

Balanceamento de uma linha de produção e implementação de Metodologias *Lean*

Pedro Tomás Gonçalves Forte

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Pedro João



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2019-06-14

À minha família

Resumo

O presente projeto foi desenvolvido no âmbito da realização da Dissertação em Ambiente Empresarial do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Universidade do Porto, enquadrando-se na área da Gestão da Produção.

Os estudos foram realizados na Bi-silque S.A., uma empresa da área de produtos de comunicação visual, maioritariamente quadros de escrita e de afixação, e tiveram como principal objetivo a implementação de metodologias *lean*.

Com o crescimento da empresa, tornou-se essencial suportar de forma sustentada o desenvolvimento da unidade industrial e garantir um fluxo produtivo contínuo e balanceado de todos os setores. O projeto realizado focou-se no setor *Easel*, que é responsável pela produção de vários *flipcharts* da marca Bi-Office.

Após uma análise ao setor, realizada numa fase inicial, de onde se fez um levantamento de informação referente à organização e à gama de produtos existentes, foi identificado o principal problema: desequilíbrio dos postos de trabalho da linha de produção. Seguiu-se então uma análise do processo de produção, recorrendo a tabelas de dados e gráficos *Yamazumi*.

Com base nos estudos realizados, foram posteriormente apresentadas soluções, com vista à consecução do balanceamento dos postos de trabalho da linha de produção. Em complemento, foram também aplicados conhecimentos e ferramentas *lean*, que já provaram o seu sucesso ao nível da eficiência operacional em todo o mundo, como os 5S de forma a melhorar a organização do setor.

Os resultados demonstram a eficiência das soluções implementadas, a qual se expressa no aumento da produtividade e na eliminação de diversos *muda, mura e muri*. Além disso, o potencial de melhorias encontrado permite antever oportunidades para a implementação futura de iniciativas complementares, sempre com uma perspetiva de melhoria contínua.

Palavras-chave: *Lean*, 5S, gráfico *Yamazumi*, balanceamento de linha de produção

Assembly Line Balancing and Lean Methodologies Implementation

Abstract

The studies were performed in Bi-silque S.A., a company of visual communication products, mostly writing and notice boards, and had as primary objective the implementation of Lean methodologies.

With the ongoing growth of the company, it has become essential to support the development of the industrial unit in a sustainable way, as well as ensuring a balanced and steady production flow in all sectors. The undertaken project focused on the Easel department, which is responsible for the production of sundry Flipcharts of the brand Bi-Office.

After an initial analysis of the sector, it was gathered data regarding the organisation and its wide range of products, where it was identified the main problem: an unbalance task assignment throughout the assembly line. As such, an analysis on the production process was conducted, employing tables and *Yamazumi* charts for the processing of data.

Based on the studies performed, it was subsequently presented solutions, in view of attaining a balanced assembly line. In addition, it was also implemented some lean tools, that have already proved its success in operational efficiency worldwide, like the 5S, in order to improve the sector organisation.

The results provided, demonstrate the efficiency of the implemented solution, that is expressed with an increase in productivity and elimination of several tasks that were identified as *muda*, *mura* and *mudi*. Furthermore, the potential for additional improvements, of opportunities for implementing future measures, in the light of a continuous improvement process.

Agradecimentos

Em Primeiro lugar, ao Eng.º Abel Maia, orientador da empresa, pela confiança e disponibilidade ao longo de todo o projeto.

Ao Eng.º Pedro João, orientador da FEUP, pela sua disponibilidade e apoio prestado durante todo o projeto.

Ao Eng.º Carlos Leão, pela orientação e acompanhamento prestado ao longo deste período.

Às minhas colegas de trabalho, Mariana Sousa, Ana Gonçalves, Marta Silva pelo apoio e ajuda na integração na empresa.

Ao Rui Ferreira, chefe de linha, e aos restantes trabalhadores do setor *Easel* pelo apoio na compreensão dos produtos e do seu processo produtivo.

Por fim, à minha família e amigos pelo constante apoio e incentivo durante a realização do presente projeto.

Índice de Conteúdos

1. Introdução	1
1.1. Enquadramento do Projeto e Motivação	1
1.2. Apresentação da Bi-silque	1
1.3. Objetivos do Projeto	2
1.4. Método Seguido no Projeto	3
1.5. Estrutura da Dissertação	3
2. Enquadramento Teórico	4
2.1. Produção <i>Lean</i>	4
2.2. Pensamento <i>Lean</i>	5
2.3. Desperdício	6
2.3.1. Os Três M	6
2.3.2. Os Sete Tipos de Muda	6
2.4. Metodologia 5S	6
2.5. Ciclo PDCA e SDCA	7
2.6. Layout Design	8
2.7. Bordo de Linha	9
2.8. Standard Work	9
2.9. Supermercado	9
2.10. Gestão Visual	10
2.11. Balanceamento de uma Linha de Produção	10
2.12. Gráfico Yamazumi	11
2.13. Make-to-stock e Make-to-order	12
2.14. Overall Equipment Effectiveness	12
3. Caracterização e Análise da Situação Inicial	13
3.1. Produtos	13
3.2. Descrição do Processo de Produção	17
3.3. <i>Layout</i> Inicial e Armazenamento	17
3.4. Montagem de Quadros	18
3.5. Linha de Montagem	20
3.5.1. Easel Mobile	21
3.5.2. MasterVision	22
3.5.3. Easel <i>Barra-pé</i> , Combi	23
3.5.4. Easel Premier	24
3.5.5. Síntese da Situação Inicial da Linha	25
3.6. Conclusão da Situação Inicial	25
4. Soluções Propostas, Implementações e Resultados Obtidos	26
4.1. Novo Layout	26
4.2. Linha de Montagem	27
4.3. Linha de Produção	28
4.3.1. Easel Mobile	29
4.3.2. MasterVision	32
4.3.3. Combi e Premier	34
4.3.4. Easel <i>Barra-pé</i>	35
4.4. 5S	37
5. Sugestões Futuras e Conclusões	38
6. Referências	40
ANEXO A: Layout Inicial	41
ANEXO B: Novo Layout	42
ANEXO C: Fluxograma da Easel Mobile	43
ANEXO D: Fluxograma de produção de Mastervision Mobile	44

ANEXO E: Fluxograma da Produção de Mastervision Tripé	45
ANEXO F: Fluxograma do produção de Easel Barra-Pé	46
ANEXO G: Fluxograma Combi e Premier	47
ANEXO H: Template da auditoria 5S	48

Siglas

FIFO – First In First Out

FILO – First In Last Out

JIT – Just In Time

OEE – Overall Equipment Effectiveness

PDCA – Plan-Do-Check-Act

SDCA – Standard-Do-Check-Act

TPM – Total Productive Maintenance

TPS – Toyota Production System

Índice de Figuras

Figura 1 – Produtos da empresa na primeira exposição internacional em 1981(fonte: https://www.bisilque.com)	2
Figura 2 - Casa TPS (fonte: https://www.gradusct.com.br/sistema-toyota-de-producao/)	4
Figura 3- Ciclo da metodologia 5S.....	7
Figura 4 – Ciclo PDCA e SDCA (Campos 2014)	8
Figura 5 - Exemplo de um quadro de controlo visual (fonte: https://www.cmc-consultants.com/blog/lean-visual-management-boards-in-factories-keep-it-simple)	10
Figura 6 - Exemplo de um gráfico <i>Yamazumi</i> (fonte: https://alesandrab.wordpress.com/2015/07/28/yamazumi-charts/)	11
Figura 7 - Componentes utilizados para o cálculo do OEE.....	12
Figura 8 - <i>Simplex Design</i> e dois <i>Simplex</i> comuns	13
Figura 9 - Exemplo de Produtos <i>Easel Mobile</i> (1 <i>simplex</i> sem braços, 2 <i>simplex</i> com braços e <i>earth-it</i>).....	14
Figura 10 - <i>Easel Barra-Pé</i>	15
Figura 11 – <i>Mastervision</i> Tripé (esquerda) e <i>Mobile</i> (direita)	15
Figura 12 - <i>Easel Combi</i> (direita) <i>Easel premier</i> (esquerda)	16
Figura 13 - Percentagem de produção dos vários Produtos em 2018.....	16
Figura 14 – Setor de montagem de apoios Tripé e Barra-pé.....	17
Figura 15 - Bordo de linha juntamente mesa para montagem de pernas dos premier.....	17
Figura 16 - Exemplo de um supermercado FILO e material em excesso no chão	18
Figura 17 - Quadro de metodologia 5S em desuso.....	18
Figura 18 -Local de secagem de quadros	19
Figura 19 - Quadro para <i>Easel Mobile</i> com Fita cola.....	19
Figura 20 - Esquematização das tarefas na montagem dos quadros <i>MasterVision</i>	19
Figura 21 - Gráfico <i>Yamazumi</i> do <i>Easel Mobile</i> 1 <i>Simplex</i> sem braços.....	21
Figura 22 - Gráfico <i>Yamazumi</i> do <i>Easel Mobile</i> 1 <i>Simplex</i> com braços	22
Figura 23 - Gráfico <i>Yamazumi</i> do <i>Easel Mobile</i> 2 <i>Simplex</i> com braços	22
Figura 24 - Gráfico <i>Yamazumi</i> do <i>MasterVision Mobile</i>	23
Figura 25 - Gráfico <i>Yamazumi</i> do <i>MasterVision</i> Tripé	23
Figura 26 - Gráfico <i>Yamazumi</i> do <i>Easel Barra-pé</i>	24
Figura 27 - Gráfico <i>Yamazumi</i> <i>Easel Combi</i>	24
Figura 28 - Setor da Montagem de suportes para <i>Easel Premier</i> Barra-pé e Tripé	26
Figura 29 - Carro para o transporte de suportes <i>Mobile</i>	26
Figura 30 - Esquematização das tarefas realizadas	28
Figura 31 - Gráfico <i>Yamazumi</i> do <i>Easel Mobile</i> 1 <i>Simplex</i> sem braços.....	30
Figura 32 - Gráfico <i>Yamazumi</i> do <i>Easel Mobile</i> 1 <i>Simplex</i> com braços	30

Figura 33 - Gráfico <i>Yamazumi</i> do <i>Easel Mobile 2 Simplex</i> com braços	31
Figura 34 - Gráfico <i>Yamazumi</i> dos <i>Earth-it</i> e <i>MDF</i>	31
Figura 35 - Sequenciamento de tarefas dos postos 1 e 2 nos <i>Easel Mobile</i> com 1 <i>Simplex</i>	31
Figura 36 - Sequência das tarefas dos postos 1 e 2 no <i>Easel Mobile</i> com 2 <i>simplex</i>	32
Figura 37 - Gráfico <i>Yamazumi</i> do <i>Easel Mobile 2 Simplex</i> com braços com 7 operários.....	32
Figura 38 - Gráfico <i>Yamazumi MasterVision Mobile</i>	33
Figura 39 - Gráfico <i>Yamazumi MasterVision Tripé</i>	33
Figura 40- Gráfico <i>Yamazumi Easel Combi</i>	34
Figura 41 - Gráfico <i>Yamazumi Easel Premier</i>	34
Figura 42 - Gráfico <i>Yamazumi Easel Barra-Pé</i>	35

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Variações nos Produtos <i>Easel Mobile</i>	14
Tabela 2 - Tempos de montagem dos diferentes quadros	19
Tabela 3 - Tempos da preparação dos perfis laterais dos <i>MasterVision</i> (2 quadros)	20
Tabela 4 - Indicadores de desempenho da situação Inicial	25
Tabela 5 - Tempos das tarefas da preparação de 8 perfis laterais	27
Tabela 6 - Indicadores do novo processo e do Inicial	28
Tabela 7 - Número de operadores necessários consoante o produto	29
Tabela 8 - Comparação de Indicadores entre a situação inicial e final	35
Tabela 9 - Desempenho dos vários produtos <i>Easel</i>	36
Tabela 10 - Valores de OEE da linha	36
Tabela 11 - Auditoria 5S	37

1. Introdução

O presente projeto foi realizado na empresa Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual S.A., sediada em Esmoriz, no âmbito da unidade curricular de Dissertação 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, ramo de Gestão da Produção, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Neste primeiro capítulo, será realizada uma breve apresentação da empresa acima referida, assim como uma descrição do projeto, definindo-se os objetivos e a metodologia utilizada na sua consecução, sendo no final apresentada a estrutura do presente documento.

1.1. Enquadramento do Projeto e Motivação

Ao longo dos últimos anos, a Bi-Silque tem vindo a concretizar várias iniciativas no âmbito da melhoria dos processos produtivos, tanto na área de melhoria contínua como de pensamento *Lean*.

Este projeto, conforme definido pela direção de produção, consiste na melhoria da eficiência da linha de produção e embalagem do setor *Easel*, responsável pela produção de *flipchart*., Este encontra-se numa fase de mudança, dado que está em construção mais uma linha para a produção de uma nova gama de produtos.

O setor *Easel* é responsável pela produção de uma grande diversidade de produtos, uma vez que a empresa possibilita ao cliente uma personalização do produto dentro de um número de padrões estipulados. Tendo em conta que esta variedade é uma mais-valia para o sucesso e incrementação do negócio da empresa, toda e qualquer medida tomada deverá salvaguardar esta política comercial.

Neste âmbito, surgem, contudo, alguns constrangimentos. Destes, os principais problemas identificados prendem-se com o balanceamento dos postos de trabalho para a produção dos diversos produtos, a existência de determinadas tarefas imprescindíveis à comercialização dos mesmos, desde a produção até à sua entrega, e que não lhe acrescentam valor, assim como o abastecimento da linha da produção para os diversos produtos.

1.2. Apresentação da Bi-silque

A Bi-silque foi fundada em 1979 por Virgílio e Aida Vasconcelos, inserindo-se no mercado como uma empresa familiar com o intuito de produzir e comercializar produtos de cortiça para escritórios e ambientes domésticos. Na Figura1, podem observar-se alguns destes produtos.



Figura 1 – Produtos da empresa na primeira exposição internacional em 1981 (fonte: <https://www.bisilque.com>)

Graças à postura ambiciosa dos seus fundadores e qualidade dos produtos comercializados, o crescimento e evolução da empresa, ao longo dos anos, foi notório. Atualmente, a Bi-Silque está presente em 82 países nos cinco continentes, sendo que a exportação representa cerca de 98,7% (Pinto 2018).

Em 2018, a empresa foi uma das vencedoras do prestigiado prémio *European office Products award* (EOPA). Entre as razões para o sucesso da Bi-silque apontam-se os produtos continuamente inovadores, o crescimento considerável de vendas num mercado saturado, as excelentes parcerias com as comunidades de revenda e boas campanhas de *marketing* junto dos média.

Atualmente, o grupo Bi-Silque inclui as seguintes empresas:

- Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual S.A.;
- Bi-Joy - Distribuição e Comercialização de Produtos Representados S.A.;
- Bi-Bright - Comunicação Visual Interativa S.A.;
- Bi-Bloco - Produtos de Comunicação S.A.;
- Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual LTD (UK);
- Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual INC (EUA).

1.3. Objetivos do Projeto

Após uma análise da situação inicial do setor produtivo, tendo em conta os objetivos de implementação de metodologias *lean* propostos pela empresa, estabeleceram-se para o presente trabalho, os objetivos seguintes:

- Balanceamento de uma das linhas do setor *Easel*;
- Redefinição do processo de montagem dos quadros *MasterVision*;
- Redefinição do *layout* de modo a possibilitar a utilização de uma nova linha de produção;
- Implementação da metodologia 5S;
- Eliminação de desperdício;
- Implementação de indicadores de eficiência operacional.

1.4. Método Seguido no Projeto

O planeamento e etapas mais relevantes do presente projeto são as seguintes:

- Observação e familiarização dos processos produtivos do setor;
- Recolha e análise de informação;
- Caracterização da situação inicial;
- Elaboração de propostas de melhoria;
- Implementação;
- Análise de Resultados.

1.5. Estrutura da Dissertação

O presente documento encontra-se dividido em cinco capítulos principais, que, por sua vez, se dividem em vários subcapítulos, de forma a proporcionar uma melhor compreensão dos seus conteúdos.

Neste primeiro capítulo, foi feita uma breve apresentação da empresa, tendo sido também apresentados os principais objetivos do projeto e ainda a metodologia adotada para a sua realização.

No segundo capítulo, apresenta-se o enquadramento teórico indispensável ao conhecimento e domínio das ferramentas necessárias para o desenvolvimento do projeto, apresentando-se também alguns outros conceitos interligados.

No capítulo três, descreve-se a situação inicial do setor onde foi realizado o projeto, sendo apresentados em detalhe os diversos processos produtivos bem como os problemas identificados nos mesmos.

No capítulo quatro, são apresentadas as soluções propostas para as diferentes secções e são ainda descritos os seus processos de implementação, assim como aos resultados que foram possíveis obter.

Por último, no quinto capítulo, destacam-se as conclusões retiradas da elaboração do presente projeto e as perspetivas para a realização de trabalhos futuros.

2. Enquadramento Teórico

Neste capítulo serão expostas técnicas e conceitos utilizados durante o projeto. Todos os recursos aqui retratados foram usados e considerados durante a análise dos processos, assim como nas implementações realizadas.

2.1. Produção *Lean*

O termo produção *Lean* ou *lean Manufacturing* foi criado por James Womack e Daniel Jone, tendo como base *Toyota Production System* (TPS) originado no Japão na *Toyota Motor Company*, nos anos subsequentes à Segunda Guerra Mundial. O TPS foi desenvolvido por Taiichi Ohno, juntamente com Shigeo Shingo, e tinha como principal objetivo a redução de custos de produção, através da eliminação de desperdícios.

Na Figura 2, está representada a casa TPS, que se encontra dividida em três partes: os alicerces, na parte inferior; os pilares, que representam as atividades chaves e o telhado, que mostra os objetivos do TPS. (Liker e Meier 2005)

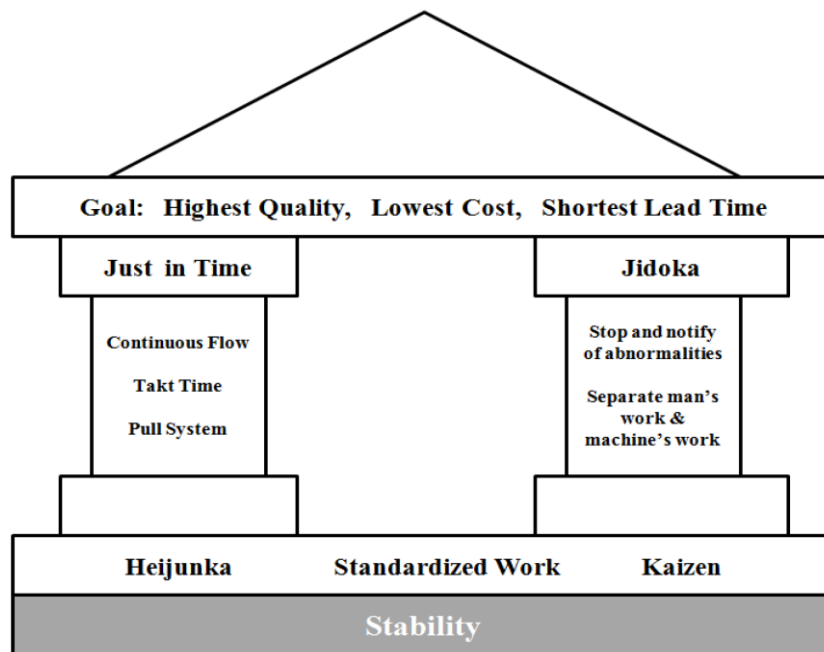


Figura 2 - Casa TPS (fonte: <https://www.gradusct.com.br/sistema-toyota-de-producao/>)

O TPS está assente em dois pilares:

- *Just-in-time* (JIT) – dever-se-á produzir o necessário, no momento necessário e na quantidade necessária, permitindo assim reduzir o tempo de resposta entre cliente e fornecedor;
- *Jidoka* ou automação – refere-se a um processo de controlo de qualidade que visa a paragem do processo produtivo quando ocorre uma anomalia. Desta forma, previne-se a produção de produtos defeituosos e evita-se que tal problema volte a surgir.

