

PROJETO

Mestrado em Engenharia Mecânica – Produção Industrial

Implementação de ferramentas LEAN numa linha de impressão flexográfica

Filipe Pires

Leiria, setembro de 2017

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

PROJETO

Mestrado em Engenharia Mecânica – Produção Industrial

Implementação de ferramentas LEAN numa linha de impressão flexográfica

Filipe Pires

Dissertação de Mestrado realizada sob a orientação da Doutora Irene Sofia Carvalho Ferreira, Professora da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria e coorientação da Doutora Fátima Maria Carvalhinhas Barreiros, Professora da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria.

Leiria, setembro de 2017

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

“Esforça-te pela melhoria contínua, em vez da perfeição.”

Kim Collins

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Agradecimentos

À minha família, Pai, Mãe e Irmão, por todo o apoio incondicional que me prestaram ao longo de todo o meu percurso académico, incentivando-me sempre a ir à luta pelos meus objetivos. Sem eles não seria possível chegar tão longe.

Devo o meu agradecimento ao meu Gabriel Pedrosa pela ajuda prestada durante este projeto, nomeadamente pela sugestão do tema abordado e por criar as condições necessárias na empresa Cartonarte.

À Cartonarte, em particular ao Carlos Couceiro e ao Carlos Caçador, por todo o conhecimento que partilharam comigo e graças ao qual este projeto foi possível.

Também à professora Doutora Irene Sofia Carvalho e à professora Doutora Fátima Barreiros, pela sua orientação e supervisão, bem como no entusiasmo que me transmitiram, em particular nesta fase final do projeto.

A todos os meus colegas e amigos, pelo apoio e conselhos que me foram tão determinantes durante meu percurso académico, em particular durante a elaboração deste projeto.

Obrigado a todos!

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Resumo

No presente trabalho, pretende-se melhorar a produtividade de uma linha de produção de impressão flexográfica de cartão canelado, na empresa de cartonagem Cartonarte, Lda, aplicando a metodologia *Lean* e suas ferramentas.

Na fase inicial do projeto foi feita uma aprendizagem do processo alvo de estudo e um levantamento de todas as informações e dados necessários, nomeadamente tempos de *setup*, método de trabalho e estado da área envolvente. Com base nos dados recolhidos foi possível identificar os desperdícios existentes e os problemas que ocorrem nesta linha de produção. Com o intuito de reduzir os desperdícios identificados, e tendo por base a utilização das ferramentas SMED (*Single Minute Exchange Die*), 5S e Gestão Visual, foram apresentadas à empresa algumas propostas de melhoria, contudo, devido à ocorrência de alguns imprevistos e contratempos, não foi possível implementar as várias medidas propostas, o que impediu a análise comparativa entre os tempos de *setup* antes e após as propostas. No entanto, ao nível da implementação do 5S e Gestão Visual na secção alvo, foi possível verificar que as ferramentas necessárias aos colaboradores estão claramente identificadas, o que implicou uma maior fluidez do trabalho. No respeitante às ferramentas de ajuda visual implementadas, foi constatado que estas facilitam a integração de pessoas estranhas à linha, auxiliando a que se tornem mais produtivas num menor espaço de tempo. A este nível importa ainda destacar que a aplicação de algumas das medidas, no contexto do 5S e Gestão Visual, devido às limitações já referidas, não foi concretizada. No âmbito do 5S foi possível contabilizar uma melhoria através da realização de auditorias, as quais revelaram uma pontuação de 11,9 pontos e 12,5 pontos, ou seja, a secção teve algumas melhorias. Foi também implementado o quadro de controlo onde constam algumas das informações estatísticas mais relevantes (média mensal de produção, tempos médios de *setup*, resultados de auditorias, entre outros), permitindo aos colaboradores permanecerem sempre informados sobre o estado atual da linha de produção.

Palavras-chave: Produção Lean, 5S, SMED, Desperdício, Gestão Visual

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Abstract

With the present work it's intended to improve the productivity of a flexography production line of corrugated paperboard at Cartonarte Lda., by applying the Lean methodology and its tools.

The initial phase of this project is dedicated to learn about the production process and to gather all the information and data necessary, namely: setup times, work method and the current state of the working area. The gathered data allowed identifying the existing wastes and problems that occur at this production line. With the intent of reducing the identified waste, and by using the Lean tools known as SMED (Single Minute Exchange Die) and 5S and Visual Management, the company was presented with some improvement proposals, however, due to the occurrence of some unanticipated issues and setbacks it was impossible to apply most of the proposals which made impossible to make a comparative analysis of the setup times prior and after the implementations. However, regarding the 5S and Visual management improvements, it was possible to verify that the necessary tools are all clearly identified which made possible a better work flow. It was also possible to observe that the new visual information made possible a better adaptation of newcomers to this section and helped them to become more productive in a shorter amount of time. It's also important to refer that some of the improvement proposals regarding 5S and Visual management improvements weren't applied due to limitations as well. Regarding the results obtained on the domain of 5S and Visual Management, it was possible to measure some improvements by auditing the workplace before and after the changes, in which the classifications were 11,9 points and 12,5 points, respectively. It was also placed a control panel with the main relevant data (monthly average production, average setup times, audits results, and others), thus allowing all personnel to be permanently informed about the status the production line.

Key-Words: Lean Production, SMED, Waste, Visual Management

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Índice

AGRADECIMENTOS	VII
RESUMO	IX
ABSTRACT	XI
ÍNDICE	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
ÍNDICE DE TABELAS	XVII
LISTA DE SIGLAS	XIX
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 ENQUADRAMENTO DO TRABALHO	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO ESCRITO	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 TOYOTA PRODUCTION SYSTEM	5
2.1.1 <i>JUST-IN-TIME</i> - JIT	6
2.1.2 <i>AUTONOMAÇÃO</i> - JIDOKA	7
2.2 LEAN MANUFACTURING	8
2.2.1 TIPOS DE DESPERDÍCIOS	9
2.3 FERRAMENTAS LEAN	12
2.3.1 <i>SINGLE MINUTE EXCHANGE DIE</i>	12
2.3.2 5S E GESTÃO VISUAL	19
2.3.3 OUTRAS FERRAMENTAS	22
2.4 IMPRESSÃO FLEXOGRÁFICA	24
3. CASO DE ESTUDO	29
3.1 A EMPRESA	29
3.2 METODOLOGIA	30
3.3 CONHECIMENTO GERAL DO PROCESSO	32
3.4 ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DO ESTADO ATUAL	35
3.4.1 DESCRIÇÃO E ESTADO DA SECÇÃO	35
3.4.2 ANÁLISE DO DESEMPENHO DA IMPRESSORA FLEXOGRÁFICA	38
3.5 PROBLEMAS IDENTIFICADOS	44
3.5.1 <i>SINGLE MINUTE EXCHANGE DIE</i>	45
3.5.2 5S E GESTÃO VISUAL	47
3.6 PLANO DE AÇÃO	51
4. PROPOSTAS DE MELHORIA	55
4.1 IMPLEMENTAÇÃO SINGLE MINUTE EXCHANGE DIE	55
4.1.1 ESTUDO DE NOVA ORDEM DE FABRICO E PREPARAÇÃO DE CLICHÉ	56
4.1.2 PREPARAÇÃO DE CARTÃO PARA NOVA ORDEM DE FABRICO	58
4.1.3 PREPARAÇÃO DA IMPRESSORA	59

4.1.4 INÍCIO DA PRODUÇÃO DE ORDENS DE FABRICO.....	62
4.2 PADRONIZAÇÃO DO <i>SETUP</i>.....	64
4.3 IMPLEMENTAÇÃO 5S E GESTÃO VISUAL	67
5. ANÁLISE DE RESULTADOS.....	73
5.1 <i>SINGLE MINUTE EXCHANGE DIE</i>.....	73
5.2 5S E GESTÃO VISUAL	77
6. CONCLUSÃO	81
6.1 LIMITAÇÕES	82
6.2 TRABALHOS FUTUROS.....	83
BIBLIOGRAFIA.....	85
ANEXOS.....	89

Índice de Figuras

Figura 1: Esquema TPS [5].....	6
Figura 2: Os 5 Princípios <i>Lean Thinking</i> [10]	8
Figura 3: Vantagens na utilização da ferramenta SMED [12]	15
Figura 4: Estágios da metodologia SMED [13]	15
Figura 5: Gestão Visual [19]	21
Figura 6: Diagrama OEE [20].....	24
Figura 7: Exemplo de impressão flexográfica [22].....	25
Figura 8: Constituição do cliché [23].....	25
Figura 9: Exemplo de cliché [24].....	26
Figura 10: Exemplo de sistema de rolos de impressora flexográfica [25]	26
Figura 11: Produtos com aplicações flexográficas [25].....	27
Figura 12: Empresa Cartonarte	29
Figura 13: Esquema geral do processo produtivo	34
Figura 14: Controlo de qualidade – posição dos vincos e dobras.....	34
Figura 15 Esquema da linha de produção MasterFlexo	37
Figura 16: Linha de produção – Perspetiva do controlador da máquina	37
Figura 17 Percentagem de paragens e microparagens da máquina	39
Figura 18: Diagrama de esparguete de uma troca de <i>setup</i>	42
Figura 19: Trajeto utilizado para alcançar as folhas do estrutural.....	43
Figura 20: Chave de ajuste do rolo impressor	47
Figura 21: Elementos de visuais informativos presentes: lixos e tintas (a); informação sobre o desempenho da linha (b)	48
Figura 22: Estantes de arrumação de clichés.....	49
Figura 23: Almofadas de cliché.....	49
Figura 24: Acrescentos numéricos: Clichés com OF (a) e (b); Cliché sem OF colocada (c); Cliché com OF colocada (d).....	50
Figura 25 Acessórios: Esponja (a); Ferramenta de correção de ângulo (b); Fita-adesiva (c); Consumíveis de limpeza (d)	50
Figura 26: Proposta de melhoria de clichés de pequena dimensão	62

