083 194084	1/4	40 20 direitos 20 esquerdos	00:02:00	01:20:00	5	Módulos
	I04148	Z014996	183021 183022 127786 158577	1/4	40 20 direitos 20 esquerdos	00:00:45	00:30:00	5	Módulos
	I04148	194085 194086 194087 194088	185067 185068 127786	1/4	60 15 esq. inox 15 dir. inox 15 esq. ferro 15 dir. ferro	00:00:12	00:12:00	7	Módulos
	I04148	DOK000691-11 Z015022 pos.	158554	1/1	30	00:00:35	00:04:40	4	Módulos
	I03885	DOK000691-12 Z018440 pos. 1..4	188172 139717 190552 135741	1/4	40	00:00:43	00:28:40	2	Fixações e Kits Equipamento de Caixa
	I03894 I03893 I03891	Z005131	188176 188177 188174 158557	1/4	80 40 direitos 40 esquerdos	00:01:10	01:33:20	2	Balustradas e Kits Equipamento de Caixa

ANEXO G: Exemplos de documentos de *standard* de ferramentas e máquinas

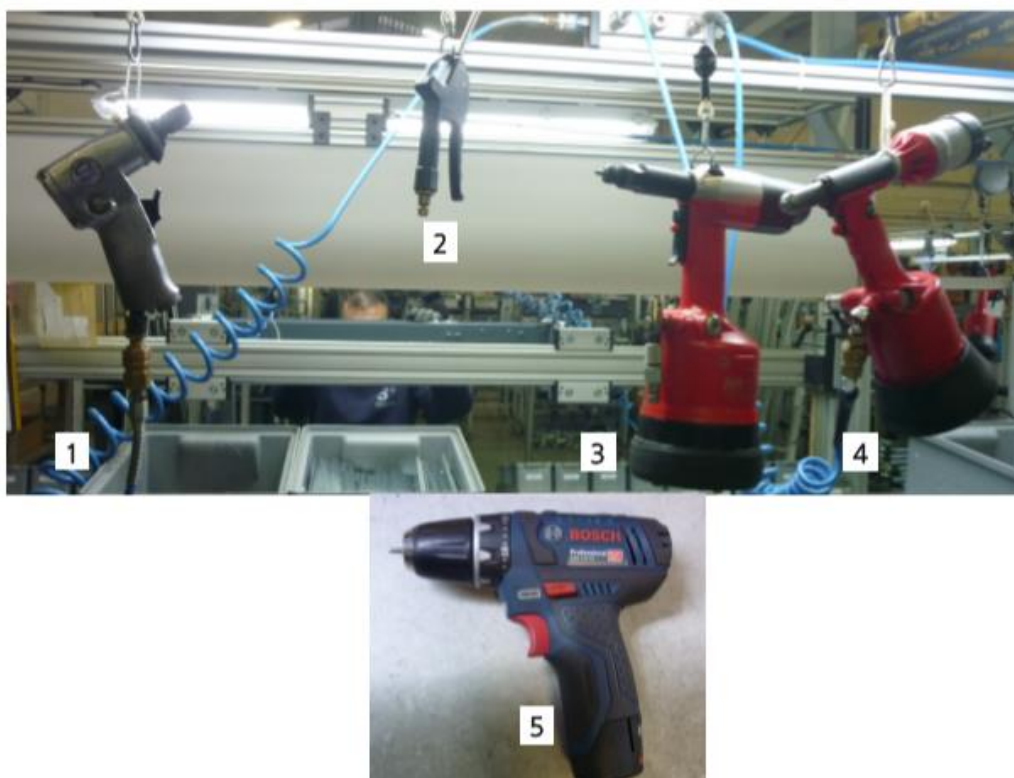
1- *Standard* de Ferramentas e Máquinas para o posto de prumo de batente



#	FERRAMENTAS	REFERÊNCIA	#	FERRAMENTAS	REFERÊNCIA
1	Chave Phillips	ANP2x100	11	Fita métrica	3m
2	X-Acto	844.SE18	12	Alicate de pressão	KS Tools
3	Chave Fêmea Sextavada	ANP 2x100	13	Chave Macho Sextavada	AWWH3x75
4	Martelo com batente	208A.40	14	Alicate de pressão	1052-240
5	Punção	247.G3	15	Espanador	-
6	Chave mista	67.10			
7	Caneta	-			
8	Chave macho curta	82H.5			
9	Alicate de pressão	T5.L			
10	Alicate para corte de abraçadeiras	986075			