Por sua vez, estes pilares deverão estar assentes numa base estável, na qual estão presentes os seguintes conceitos:

- *Standardized work*, ou trabalho padronizado – normalização ou padronização das tarefas a realizar, de modo a uniformizar o processo produtivo, o que leva à redução da variabilidade do processo;
- *Heijunka* ou nivelamento da produção – obtenção de uma programação de produção estável, criando um fluxo de materiais e informação contínuo durante todo o processo produtivo e atenuando as instabilidades causadas pela procura do produto;
- *Kaizen* – é um processo de melhoria contínua do produto assim com dos processos, tendo como objetivo evitar os desperdícios de recursos, nomeadamente tempo e material, e encorajar os trabalhadores a identificar e eliminar vulnerabilidades de forma independente.

Neste tipo de produção, os operadores passam a ter um papel fundamental no controlo, inspeção e melhoria do processo. Por essa razão, é necessária uma mudança na mentalidade e forma de agir dos mesmos, devendo ser-lhes inculcida autonomia e responsabilidade, pelo que a promoção de ações de formação se reveste de uma crucial importância.

2.2. Pensamento *Lean*

A ideia adjacente ao pensamento *Lean* consiste na diferenciação das atividades que acrescentam valor ao produto e as que não o fazem, visando a eliminação das últimas. Os princípios fundamentais deste pensamento foram definidos por (Womack e Jones 1997), a saber: conceito de valor, cadeia de valor, fluxo, sistema *pull* e procura da perfeição.

- O valor é definido pelo cliente, sendo este significativo quando o produto vai de encontro às necessidades do cliente num dado tempo a um dado preço.
- Cadeia de valor consiste na sequência de todas as tarefas necessárias para a concessão do produto ou serviço. Neste processo estão incluídas as tarefas de transformação, (evolução das matérias-primas até ao produto final), assim como as tarefas de gestão de informação, desde a receção do pedido do cliente até à sua entrega, passando pelas fases de planeamento. Nestes procedimentos, é necessário identificar as operações que não acrescentam valor para o cliente e não são imprescindíveis, para que sejam eliminadas e se evite o desperdício.
- O fluxo entre as tarefas de valor é uma necessidade criada, quando estão já bem especificadas as tarefas de valor e eliminadas as tarefas desnecessárias. Este é obtido através da supressão de secções dedicadas a atividades isoladas que provocam o aumento dos tempos de espera, o tempo de resposta e de entrega ao cliente.
- O sistema *pull* é um sistema, onde são produzidos apenas os produtos necessários à satisfação dos pedidos do cliente, de forma a evitar a produção excessiva e reduzir consequentemente o custo de armazenamento. Está também associado a este sistema, o aumento da flexibilidade, devido a rápida capacidade de resposta face a uma mudança na procura. Além disso, uma vez que os produtos são produzidos em quantidades pequenas, os problemas de qualidade são rapidamente identificados e corrigidos, levando à satisfação dos clientes.

- A procura da perfeição é vista como uma constante reavaliação de todos os princípios que a precedem, visando uma contínua redução de esforço, tempo, espaço e custo enquanto se procura oferecer um produto cada vez mais próximo dos requisitos do consumidor.

2.3. Desperdício

Considera-se desperdício qualquer atividade que requeira recurso e tempo, mas que não contribua para o valor que o cliente se encontra disposto a pagar. Estas atividades não se restringem somente às linhas de produção, podendo estar presente em todas as etapas do processo fabril.

2.3.1. Os Três M

O conceito de desperdício faz parte do conceito mais abrangente, que na TPS se designa pelos três M: *Muda* (desperdício), *Mura* (variabilidade) e *Muri* (demasiada dificuldade). Realça-se que, apesar de representarem problemas diferentes, estes conceitos encontram-se interligados dado que a alteração de um causará impreterivelmente uma alteração dos outros. (Coimbra 2013)

2.3.2. Os Sete Tipos de Muda

Segundo a TPS, *Muda* podem ser divididos em sete atividades consideradas como desperdício ou que não adicionam valor ao produto. Estes são (Liker e Meier 2005):

1. Defeitos – produtos que não respeitam as especificações do cliente, podendo estes ser causados por erro humano ou do próprio processo produtivo e levam à insatisfação por parte dos clientes e paragens de produção para o seu reprocessamento;
2. Espera – tempo na qual uma máquina ou operador se encontra à espera de poder exercer a sua próxima tarefa;
3. Movimentação de pessoas – atividade que requer uma deslocação do operador a qual não acrescenta valor ao processo, devido a um dimensionamento incorreto do *layout* ou procedimento incorreto do operário;
4. Processamento inadequado – utilização de um processo demasiado rígido ou com demasiados passos para as necessidades impostas pelos clientes, resultando em gastos desnecessários;
5. Inventário – demasiado material ou produtos finais à espera de serem transformados ou expedidos; para além de uma maior necessidade de armazenamento, é propício à danificação dos produtos assim com à sua obsolescência;
6. Transporte – atividades de movimentação de produtos ou matérias-primas, devido maioritariamente ao *layout* da fábrica;
7. Superprodução – produção excessiva ou em antecipação, que resulta num consumo desnecessário de recursos, aumento do *stock* e inventários intermédios, que consequentemente provoca um aumento do custo de armazenamento e transporte.

2.4. Metodologia 5S

A metodologia 5S é um instrumento de organização do local de trabalho, que deriva de cinco palavras japonesas *Seiri* (Triagem), *Seiton* (Organização), *Seiso* (limpeza), *Seiketsu* (normalização) e *Shitsuke* (disciplina) (Coimbra 2013):

- Triagem – identificação de artigos necessários e desnecessários e remoção dos últimos;
- Organização – classificação dos artigos com base na sua utilização e arrumação apropriada, minimizando o tempo de procura e a sua acessibilidade, a delimitação do espaço e a utilização de pequenos contentores de produtos;
- Limpeza – a limpeza do local de trabalho, ferramentas e maquinaria deve ser realizada regularmente. Desta forma, será possível prevenir a deterioração e o mal funcionamento dos equipamentos assim como assegurar um local de trabalho mais seguro e fácil de utilizar;
- Normalização ou Padronização – interiorização dos pontos anteriores na rotina dos trabalhadores, desenvolvendo uma estrutura e planeamento do trabalho que assegure a sua repetição;
- Disciplina – a autodisciplina advém da necessidade de se realizar os 4S anterior de um forma sistemática e permanente sem a necessidade de supervisionamento.

Adicionalmente, aquando da realização do 5S, deve-se ter em consideração a segurança das pessoas. Sendo este último conceito considerado o sexto “S”. Na Figura 3, encontra-se representada a sequencialização destas ideias.

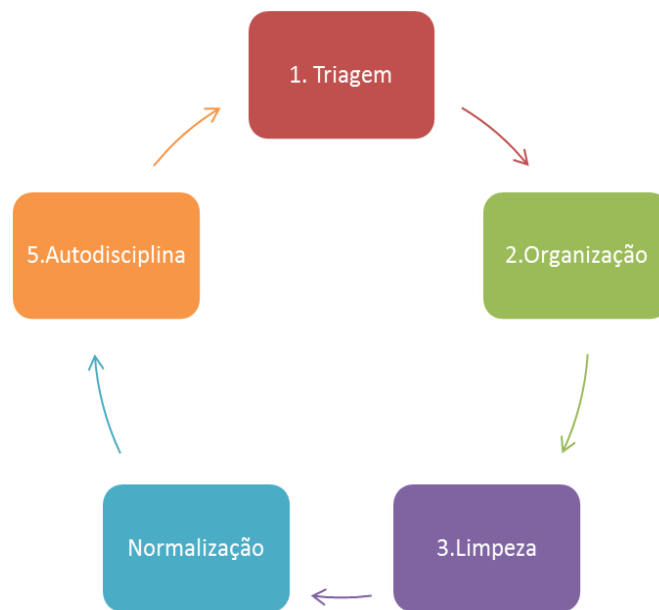


Figura 3- Ciclo da metodologia 5S

2.5. Ciclo PDCA e SDCA

O ciclo PDCA é uma ferramenta da filosofia *Kaizen*, que através de um processo iterativo permite implementar a melhoria continuada de um processo. Este ciclo subdivide-se nas seguintes fases (Sokovic, Pavletic e Pipan 2010):

- *Plan* – desenvolvimento de um plano de ação de forma a atingir os objetivos estipulados;
- *Do* – implementação do plano anteriormente definido;
- *Check* – verificação e avaliação dos resultados;
- *Act* – execução de ajustes necessários com base nas observações realizadas, bem como a identificação dos passos futuros.

Após a implementação de melhorias é natural encontrar-se alguma instabilidade. O ciclo SDCA (*Standardize, Do, Check, Act*), surge da necessidade de prevenir esta instabilidade e manter as melhorias implementadas, sendo a planeamento substituído pela normalização. Desta forma, o ciclo SCDA garante que o plano de melhorias é cumprido e evita que se volte ao processo anterior. Este modelo de trabalhar encontra-se representado na Figura 4.

O processo de melhoria é indefinido, pelo que deve ser inculcido nas pessoas o conceito de melhoria contínua, desafiando-as a fazer sempre melhor.

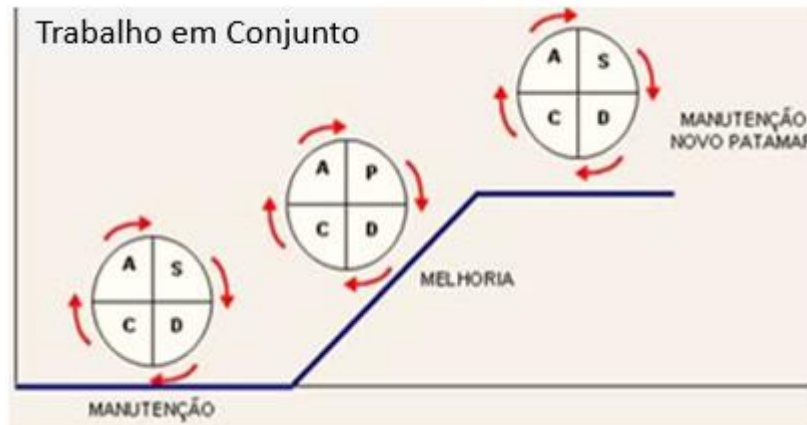


Figura 4 – Ciclo PDCA e SDCA (Campos 2014)

2.6. Layout Design

O *layout* de instalações industriais é a disposição de recursos de produção num dado espaço. Este influencia a forma como os materiais e as pessoas se movimentam durante o processo. Por essa razão, a otimização de *layout* possui um papel importante na redução de desperdícios ao longo do processo produtivo.

Segundo Euclides Coimbra (2013), existem dois tipos de *layout*:

- *Layout* funcional – Neste tipo de *layout* as máquinas são divididas por funções, sendo caracterizado pela utilização de grandes lotes de produtos de modo a minimizar o transporte entre máquinas;
- *Layout* de processo – Neste tipo de *layout* é organizado de acordo com as sequências de operações e máquinas, possuindo por isso um *WIP* e *lead times* mais reduzidos.

O *layout* pode posteriormente ser subdividida em quatro tipos de estruturas básicas: (Jacobs and Chase 2010)

- *Project layout* (*layout* de projeto) – lugar fixo onde o produto permanece, sendo os equipamentos transportados até ele;
- *Workcenter/Job Shop* (centro de trabalho) – local onde são agrupados operações ou equipamentos semelhantes;
- *Manufacturing cell* (célula de produção) – área onde produtos com processos similares são produzidos;
- *Assembly line* (linha de produção) – local onde as operações de trabalho estão organizadas de forma sequencial, de acordo com o produto a produzir.

2.7. Bordo de Linha

O bordo de linha é um local perto do operário onde todos os materiais necessários à sua função são colocados. Desta forma, um bordo de linha bem definido e dimensionada é indispensável para a estipulação de um *Standard Work*.

O bordo de linha faz a ligação entre processo de produção e o processo logístico, na medida em que é da responsabilidade da logística interna abastecer o bordo de linha com os materiais certos e as quantidades certas, nos tempos definidos e na localização estipulada (Coimbra 2013).

Um bom bordo de linha visa a utilização de pequenos contentores, dado que estes apresentam vantagens ao nível da qualidade (grandes contentores propiciam a danificação dos produtos devido ao seu difícil manuseamento e ao peso a que os componentes inferiores estão sujeitos), do custo (requerem menos espaço de armazenamento), do tempo (espera de empilhadores para o transporte do material) e da ergonomia (necessidade de se vergar para alcançar o fundo do contentor e aumento do risco de lesões no trabalho na sequência do seu transporte).

2.8. Standard Work

O *standard Work* é uma das principais ferramentas do pensamento *lean* e consiste na padronização das operações realizadas pelos trabalhadores, sendo uma das principais ferramentas para a criação de um desempenho consistente. Esta consistência é um requisito fundamental para a implementação de um processo de melhoria contínua.

A criação de *Standard Work* visa definir, clarificar e utilizar consistentemente os melhores resultados possíveis. Desta forma, *Standard Work* não é utilizada como um método isoladamente, mas sim como um auxílio na identificação de problemas, estabelecimento de métodos eficientes e definição da forma de realizar tais métodos.

O processo de melhoramento de *Standard Work* consiste em 5 passos (Coimbra 2013):

- Definição do objetivo da melhoria – estipular a redução do tempo de ciclo de acordo com o *takt time* necessário;
- Observação do trabalho – seguir os movimentos do operador e o tempo necessário de cada tarefa e perceber as dificuldades e anormalidades a que cada operador está sujeito;
- Melhoria do trabalho - planejar e implementar medidas para eliminar os vários tipos de *muda*;
- Estandarização do trabalho – normalizar os movimentos do operador e o tempo de ciclo, com a posterior apresentação dos mesmos numa forma visual (cartazes, imagens ou vídeos);
- Consolidação do trabalho – respeitar as novas normas, criando hábitos de trabalho com recurso a indicadores visuais.

2.9. Supermercado

O conceito de supermercado visa, tal como nos supermercados tradicionais, implementar um espaço de fácil acesso onde os produtos se encontrem expostos de uma forma clara, necessitando apenas de se escolher o que é necessário.

A área destinada ao supermercado é configurada de modo a obedecer às seguintes regras (Coimbra 2013):

- Localização fixa para cada material
- Facilidade de acesso
- Gestão visual dos produtos
- Respeito pelo princípio FIFO (*first in, first out*)
- Fácil manuseamento que possibilite a geração de fluxo (contentores pequenos e/ou com rodas)

2.10. Gestão Visual

A gestão visual é um sistema que visa melhorar o desempenho organizacional, recorrendo a elementos visuais. Estes elementos deverão transmitir informação necessária, correta, imediata e de fácil compreensão, ajudando as pessoas a entender o contexto organizacional através da observação destes elementos. A particularidade deste tipo de elementos é a comunicação em grupo e não apenas para um individual, prevenindo problemas criados por falhas de comunicação (Grief 1991).

Os elementos de controlo visual podem ser divididos em dois grupos:

- Elementos informativos, que mostram informação para os trabalhadores de uma dada área;
- Elementos de controlo, que visam controlar as ações de um grupo de trabalhadores.

O principal objetivo dos elementos de gestão visual de controlo é a uniformização das atividades, a qual pode ser alcançada através da identificação de espaços, quantidades e descrição de procedimentos, permitindo assim detetar, de forma rápida, anomalias e discrepâncias nas atividades. Os elementos informativos visam transmitir aos trabalhadores e às chefias diversas informações de relevo, tais como possíveis problemas detetados, desempenho das secções. A Figura 5 ilustra um exemplo de um quadro informativo.

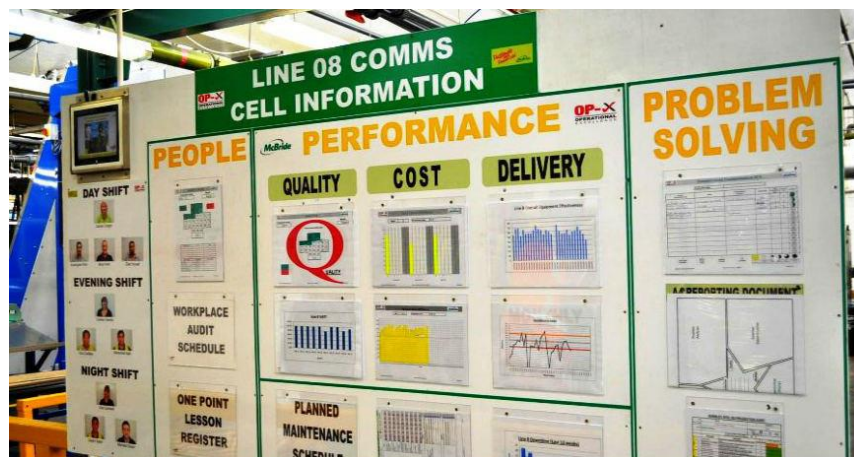


Figura 5 - Exemplo de um quadro de controlo visual (fonte: <https://www.cmc-consultants.com/blog/lean-visual-management-boards-in-factories-keep-it-simple>)

2.11. Balanceamento de uma Linha de Produção

O balanceamento de uma linha consiste no nivelamento da carga de trabalho dos vários postos, de forma a evitar o estrangulamento ou o excesso de produção. Para que isto seja possível, a taxa de produção deve ser imposta pelos clientes, sendo o balanceamento efetuado a partir desta taxa.

Para a definição deste ritmo de trabalho recorre-se ao conceito de *takt time*, sendo este expresso por:

$$T = \frac{Td}{P}$$

Onde:

T, é o *takt time*

Td, é o tempo disponível para produção, e

P, é a procura

Conhecido o *takt time*, procede-se à medição dos tempos de trabalho. Tendo sido identificadas todas as tarefas e possuindo os tempos das mesmas, segue-se a sua distribuição pelos postos de trabalho, sendo que, nesta fase, dever-se-á ter em atenção as limitações que possam existir, tais como o número de equipamentos e pessoas e o espaço disponível.