Figura 27: <i>Standard Work Combination Sheet</i> – Preparação do paletizador e alimentador do cartão	64
Figura 28: Esquema do quadro de controlo a implementar	68
Figura 29: Mesa giratória (para armazenar tintas e vernizes).....	69
Figura 30 Esquema de arrumação de almofadas de cliché	70
Figura 31: Rótulos de identificação de clichés.....	70
Figura 32: Caixa de arrumação dos números identificadores de OF	71
Figura 33 Auscultador protetor com microfone	72
Figura 34: Carrinho de clichés lavados.....	75
Figura 35: Quadro de controlo implementado.....	77
Figura 36: Bastidor de arrumação	78
Figura 37: Marcação de chão com fitas (a) e (b) –;Identificação de elementos com etiquetas (c) e (d) –	79
Figura 38: Projetor <i>laser</i> de linhas a partir de ficheiros 2D [27]	84

Índice de Tabelas

Tabela 1: Comparação entre índices da linha e índices padrão “Classe Mundial”	40
Tabela 2: Distâncias de deslocação típicas (aproximadas)	42
Tabela 3: Resumo dos problemas encontrados	44
Tabela 4: Plano de ações	51
Tabela 5: Estudo de nova OF e preparação de cliché (observado)	56
Tabela 6: Estudo de nova OF e preparação de cliché (proposto)	57
Tabela 7: Preparação de cartão para nova OF (observado)	58
Tabela 8: Preparação de cartão para nova OF (proposto)	59
Tabela 9: Preparação da impressora (observado)	60
Tabela 10: Preparação da impressora (proposto)	61
Tabela 11: Início de produção da nova OF (observado)	63
Tabela 12: Resumo das tarefas e tempos de tarefas internas	65
Tabela 13: Linhas orientadoras para execução dos <i>setups</i>	66
Tabela 14: Tempos de <i>setup</i> observados e tempos de <i>setup</i> previstos (apenas operações internas)	73
Tabela 15: Pontuação das auditorias 5S antes e após aplicação de melhorias na secção	80

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Lista de Siglas

EUA	Estados Unidos da América
Ext.	Externa
Int.	Interna
JIC	<i>Just-In-Case</i>
JIT	Just-In-Time
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
OF	Ordem de Fabrico
SMED	Single Minute Exchange Die
TPS	Toyota Production System
UV	Ultra Violeta

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

1. Introdução

1.1 Enquadramento Do Trabalho

Num mercado cada vez mais globalizado, as empresas tentam destacar-se por apresentar produtos e/ou serviços de qualidade a preços competitivos. Para acompanhar esta tendência, as empresas procuram reduzir o tempo e custo de produção e aumentar o desempenho, mantendo ou melhorando a qualidade dos seus produtos. Na primeira metade do séc. XX, as empresas tentavam reduzir o custo de produção dos seus produtos aumentando a cadência de saída dos mesmos e produzindo para *stock*, originando grandes lotes de peças [1]. Esta estratégia foi utilizada devido aos elevados custos com as trocas de *setup*, que podiam demorar várias horas e até dias a serem executadas.

Com a escassez de recursos (pessoas, materiais, entre outros) e a necessidade de reduzir custos, surgiu no Japão o sistema TPS (*Toyota Production System*), que viria mais tarde a ser a base do Pensamento *Lean*. Este novo paradigma levou à produção de lotes cada vez mais pequenos, implicando uma maior frequência de trocas de *setup* e, conseqüentemente, uma necessidade de reduzir os tempos de *setup*, assim como, os custos que lhes estão associados. Este objetivo levou ao aparecimento da ferramenta SMED (*Single Minute Exchange Die*), que assenta numa metodologia aplicável a todos os tipos de indústria e que se enquadra na filosofia de melhoria contínua. Este contexto motivou a realização do presente trabalho, sendo que a empresa anfitriã compete num mercado altamente competitivo e onde a gama de oferta de produtos é muito extensa, exigindo-se que exista uma grande flexibilidade para responder à procura dos vários clientes e, por sua vez, a possuir um tempo de resposta muito curto. Assim, este projeto tem o intuito de aplicar conceitos *Lean*, cujo principal foco é a melhoria dos tempos de *setup* de uma das linhas de produção da fábrica.

1.2 Objetivos

O objetivo geral do trabalho é a implementação de ferramentas *Lean* numa empresa de cartonagem, em particular na linha de impressão flexográfica, tendo como linhas de atuação:

- Conhecer a teoria do *Lean* e suas principais ferramentas;
- Conhecer a realidade e características das linhas industriais alvo do estudo;
- Implementar e validar as ferramentas *Lean* mais adequadas nessas linhas industriais, tendo como objetivo primário a redução dos tempos de *setup*.

1.3 Organização Do Trabalho Escrito

O primeiro capítulo apresenta uma descrição sucinta do enquadramento do presente trabalho e os objetivos que o autor propõe alcançar, sendo também explicada a forma como o trabalho se encontra organizado. O capítulo 2 destina-se à apresentação dos fundamentos teóricos e metodologias necessárias para a execução do trabalho. Resumidamente, é abordada a metodologia *Lean*, bem como as suas principais ferramentas, dando-se especial destaque à ferramenta SMED e aos 5S. O capítulo 3 tem por objetivo dar a conhecer a metodologia a seguir durante a execução do trabalho de campo, e que envolve desde a aquisição de conhecimentos sobre o processo, até à proposta de implementação de melhorias.

O capítulo 4 inclui todo o trabalho de campo, fazendo uma breve apresentação da empresa e do tipo de processo selecionado. Neste capítulo são expostas as observações e os dados considerados pertinentes à execução do projeto, nomeadamente a descrição dos processos de *setup*, os tempos de cada tarefa e o modo como a equipa se organiza entre si. São depois apresentadas as propostas de melhoria que se consideram adequadas para o cumprimento do objetivo de reduzir os tempos de *setup*.

No quinto capítulo, é feita uma apreciação das medidas implementadas e referidas as que foram desconsideradas, justificando cada uma delas. No último

capítulo são apresentadas as conclusões deste trabalho, sendo efetuada, não só uma apreciação dos sucessos alcançados, mas também uma descrição das dificuldades/limitações que afetaram o seu resultado global. Ainda, são apresentadas algumas sugestões para futuros trabalhos, cujos objetivos se enquadram com o tema aqui abordado.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

2.Revisão Bibliográfica

No presente capítulo é feita a revisão bibliográfica dos principais conceitos que sustentam este projeto. É feita uma introdução à filosofia *Lean*, onde se identifica qual o objetivo desta filosofia, a sua origem e algumas das principais ferramentas essenciais para atingir a produção *Lean*.

2.1 Toyota Production System

Na origem daquilo que hoje é conhecido como filosofia *Lean*, encontra-se o *Toyota Production System* (TPS), criado e desenvolvido por *Taiichi Ohno*, *Eiji Toyoda* e *Shigeo Shingo*. Surgiu na década de 1940, altura em que, devido à 2ª Grande Guerra, havia escassez de pessoas, materiais, espaço, entre outros. Para competir no mercado, a Toyota teve de encontrar solução para continuar a inovar e vender produtos a preços mais reduzidos sem que a qualidade se ressentisse. Assim, de modo a contrapor estas dificuldades, foi criado o referido *Toyota Production System* - Sistema Produtivo Toyota [2].

O TPS começou por ser uma adaptação da produção em massa, praticada pela indústria automóvel americana, tendo-se baseado no livro publicado por *Henry Ford* “*Today and Tomorrow*”, e evoluído para um sistema de produção pensado e desenvolvido com o objetivo de melhorar a produtividade e a eficiência ao produzir apenas o necessário, quando necessário, sendo conhecido como filosofia *Just-In-Time* (JIT) [3].

A estrutura do *TPS* surge representada com a forma de um edifício, criado por *Fujio Cho*, numa primeira versão [4], sendo o objetivo desta apresentação uma forma de ajuda à sua aprendizagem. A estrutura apresenta elementos profundamente ligados entre si, que constituem os princípios, ferramentas e objetivos do sistema *TPS* (Figura 1).

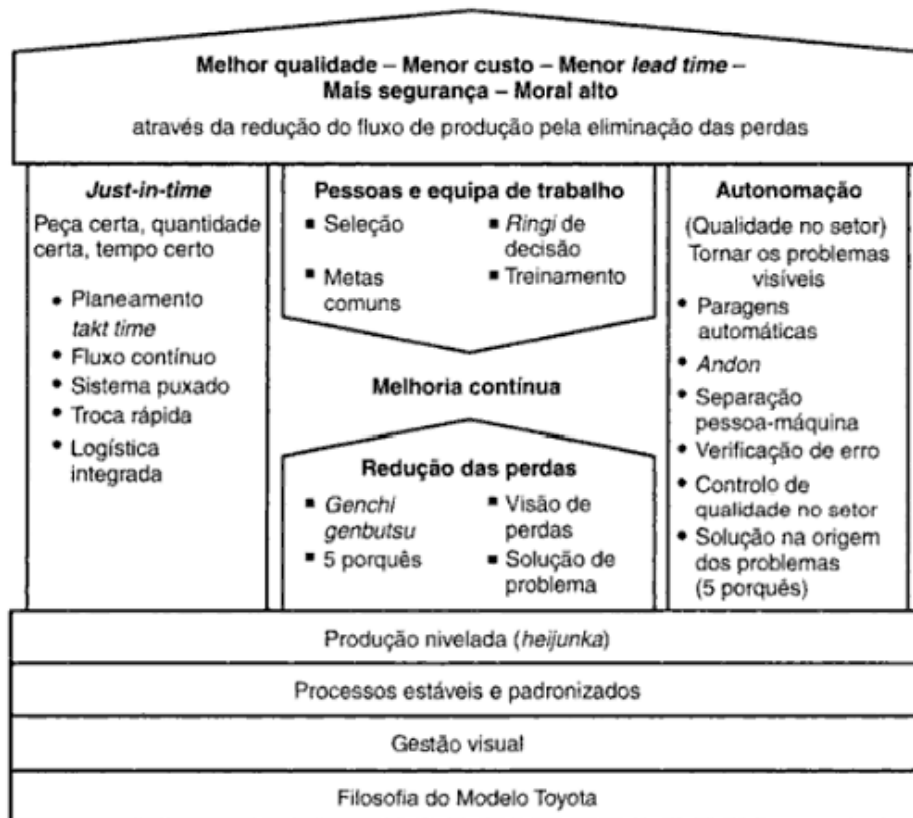


Figura 1: Esquema TPS [5]

Existem múltiplas partes que constituem a “casa” TPS. Começando pelo topo, há a considerar os objetivos operacionais que o sistema pretende atingir. De seguida, os pilares que sustentam os objetivos, JIT e JIDOKA, sendo o primeiro o mais conhecido, de tal forma que o sistema foi, até dada altura, mais conhecido por JIT. Por fim, existe a fundação da casa, que, dependendo da literatura, poderá variar nos conceitos que dela fazem parte. A destacar alguns dos conceitos associados: “*Just-In-Time*” e “*Jidoka*”.