STANDARD DE MÁQUINAS

Posto de trabalho P04.1.26 (IO3897) - Prumo Batente



#	MÁQUINAS	REFERÊNCIA	MARCA
1	Máquina de aperto	M569	Shinano
2	Pistola de ar	-	-
3	Máquina de cravar	I04349	FAR RAC
4	Máquina de rebitar	M568	FAR RAC
5	Máquina Elétrica (multifuncional)	I04485	BOSCH

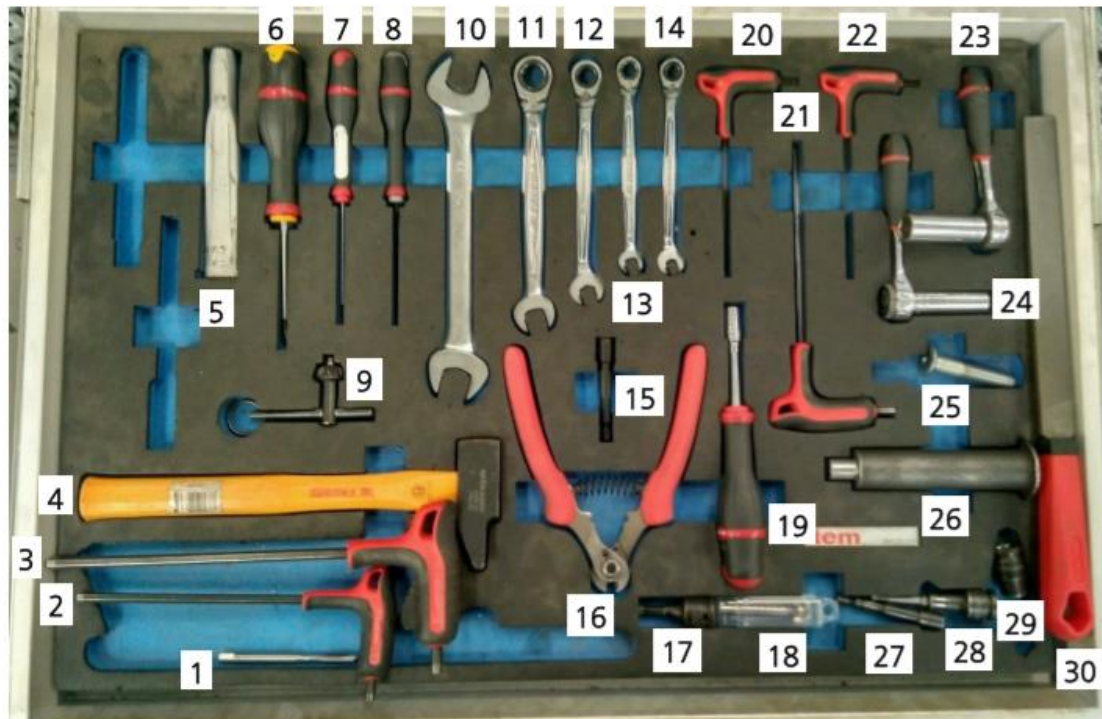
- 2- *Standard* de Ferramentas e Máquinas para o posto de acessórios de travessões de patamar, em particular, pendural rápido de patamar.



SCHMITT+SOHN
ELEVADORES

STANDARD DE FERRAMENTAS

Posto de trabalho P04.1.33 (IO3885) - Acessórios Tr. SS– Pendurais SS



#	FERRAMENTAS	REFERÊNCIA	#	FERRAMENTAS	REFERÊNCIA
1	Macho	HSS M6	16	Alicate para corte de cabo de aço	996.5
2	Chave sextavada	84TZ.5	17	Chave de caixa 1/4	305506 M6
3	Chave sextavada	84TZ.6	18	Escareador	90°x12,4
4	Martelo de pena	200H.26	19	Chave 1/4 porta acessórios	R.236A
5	Escopros nervurados	262A.15	20	Chave sextavada	3
6	Chave PROTWIST para parafusos Philips	ANP1x75	21	Chave sextavada	4
7	Chave PROTWIST para parafuso fenda	AN2.5x75	22	Chave sextavada	2.5
8	Chave macho sextavada	ANWHH 3x75	23	Roquete 13	R.161
9	Chave para máquina	-	24	Roquete 10	R.161
10	Chave de bocas	44.18x19	25	Acessório para cravar pernos	-
11	Chave mista	67.13	26	Acessório para cravar pernos	-
12	Chave mista	67.10	27	Chave de caixa 1/4	EF.6DM7L
13	Chave mista	67.8	28	Chave de caixa 1/4	3147085
14	Chave mista	67.7	29	Chave de caixa 1/4	NJ.10A
15	Chave de caixa 1/4	EF.6DM7L	30	Lima	Facom