2.12. Gráfico Yamazumi

O gráfico *Yamazumi* é uma ferramenta *lean*, que representa o tempo das várias tarefas realizadas num posto de trabalho. Neste tipo de gráficos, o eixo vertical representa o tempo e o horizontal o posto de trabalho. As tarefas podem ser diferenciadas em três tipos:(Sabadka et al. 2017)

- tarefas que acrescentam valor;
- tarefas que não acrescentam valor;
- desperdícios.

Este gráfico apresenta um papel de extrema importância no balanceamento de linhas, uma vez que permite identificar facilmente os postos cujo tempo ultrapassa o *takt time* assim como as tarefas que deverão ser eliminadas. Um exemplo deste tipo de gráfico encontra-se representado na Figura 6.

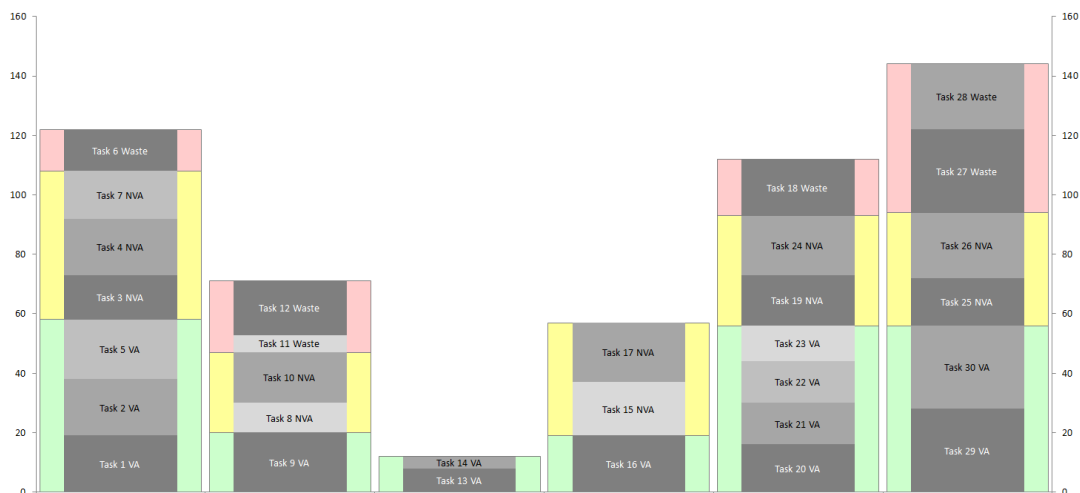


Figura 6 - Exemplo de um gráfico *Yamazumi* (fonte: <https://alesandrab.wordpress.com/2015/07/28/yamazumi-charts/>)

2.13. Make-to-stock e Make-to-order

Make-to-order é um processo produtivo em que a produção se inicia após o recebimento de uma ordem do cliente, devendo por isso possuir um *lead time* curto de forma a minimizar o tempo de espera daquele. Este tipo de processo encontra-se associado a um sistema *pull* e à filosofia *Just-in-time*.

Contrariamente, o processo *make-to-stock* defende a produção com base em previsões de procura, sendo mantido uma quantidade de produto acabado em *stock*. Desta forma, o tempo de espera por parte do cliente é inferior, uma vez que o produto se encontra disponível no momento da ordem. Este tipo de processo enquadra-se no sistema de produção *push*.

Adicionalmente, existe ainda um processo produtivo híbrido, em que se combina *make-to-stock* com *make-to-order*, de forma a reduzir o tempo de espera do cliente, mantendo ainda alguma configurabilidade ao produto. Neste tipo de processo, os produtos são produzidos até um dado ponto para *stock*, sendo que o restante processo apenas é iniciado após o lançamento da ordem do cliente (Nagib et al. 2016).

2.14. Overall Equipment Effectiveness

O *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) ou rendimento operacional global é um indicador de desempenho que mede a produtividade e eficiência e mostra o quão eficazmente um dado equipamento é utilizado.

As perdas que afetam o OEE são divididas em seis grupos, sendo estas (Stamatis 2010):

- Avarias;
- Mudanças e ajustes de ferramentas (*set up*);
- Paragens;
- Redução de velocidade de produção;
- Produção de material não conforme;
- Arranque do equipamento.

O OEE é calculado com base na expressão seguinte:

$$OEE = \text{Disponibilidade} \times \text{Desempenho} \times \text{Qualidade}$$

Onde:

Disponibilidade é a percentagem de tempo destinado à produção efetivamente utilizado para produção,

Desempenho é o tempo de ciclo real como percentagem do tempo de ciclo teórico e

Qualidade é a representação dos produtos conformes, como percentagem de todos os produtos iniciados

A Figura 7 mostra como os componentes do OEE são afetadas pelos diferentes tipos de perdas.

		Tempo Total	
Disponibilidade B/A	A: Tempo planeado para produção	Paragens planeadas	
	B: Tempo disponível para a produção	Paragens não planeadas	
Desempenho D/C	C: Produção Teórica		
	D: Produção Real	Perdas de performance	
Qualidade F/E	E: Produtos Acabados		
	F: Produtos Conformes	Perdas por defeitos	

Figura 7 - Componentes utilizados para o cálculo do OEE

3. Caracterização e Análise da Situação Inicial

Neste capítulo é feita uma caracterização dos produtos e do processo produtivo, assim como os diferentes problemas encontrados no início do Projeto

3.1. Produtos

De forma a compreender melhor o processo produtivo é necessário analisar os diferentes produtos do setor. Os produtos produzidos na linha podem se dividir em cinco grandes grupos:

- *Easel Mobile*
- *Easel Barra-Pé*
- *Easel MasterVision*
- *Easel Combi*
- *Easel Premier*

Easel Mobile

Este grupo consiste num *flipchart* com base giratória e é o grupo com maior peso de produção apresentando também a maior variedade de produtos. Estes podem ser divididos em:

- 1 *simplex* sem braços
- 1 *simplex* com braços
- 2 *simplex* com braços
- *Earth-it e MDF*

Dentro destes grupos, os quadros podem ainda ser diferenciados pelo tipo de *simplex* e material do plano. Apesar da existência de vários tipos de *simplex*, à exceção do *simplex design*, estes apresentam uma conceção semelhante. Desta forma, neste trabalho, ir-se-á diferenciar somente o *simplex* comuns dos *simplex design*, sendo que a montagem deste difere do primeiro devido à necessidade de colocar uma “almofada” na peça frontal do *simplex*. Na Figura 8 pode observar-se a diferença entre estes.



Figura 8 - *Simplex Design* e dois *Simplex* comuns

Na Tabela 1 pode-se observar a relação entre as diferentes especificações.

Tabela 1 - Variações nos Produtos Easel Mobile

Produtos	Plano	Existência de modelo com <i>Simplex design</i>
1 <i>simplex</i> sem braços	MDF Magnético 2 lados Película Branca 2 lados Magnético e branco	não
1 <i>simplex</i> com braços	Branco 2 lados Magnético 2 lados	não
2 <i>simplex</i> com braços	Magnético	sim

Deve-se destacar o produto *Earth-it* e MDF, que são variantes do 1 *simplex* sem braços que apresentam uma estrutura de suporte e embalagens diferentes. A Figura 9 apresenta alguns exemplos deste grupo de produtos.



Figura 9 - Exemplo de Produtos *Easel Mobile* (1 *simplex* sem braços, 2 *simplex* com braços e *earth-it*)

Easel Barra-Pé

Este grupo de produtos consiste num cavalete com barra de suporte, que apresenta um *simplex* comum e uma bandeja, não possuindo braços, como se vê na Figura 10.



Figura 10 - *Easel Barra-Pé*

Easel MasterVision

Este grupo de produtos difere do anterior por apresentar uma moldura mais complexa, podendo depois ter um suporte de base giratória ou um tripé, apresentando ambos um *simplex design*. Estes produtos possuem sempre braços (Figura 11).



Figura 11 – Mastervision Tripé (esquerda) e Mobile (direita)

Easel Combi e Premier

O *combi* e o *premier* apresentam um perfil de quadro bastante semelhante, diferenciando-se no tipo de suporte que possuem, sendo que o *premier* possui também um suporte para a colocação de braços na parte superior do quadro. Estes dois produtos podem ser observados na Figura 12



Figura 12 - Easel Combi (direita) Easel Premier (esquerda)

De seguida, a Figura 13 representa um gráfico que ilustra a percentagem de produtos produzidos na linha, no ano de 2018, onde se pode observar que os *Easel Mobile* representam a grande maioria com 82% da produção. Convém referir que o gráfico representa a produção na linha e não no setor, dado que existem produtos “extra linha” e que no mesmo não está representada a produção dos *MasterVision*.

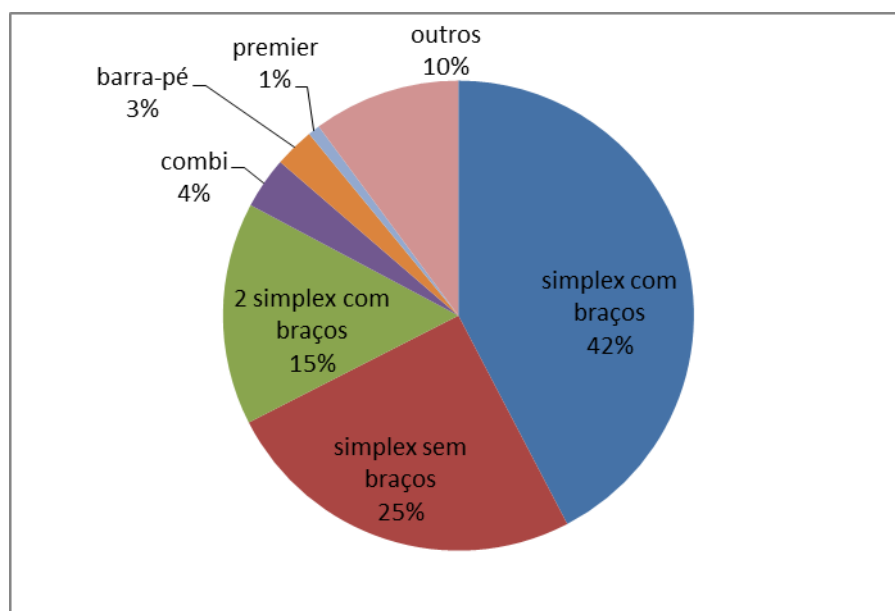


Figura 13 - Percentagem de produção dos vários Produtos em 2018

3.2. Descrição do Processo de Produção

O planeamento de produção é inteiramente *make-to-order*, devido ao elevado grau de personalização concedido ao cliente, o que torna inviável um planeamento baseado em previsões.

O processo de produção pode ser dividido em duas fases: montagem manual dos quadros (colocação de perfis) e linha de produção, onde se dá a finalização do produto e respetiva embalagem. Convém referir que os *Easel Earth-it*, Barra-pé, *MasterVision* tripé e *Premier* requerem uma preparação prévia da estrutura/suporte antes de entrarem na linha e que os *Easel Combi*, Barra-pé, *Premier* não passam pela máquina de filme.

Esta linha de produtos apresenta um turno diário (07h00-15h30), ressaltando-se 30 minutos para almoço e 20 minutos antes do final do turno para a limpeza do local de trabalho. Contudo, na eventualidade de ser necessário, poderá alocar-se operários do segundo turno (15h30-24h00) a este setor, tanto à montagem manual como à linha de produção.

O setor *Easel* é constituído por onze operários divididos pela linha de produção e secção de montagem de quadros, sendo, contudo, atribuídos operários às secções *Archyl*, montagem de *MasterVision*, corte e preparação de suportes, quando tal se mostra necessário. Devido a esta variação de postos de trabalho conforme a procura dos produtos, os operários são capazes de realizar múltiplas tarefas nas diferentes secções.

3.3. Layout Inicial e Armazenamento

O principal problema do *layout* inicial é a inacessibilidade à entrada da máquina em conceção, uma vez que esta se encontra obstruída com o bordo de linha de um dos postos de trabalho. Um outro problema é a existência de grandes quantidades de produtos no bordo de linha ou junto a esta, por forma a evitar grandes deslocamentos para repor o bordo de linha. Adicionalmente, observou-se a existência de *stock* de produtos cujo produção já não é realizada na fábrica de Esmoriz. O *layout* inicial do setor pode ser observado no Anexo A.

Observou-se também que a montagem dos quadros *MasterVision*, contrariamente aos restantes produtos é realizada relativamente longe da linha de produção. O suporte dos barra-pé e tripé são fabricados no mesmo posto, porém a localização dos produtos não se encontra bem definida, sendo os locais referentes aos componentes dos dois produtos arbitrários (Figura14). Acresce ainda o facto de o posto de confeção das pernas dos *Premier* não possuir boas condições de trabalho, dado que os materiais para a sua montagem, se encontram juntos com o bordo de linha de um dos postos de trabalho (Figura 15).



Figura 14 – Setor de montagem de apoios Tripé e Barra-pé



Figura 15 - Bordo de linha juntamente mesa para montagem de pernas dos *premier*

Relativamente à organização do setor observou-se que a grande maioria dos supermercados possui já *kanban*, havendo, contudo, uma certa limitação na sua utilização, visto que o abastecimento só é realizado após a ordem do chefe de linha. Além disso, alguns dos supermercados apresentam um sistema *FILO*, levando a que os produtos colocados há mais tempo apresentem um maior grau de sujidade e maior risco de dano. Um outro problema observado é o abastecimento de alguns produtos, feito em quantidades muito superiores às necessárias tal como ilustra a Figura 16. No que concerne a delimitação do espaço, é notória uma desatualização das marcas no chão.



Figura 16 - Exemplo de um supermercado FILO e material em excesso no chão

Quanto à metodologia 5S, importa referir que, apesar de no passado esta ter sido implementada, acabou por cair em desuso, como o comprova a Figura 17.



Figura 17 - Quadro de metodologia 5S em desuso

3.4. Montagem de Quadros

A secção da montagem de quadros é responsável pela sua preparação para a linha de produção. O número de operários presentes varia conforme as necessidades, sendo o mais comum dois operários. No que se refere, aos quadros *Easel Mobile*, *Barra-pé*, *Combi* e *Premier* pode diferenciar-se duas operações: a preparação dos perfis (colocar cola) e a montagem do quadro.

Convém referir que, devido às propriedades da cola utilizada, a qual requer um período de secagem de cerca duas horas, existe a necessidade de um *stock* intermédio Figura 18. Além disso, para que o perfil adira ao plano, é colocada uma tira de fita-cola no quadro durante a secagem, que terá de ser posteriormente removida, Figura 19.



Figura 18 -Local de secagem de quadros



Figura 19 - Quadro para *Easel Mobile* com Fita cola

Os *Mastervision* apresentam a processo de montagem mais complexo, sendo que para além da colagem estes requerem posteriormente um aparafusamento do perfil e da bandeja.

Os tempos necessários para concluir um quadro podem ser observados na Tabela 2

Tabela 2 - Tempos de montagem dos diferentes quadros

Quadros	Nº de Operários	Tempo médio de produção [s]
Quadros <i>Mobile</i>	1	145
Quadros Barra-Pé	1	220
Quadros <i>MasterVision</i>	2	630
Quadros <i>Combi</i>	1	245
Quadros <i>Premier</i>	1	330

Como seria de esperar, a fase da montagem dos quadros *MasterVision* apresenta um tempo de produção superior aos restantes. No entanto, este aparentava ser excessivo pelo que foi realizada uma análise do seu processo de produção.

A montagem dos quadros *MasterVision* era realizada com dois operários em simultâneo, uma vez que apresenta uma estrutura volumosa que, para além da colagem, requer um aparafusamento do perfil. Com a presença dos dois operários, procurava evitar-se que o operador realizasse movimentos em redor do quadro para a montagem do mesmo. Contudo, verificou-se que as tarefas não estavam balanceadas, levando a períodos onde um operário necessitava de esperar que o outro terminasse para poder iniciar a próxima tarefa, como se pode verificar na Figura 20.

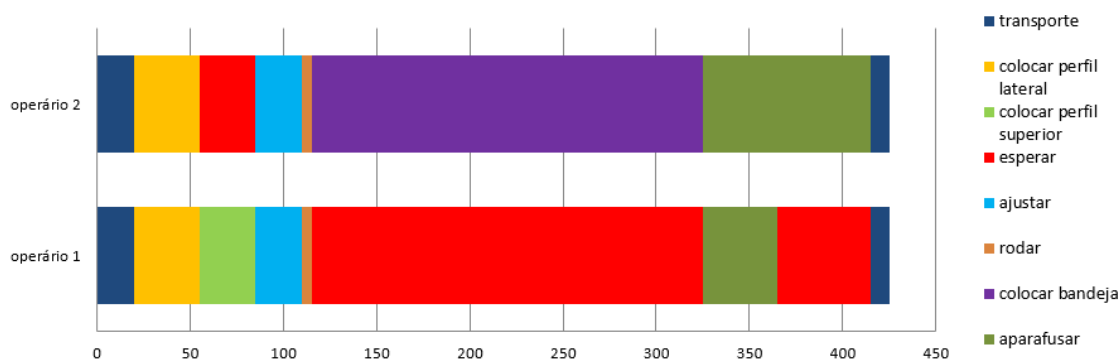


Figura 20 - Esquemática das tarefas na montagem dos quadros *MasterVision*

O gráfico mostra que, dos 850 segundos totais dos dois operários, 290 correspondem a espera, ou seja, 34% do tempo total de produção.

Além disso, os perfis laterais necessitavam de ser preparados antes da montagem do quadro o que implicava o deslocamento do operário. Refira-se que, de forma a reduzir tais deslocamentos, os operários realizavam esta tarefa com um conjunto de quatro perfis, ou seja, a cada dois quadros. Por outro lado, a máquina de furar não está exclusivamente reservada a este produto, sendo por vezes necessário alterná-la entre as diferentes tarefas que realiza, acrescentando assim os tempos de *Setup* da máquina.

A tarefa necessária para a preparação dos perfis pode ser observada na Tabela 3

Tabela 3 - Tempos da preparação dos perfis laterais dos MasterVision (2 quadros)

Tarefas	Tempo [s]
Transporte de perfil	20
Limpeza	40
Marcação	55
Deslocamento	25
Furação	70
Colocação de Ilhós	85
Deslocamento	25
Colagem de pontas	90
Tempo total	410

Assim sendo, considerando o tempo total de 410 s, utilizado para a preparação de perfis para dois quadros, cada unidade necessitará de 205 s.

3.5. Linha de Montagem

Após secagem, os quadros entram na linha de produção, onde o número de operários na linha varia entre os quatro e oito elementos, dependendo do produto e das necessidades de produção.