2.1.1 *Just-in-time - JIT*

JIT, ou *Just-In-Time*, significa “o que é preciso, quando é preciso e na quantidade necessária” [6]. Independentemente do tipo de produto que está a ser fabricado, é necessário elaborar um plano de produção detalhado, onde constem todas as partes/peças que serão necessárias. O JIT é portanto dependente do *Pull*

System (Produção puxada), onde o processo de produção é ativado quando existe a entrada do pedido a jusante, ou seja, quando o cliente faz o pedido. De acordo com Ohno, o sistema envolve duas componentes [7]:

- O sistema *Kanban* – essencial num sistema de produção puxada, onde o material só trabalhado ou movido mediante autorização. Esta autorização pode chegar sobre a forma de cartões, através do sistema informático de gestão, ou de outras formas;
- Nivelamento de produção (*Heijunka*) – como a procura dos produtos pode não ser constante, é necessário programar a produção e alocar os recursos quando são necessários e evitar armazenamento de *stocks*. Para um melhor tempo de resposta, é importante que uma linha possa, de forma rápida, realizar o seu *setup* produtivo.

O sistema JIT resulta na redução, ou eliminação, do desperdício e melhora a produtividade, no entanto, é essencial que a variabilidade dos processos seja reduzida, garantindo a disponibilidade dos equipamentos e a qualidade dentro dos requisitos.

2.1.2 Automação - JIDOKA

Quando a máquina de tear automática foi criada por Sakichi Toyoda (em 1896), foram também detetados dois problemas importantes: o primeiro é que a máquina continuava a fabricar o tecido mesmo que um fio partisse. O segundo, é que o defeito só era detetado no final do processo, ou seja, podia resultar na produção de muita quantidade de tecido com defeitos. Para evitar este problema, recorreu-se à presença constante de um operador para detetar este tipo de ocorrências e interromper o funcionamento do tear. Esta solução aumentava o custo de produção do tecido e impedia que o operador se pudesse dedicar a outras tarefas. Em 1924, *Sakichi* criou um dispositivo de deteção de anomalias, que, em caso de anomalia, parava imediatamente o tear, libertando assim o operador e reduzindo os custos de produção [8].

Nasce então o conceito de JIDOKA, que pode ser traduzido como “automação

com toque humano”. O objetivo é dar autonomia à máquina para, enquanto produz, ter a função de detecção de anomalias e/ou correção dos parâmetros. Este sistema pode ser organizado da seguinte forma:

- Detecção da anomalia;
- Paragem da máquina/linha de produção;
- Corrigir a condição imediatamente;
- Investigar a causa raiz e aplicar medida de prevenção.

2.2 *Lean Manufacturing*

O conceito de Pensamento *Lean* (*Lean Thinking*) surge pela primeira vez com esta designação em 1996, no livro de James Womack e Daniel Jones [9]. Esta é a filosofia que muitas organizações têm adotado com o objetivo de criar valor e eliminar desperdício, onde se pode dizer que o Pensamento *Lean* se trata de um sistema TPS atualizado com novas ferramentas e conceitos, tais como o serviço ao cliente e a cadeia de valor (Figura 2).



Figura 2: Os 5 Princípios *Lean Thinking* [10]

Os cinco princípios da filosofia *Lean* foram identificados por Womack, Jones & Roos [2] sendo os seguintes:

Definir Valor (na perspectiva do cliente) – um dos maiores objetivos das empresas é satisfazer as necessidades dos clientes, para isso é necessário entender o que é considerado valor na perspectiva do cliente, ou seja, aquilo pelo qual o cliente está disposto a pagar;

Definir a cadeia de Valores – é a cadeia de valores que vai definir os três tipos de atividades: as que acrescentam valor, as que não acrescentam valor, mas servem de suporte às atividades que acrescentam valor (que devem ser reduzidas ao mínimo possível) e as que não acrescentam qualquer valor (a ser eliminadas totalmente, ou seja, puro desperdício ou desperdício necessário);

Fluxo – refere-se ao fluxo de pessoas, materiais, informação, capital e todos os meios envolvidos na criação de valor. O objetivo é que este fluxo, que percorre toda a cadeia de valor, seja contínuo sem pontos de estrangulamento ou redução de atividade. Quanto mais otimizado for o fluxo, melhor será o tempo de resposta aos pedidos dos clientes e menores serão os custos de produção.

Implementar o sistema Pull – o sistema deve reagir aos pedidos dos clientes e produzir apenas o necessário quando necessário. Por outras palavras: implementação do JIT;

Aperfeiçoar – a procura pela melhoria contínua a vários níveis da organização deve ser uma constante, tentando acompanhar as novas exigências dos clientes. O aperfeiçoamento pode ser feito ao nível da formação e sensibilização dos colaboradores, definição de novos padrões e critérios de qualidade ajustados, acompanhar evoluções tecnológicas, entre outros.

2.2.1 Tipos De Desperdícios

Considera-se desperdício toda a atividade que consuma recursos, mas que não produz valor acrescentado para o cliente [7]. O desperdício torna mais caro o produto ou serviço, fazendo com que o seu custo seja superior ao valor que está a ser entregue ao cliente. A redução, ou total eliminação, destes desperdícios permite melhorar o desempenho da empresa através da redução de custos, aumento de lucro, em paralelo com o aumento da envolvimento dos colaboradores nas atividades que desempenham e na melhoria do tempo de entrega dos produtos ou serviços. Os sete desperdícios identificados por *Taiichi Ohno* são apresentados a seguir [7].

- **Excesso de produção**

O excesso de produção corresponde a produzir mais que o necessário, o que se traduz, na maioria das vezes, na utilização de recursos que poderiam ser alocados a outras tarefas, aumento de *stocks*, consumos de energia e de materiais sem que haja retorno financeiro. O excesso de produção resulta da tentativa de encontrar o equilíbrio entre os custos de *setup*, o custo de posse dos materiais, antecipar a produção com a expectativa de venda do produto num futuro próximo, compensar o número de peças com defeito e as avarias nas máquinas que possam causar atrasos nas entregas, entre outros motivos.

- **Tempo de espera**

O tempo de espera ocorre quando as pessoas, ou equipamentos, não estão a produzir por estarem dependentes de algo, como a resolução de avarias ou acidentes, transportes de matéria-prima, atrasos na entrega de fornecedores, linhas de produção não balanceadas, que possam, por exemplo, criar um processo gargalo e impeçam o normal funcionamento da linha a jusante, entre outras causas.

- **Transporte e movimentações**

No que respeita ao transporte e movimentações, trata-se da deslocação de pessoas, matéria-prima, peças acabadas, e muito mais. Quando existe uma movimentação, para além de não acrescentar valor ao produto/serviço, consome tempo e espaço, aumenta os custos de produção e, eventualmente, pode levar a que o produto se danifique. Embora a total eliminação destes transportes/deslocações seja improvável, é possível melhorar através da implementação de algumas medidas, como mudanças de *layout*, planeamento de operações, melhoria dos meios de transporte, entre outros.

- **Tempo de processamento**

O desperdício relacionado com o tempo de processamento refere-se a operações que não são necessárias, como o fabrico de peças com tolerâncias mais apertadas do que o necessário (especificações técnicas mal definidas), produção de

peças defeituosas, por erros de processamento ou falta de formação (erro humano), entre outros.

- **Excesso de *stock***

Todo o *stock* que existe além do necessário, para satisfazer o pedido do cliente, será a forma mais direta para detetar os desperdícios aqui descritos. Este tipo de desperdício aumenta o tempo de produção do produto, ocupa espaço no chão de fábrica e pode atrasar a identificação de potenciais problemas. Normalmente ocorre por existência de processos gargalo, produção antecipada (*Just In Case*), tempos de *setup* muito elevados, entre outros.

- **Não aproveitamento do capital humano**

Ao nível do colaborador, as causas deste desperdício podem dever-se à desmotivação das pessoas, treino ou formação insuficientes, entre outros.

- **Defeitos**

A existência de defeitos cria a necessidade de retrabalho, reinspecção, reprogramar tarefas, perda de capacidade de resposta, entre outras tarefas, o que faz baixar a produtividade e, conseqüentemente, encarece o produto. O maior envolvimento dos colaboradores pode ajudar à melhoria contínua do processo e reduzir os defeitos ao mínimo, bem como a padronização das operações e automatização destas, entre outras soluções.

Antes de começar a combater todo o tipo de desperdício, deve primeiro dividir-se o desperdício segundo a classificação: puro desperdício e desperdício necessário [7].