STANDARD DE FERRAMENTAS

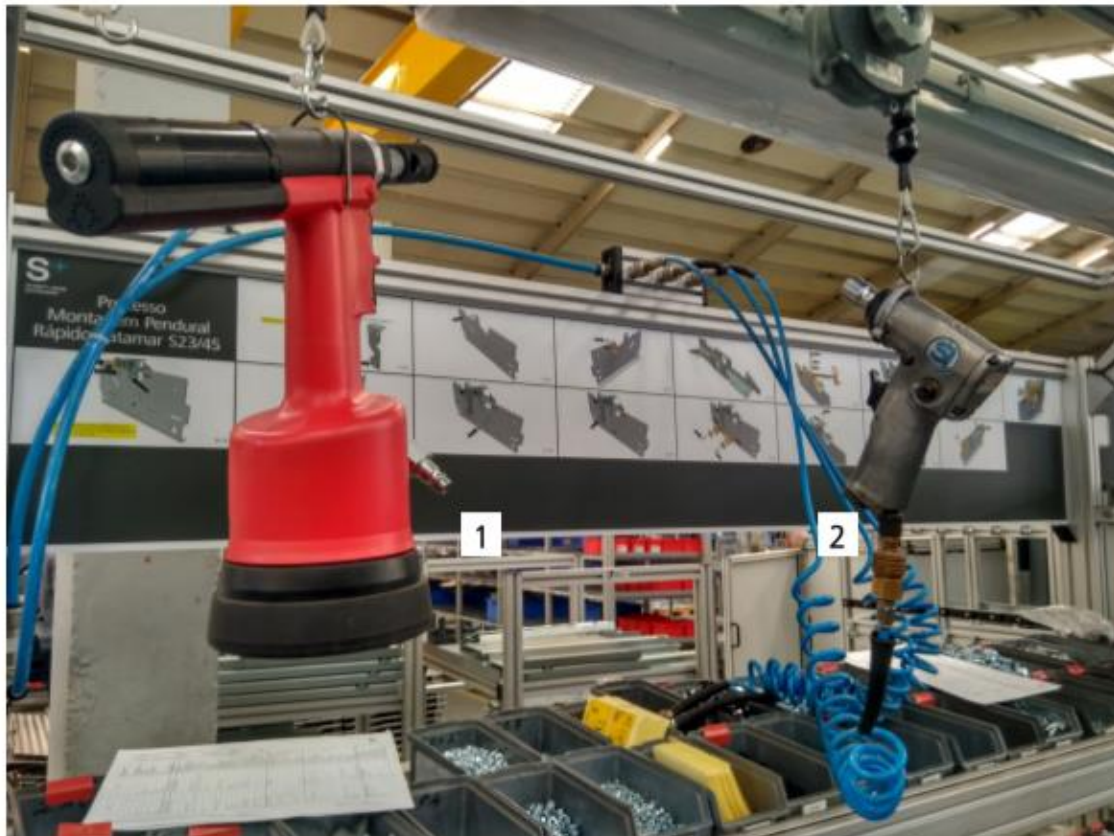
Posto de trabalho P04.1.33 (IO3885) - Acessórios Tr. SS- Pendurais SS



#	FERRAMENTAS	REFERÊNCIA	#	REFERÊNCIA
1	Alicate para freios	177A.13	10	Locite
2	Cola	-	11	Buris
3	Alicate para corte de abraçadeiras	986975	12	Martelo sem ricochete
4	Alicate universal	187.16 CPE	13	Esquadro
5	X-Acto	844.SE18	14	Martelo de face redonda
6	Alicate de corte	391.16CPE	15	Martelo de pena
7	Fita métrica	3m		
8	Chave de fenda	5.5x100		
9	Desandador	831.1		

STANDARD DE MÁQUINAS

Posto de trabalho P04.1.33 (IO3885) - Acessórios Tr. SS- Pendurais SS



#	MÁQUINAS	REFERÊNCIA	MARCA
1	Máquina de cravar	IO4347	FAR RAC
2	Máquina de impacto	M516	Shinano

3- *Standard* de Ferramentas e de Máquinas para o posto de acessórios de travessões de patamar