Por forma a compreender melhor a situação foi feito um gráfico *Yamazumi* para cada tipo de produto, representados nas Figura 21 a 27. Uma das dificuldades apresentadas na realização destes gráficos foi a variabilidade do processo mesmo dentro do mesmo produto, uma vez que o número de operários na linha variava conforme as necessidades. Deste modo, refere-se que os gráficos presentes representam o processo mais comum de produção, sendo as tarefas divididas em:

NVA: operações que não acrescentam valor, mas são necessárias

VA: operações que acrescentam valor ao produto

W: desperdícios

Refere-se ainda que o último posto de todos produtos, apesar de ser considerado um único posto, é realizado por dois operários devido ao facto de o produto necessitar de ser deslocado por diversas ocasiões.

3.5.1. Easel Mobile

Observando as Figuras 21, 22 e 23, conclui-se que o *bottleneck* para qualquer tipo produto é o último posto, apresentando um tempo de ciclo de 165 segundos.

Com a análise dos gráficos, pode-se constatar a existência de um número de tarefas que não adicionam valor ao produto. Uma das mais problemáticas é a limpeza, uma vez que apresenta uma grande variabilidade, consoante a quantidade de cola existente no quadro e os resíduos que ficaram após a remoção da fita-cola na parte lateral do quadro.

Um outro problema identificado é o desperdício de tempo no último posto de trabalho, onde os operários, após colocarem o produto na máquina de filme, chegam à saída da máquina antes do mesmo, ficando depois a aguardar a sua chegada. Além disso, o próprio deslocamento até ao final da máquina também em si é uma atividade que não acrescenta qualquer valor ao produto. Um outro ponto de relevo observado neste último posto é a necessidade de, após o fim de uma ordem ou quando uma paleta está cheia, terem de substituir a paleta carregada por uma vazia, o que implica uma pequena paragem.

Relativamente à furação lateral do perfil, destaca-se que, por vezes, o perfil descolava-se do plano, levando a necessidade de substituição do perfil, pelo que estava já a ser concebida uma máquina para evitar estas situações.

Relativamente às rotações do quadro, apesar de não acrescentarem valor, o processo atual já apresenta a melhor opção, uma vez que são realizadas todas as operações de um dos topos do quadro e só depois se efetua a sua rotação para o outro topo (rotação sobre a arresta mais pequena).

Os produtos *Earth-it* e *MDF* apresentam um processo semelhante ao do *Easel* sem braços, sendo somente o tempo de montagem do jogo ligeiramente inferior, com um tempo de ciclo de 150 segundos. O *Easel Mobile* com dois *simplex design* apresenta um processo idêntico ao modelo não *design* com a particularidade de haver um operário a colocar a almofada nos *simplex*, posto este que apresenta um tempo de ciclo de 70 segundos.

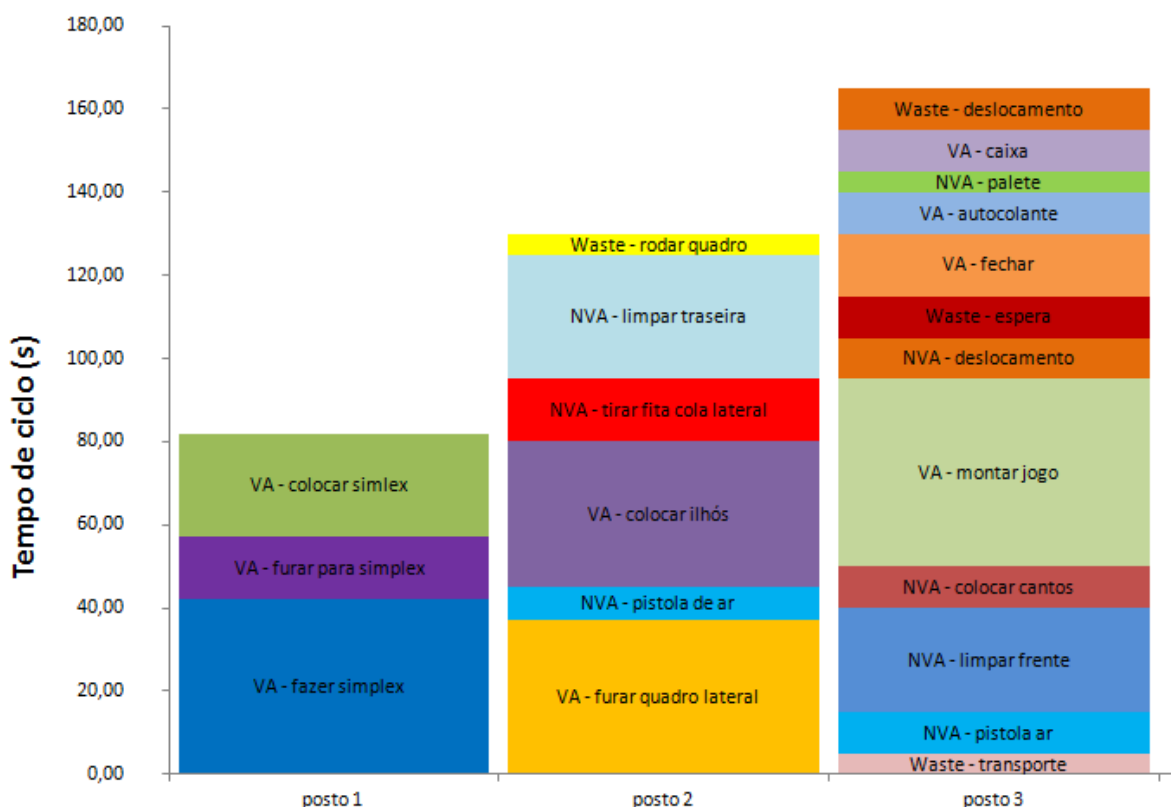


Figura 21 - Gráfico Yamazumi do Easel Mobile 1 Simplex sem braços

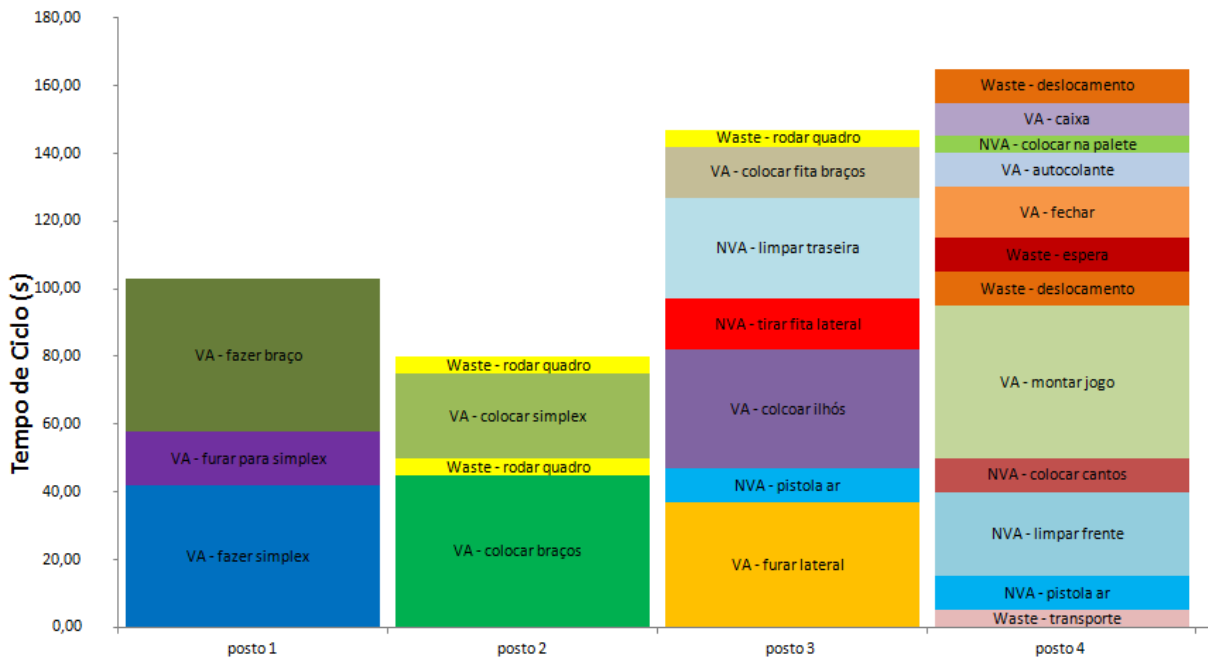


Figura 22 - Gráfico *Yamazumi* do *Easel Mobile 1 Simplex* com braços

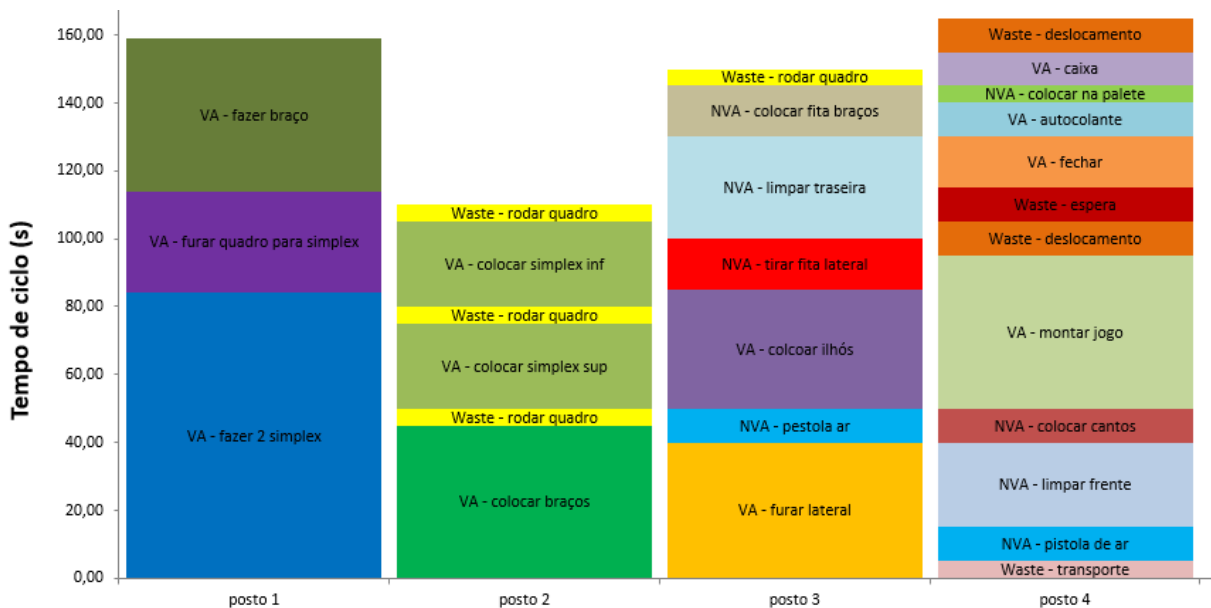


Figura 23 - Gráfico *Yamazumi* do *Easel Mobile 2 Simplex* com braços

3.5.2. MasterVision

No *MasterVision mobile*, verificou-se novamente que o último posto representa o *bottleneck*. Quanto aos *MasterVision* tripé, o *bottleneck* é o posto 4, que apresenta o maior tempo de ciclo, como se pode concluir pelas Figura 24 e 25. Nestes produtos, para além dos tempos de limpeza, de espera e de deslocação já observados nos produtos do ponto anterior, observou-se uma variabilidade na colocação dos braços, chegando a haver braços que não entravam no devido encaixe. As variações eram tão elevadas que, por vezes, o posto 3 do *MasterVision mobile* tornava-se o *bottleneck* apesar de no gráfico este apresentar uma diferença de mais de 40 segundos. A situação era ainda mais problemática no *MasterVision* tripé em que o posto que coloca os braços era já *bottleneck*, sendo por vezes criado um posto somente para a colocação dos braços.

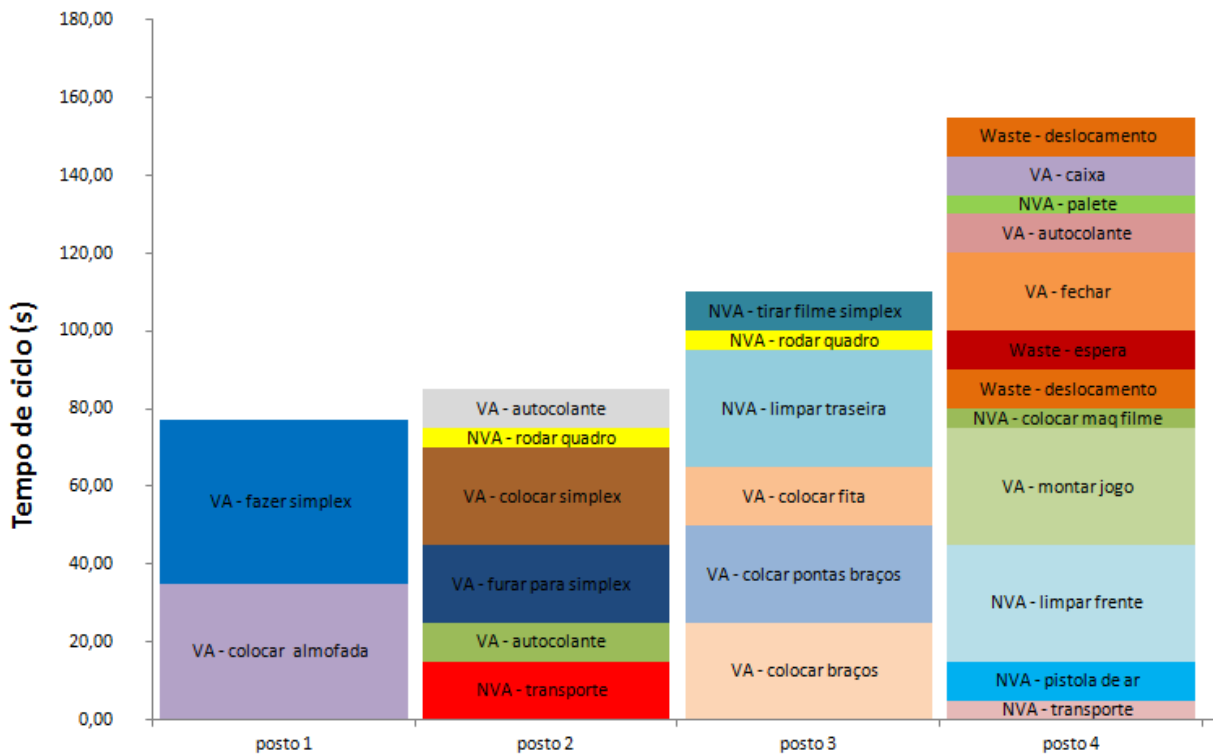


Figura 24 - Gráfico *Yamazumi* do *MasterVision Mobile*

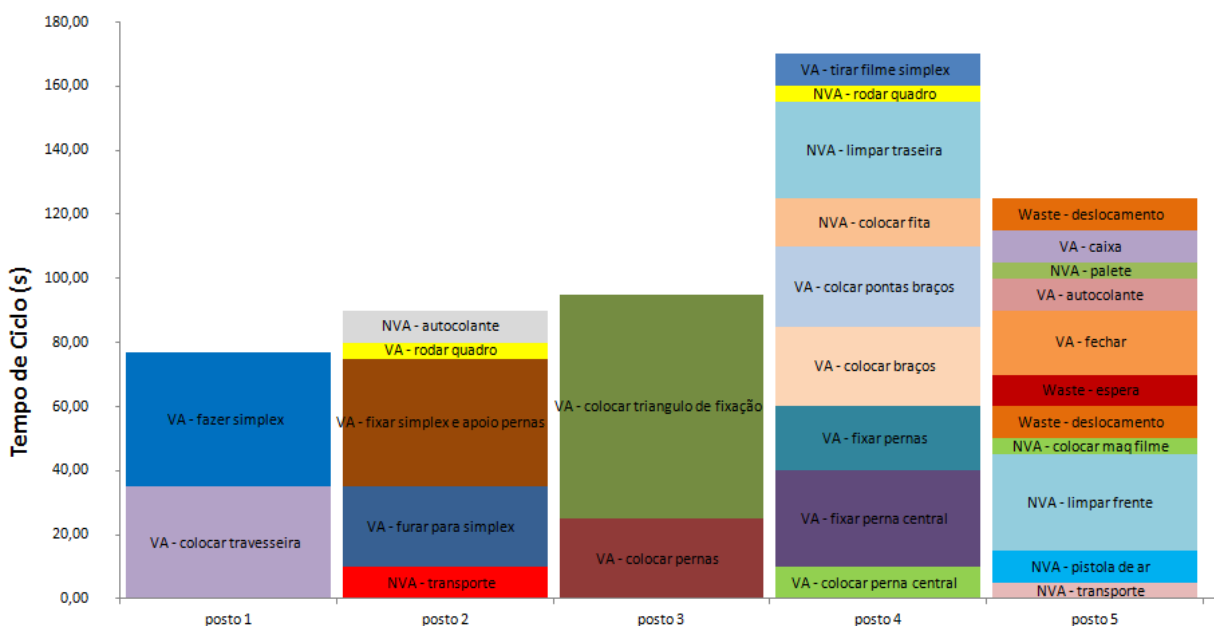


Figura 25 - Gráfico *Yamazumi* do *MasterVision Tripé*

3.5.3. Easel *Barra-pé, Combi*

Apesar de terem processo de produção bastante diferentes, os dois produtos possuem a particularidade de não passarem pela máquina de filme e, por isso, não apresentam o período de espera e deslocação observado nos produtos anteriores. No entanto, ambos apresentam *bottleneck* no último posto como se pode observar nas Figuras 26 e 27, sendo novamente causado por um elevado e variado período de limpeza.