O puro desperdício chega a representar até 65% do desperdício nas organizações. São atividades que existem sem necessidade, como deslocações, paragens, avarias ou até reuniões onde nada é decidido;

O desperdício necessário corresponde a inspeções de matérias-primas, controlo de qualidade, realização de *setups*, entre outras. Embora todas estas

atividades não acrescentem valor, elas são necessárias para haver certezas de que o produto final ou serviço prestado são fornecidos nas condições pré-estabelecidas pelo cliente e pelo departamento de qualidade. A forma de reduzir a dependência destas atividades pode passar por melhorar o processo em si, escolher novos fornecedores com melhores materiais, entre outros.

2.3 Ferramentas *Lean*

2.3.1 *Single Minute Exchange Die*

SMED (*Single Minute Exchange Die*) é uma das metodologias enquadradas na filosofia de produção *Lean*. Esta metodologia, tal como o nome indica, consiste na execução das operações de *setup* de uma máquina, ou linha de produção, num tempo contabilizado em apenas um dígito de minuto, ou seja, em menos de 10 minutos [11]. Embora este objetivo nem sempre seja alcançável, a adoção desta metodologia garante, para a maioria dos casos, uma redução de tempos de *setup* bastante considerável.

Embora o conceito de SMED apenas tenha surgido na segunda metade do séc. XX, algumas empresas da indústria automóvel já tinham desenvolvido algumas técnicas para alcançar a redução dos tempos de *setup* das suas linhas de produção, nomeadamente as fábricas de Henry Ford, tendo estas técnicas sido publicadas no livro "*Ford Methods and Ford Shops*". No entanto, estas técnicas não se generalizaram e, durante a maior parte do século, a regra de ouro da indústria continuou a ser (em grande parte) a produção de grandes lotes entre cada *setup*

Origem do SMED

A metodologia SMED, embora tenha começado a tomar forma em 1950 através do trabalho de *Shigeo Shingo*, levou cerca de 19 anos até se tornar no sistema que hoje se conhece. A história do seu desenvolvimento pode ser resumida em três partes, que dizem respeito aos três estudos (ou etapas) realizados por Shingo na indústria automóvel japonesa, nomeadamente na Mazda, na Mitsubishi e na Toyota.

Estudo na fábrica da *Mazda* [11]

O fundador da *Mazda*, *Tokyo Kogyo*, pretendia eliminar os estrangulamentos (*bottlenecks*) causados pelas prensas de grandes dimensões, que não estariam a trabalhar ao máximo das suas capacidades. *Shingo* conduziu um estudo com o objetivo de determinar qual a causa do estrangulamento. Ao terceiro dia de trabalho houve necessidade de realizar a troca da matriz de uma das prensas (de 800 toneladas) e percebeu que, pela simples perda de um dos parafusos de montagem da matriz, o tempo de *setup* demorou mais uma hora do que o suposto, sendo o tempo de trabalho efetivo para aquela prensa de menos de 3%, naquele dia. Daqui surgiram dois conceitos muito importantes:

- **Setup Interno** – Operações relacionadas com a troca de ferramenta que implicam a paragem da máquina. Por exemplo, retirar a matriz da máquina e instalação de nova matriz na prensa;
- **Setup Externo** – Todas as operações que podem ser realizadas enquanto a máquina se encontra em funcionamento. Por exemplo, transporte das matrizes do armazém para junto da máquina, preparar os parafusos necessários para a troca da matriz, entre outros.

Estudo no estaleiro da *Mitsubishi Heavy Industries* [11]

O objetivo do estudo da *Mitsubishi* era o de melhorar o aproveitamento de uma retificadora, utilizada para maquinar bases de motores *diesel*. *Shingo* observou que a operação de centragem e dimensionamento era feita na mesa da máquina, operação que exigia a sua paragem. A solução para melhorar este processo foi a instalação de uma segunda mesa, onde se iria realizar a operação de centragem e dimensionamento enquanto a retificadora maquinava outra peça. As mesas eram depois trocadas para maquinar a próxima peça. Esta alteração permitiu melhorar a produtividade em 40%. No entanto, seria na próxima etapa que o conceito de SMED seria aperfeiçoado.

Estudo na fábrica da *Toyota Motor Company* [11]

O alvo do estudo foi uma prensa de 1000 toneladas, cujo tempo de *setup* era de 4 horas. Após seis meses de trabalho, depois de definirem as operações de *setup* interno e de *setup* externo, e melhorando cada uma dessas operações, foi conseguida uma redução do tempo de *setup* para noventa minutos. Mesmo sendo uma notória melhoria no processo de *setup*, durante uma visita posterior à fábrica, *Shingo* ficou a saber que o responsável daquele departamento estava encarregue de reduzir ainda mais o tempo de *setup*, designadamente para 3 minutos. Com a ajuda da intervenção de *Shingo*, e recorrendo à sua experiência na *Mitsubishi*, conseguiram converter várias das tarefas de *setup* interno em *setup* externo, o que permitiu atingir o objetivo imposto pela gerência da fábrica de limitar o *setup* a 3 minutos.

Após estes anos de estudo e desenvolvimento da metodologia SMED, *Shingo* entendeu que esta poderia ser aplicada noutros meios, ou indústrias. Foi também a partir deste estudo que a *Toyota* tornou o SMED como uma das pedras basilares da TPS.

Vantagens no uso do SMED

Com a aplicação da metodologia SMED os tempos de *setup* são reduzidos significativamente, o que vem eliminar a necessidade de produção de grandes lotes de referências para *stock*, ou seja, as empresas podem responder às necessidades/procura dos mercados em tempo real (ou em poucas horas/dias) e reduzir o capital imobilizado. Assim, o SMED é uma ferramenta indispensável nas organizações que queiram seguir a filosofia *Lean*, enquadrando-se dentro do modelo *Just-In-Time*, sendo de destacar algumas vantagens na sua aplicação (Figura 3).

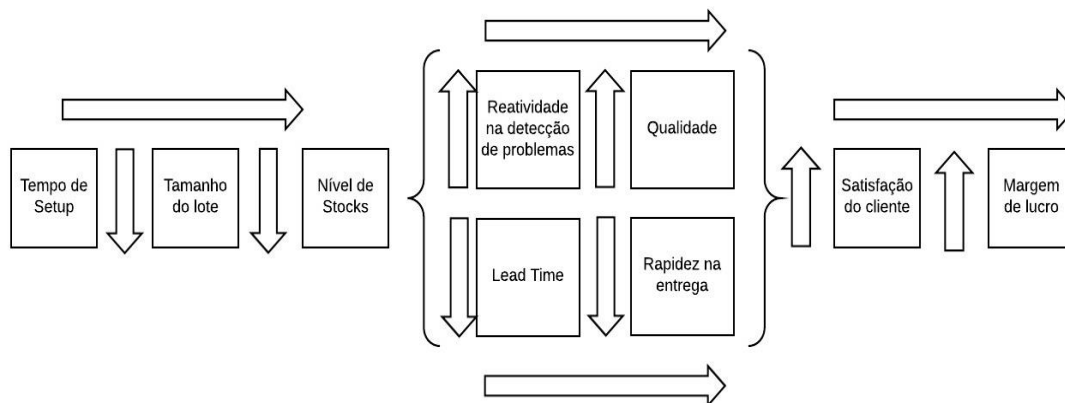


Figura 3: Vantagens na utilização da ferramenta SMED [12]

Estágios do SMED

Shingo divide o processo de implementação de SMED em 4 estágios ou fases, a saber [11]:

- Estágio Preliminar: Operações externas e internas não são distinguidas;
- Estágio 1: Separar *Setup* Interno de *Setup* Externo;
- Estágio 2: Converter operações internas em operações externas;
- Estágio 3: Otimizar todos os aspetos das operações de *setup*.

Os vários estágios estão representados na Figura 4, sendo descritos a seguir.

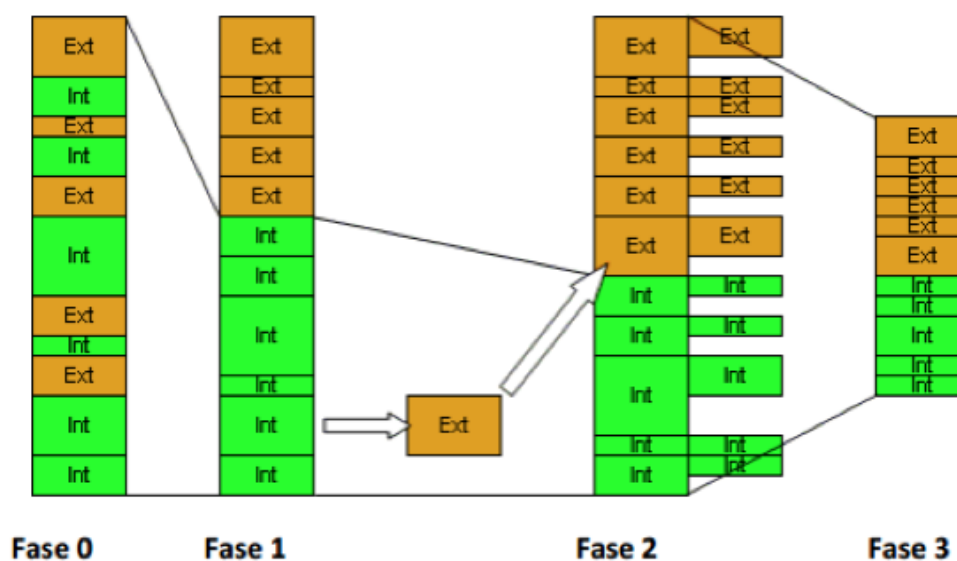


Figura 4: Estágios da metodologia SMED [13]

Estágio preliminar – Operações externas e internas não são distinguidas:

Esta é a fase onde é feita a recolha de toda a informação relevante ao processo, isto é, é efetuada a caracterização do procedimento de *setup* onde se elabora um registo de todas as tarefas e classificadas como *setup* interno ou externo.