STANDARD DE FERRAMENTAS

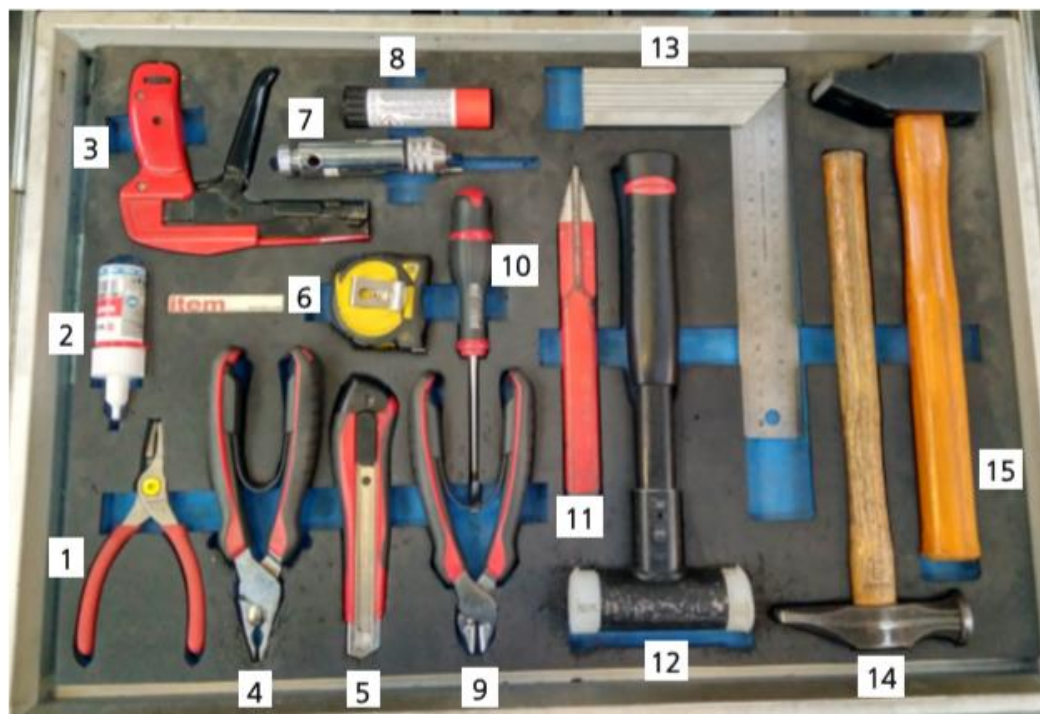
Posto de trabalho P04.1.34 (IO3886) - Acessórios Travessões SS



#	FERRAMENTAS	REFERÊNCIA	#	FERRAMENTAS	REFERÊNCIA
1	Espanador	-	13	Chave mista	67.10
2	Martelo de pena	200H.26	14	Chave mista	67.8
3	Marcador	-	15	Chave mista	67.7
4	Caneta	-	16	Ponteiras para maquina de aperto	-
5	Escopros nervurados	262A.15	17	Alicate para corte de cabo de aço	996.5
6	Chave para máquina de furar	-	18	Chave 1/4 porta acessórios	R.236A
7	Chave PROTWIST para parafusos Philips	ANP1x75	19	Caneta	-
8	Chave PROTWIST para parafuso fenda	AN2.5x75	20	Chave Sextavada	84TZ.4
9	Chave macho sextavada	ANWHH 3x75	21	Chave sextavada	84TZ.2.5
10	Chave de bocas	16 17	22	Acessório para cravar perno	-
11	Chave de bocas	18 19	23	Roquete com ponta de 10	R.161
12	Chave mista	67.13	24	Roquete com ponta de 8	R.161
			25	Acessório para cravar perno	-

STANDARD DE FERRAMENTAS

Posto de trabalho P04.1.41 (I03884)- ACESSÓRIOS SK



#	FERRAMENTAS	REFERÊNCIA	#	FERRAMENTAS	REFERÊNCIA
1	Alicate para freios	177A.13	11	Buris	265.22
2	Cola	-	12	Martelo sem ricochete	212A.35
3	Alicate para corte de abraçadeiras	986075	13	Esquadro de precisão	Facom
4	Alicate universal	187.16 CPE	14	Martelo de face redonda	860H.30
5	X-Acto	844.5E18	15	Martelo de pena	200H.40
6	Fita métrica	3m			
7	Peça de desandador	831.1			
8	Locite	-			
9	Alicate de corte	391.16CPE			
10	Chave de fenda	5.5x100			