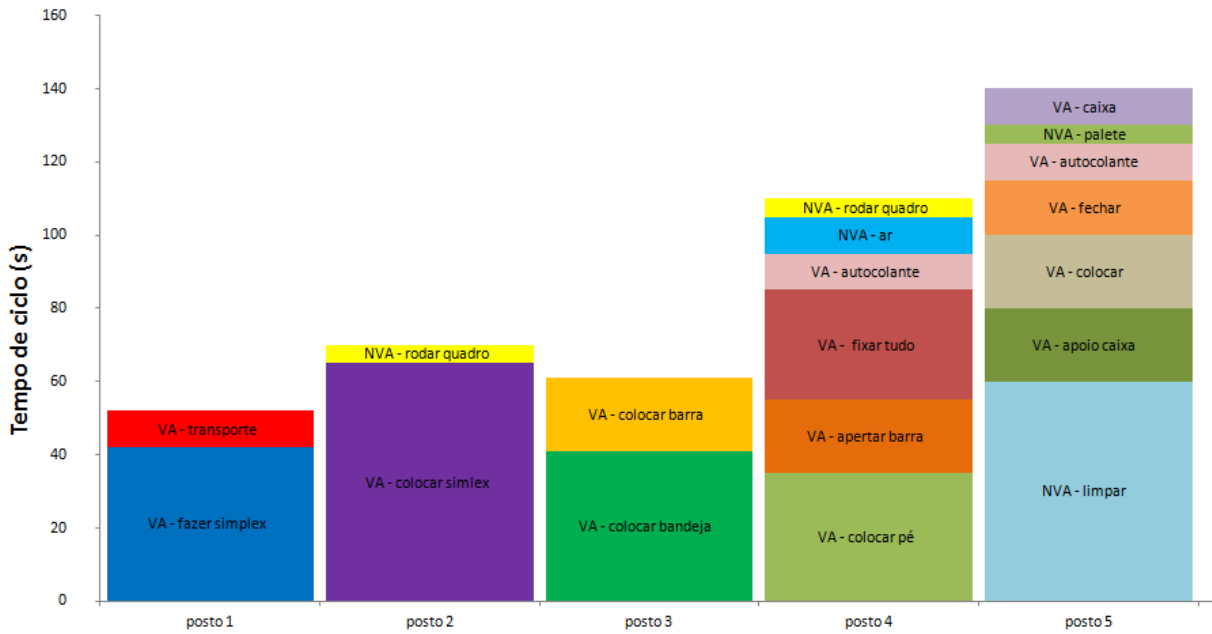


Figura 26 - Gráfico *Yamazumi* do *Easel Barra-pé*

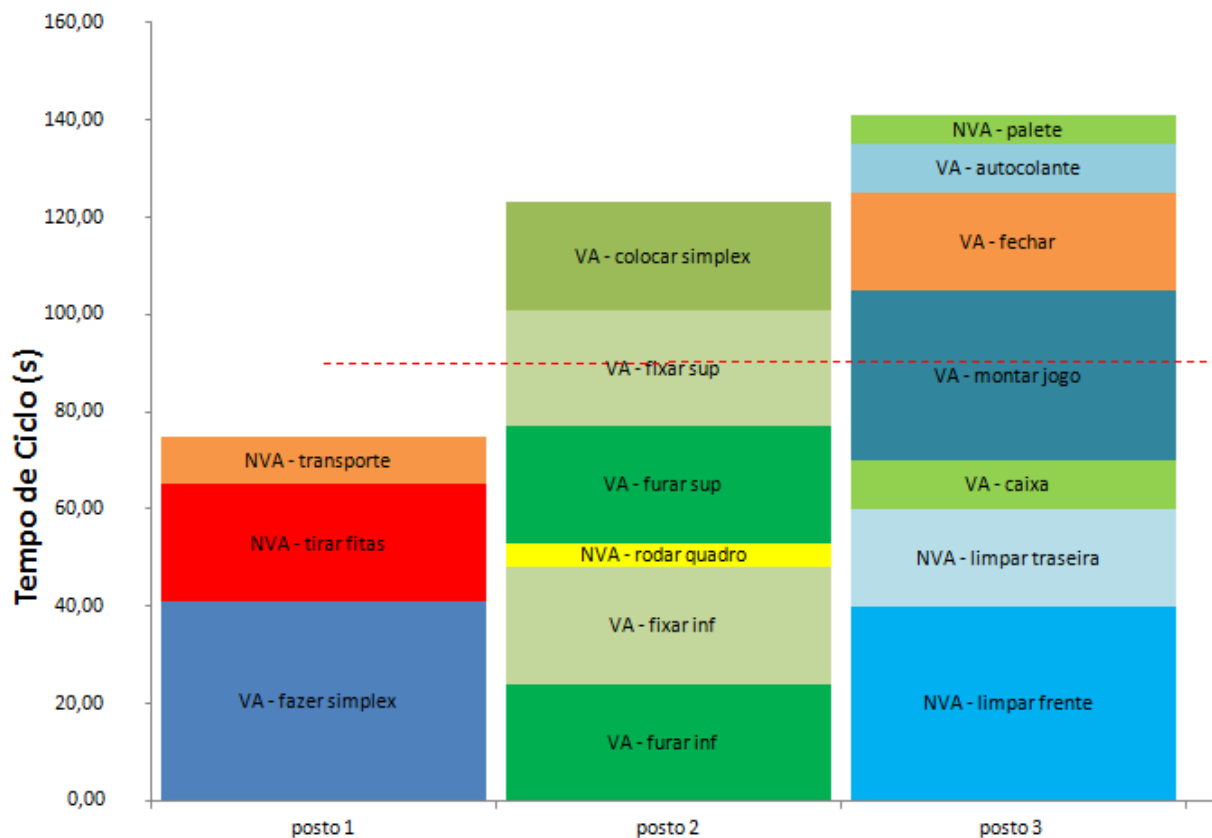


Figura 27 - Gráfico *Yamazumi Easel Combi*

3.5.4. Easel Premier

Os *Easel Premier* inicialmente eram montados e embalados fora da linha, uma vez que não são produtos de alta rotatividade. Por essa razão, não foi possível realizar um gráfico *yamazumi* para este produto. Apesar disso, uma vez que estes são relativamente semelhantes aos *Combi* e por isso sofrem um conjunto de operações similares, foi proposta a preparação da linha também para este tipo de produtos.

3.5.5. Síntese da Situação Inicial da Linha

Após a realização dos gráficos anteriores, pode-se constatar que o processo produtivo dos diversos quadros não será o mais apropriado, maioritariamente devido ao elevado tempo de limpeza existente em todos os produtos. Por outro lado, o constante deslocamento do início ao fim da máquina de filme é uma atividade que se torna fastidiosa após várias horas de trabalho.

Na Tabela 4, encontram-se alguns indicadores de desempenho dos vários produtos, com base nos dados recolhidos para os gráficos *yamazumi*.

Tabela 4 - Indicadores de desempenho da situação Inicial

Produtos	Nº de operadores	Tempo de ciclo do <i>bottleneck</i> [s]	Produção teórica [Unidade/h]
1 <i>simplex</i> sem braço	4	165	22
1 <i>simplex</i> com braço	5	165	22
2 <i>simplex</i> com braço	5	165	22
<i>Earth it</i>	4	150	24
<i>Mastevision mobile</i>	5	155	23
<i>Mastervision tripé</i>	6	170	21
Barra-pé	6	140	26
<i>Easel combi</i>	4	140	26

Refere-se que, devido à falta de registo referentes ao processo produtivo inicial, não foi possível realizar uma comparação dos valores teóricos com os práticos.

3.6. Conclusão da Situação Inicial

Após a estudo inicialmente realizado, observou-se que os principais problemas encontrados relacionavam-se com:

- O balanceamento incorreto da linha de produção;
- A desorganização e localização desapropriada de alguns setores;
- O *stock* excessivo e a existência de material obsoleto;
- O processamento desadequado na montagem de quadros *MasterVision*.

Como agravante, os registos de produção já não eram realizados desde dezembro de 2018 e, por essa razão, estava a ser criado uma base de dados que permitisse aos próprios operários inserir os registos de produção.

4. Soluções Propostas, Implementações e Resultados Obtidos

No presente capítulo são apresentadas as soluções desenvolvidas para cada área de intervenção previamente identificada e analisada no capítulo três.

4.1. Novo Layout

Face aos problemas de organização encontrados, realizou-se uma alteração do espaço e, juntamente com esta reorganização do setor, ocorreu a remoção de materiais desnecessários e uma limpeza geral do setor.

No novo *layout*, apresentado no Anexo B, o setor de montagem de quadros *MasterVision* encontra-se situado próximo da linha. O armazém de planos junto ao setor de montagem foi reduzido de modo a conter só os planos mais utilizados, passando os restantes para o armazém do canto superior esquerdo. Por sua vez, o setor das pernas tripé e barra-pé juntaram-se aos apoios do quadro *Premier*, que foi colocado junto do setor de montagem de modo a facilitar a alocação de operários (Figura 28). O material para a embalagem, anteriormente colocado junto ao bordo de linha, foi removido e transportado até à linha com recurso a um pequeno contentor com rodas (Figura 29)



Figura 28 - Setor da Montagem de suportes para *Easel Premier* Barra-pé e Tripé



Figura 29 - carro para o transporte de suportes *Mobile*

Observando a Figura 28, constata-se, porém, a falta de local de acomodação para os produtos finais dos barra-pé e *premier*, os quais permanecem encostados à mesa de trabalho até serem levados para a linha.

No caso da linha, apesar de a sua localização não ter sido alterada, houve, contudo, alterações nos bordos de linha dos postos de trabalho por forma a não condicionar o acesso.

4.2. Linha de Montagem

Um dos problemas identificados na análise inicial foi a colocação de uma fita adesiva nos quadros *Easel Mobile*, que teria de ser posteriormente removida, deixando no quadro resíduos de cola.

Inicialmente, pensou-se em colocar os ilhós logo após a montagem do quadro, uma vez que estes o prenderiam durante a secagem. Porém, após algumas semanas, foi descoberta uma cola com um tempo de secagem mais rápido (30 minutos), optando-se por manter a colocação dos ilhós na linha de produção. Esta cola permitiu assim evitar a colocação da fita adesiva, na maioria dos produtos, à exceção do *Premier* e *Combi*, que continuaram a necessitar de fita na bandeja.

Por conseguinte, a limpeza do quadro passou a ser feita logo após a montagem dos mesmos, quando a cola ainda não estava totalmente seca, facilitando a sua remoção e reduzindo a variabilidade das tarefas da linha. Esta limpeza aumentou o tempo de ciclo da montagem dos produtos em 40 segundos.

A montagem dos *MasterVision* também sofreu alterações. Na preparação dos perfis, o furo passou a ser feito manualmente, evitando o deslocamento até a máquina. Porém, continua a haver tempo de *Setup* da máquina de marcar e furar e, desta forma a preparação dos perfis é realizada a cada 8 perfis (4 quadros), de modo a evitar os tempos de mudança de ferramenta. O tempo da preparação dos perfis encontra-se na Tabela 5.

Tabela 5 - Tempos das tarefas da preparação de 8 perfis laterais

Tarefas	Tempo [s]
Transporte	20
Limpeza	80
Marcação	105
Mudança de ferramenta	35
Furação	115
Colocação de ilhós	165
Colagem das pontas	180
Mudança de ferramenta	35
Tempo total [s]	735
Tempo [s]/unidade	184

Relativamente à montagem, esta passou a ser realizada nos cavaletes de forma individual, mas com dois operários a produzir, sendo depois aparafusada numa mesa. Por outro lado, uma vez que a colocação de braços causava problemas significativos na linha e dado que um dos operários que montava os *MasterVision* apresentava um tempo de espera relativamente elevado, optou-se por colocar os braços nos quadros *MasterVision* durante o processo de aparafusamento, ficando as tarefas divididas da forma apresentada na Figura 30. Conseguiu-se assim um período de espera de apenas 20 segundos, valor muito inferior ao anteriormente apresentado.

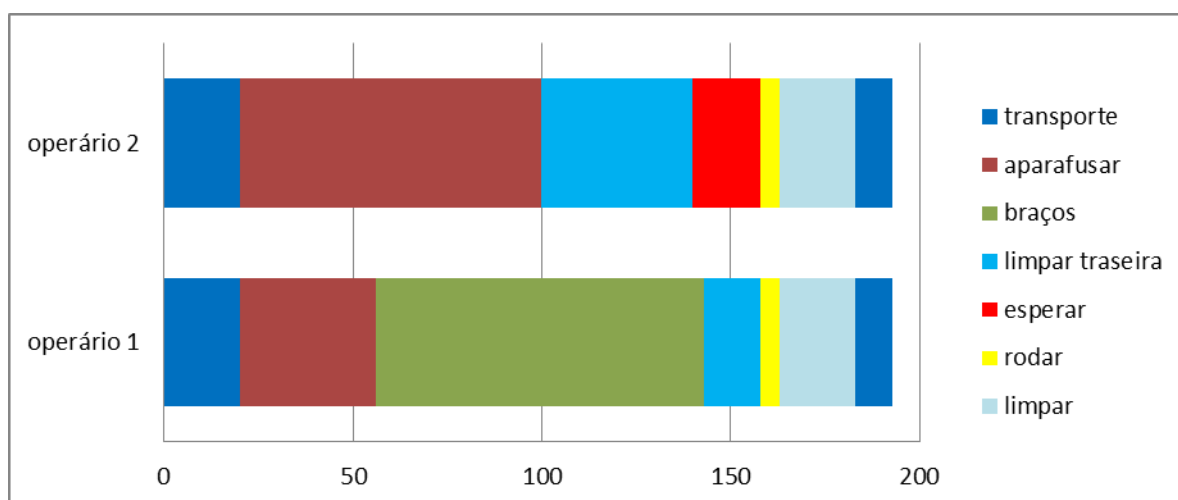


Figura 30 - Esquematização das tarefas realizadas

Na Tabela 6, pode-se observar algumas propriedades da situação atual, concluindo-se que o novo processo de produção terá uma taxa de dezanove quadros por hora e que, mesmo requerendo um maior número de operários, este apresenta ainda uma taxa de produção por operário superior à situação inicial.

Tabela 6 - Indicadores do novo processo e do Inicial

Posto		Nº Operários	Tempo [s/ unidade]	Taxa de produção [unidade/h]	Taxa de produção por operário
Situação final	Preparação	1	184	18,9	3,8
	Montagem	2	165		
	Aparafusamento, braços e limpeza	2	190		
Situação Inicial		2	630	5,7	2,9

Na eventualidade de não ser possível alocar os cinco trabalhadores ao setor da montagem, é possível realizar as tarefas até ao final da mesma, sendo o aparafusamento e a limpeza realizados posteriormente pelos mesmos dois operários que os montaram, o que representará uma taxa média de produção de nove quadros por hora.

4.3. Linha de Produção

O estudo inicialmente realizado demonstrou uma distribuição desajustada das tarefas, assim como uma elevada variabilidade das mesmas. Deste modo, começou-se por determinar qual a produção requerida, recorrendo ao cálculo do *takt time*, onde se obteve um tempo de cerca de 90 segundos.

Conhecido o *takt time*, procedeu-se ao cálculo dos operários necessários, como se pode ver na Tabela 7. Convém lembrar que os tempos totais de operação já não possuem os tempos referentes à limpeza, uma vez que esta passou a ser feita na zona da montagem. Observando a tabela, constata-se que o rácio tempo total/ *takt time* do *Premier* e *MasterVision* Tripé está muito próximo do número de operários necessários e será difícil conseguir um tempo de ciclo de 90 segundos com os operários apresentados.

Tabela 7 - Número de operadores necessários consoante o produto

Produto	Tempo total de produção[s]	Tempo total /takt time	Nº de operários necessários
1 <i>simplex</i> sem braços	480	5,3	6
1 <i>simplex</i> com braços	570	6,3	7
2 <i>simplex</i> com braços	685	7,6	8
<i>Earth it</i>	415	4,6	5
<i>Mastervision mobile</i>	395	4,4	5
<i>Mastervision tripé</i>	525	5,8	6
Barra-pé	465	5,2	6
<i>Combi</i>	410	4,6	5
<i>Premier</i>	540	6,0	6

Conhecido o número de operários necessários, iniciou-se o balanceamento da linha. Importa referir que a realização de certas tarefas implica a prévia realização de outras. Para uma melhor compreensão do processo de cada produto, recomenda-se a consulta dos Anexos C a G que possuem o fluxograma dos vários processos.

4.3.1. Easel Mobile

Por forma a resolver o problema da descolagem dos perfis aquando da furação lateral foi concebida uma máquina de furar, pelo que todo o balanceamento foi realizado para a utilização desta. Por sua vez, a tarefa “montar jogo” foi subdividida em várias, uma vez que facilitaria a atribuição das mesmas pelos vários postos. Assim, da tarefa original “montar jogo” surgiram “colocar suporte”, “colocar acessórios”, “colocar tubo”, “preparar tubo”, “colar cartão” e “fazer cartão”, sendo estas duas últimas exclusivas do *Easel Mobile*. No caso dos produtos *Earth-it* e *MDF*, as tarefas são apenas “colocar suporte” e “colocar acessórios”.

Importa referir que, devido à necessidade de desobstruir a entrada da nova linha, o bordo de linha do posto à entrada da máquina de filme foi colocado no lado direito desta, sendo também deste lado que se encontra o operário que realiza o deslocamento da entrada à saída. Deste modo, um destes operários terá de atravessar a linha para colocar o quadro na máquina de filme.

De forma a reduzir o tempo gasto em deslocamentos, decidiu-se que seria vantajosa a colocação de dois quadros em simultâneo na máquina de filme. Com este procedimento, os gráficos de *Yamazumi* para esta gama de produtos apresenta um tempo de ciclo de 180 segundos, contrariamente aos restantes que apresentam o tempo de ciclo de 90 segundos.

Observando as Figuras 31, 32, 33 e 34 constata-se que uma particularidade desta nova distribuição de tarefas é a existência de um operário à entrada da máquina de filme, um outro à saída e ainda um outro que realiza tarefas em ambos os postos em simultâneo com os outros operários, uma vez que as tarefas em questão são “fechar”, “colocar palete”, “colocar cantos” e “colocar tapete” e as mesmas exigem a sincronização destes três postos, de modo a que a sua realização seja feita em simultâneo.

Para o caso do *Earth-it* e *MDF*, como se pode ver na Figura 34, apesar de o número de operários teórico ser de cinco, as restrições de possuir dois operários a colocar o quadro na

máquina de filme e no final a embalar, levariam à alteração dos postos anteriores tornando o processo confuso. Desta forma, optou-se por colocar um sexto operário, tendo-se reduzido o tempo de ciclo das tarefas de 90 para 80 segundos. É de referir que neste tipo de produtos o “fechar” engloba a tarefa “fazer tampa”, que nos produtos anteriores se encontrava na tarefa “fazer caixa”, o que explica o facto de o tempo de “fechar” nos *Earth-it e MDF* ser superior aos outros *Easel Mobile*.

No caso do *Easel mobile 2 Simplex Design*, a criação de um posto só para a colocação de almofada representaria um posto de 70 segundos, o que é bastante inferior aos 90 segundos desejados. Contudo, a repartição de tarefas requereria uma subdivisão das mesmas - “fazer *simplex*” ou “fazer braços” – o que seria difícil face ao posto já existente para a sua execução. Desta forma, foi proposta a criação de um *stock* de peças já com a almofada colocada, sendo este reabastecido conforme a utilização do produto.