É importante caracterizar todo o trabalho que envolve a mudança de *setup*, bem como a medição do tempo que demora. Também é essencial entrevistar os colaboradores para melhor entender quais as operações que apresentam maior dificuldade, bem como ouvir quais as suas propostas de melhoria – ouvir para depois agir. Para auxiliar a execução deste estágio, podem utilizar-se os seguintes meios para recolha de informação:

1. Utilização de cronómetro ou câmara de filmar;
2. Anotação de todas as tarefas que englobam o *setup*;
3. Entrevistas informais com os operadores.

Uma vez que se trata de uma fase de recolha de informação, é importante que esta seja feita sem condicionar o trabalho dos operadores, ou seja, a presença de um observador pode levantar questões e fazer com que o trabalho não seja realizado de forma natural. É importante haver comunicação entre o observador e os operadores e que estes fiquem esclarecidos sobre a natureza do estudo em causa. É também neste estágio que é elaborada uma folha com todas as tarefas, sendo listadas todas as ferramentas utilizadas.

Estágio 1- Separar *Setup* Interno de *Setup* Externo:

É nesta fase que é feita a distinção entre as tarefas de *setup* interno e de *setup* externo. A lista de tarefas elaborada no estágio preliminar é agora reorganizada por tipo de *setup* e poderá ser elaborada uma *checklist* com todos os itens necessários à próxima troca de ferramenta. Quantas mais operações puderem ser feitas externamente, menor será o tempo de paragem da máquina. A poupança de tempo na mudança de *setup* poderá ser, tipicamente, entre 30% a 50% [14]. A lista de verificação deverá conter todos os pontos necessários à próxima operação de troca de *setup*, ou seja conter informações como as seguintes [14]:

- Ferramentas, especificações e operadores necessários;
- Parâmetros mais apropriados às condições de trabalho, como a temperatura, pressão, corrente elétrica, taxa de alimentação, etc.;
- Medições corretas e dimensões necessárias para cada operação.

Estágio 2 - Converter operações internas em operações externas:

Neste estágio é feita uma revisão às tarefas internas que compõem uma operação de *setup*, sendo convertidas em tarefas externas. Neste estágio, após a revisão completa das tarefas internas, é possível atingir o objetivo da troca de *setups* num dígito de minuto. É também possível que sejam detetadas tarefas que foram erradamente assumidas como internas, como por exemplo, fazer o aquecimento dos moldes, até à sua temperatura de trabalho ideal, fora da máquina. Devem por isso ser rapidamente reclassificadas como externas. É importante que, nesta fase, as ferramentas utilizadas se encontrem padronizadas.

Estágio 3 - Otimizar todos os aspetos das operações de *setup*:

Chegando a esta fase, a maior parte dos problemas com a operação de *setup* já foi melhorada (ou resolvida) ou abordada. Contudo, após a reorganização das operações de *setup*, nem sempre é possível atingir os objetivos do SMED. Procede-se então à otimização das operações que constituem o *setup*, pois, mesmo conseguindo transformar a maior parte das operações internas em externas, as últimas continuarão a tomar um tempo considerável (preparação, transportes, pré-aquecimento, entre outros).

Para melhorar as tarefas internas, existem ainda alguns passos adicionais que poderão ajudar a alcançar a troca de *setup* num dígito de minuto. Assim, de forma sucinta, são dados alguns exemplos:

1. Operações paralelas em que a tarefa pode ser repartida por dois ou mais operadores, que, em conjunto, podem contribuir para uma redução do tempo de *setup*;
2. Grampos funcionais – este tipo de grampos ou encaixes rápidos vão reduzir o tempo do procedimento;

3. Eliminação de ajustes com a ajuda de parâmetros numéricos, linhas de centro ou planos de referência;
4. Mecanização de atividades para reduzir ainda mais o tempo.

Embora *Shingo* tenha construído o conceito de SMED como ferramenta de melhoria de *setups*, seguindo uma estrutura de vários estágios bem definidos, e adaptáveis a diversos tipos de indústrias e/ou serviços, existem ainda outras abordagens que podem ter grande influência nos tempos de *setup*. De acordo com Sugai, McIntosh & Novaski [15] podem identificar-se três aspetos além do conceito de SMED, que estão ligados à componente organizacional das empresas e às características de funcionamento da linha/máquina, assim como às melhorias dos mesmos ao nível do projeto:

i. Efeitos da sequência de produção

As características de cada produto/artigo ditam quão complexo poderá ser a troca de uma ferramenta e, conseqüentemente, quão longo será o tempo de *setup*. No entanto, para além das características dos artigos, existem outros fatores a considerar que condicionam fortemente as operações de *setup*, como por exemplo, a ordem ou sequência pelas quais os artigos vão ser fabricados.

Quando os artigos partilham muitas características com outros fabricados imediatamente antes, menores serão as operações de reconfiguração, por exemplo, a dimensão do artigo, número e tipo de cores, etc.. Um planeamento eficaz irá evitar uma constante troca de recursos entre produções, podendo mesmo tornar muitas das tarefas como operações externas [16]. Quando os tempos de *setup* têm um peso relevante face ao tempo efetivo de produção, e quando os tempos são dependentes da sequência, é importante organizar os artigos por famílias, com o objetivo de reduzir a quantidade e complexidade das tarefas associadas às trocas de *setup* [17].

ii. Taxa de produção nas fases de aceleração e desaceleração

Considerando que o tempo de *setup* é o que decorre desde a saída da última peça válida até à saída da primeira peça válida da produção seguinte, poderão existir perdas de produtividade que não estão consideradas nos tempos de *setup* [15].

Na fase de aceleração da linha, ou máquina, poderá haver saída de produto, contudo, este deve passar pelos devidos testes de qualidade que validam o produto. Mesmo que o produto seja considerado válido, poderão existir ajustes a realizar por forma a obter um produto que se aproxime mais do que se considera o valor nominal que garanta a qualidade.

A fase de aceleração antecede a fase de *setup*. Muitas vezes, esta fase é impercetível ou pouco relevante face ao tempo total de *setup* e aceleração, sendo muitas vezes dependente das características da máquina.

iii. Melhorias na conceção do meio produtivo

As tarefas que envolvem uma troca de *setup* são fortemente influenciadas pelo trabalho realizado na fase de projeto do equipamento ou linha [15]. De facto, a fase de projeto é importante no sentido de facilitar todas as tarefas possíveis ou até eliminá-las por completo, podendo reduzir o tempo de *setup* e o tempo gasto nas fases de aceleração e desaceleração. É, no entanto, importante referir que é também um processo que consome tempo, apresentando um custo elevado.

As melhorias ao nível do projeto do equipamento, dentro dos estágios do SMED definidos por *Shingo*, podem enquadrar-se no terceiro estágio.

2.3.2 5S e Gestão Visual

5S é uma ferramenta do *Lean* que visa a organização e limpeza do local de trabalho e o aumento de eficiência, sendo a porta de entrada para a padronização do trabalho [18]. Retirada do TPS, é uma ferramenta que contribui para a redução do desperdício e que conta com o envolvimento e motivação dos colaboradores para melhorar o local de trabalho e, por consequência, aumentar a produtividade, estando dividida em 5 fases, descritas a seguir.

Senso de utilização

Na fase de utilização é feito um levantamento de todo o material que está no local de trabalho, desde ferramentas, documentação e materiais diversos, com o

intuito de os separar em categorias de frequência de utilização, retirando todos os que não são utilizados no processo. A separação pode ser feita tendo em conta a utilização frequente (diária), pouco frequente (semanal) ou esporádica (mensal). Consequentemente, estes materiais podem ser organizados de acordo com a sua classificação, na bancada, prateleiras ou armários, ou fora do espaço produtivo.

Senso de organização

Os objetos devem estar localizados onde são mais necessários e devidamente identificados, seja com etiquetas, quadros sombras ou marcação do chão com fitas de cores. Deve-se também considerar a ergonomia em termos de acesso e segurança.

Senso de limpeza

Nesta fase já existe uma arrumação e organização no local de trabalho, tornando-o relativamente limpo e visualmente agradável. Nesta fase, é importante atribuir tarefas de limpeza a cada colaborador, assim como as respetivas áreas a limpar. Durante os procedimentos de limpeza devem-se inspecionar equipamentos e acessórios para detetar eventuais anomalias. Deve-se ainda detetar fontes de sujidade e definir a sua posterior eliminação, fatores que também contribuem para um local de trabalho mais limpo.

Senso de normalização

Após os três passos descritos anteriormente, devem identificar-se quais as melhores práticas implementadas e defini-las como padrão noutras secções da empresa. Consciencializar os colaboradores e tornar as novas práticas como integrantes da cultura da empresa, deve ser o principal foco deste passo.

Senso de disciplina

No quinto passo da ferramenta 5S deve-se assegurar, de forma continuada, que as novas práticas são cumpridas. Assim, devem ser nomeados responsáveis que

assegurem o cumprimento das normas e garantir que todos os colaboradores compreendem como fazer e quais as mais-valias no contexto do seu trabalho (mais segurança, menos falhas humanas, melhor ambiente, etc.), aumentando a sua motivação e respeito pelas normas.

A Gestão Visual é uma ferramenta, ou conjunto de ferramentas, que permite a transmissão de informação de uma forma clara, precisa, eficiente e organizada aos elementos que dela necessitam. Uma vez que se trata de uma ferramenta visual, é mais fácil compreender e apreender a informação, do que se for transmitida verbalmente. A informação visual é conseguida através da utilização de sinais, gráficos, fotografias, diagramas, entre outros (Figura 5).