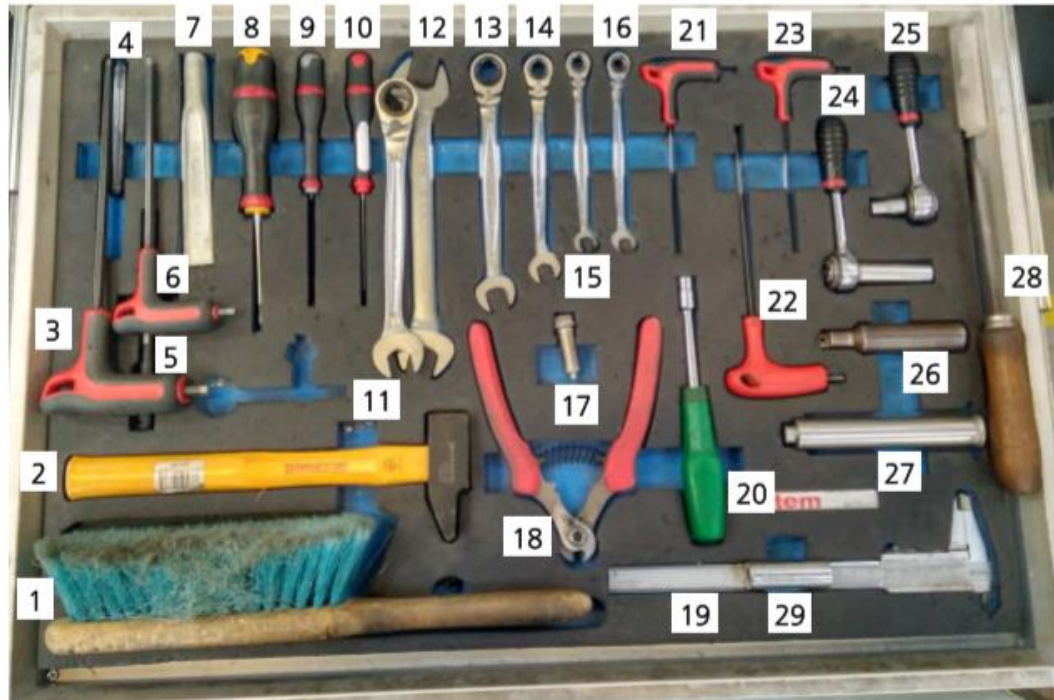
- 4- *Standard* de Ferramentas e de Máquinas para o posto de acessórios de travessões de cabine.



SCHMITT+SOHN
ELEVADORES

STANDARD DE FERRAMENTAS

Posto de trabalho P04.1.41 (I03884)- ACESSÓRIOS SK



#	FERRAMENTAS	REFERÊNCIA	#	FERRAMENTAS	REFERÊNCIA
1	Espanador	-	15	Chave mista	67.9
2	Martelo de pena	200H.26	16	Chave mista	67.7
3	Chave sextavada	84TZ.6	17	Ponteira para máquina	-
4	Marcador	-	18	Alicate para corte de cabo de aço	996.5
5	Caneta	-	19	Paquímetro	EMM0272
6	Chave Sextavada	84TZ.5	20	Chave 1/4 porta acessórios	249.008
7	Escopros nervurados	262A.15	21	Chave sextavada	84TZ.3
8	Chave PROTWIST para parafusos Philips	ANP1x75	22	Chave sextavada	84TZ.4
9	Chave macho sextavada	ANWHH 3x75	23	Chave sextavada	84TZ.2.5
10	Chave PROTWIST para parafuso fenda	AN2.5x75	24	Roquete com ponta de 10	R.161
11	Chave mista	67.15	25	Roquete com ponta de 8	R.161
12	Chave de bocas 18/19	Facom	26	Acessório para cravar perno	-
13	Chave mista	67.13	27	Acessório para cravar perno	-
14	Chave mista	67.10	28	Lima	-
			29	Boca para máquina pneumática	R.13

STANDARD DE MÁQUINAS

Posto de trabalho P04.1.41 (I03884)- ACESSÓRIOS SK



#	MÁQUINAS	REFERÊNCIA	MARCA
1	Máquina de impacto	I04346	Shinano

ANEXO H: Exemplo de folhas de registo preenchidas no turno da noite

Plano de trabalho - Equipa Portas Turno 2

Posto Trabalho/Celula: Patim / 2

Colaborador: Hugo Ramos

Semana: 5.3

Data: 14/11/20

[illegible]

Tarefas base do PT	Tempo padrão
Montagem Patim de Cabina	16min.
Montagem Pala inf. de Cabina	1min.
Montagem Pala inf. de Cabina (Articulada)	
Montagem Calha Celula	5min.

Trabalho - Equipa Portas Turno 2

Posto Trabalho/Celula: Microport / 4

Colaborador: André Pereira

Semana: 02

Data: 8-1

[illegible][illegible]