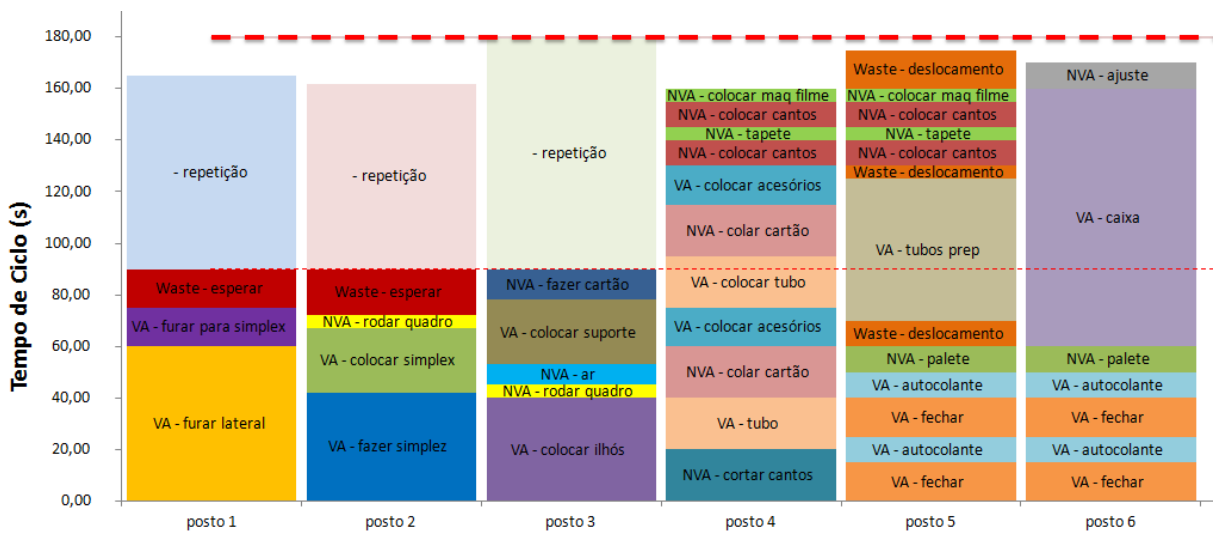


Figura 31 - Gráfico Yamazumi do *Easel Mobile 1 Simplex* sem braços

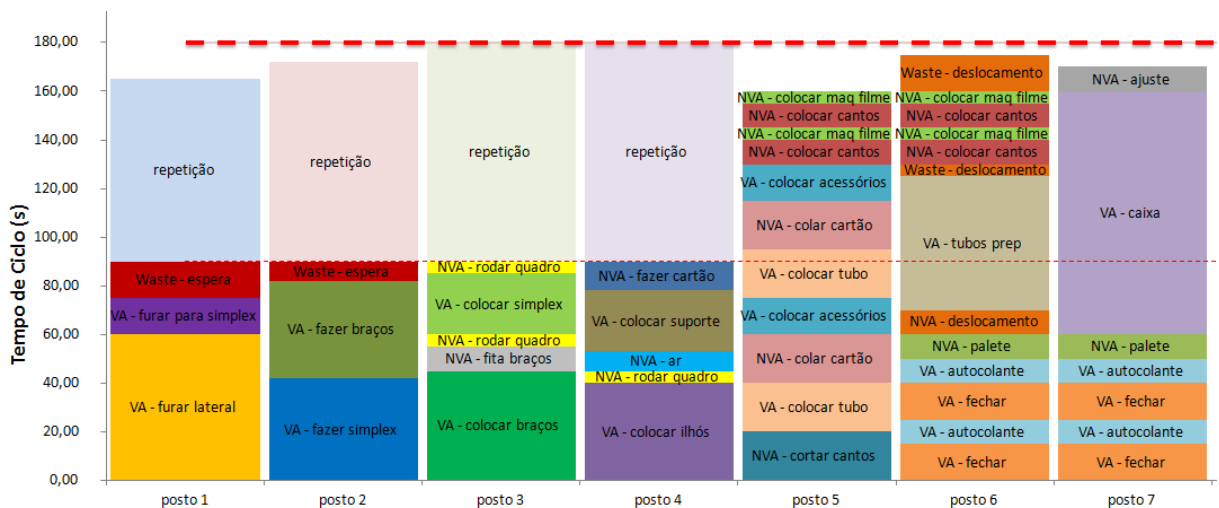


Figura 32 - Gráfico Yamazumi do *Easel Mobile 1 Simplex* com braços

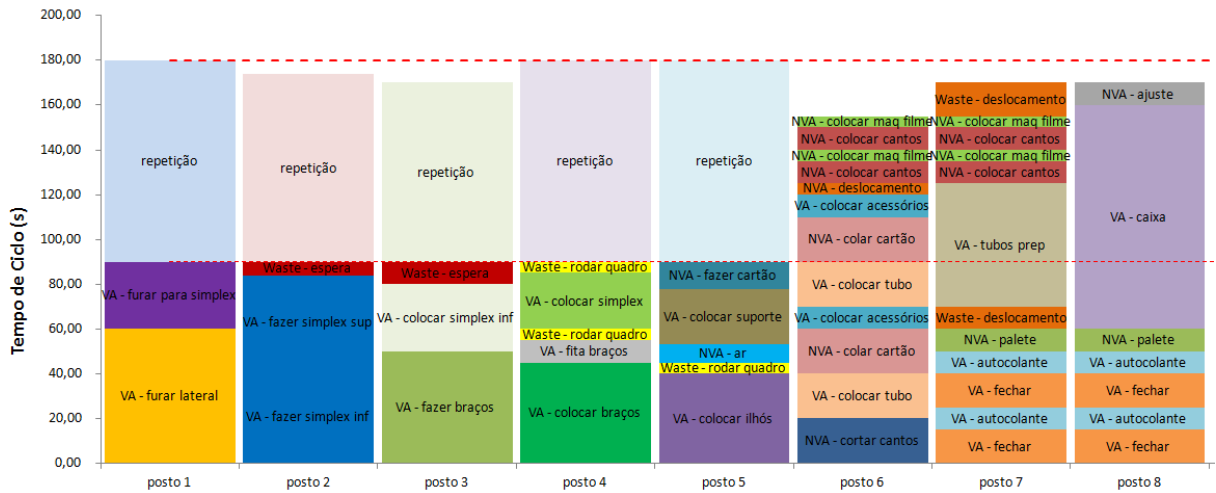


Figura 33 - Gráfico Yamazumi do Easel Mobile 2 Simplex com braços

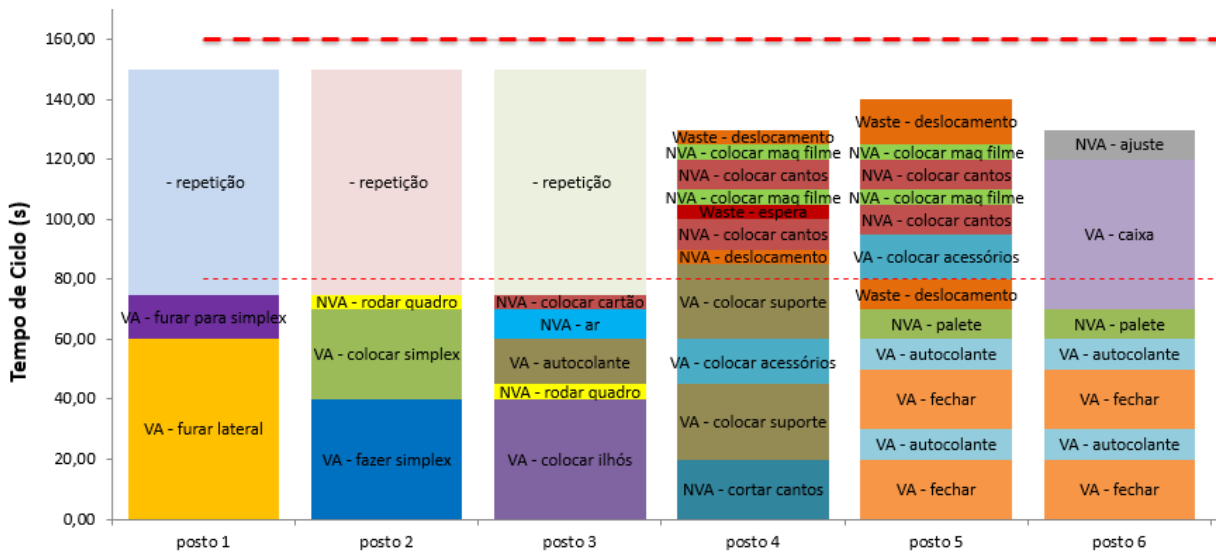


Figura 34 - Gráfico Yamazumi dos Earth-it e MDF

As soluções apresentadas, deparam-se com uma particularidade no caso dos produtos com 1 *simplex* sem braços e 2 *simplex* com braços, dado que, após a entrada de um destes produtos na linha, são necessários mais de 90 segundos para a entrada do segundo. Porém, após a entrada do segundo quadro, esta demora deixa de acontecer, uma vez que as tarefas ficam sincronizadas, como o comprova a Figura 35, para o produto 1 *simplex* sem braços e a Figura 36 para o 2 *simplex* com braços.

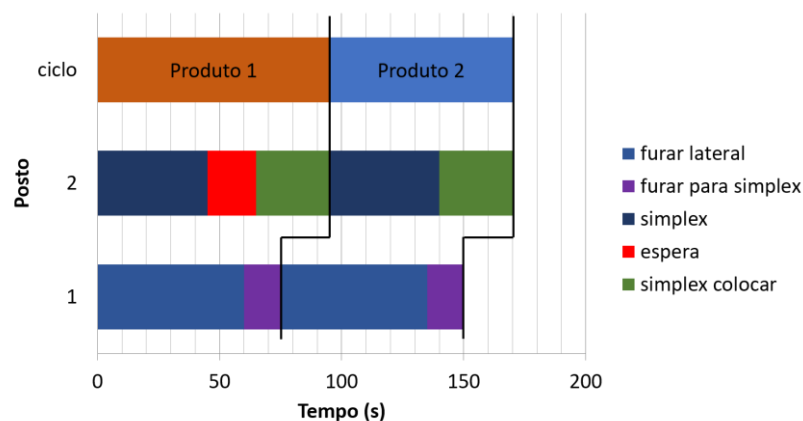


Figura 35 - Sequenciamento de tarefas dos postos 1 e 2 nos Easel Mobile com 1 Simplex

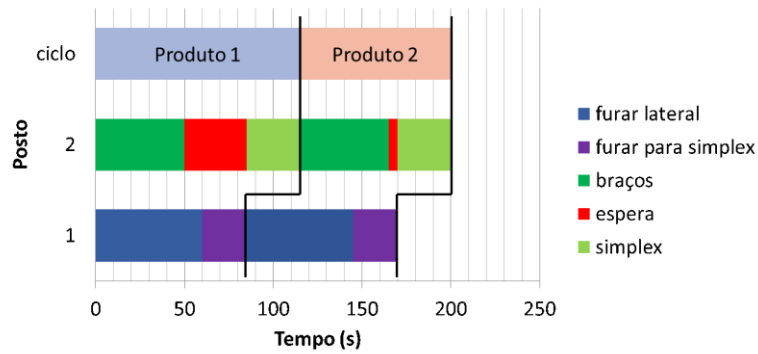


Figura 36 - Sequência das tarefas dos postos 1 e 2 no *Easel Mobile* com 2 *simplex*

O constrangimento da implementação da proposta apresentada no produto 2 *Simplex* com braços é o seu elevado número de operários face aos outros produtos. Tal obriga o chefe de linha a colocar uma pessoa na produção de braços antes do início da produção do produto, de modo a não ultrapassar os sete operários. Realizou-se também um *Yamazumi* para este caso (Figura 37).

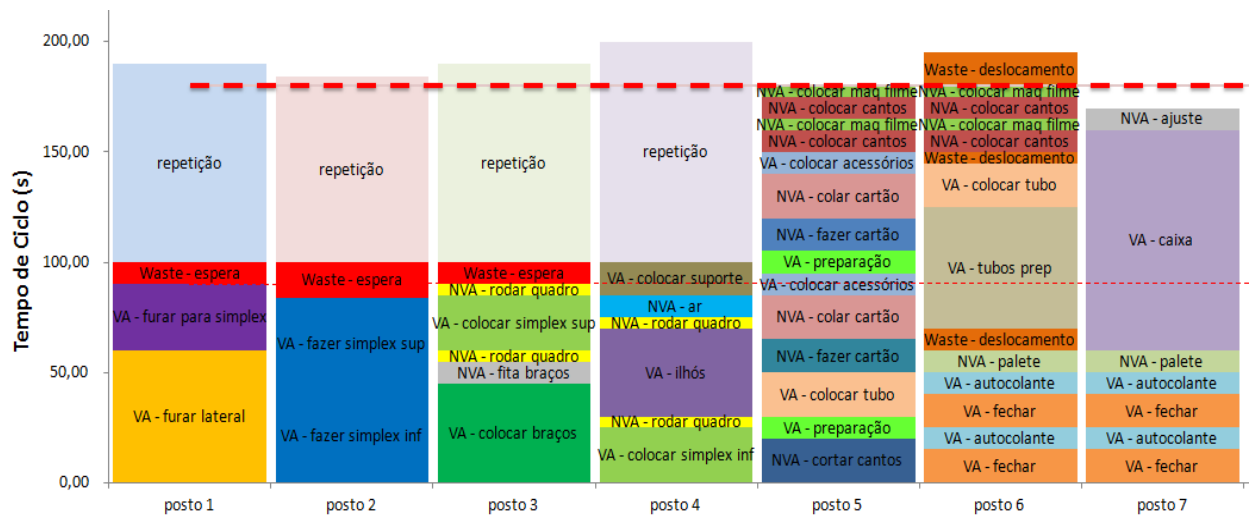


Figura 37 - Gráfico Yamazumi do *Easel Mobile* 2 *Simplex* com braços com 7 operários

O processo apresentado apresenta um tempo de 200, superior aos 180 esperados, porém permitirá uma maior flexibilidade ao chefe de linha. Refira-se que, neste processo, a tarefa suporte é inferior às anteriores, dado que o material não é colocado no local certo sendo, por isso, necessário a criação da tarefa “preparação” no posto seguinte, a qual corresponde à organização do suporte.

4.3.2. MasterVision

A realização da limpeza após a montagem do quadro permitiu eliminar por completo o processo de limpeza deste tipo de produtos na linha.

O *MasterVision Mobile* apresenta um processo semelhante ao *Easel Mobile*, sendo colocado novamente uma pessoa à entrada e outra à saída com uma outra a realizar tarefas em ambos os postos de trabalho, como se pode observar na Figura 38.



Figura 38 - Gráfico Yamazumi MasterVision Mobile

No caso do *MasterVision* tripé, a colocação dos braços durante a montagem fez com que o processo se apresentasse balanceado, tal como se verifica na Figura 39.

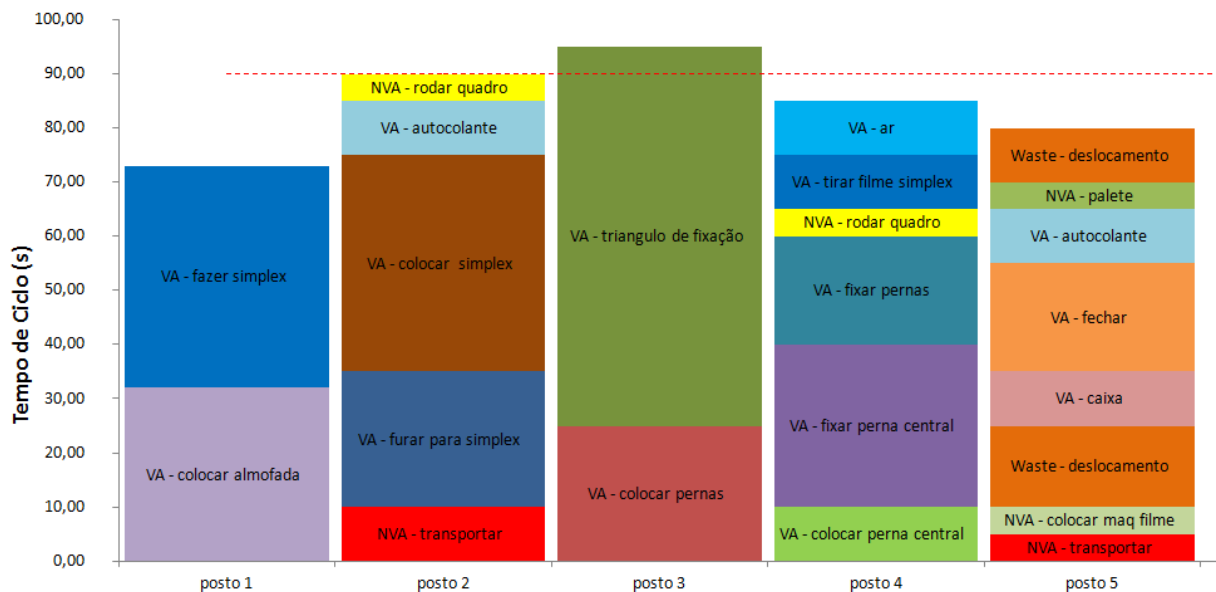


Figura 39 - Gráfico Yamazumi MasterVision Tripé

É de referir que somente o posto 3 apresenta um tempo de ciclo superior a 90 em 5 segundos. Todavia, uma vez que as tarefas apresentam tempos elevados e a sua divisão não é a melhor opção, optou-se por não alterar o processo produtivo, apresentando por isso um tempo de ciclo de 95 segundos. Salienta-se ainda que os *MasterVision* tripé, por não possuírem a tarefa de “montar jogo”, não permitem a colocação de um operário à entrada da máquina, o que obriga a manter a deslocação dos dois operários. No entanto, de forma a evitar o período de espera dos operários à saída da máquina de filme, optou-se por realizar a montagem da caixa nesse período. Note-se que o último posto do *MasterVision* Tripé corresponde a dois operários.

4.3.3. Combi e Premier

No caso dos *Combi*, não foi possível eliminar por completo o processo de limpeza, uma vez que, após a montagem, estes requerem a colocação de fita adesiva na bandeja, a qual terá de ser posteriormente retirada. Contudo, este tempo é bastante inferior aos anteriormente observados, apresentando também menos variabilidade, como se pode observar na Figura 40.