Figura 5: Gestão Visual [19]

A utilização da Gestão Visual vai apoiar o aumento da eficiência e eficácia das operações e torná-las menos dependentes de sistemas informáticos e procedimentos formais [7]. Existem diversas formas de apresentar informação visual, como as sombras nos quadros de ferramenta, cartões *kanban*, marcação do chão, avisos luminosos, quadro de *andon*, entre outros. De certa forma, existem ferramentas, tais como o 5S, que estão diretamente ligadas à informação/gestão visual.

2.3.3 Outras Ferramentas

- **Diagrama de esparguete**

O diagrama de esparguete é uma das ferramentas de diagnóstico utilizada no *Lean*, sendo construído com base nas observações feitas aos operadores ou aos materiais, dependendo de qual se pretende fazer análise. A informação que é possível analisar no diagrama são as deslocações dos operadores, na linha de produção, e quantificar a distância percorrida por estes, bem como o tempo gasto nestas deslocações. Com esta análise torna-se possível fazer uma estimativa das distâncias e tempos percorridos.

- **Overall Equipment Effectiveness**

O OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) é um indicador do desempenho cujo objetivo é medir o grau de eficácia de desempenho de um equipamento ou linha, considerando a situação ideal de velocidade máxima, sem paragens desvios ou reprocessos, e com qualidade total. Através deste indicador é possível verificar como estão a ser utilizados os recursos (mão-de-obra, equipamento, matéria prima), sendo este calculado através da seguinte expressão:

$$OEE = Disponibilidade \times Desempenho \times Qualidade \quad (1)$$

Assim, quanto maior for a eficiência da produção, maior será o valor do OEE, sendo que o resultado ideal será de 100%. Para se chegar ao valor OEE, é necessário realizar o cálculo dos três indicadores presentes na expressão apresentada, nomeadamente: disponibilidade, desempenho e qualidade.

A **disponibilidade** representa o tempo de não funcionamento do equipamento durante um determinado intervalo, sendo a diferença entre o tempo previsto de funcionamento e o tempo de funcionamento efetivo:

$$Disponibilidade = \frac{\text{Tempo de operação}}{\text{Tempo de produção planeado}} \quad (2)$$

em que:

$$\begin{aligned} \text{Tempo de operação} &= \\ &= \text{Tempo de operação planeado} \\ &- \text{Tempo de paragem não planeado (Ex: avarias, setups, manutenção e outros)} \end{aligned} \quad (3)$$

e

$$\begin{aligned} \text{Tempo de produção planeado} &= \\ &= \text{Tempo de produção total por dia (Ex: 1 turno de 8 horas)} \\ &- \text{Tempo de paragem planeado (Ex: hora de almoço)} \end{aligned} \quad (4)$$

O **desempenho** do equipamento é dado pela relação entre a velocidade nominal com que o equipamento foi projetado para funcionar e a velocidade atual. Este indicador pode ser afetado por fatores como a experiência do operador, a matéria-prima fora de especificação ou até algum tipo de avaria que não permite o pleno funcionamento do equipamento. A fórmula de cálculo do desempenho é a seguinte:

$$\text{Desempenho} = \frac{\text{Número de unidades produzidas} \times \text{Tempo ideal de ciclo}}{\text{Tempo de operação}} \quad (5)$$

Cada produto deve respeitar vários parâmetros definidos pelo Departamento da Qualidade da empresa e, acima de tudo, pelo cliente. Espera-se que todos os produtos que saem das linhas estejam em conformidade com os parâmetros da qualidade, o que, não ocorrendo, implica que o material será considerado refugo. O indicador de **qualidade** é dado pela seguinte expressão:

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de unidades produzidas} - \text{N}^\circ \text{ de unidades com defeito}}{\text{N}^\circ \text{ de unidades produzidas}} \quad (6)$$

A Figura 6 contém uma representação visual dos diferentes componentes que constituem o OEE e algumas das perdas mensuráveis que o afetam.

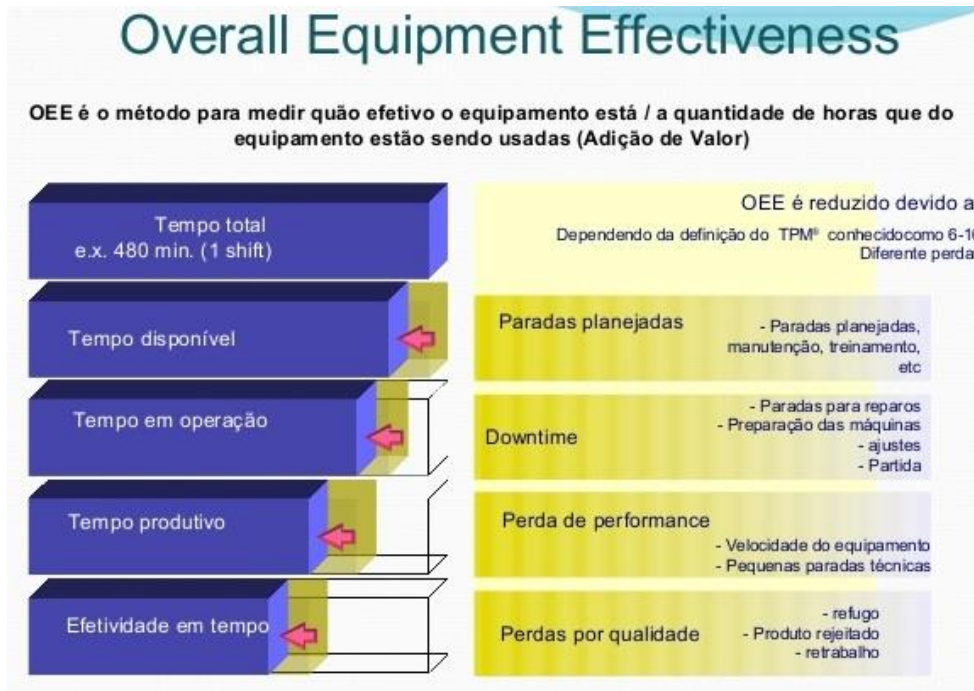


Figura 6: Diagrama OEE [20]

2.4 Impressão flexográfica

Uma vez que este estudo se focará numa linha de produção que utiliza a tecnologia de impressão flexográfica, é importante conhecer alguns conceitos que lhe são inerentes e que contribuirão para uma melhor compreensão deste trabalho.

A impressão flexográfica teve origem nos EUA na segunda metade do séc. XIX (aleadamente na década de 1860), tendo começado a ser utilizada em larga escala a partir de 1920. O sistema era então conhecido como Impressão Anilina, pois os corantes eram produzidos à base de anilina [21]. A Flexografia é um método de impressão de relevo gráfico no qual um cliché impregnado de tinta (de secagem rápida), instalado no porta-clichés (rolo), é pressionado contra o substrato (cartão canelado, plástico, etc.), como exemplificado na Figura 7.



Figura 7: Exemplo de impressão flexográfica [22]

Clichés

O cliché é responsável por transportar/aplicar a tinta, presente na imagem de alto-relevo, para o cartão. É constituído por quatro camadas (Figura 8): camada base em poliéster, camada de fotorolímero, camada antiaderente e camada de poliéster de proteção, como ilustrado na Figura 8.

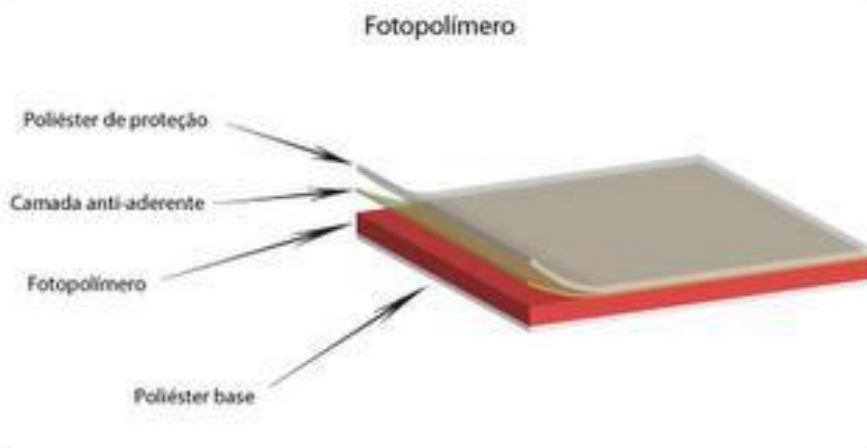


Figura 8: Constituição do cliché [23]

Através de um processo de exposição de radiação UV, o fotorolímero dá origem ao grafismo e contra grafismo. As zonas que não foram expostas à radiação UV são removidas. O resultado final é um cliché (Figura 9), que se assemelha ao vulgar carimbo, onde as áreas de maior relevo são entintadas e responsáveis pela impressão do cartão.

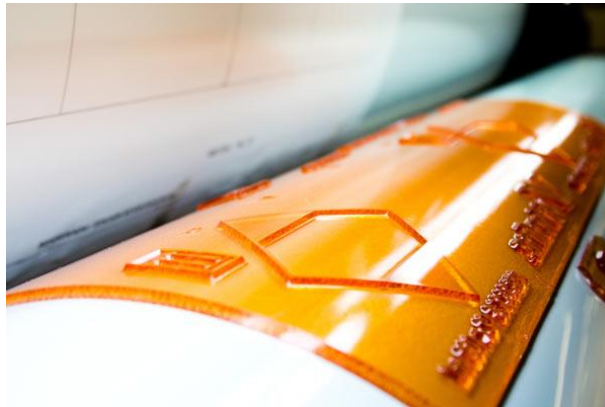


Figura 9: Exemplo de cliché [24]

Impressão

Dependendo da complexidade da impressão a realizar (quantidade de cores, lineatura, uso de verniz, etc.), esta pode ser realizada com a utilização de apenas um cliché, normalmente em impressões monocromáticas, ou vários clichés, para impressões mais complexas. Cada cliché é colocado numa impressora, que consiste num sistema rolos, podendo ter uma configuração como a representada na Figura 10.

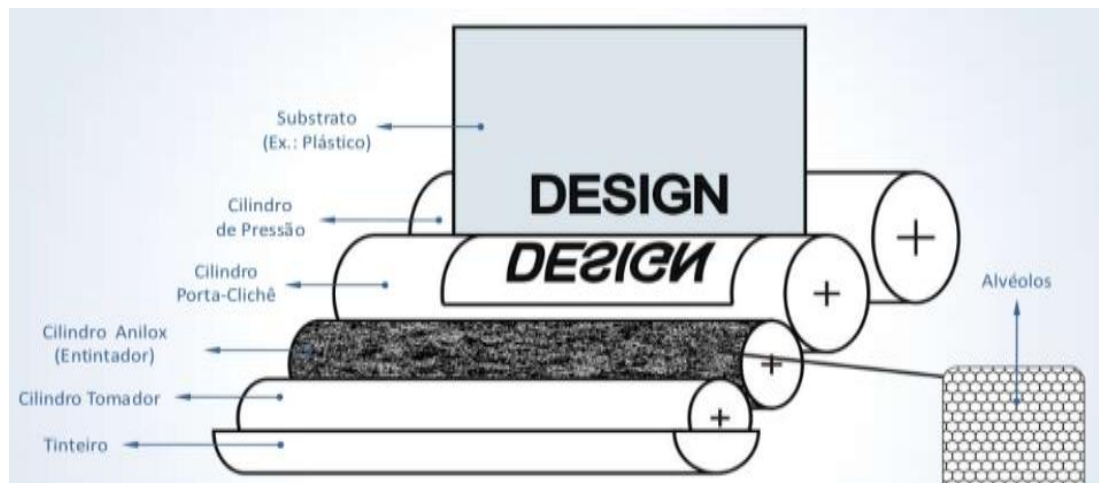


Figura 10: Exemplo de sistema de rolos de impressora flexográfica [25]

Embora possam existir diferentes configurações de impressoras flexográficas, existem elementos que são comuns à grande maioria das existentes. O sistema de rolos é constituído por um tomador de tinta, cuja função é transferir tinta para o rolo

anilox. Existe uma lâmina cuja função é retirar o excesso de tinta do rolo *anilox*, que funciona como doseador de tinta. O rolo *anilox* realiza a passagem da tinta para o cliché instalado no rolo porta-cliché. Entre o cliché e o rolo de pressão, passa o cartão, que é pressionado contra o cliché, concretizando assim a impressão.

Aplicações

Existe uma grande variedade de produtos onde as impressões são conseguidas por flexografia (Figura 11). Podem destacar-se os seguintes: cartão canelado, cerâmica, sacos plásticos, papéis de embrulho, rótulos diversos, peças automóveis, entre outros.



Figura 11: Produtos com aplicações flexográficas [25]

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

3. Caso de Estudo

É apresentada de seguida a metodologia que foi adotada durante a realização do projeto. Esta foi definida tendo presentes os conceitos teóricos abordados no capítulo 2.

3.1 A empresa

Para a implementação do presente estudo foi escolhida uma das linhas de produção dedicadas à impressão flexográfica de cartão canelado, na empresa Cartonarte – Indústria de Cartonagem, Lda (Figura 12). A Cartonarte – Indústria de Cartonagem, Lda., é uma empresa fundada oficialmente em 1970, embora tenha iniciado a sua atividade em 1959, fazendo parte do grupo Carvalho & Catarro S.A.R.L.. Desde a sua fundação que tem como principal atividade a transformação de placas de cartão canelado em embalagens.

A empresa ocupa atualmente uma área de 17.069 m², da qual 11.468 m² é coberta [26]. Ao nível da evolução, esta empresa, desde os anos 80, tem feito investimentos tanto ao nível das instalações, como em tecnologias, tendo 8 linhas de produção para responder às encomendas dos clientes.



Figura 12: Empresa Cartonarte

Em 2000, a empresa obteve a certificação do seu sistema de Gestão da Qualidade passando, em 2002, para a Norma de Qualidade 9001:2000. No ano de 2005, foi obtida a certificação do seu sistema de Gestão Ambiental [26].

A missão da Cartonarte, Lda. é *“potenciar o negócio dos nossos clientes, fornecendo-lhes soluções de embalagens competitivas, inovadoras e eficazes. Tudo isto é realizado em tempo útil - serviço de excelência. Queremos também que os nossos parceiros nos considerem um aliado de referência no seu negócio, desenvolvendo a empresa através de um crescimento sustentado e saudável”* [26].

3.2 Metodologia

Para implementar a metodologia a adotar no presente trabalho é necessário conhecer o processo, o que envolverá a observação atenta dos trabalhos que são executados na linha de produção, com a realização de algumas entrevistas aos operadores e responsáveis da mesma. Esta tarefa será mais ou menos demorada, dependendo da quantidade e complexidade das tarefas que decorrem na linha, bem como da dificuldade que poderá ou não existir para comunicar com os operadores. Procura-se observar, entre outros aspetos, as tarefas associadas nas fases de produção e de *setup* de máquina, a comunicação entre os colaboradores, exigências ao nível de qualidade do produto (que podem afetar o tempo de *setup* necessário e taxa de produção), problemas recorrentes que afetem a desempenho da equipa e o nível de especialização necessária para desempenhar as funções dos operadores. Deste modo, os principais pontos a analisar, visando a posterior melhoria do processo, envolverão a observação dos colaboradores, assim como o conhecimento quer do fluxo de materiais e documentação existente quer do *layout* da linha de produção.

- **Observação dos colaboradores**

Esta fase é desenvolvida na linha de produção. Com auxílio a um bloco de notas e um cronómetro, é feito um registo dos movimentos que os colaboradores realizam para que, posteriormente, se possam analisar e detetar potenciais problemas que careçam de uma, ou várias, ações de melhoria. Para a linha de produção em estudo, esta fase de observação incide, em particular, nas fases de trocas de *setup*,

altura em que existe uma grande movimentação por parte dos operadores, e onde se realizam a maior parte das suas tarefas.

De acordo com a ferramenta SMED, é crucial comunicar com os operadores que intervêm diretamente no processo, pois estes têm uma vasta experiência e, potencialmente, uma opinião sobre o que poderá ser melhorado. Outro aspeto a observar serão as diferenças que existem entre os operadores, aquando da execução das mesmas tarefas, facto que merece ser analisado posteriormente.

- **Fluxo de materiais**

Uma linha de produção caracteriza-se também pela movimentação de materiais. A observação e registo destes movimentos permitirão desenhar o circuito que estes materiais seguem e, caso se observe, em que locais (da linha) estes poderão ser armazenados, seja durante um curto espaço de tempo (minutos ou horas) ou durante mais tempo (dias ou semanas). Esta observação irá permitir uma análise posterior sobre o modo como este movimento de materiais afeta o desempenho da linha e como poderá ser melhorada. Como observador, é importante não criar constrangimentos durante a movimentação dos materiais para que a sua execução não seja afetada negativamente.

- **Documentação**

Tomar nota de toda a documentação que existe na linha. Documentos, como dados estatísticos, planos de trabalhos, métodos e ajudas na execução de trabalhos, documentação de validação e rastreabilidade, entre outros. Estes documentos servem, não só de ajuda aos colaboradores, mas também à compreensão, ou elucidação, de pessoas menos familiarizadas com a linha de produção.

- **Layout**

Elaborar um esquema do *layout* da linha de produção, de preferência com todas as dimensões relevantes para uma melhor compreensão do distanciamento dos diversos elementos que existem. Aqui deverá constar a localização de todos os equipamentos, materiais e localizações relevantes, como zonas de armazenamento de produto acabado, bancadas de trabalho e zonas de circulação. Também é importante recriar as deslocações de pessoas e materiais e a legenda que identifica todos os elementos.

Após a observação e análise dos dados recolhidos, é necessário elaborar propostas de melhoria, com a devida fundamentação, com vista a melhorar ou eliminar os problemas encontrados. Dependendo do problema observado, poderão existir múltiplas soluções, contudo, é preciso ter em consideração o investimento necessário e o retorno a esperar.

A elaboração das propostas de melhoria pode resultar de diversas fontes, tal como as entrevistas com os colaboradores, onde estes podem fazer sugestões, ou através de ideias espontâneas que surgem durante a observação (fruto de experiência ou até senso comum) e também da pesquisa bibliográfica.

A implementação de propostas de melhoria apenas será conseguida mediante o apoio da equipa e responsáveis, e da gerência. Nesta fase serão explicadas quais as ações a tomar e correspondente objetivo, assim como o método a seguir na sua aplicação.

Como qualquer nova implementação, existirá um período de testes, no qual existirá uma adaptação por parte dos operadores ao novo método e também uma análise para avaliar se a implementação está a resultar positivamente ou se poderá ser melhorada em qualquer aspeto. Muitas vezes, apenas com a aplicação de alterações no terreno será possível saber se elas efetivamente funcionam.

3.3 Conhecimento Geral Do Processo

O processo de flexografia adequa-se ao tipo de produtos utilizados pela indústria das embalagens, neste caso, placas de cartão canelado. Este processo pode ser dividido em 3 fases:

1. Entrada do cartão para impressão;
2. Impressão do cartão;
3. Saída do cartão impresso.

A fase de impressão do cartão é aquela onde se concentra a maior parte das tarefas realizadas na linha de produção. Na linha existe uma impressora flexográfica (MasterFlexo), que é constituída por 6 unidades impressoras. Dependendo da complexidade da impressão a realizar, que se traduz em número de cores, área a

imprimir ou nível de dificuldade, optar-se-á por utilizar um conjunto pré-definido de impressoras.