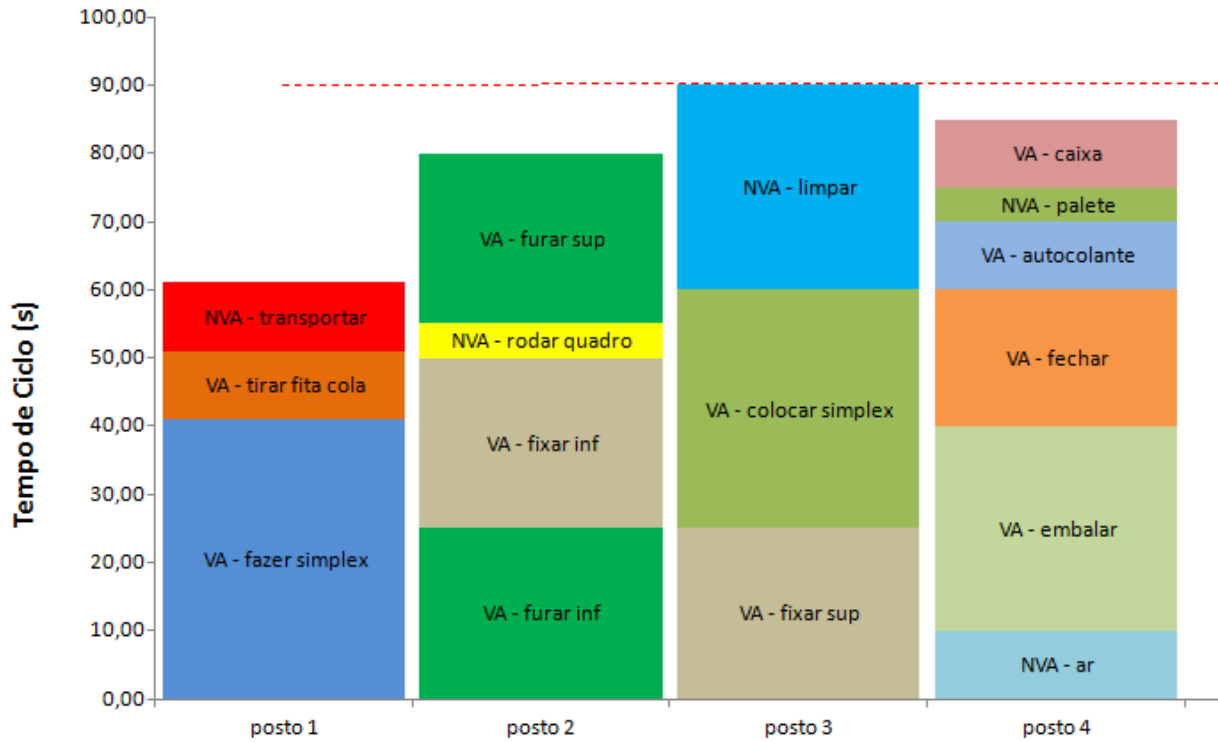


Figura 40- Gráfico Yamazumi Easel Combi

No caso dos *Premier* é utilizada cola na colocação dos braços, razão pela qual é necessário realizar também uma pequena operação de limpeza nestes, assim como na bandeja, como se constata na Figura 41. Além disso, para além da fixação normal, o *Simplex* requer a utilização de cola.

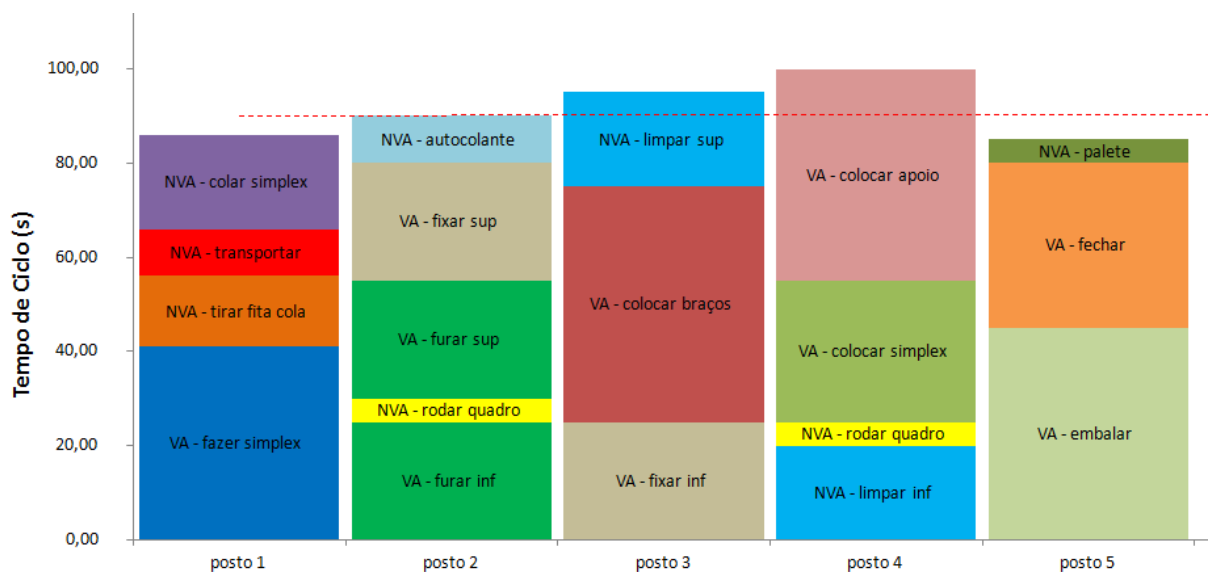


Figura 41 - Gráfico Yamazumi Easel Premier

O novo processo do *Premier*, segundo as expectativas, apresenta um tempo de ciclo ligeiramente superior ao desejado. Dado que o limite de operários na linha excluindo o primeiro posto e o da embalagem é de três, considera-se que esta seja a melhor opção. Refira-se que, neste grupo, o último posto corresponde a duas pessoas.

4.3.4. Easel Barra-pé

No caso dos *Easel* barra-pé, a remoção da tarefa de limpeza do processo permitiu por si só um equilíbrio dos postos, sendo somente necessário distribuir algumas tarefas menores (colocar autocolante e pistola de ar) do posto 4 para que o seu tempo de ciclo não excedesse os 90 segundos, como se pode observar na Figura 42.

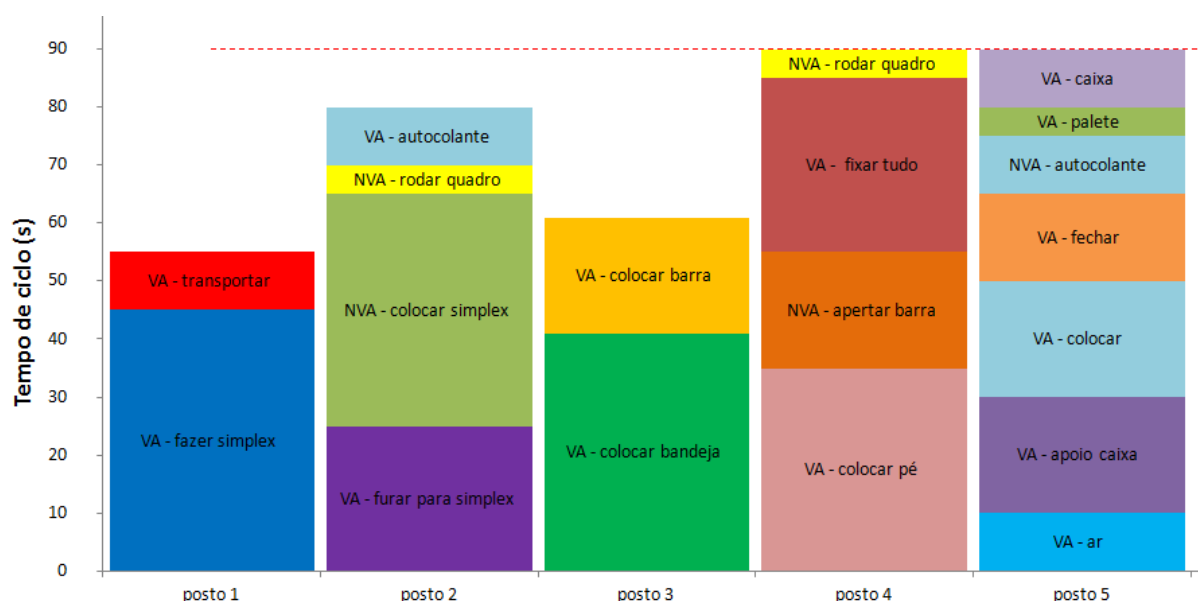


Figura 42 - Gráfico *Yamazumi Easel* Barra-Pé

Na Tabela 8 são representados os indicadores de desempenho para as várias gamas de produtos, assim como as comparações com a situação inicial.

Tabela 8 - Comparação de Indicadores entre a situação inicial e final

Produtos	Nº. de operários		<i>Bottleneck</i> 2 quadros [s]		Produção [Unidade/h]		Produção por Operário		
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Relação
1 <i>simplex</i> sem braços	4	6	330	180	22	40	5,45	6,67	22%
1 <i>simplex</i> com braços	5	7	330	180	22	40	4,36	5,71	31%
2 <i>simplex</i> com braços	5	8	330	180	22	40	4,36	5,00	15%
2 <i>simplex</i> com b/(7 op.)		7		200		36		5,14	18%
<i>Earth it e MDF</i>	4	6	300	150	24	48	6,00	8,00	33%
<i>MasterVision Mobile</i>	5	5	310	170	23	42	4,65	9,00	82%
<i>MasterVision Tripé</i>	6	6	340	190	21	38	3,53	6,32	79%
Barra-Pé	6	6	280	180	26	40	4,29	6,67	56%
<i>Combi</i>	4	5	280	180	26	40	6,43	8,00	24%
<i>Premier</i>		6		200		36		6,00	

Observando a tabela, constata-se que, apesar de o número de operários na linha aumentar de uma forma geral, a taxa de produção por operários apresenta um aumento relativamente à situação inicial. Saliente-se que a razão de os produtos *MasterVision* possuir um aumento na ordem dos 80% deve-se ao facto de se ter removido a tarefa “colocar braços” que passou a ser feita na montagem.

A comparação do resultado dos valores teóricos com os reais encontra-se exposta na Tabela 9. Os valores reais referem-se aos valores produzidos após 20 de maio, data em que foram iniciados os registos. Durante esse período, não houve ordens de *Premier*.

Tabela 9 - Desempenho dos vários produtos *Easel*

Produtos	Produção Real [Unidade/h]	Produção Teórica [Unidade/h]	Desempenho [%]
<i>Combi</i>	19,85	40	49,64
Barra-pé	24	40	60,00
<i>MasterVision Mobile</i>	24	42	57,14
<i>MasterVision Tripé</i>	18	38	51,43
MDF e <i>Earth-it</i>	28,65	48	75,40
<i>Mobile 1 simplex c/ braços</i>	24,79	40	61,98
<i>Mobile 1 simplex s/ braços</i>	23,38	40	64,94
<i>Mobile 2 simplex c/ braços</i>	24,26	36	67,39
<i>Mobile 2 simplex c/ braços Design</i>	23,60	36	65,56

Como se pode constatar, os valores de desempenho, apresentados são relativamente baixos. Tal deve-se ao facto de o processo implicar diversos procedimentos manuais e, por isso, possuir um número elevado de micro paragens. A isto acresce o facto de dois operários se encontrarem com redução de horário, levando a situações em que era impossível o cumprimento dos padrões de trabalho.

Com os novos registos, pode-se também calcular a OEE semanal da linha de produção, cujos valores se encontram expostos na Tabela 10.

Tabela 10 - Valores de OEE da linha

Semana	Disponibilidade	Qualidade	Desempenho	OEE
20	96,80%	94,20%	56,02%	51,08%
21	92,64%	97,64%	58,93%	53,30%
22	98,12%	93,78%	58,52%	53,84%
23	99,09%	97,84%	69,19%	67,08%
24	98,90%	98,94%	62,17%	60,84%

Observando a tabela, constata-se que os valores do OEE variam entre os 51,08% e os 67,08%, sendo o desempenho o fator que mais contribui para estes valores, mostrando a existência de micro paragens e perdas de velocidade do equipamento. Importa ter em conta que pequenas paragens como a troca de palete e a preparação da linha eram por vezes ignoradas pelos operários que efetuam os registos.

Refira-se, por fim, que o sistema de registos encontra-se ainda numa fase experimental e que os operários estão a ainda a adaptar-se ao sistema. Deste modo, alerta-se que para uma possível discrepância face a realidade.

4.4. 5S

A implementação da metodologia 5S iniciou-se juntamente com a mudança de *layout*, na qual foi realizada uma triagem dos materiais que já não eram necessários no setor.

O processo de organização realizou-se inicialmente na secção de montagem de pernas e quadros, nomeadamente na área dos *MasterVision*. No setor das pernas, houve uma reorganização de forma a permitir a montagem dos apoios dos três produtos que são realizados no setor - Barra-Pé, Tripé e *Premier* - tendo-se de redefinir o local dos materiais e identificá-los. De maneira a monitorizar as áreas dos 5s e a incutir nos operários um maior envolvimento e maior responsabilização foram realizadas auditorias 5S, tendo a primeira ocorrido no dia 3 de maio. O *template* da auditoria 5S pode observar-se no Anexo H.

Na Tabela 11, pode encontrar-se a avaliação da última auditoria realizada no dia 8 de junho. Senda a avaliação, correspondente a:

0. Muito Mal
1. Mal
2. Satisfatório
3. Bom
4. Muito Bom

Tabela 11 - Auditoria 5S

Área	Critério	Avaliação	
		Montagem	Linha
1S	Existência de material/ferramentas desnecessário	3	3
	Quantidade apropriada de material	1	2
	Respeito pelas normas de segurança	3	3
2S	Local fixo para os materiais e ferramentas	3	2
	Identificação dos locais	3	3
	Material e ferramentas arrumados depois de utilizados	2	3
3S	Local de trabalho encontra-se limpo	2	2
	Lixo e desperdício são devidamente separados e despejados	3	3
	Material de limpeza devidamente arrumado e acessível	3	2
4S	Padrões de trabalho presentes	2	3
	Padrões dos 5S presentes	1	1
	Controlo visual	1	1
5S	Auditorias 5s são realizadas semanalmente	2	2
	Propostas de melhoria são cumpridas no tempo devido	1	1
	Quadro informativo encontra-se atualizado	0	0
Resultado Final		50%	52%

Observando os resultados, constata-se que os problemas mais relevantes prendem-se com a quantidade de material de abastecimento, particularmente na área da montagem manual, e com a falta de elementos de controlo visual, nomeadamente para o espaço referente à secagem dos quadros e para os carrinhos de abastecimento. É também notório o tempo excessivo até a implementação das propostas de melhoria, resultante em parte da resistência dos operários bem como da atribuição de operários do *Easel* a outros setores, o que limitou a sua disponibilidade. Por outro lado, excetuando o período de limpeza, não existem padrões que permitam manter a política dos 5S.

5. Sugestões Futuras e Conclusões

Após concluído o projeto de melhoria do balanceamento do setor *Easel*, na unidade de produção de Esmoriz, da empresa Bi-Silque, reconheceu-se que, numa unidade de produção existe sempre espaço para melhorias e que a implementação de cada ação gera uma nova oportunidade de questionar o presente para melhorar o futuro. No fundo, este é o conceito de melhoria contínua e da busca pela perfeição.

Para a concretização desta constante melhoria, é importante a existência de indicadores de desempenho operacional, visto que facilita a identificação de problemas e, por conseguinte, a sua resolução. Um dos indicadores mais utilizados é o OEE, tendo sido este o utilizado neste projeto.

No presente projeto, entre os principais problemas encontrados, destacou-se a falta de padrões de trabalho bem como uma inadequada divisão de tarefas na linha de produção. Assim, numa tentativa de minorar o seu impacto na produção, a principal área de afetação do presente projeto foi a balanceamento dos postos da linha de produção.

Após uma análise atenta do processo e recolha de dados, posteriormente em gráficos *Yamazumi* foi possível uma distribuição mais eficiente das tarefas, tendo-se eliminado algumas delas, tidas como *Muda, Mura e Muri*.

Dada a falta de registo na situação inicial, tornou-se impossível proceder a uma análise comparativa dos resultados obtidos inicialmente. Contudo, com a implementação de um novo sistema de registos, pôde efetuar-se uma comparação com os valores teóricos, de onde se observou uma produção superior a 60% para a maior parte dos produtos. Os novos registos permitiram também o cálculo do OEE da linha de produção, que apresenta um valor de 55%

Os valores relativamente baixos de ambos são consequência da existência de pequenas paragens que deverão futuramente ser objeto de uma outra análise com vista à redução ou mesmo supressão das mesmas.

No âmbito deste projeto, foi também iniciado a implementação da metodologia 5S, e, na sequência das diversas auditorias levadas a cabo, foi possível proceder a uma análise das ações que se deveriam realizar.

O foco principal do 5S foi maioritariamente para a secção de montagem de quadros e de pernas, que foram sujeitas a uma mudança de *layout* e consequentemente requereram uma maior atenção. Contudo, com a existência de um padrão de trabalho para a linha de montagem, será interessante, no futuro, uma revisão do bordo de linha, particularmente para o setor de embalagem. Será também importante um ajuste do abastecimento de alguns produtos provenientes da secção de corte, feito em quantidades excessivas.

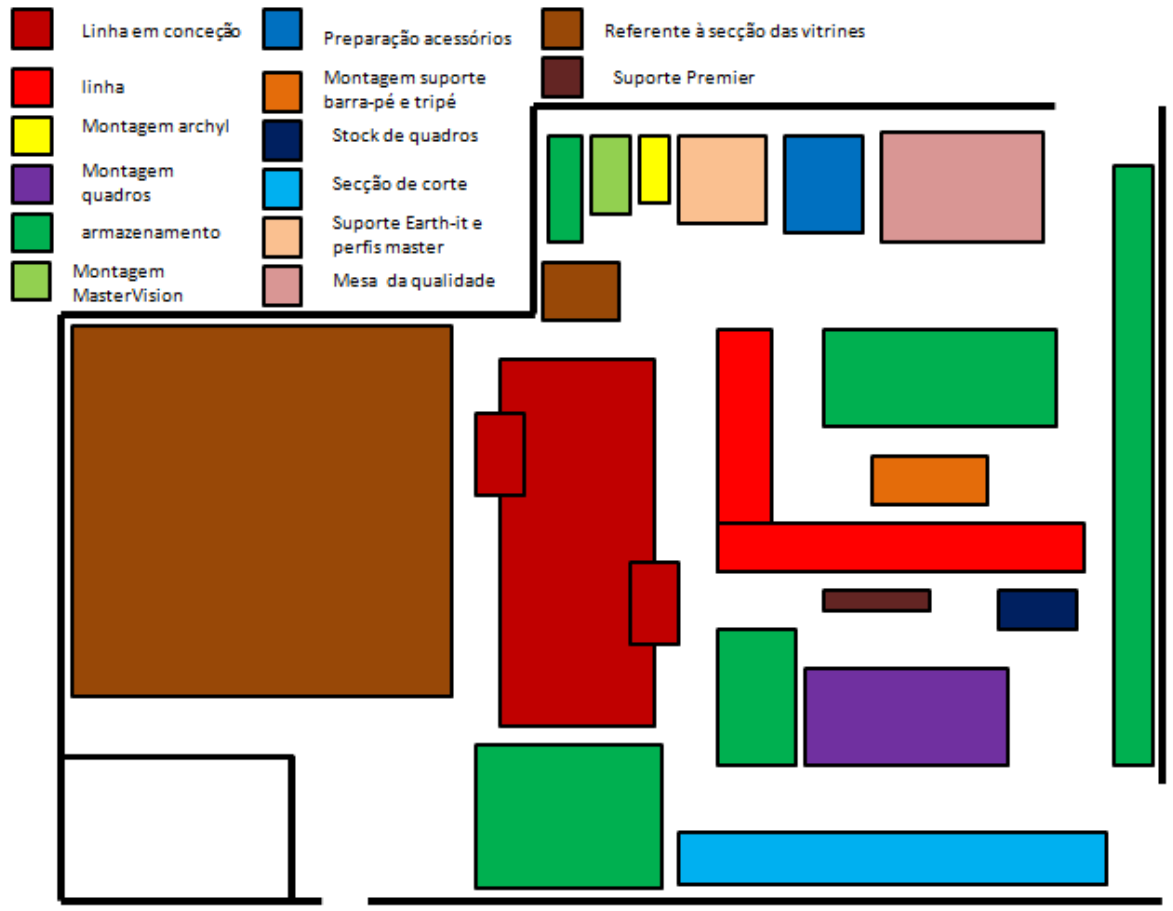
Relativamente a futuros projetos, seria interessante, uma vez obtido um número considerável de registos de produção, a realização de uma análise ABC dos produtos de modo a eliminar, da linha, a produção daqueles que requeiram um tempo de preparação ou produção excessivo, assim como um balanceamento do processo dos restantes produtos que apresentam um volume de produção considerável, segundo a análise ABC.

Lembrando ainda os constrangimentos sentidos no caso da proposta do *Easel Mobile* com 2 *Simplex*, que representa uma percentagem considerável da produção, devido à dificuldade de alocar oito operários na linha como é necessário, poderá ser interessante fazer o abastecimento de braços através de um *Kanban*. Contudo, esta alteração implica a realização de um novo balanceamento dos produtos, uma vez que esta tarefa deixaria de fazer parte da linha.

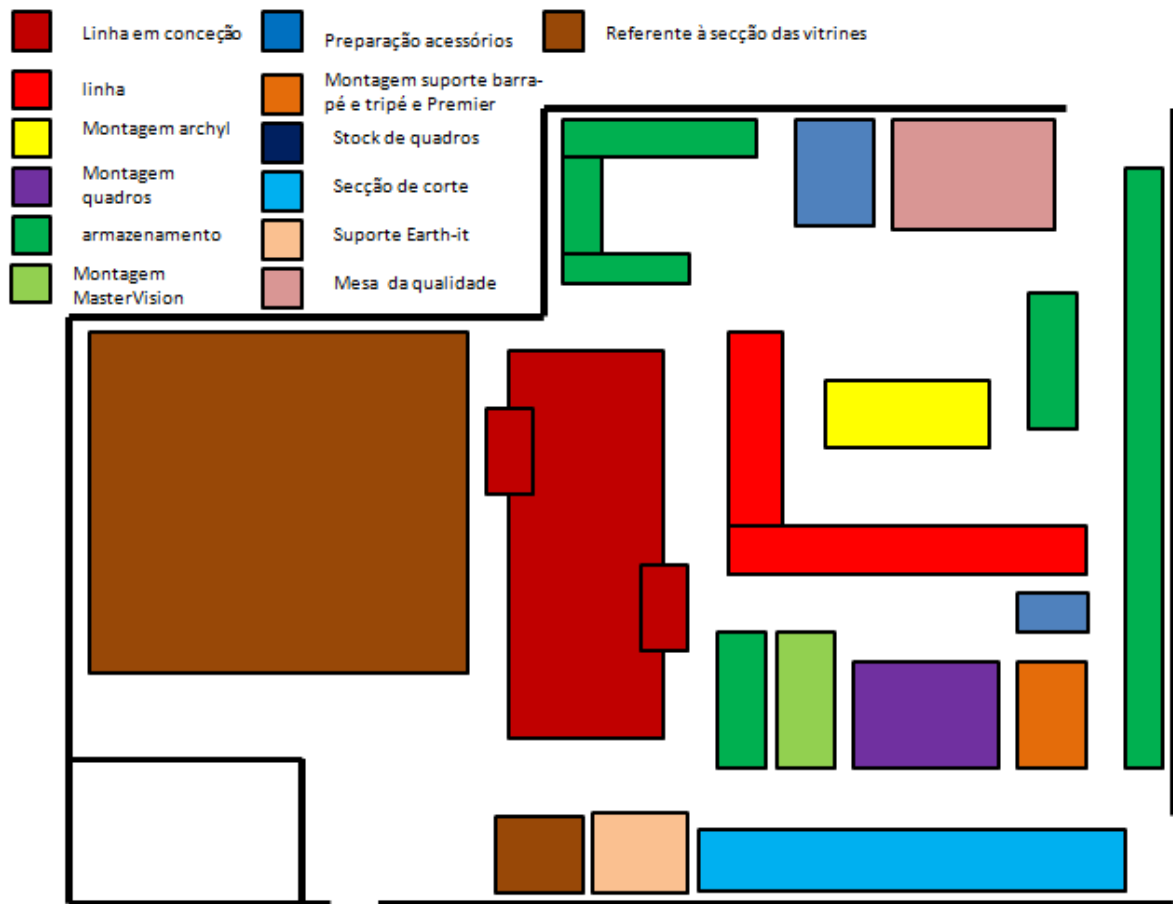
6. Referências

- Grief, M. 1991. *The Visual Factory: Building Participation through Shared Information*. *Journal of Quality Technology*.
- Campos, V. F. 2014. *Controle Da Qualidade Total No Estilo Japonês*. Falconi Editora.
- Coimbra, E. A. 2013. *Kaizen in Logistics and Supply Chains*. McGraw-Hill Professional.
- Jacobs, F e Chase R. 2010. *Operations and Supply Chain Management: The Core*. McGraw-Hill.
- Liker, J. e Meier, D. 2005. *The Toyota Way Fieldbook*. McGraw-Hill.
- Nagib, A. , Ahmad A., Ismail, A., Halim, N. e Khusaini, N. 2016. *The Role of Hybrid Make-to-Stock (MTS) - Make-to-Order (MTO) and Economic Order Quantity (EOQ) Inventory Control Models in Food and Beverage Processing Industry*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.
- Pinto, C.. 2018. “Entrevistámos o CEO Da Bi-Silque, Uma Empresa Especialista Global Em Produtos de Comunicação Visual.” *Compete 2020*.
- Sabadka, D., Molnar, V., Fedorko, G. e Jachowicz, T. 2017. *Optimization of Production Processes Using the Yamazumi Method*. *Advances in Science and Technology Research Journal*.
- Sokovic, M., Pavletic, D. e Pipan, K. 2010. *Quality Improvement Methodologies - PDCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS*. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*.
- Stamatis, D.H. 2010. *The Oee Primer Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, And Maintainability*. Taylor & Francis Inc.
- Womack, J. P. e Jones, D. T. 1997. *Lean Thinking—banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Simon & Schuster, Inc.

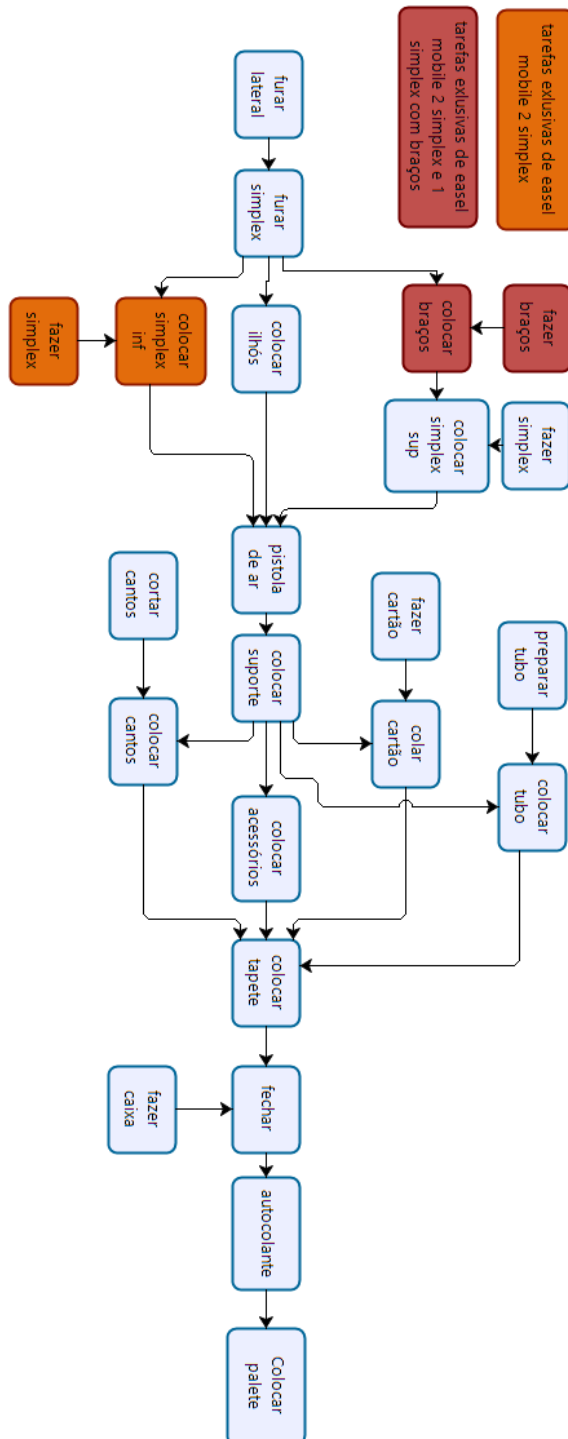
ANEXO A: Layout Inicial



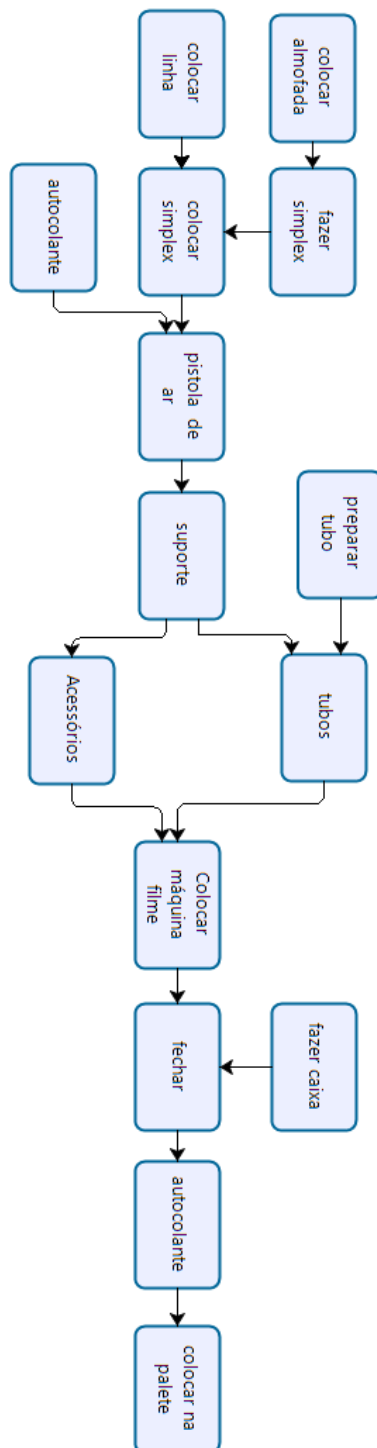
ANEXO B: Novo Layout



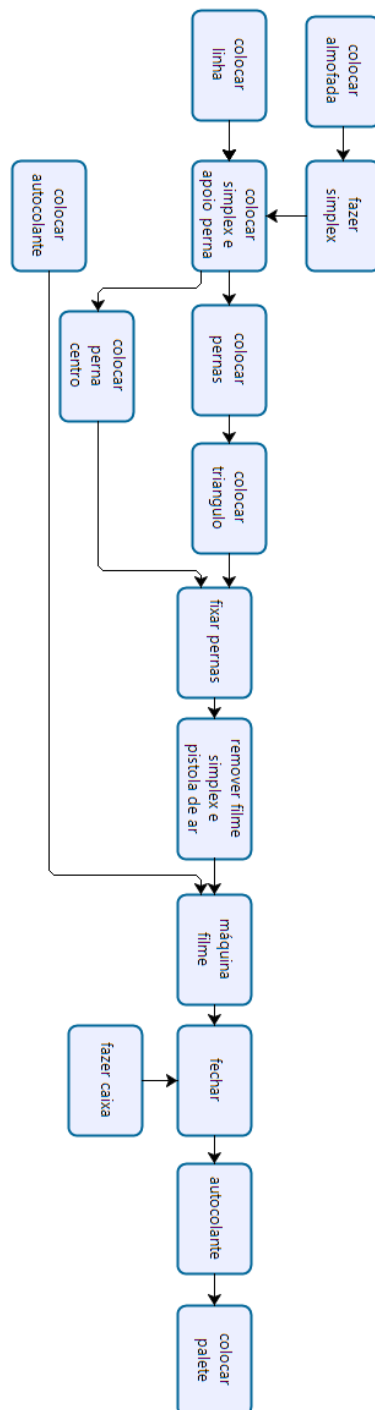
ANEXO C: Fluxograma da Easel Mobile



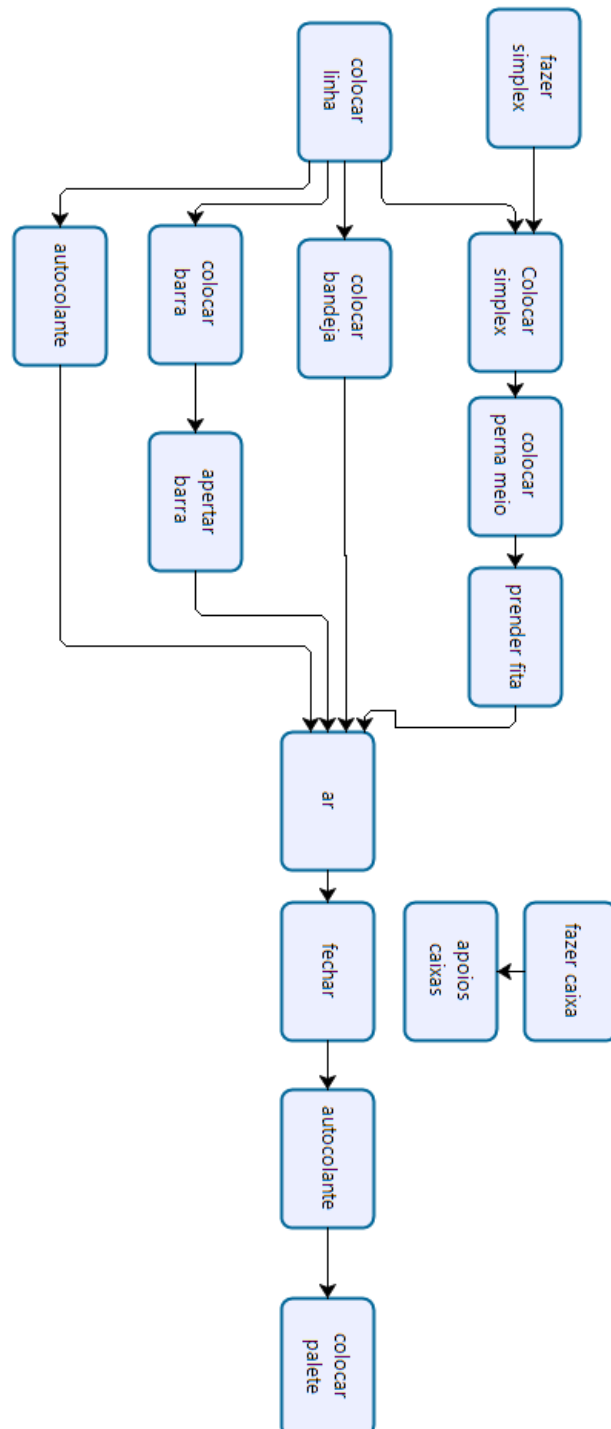
ANEXO D: Fluxograma de produção de Mastervision Mobile



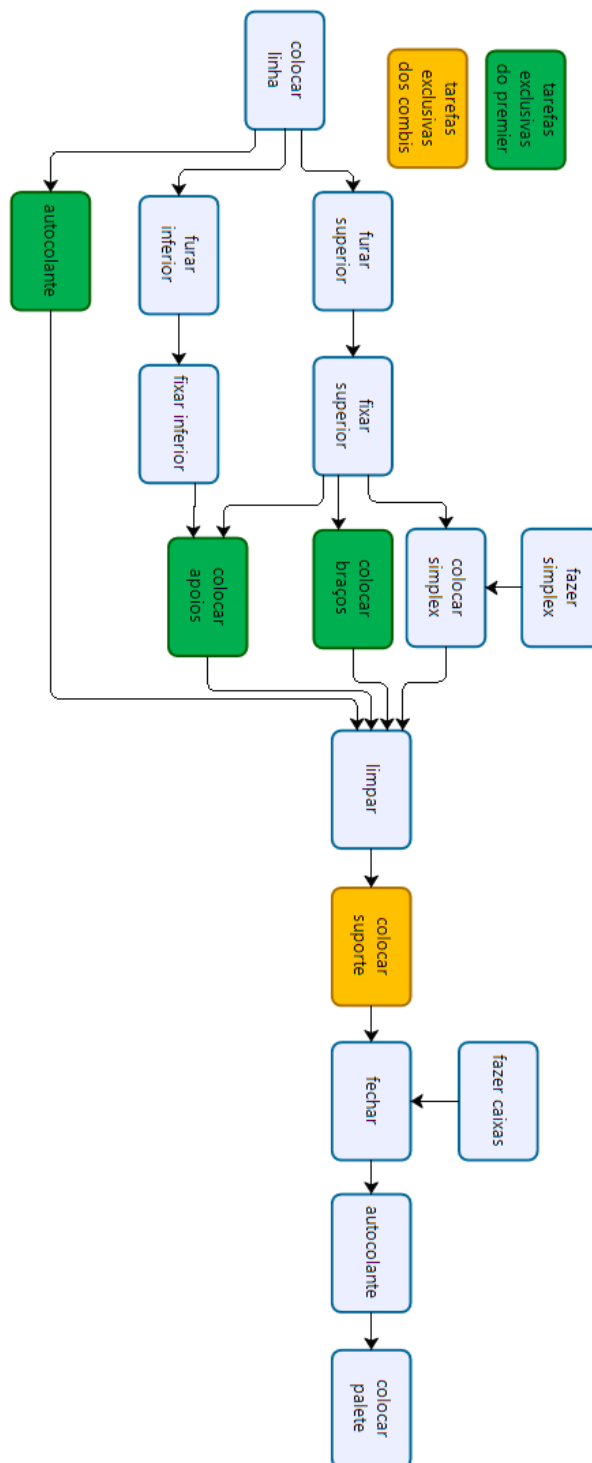
ANEXO E: Fluxograma da Produção de Mastervision Tripé



ANEXO F: Fluxograma do produção de Easel Barra-Pé



ANEXO G: Fluxograma Combi e Premier



ANEXO H: Template da auditoria 5S

Área	Critério	Avaliação	
		Montagem	Linha
1S	Não existência de Material/ferramentas desnecessário		
	Quantidade apropriada de material		
	Normas de segurança		
2s	Local fixo para os materiais e ferramentas		
	Identificação dos locais		
	Material e ferramentas arrumados depois de utilizados		
3s	Local de trabalho encontra-se limpo		
	Lixo e desperdício são devidamente separados e despejados		
	Material de limpeza devidamente arrumado e facilmente acessível		
4s	Padrões de trabalho presentes		
	Padrões dos 5s presentes		
	Controlo visual		
5s	Auditorias 5s são realizadas quinzenalmente		
	Propostas de melhoria são cumpridas no tempo devido		
	Quadro informativo encontra-se atualizado		
Resultado Final			