De acordo com o planeamento do trabalho (Figura 13), os operadores conjugam os seus esforços para que algumas das tarefas sejam realizadas antes da troca de *setup*, reduzindo o tempo de paragem da máquina. Assim sendo, o técnico preparador de tintas deve preparar as misturas de tinta atempadamente e levá-las até junto das unidades impressoras, minutos antes de serem necessárias (Etapa 1). Quanto às placas de cartão para imprimir, o condutor da máquina impressora deve fazer o pedido por meio informático (após consultar o plano de produção), que designa um empilhador para se responsabilizar pelo fornecimento deste material (Etapa 2). Após estas tarefas, é necessário realizar a troca de *setup*, que envolve a preparação dos clichés, a lavagem dos circuitos de tinta (caso a tinta seja diferente), a colocação das novas tintas nos alimentadores das máquinas, a aplicação dos clichés nas impressoras e os ajustes do alimentador de cartão da máquina, da passadeira que dirige o produto acabado ao paletizador, e afinação do mesmo. A produção só se inicia após os ajustes necessários, tais como, ajustes à cor, posição dos clichés e outros parâmetros da máquina. Quando o operador/condutor decide que o produto está a sair de acordo com a qualidade exigida pelo cliente, é então iniciada a produção.

Existem alguns testes de controlo a realizar para determinar se a impressão necessita, ou não, de ajustes. Um dos testes consiste em recorrer ao vegetal (Figura 14) que contém o posicionamento de dobras e vincos que o produto final terá. O operador coloca o vegetal sobre uma placa de cartão impressa e verifica se as gravuras estão corretamente posicionadas; caso estejam fora de cota, o operador fará os ajustes necessários, voltando a repetir este controlo. Outro teste muito importante é o de controlo da cor, recorrendo a um espectrofotómetro.

Finalizado o trabalho, os empilhadores recolhem o produto acabado que depois é levado para outra secção da fábrica (armazém ou outra linha de produção), ou é enviado para o cliente final.

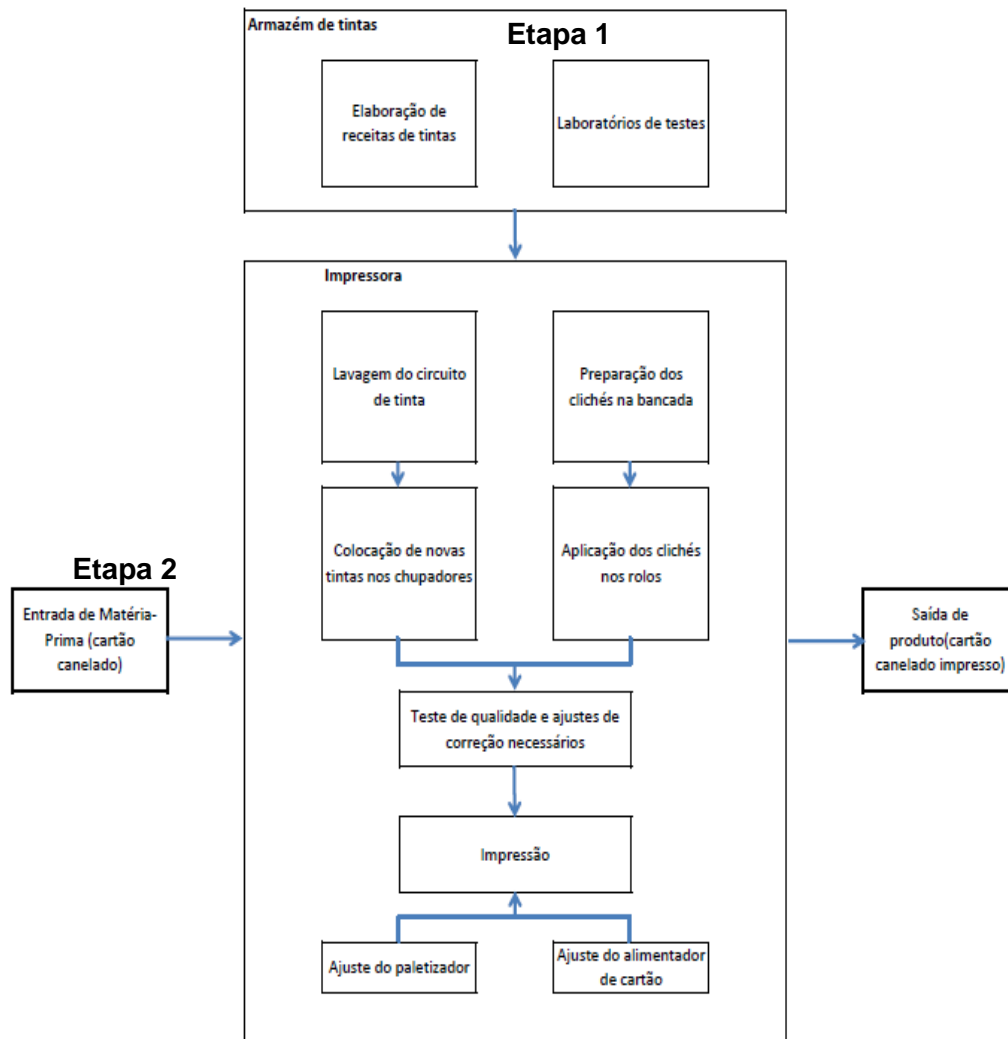


Figura 13: Esquema geral do processo produtivo

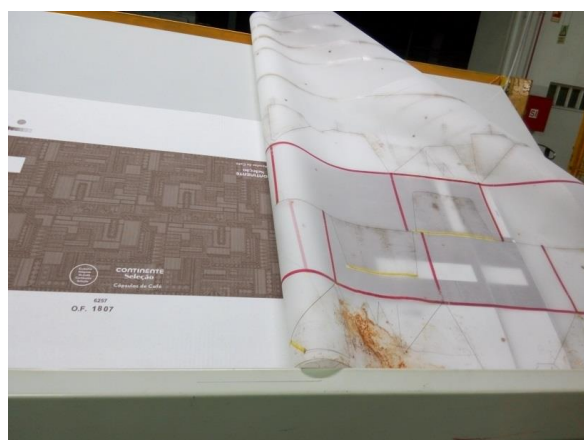


Figura 14: Controlo de qualidade – posição dos vincos e dobras

3.4 Análise e Diagnóstico Do Estado Atual

Neste tópico será analisado, de forma mais detalhada, o processo de impressão flexográfica, bem como das áreas que compõem esta secção, tais como, bancadas de preparação de trabalho e locais de armazenamento, com o objetivo de identificar potenciais oportunidades de melhoria que possam ser implementadas.

A secção de flexografia labora com dois turnos diários (oito horas cada), cinco dias por semana e com dois a três operadores por turno. No entanto, o foco deste trabalho será o 2º turno, que funciona das 14h às 22h. Em condições normais, o funcionamento da secção é garantido por uma equipa de três operadores, sendo um deles o condutor da máquina (ou chefe da secção) e dois ajudantes. Quando algum operador falta, seja devido a férias, ou a baixa médica, é designado um operador de outra secção que o possa substituir. O condutor da máquina responsabiliza-se pelo arranque e paragem da máquina, bem como pelo controlo de qualidade dos produtos. Um dos operadores ajudantes tem a responsabilidade de preparar as trocas de números (ou *setups*), que envolve, entre outras tarefas, a preparação de clichés e a limpeza de unidades impressoras, assim como resolver problemas de bloqueio da máquina que possam surgir. O condutor da máquina e este ajudante trabalham em conjunto, sendo frequente a entreajuda durante a resolução de problemas de máquina, ou mesmo na preparação para as trocas de *setup* (das ordens de fabrico seguintes). O terceiro ajudante está responsável por alimentar a máquina com placas de cartão em bruto (por imprimir). De salientar o facto de este ajudante ser uma solução provisória até à instalação de um alimentador automático de cartão, altura em que a sua presença deixará de ser necessária. Este terceiro ajudante presta ainda apoio à restante equipa quando a máquina se encontra parada, auxiliando nas trocas de *setups*. Quando existem apenas dois operadores na secção, o condutor de máquina assume também as funções do ajudante responsável pela preparação de novos *setups*.

3.4.1 Descrição e estado da secção

No presente tópico, numa primeira fase, será realizada uma descrição da secção de flexografia MasterFlexo e de como se desenvolve o processo produtivo. A

segunda fase consistirá numa análise crítica e na identificação dos problemas encontrados nesta secção.

A linha de produção compreende uma área com cerca de 15 metros de comprimento por 7 metros de largura. A máquina de impressão flexográfica encontra-se numa posição central da linha, ocupando mais de metade do comprimento desta. A MasterFlexo é uma impressora flexográfica constituída por seis unidades impressoras, com especificações técnicas que diferem entre si e que lhe permitem responder às diferentes exigências de cada produto. Como mostra a Figura 15 (e o anexo A), além da impressora, a área de trabalho é composta pelos seguintes elementos:

- Bancada de preparação de clichés;
- Zona de tintas e vernizes;
- Recipientes para lixo;
- Mesa com terminal informático e apoio à preparação de clichés;
- Bancada do controlo de qualidade;
- Controlador da MasterFlexo;
- Paletizadora e passadeiras de transporte;
- Rolos de transporte de produto acabado;
- Zona de alimentação de tintas às impressoras;
- Plataforma do alimentador de cartão;
- Dois porta-clichés.

Para ser mais fácil visualizar o modo como se encontra organizada a linha de produção, procedeu-se a um levantamento fotográfico a diversos elementos da linha que serão oportunamente expostos no presente trabalho. A Figura 16 mostra uma perspetiva da secção (junto do controlador da máquina) orientada para o início da linha. É possível observar alguns dos elementos listados anteriormente, tais como a bancada de controlo de qualidade e a zona de alimentação de tintas.

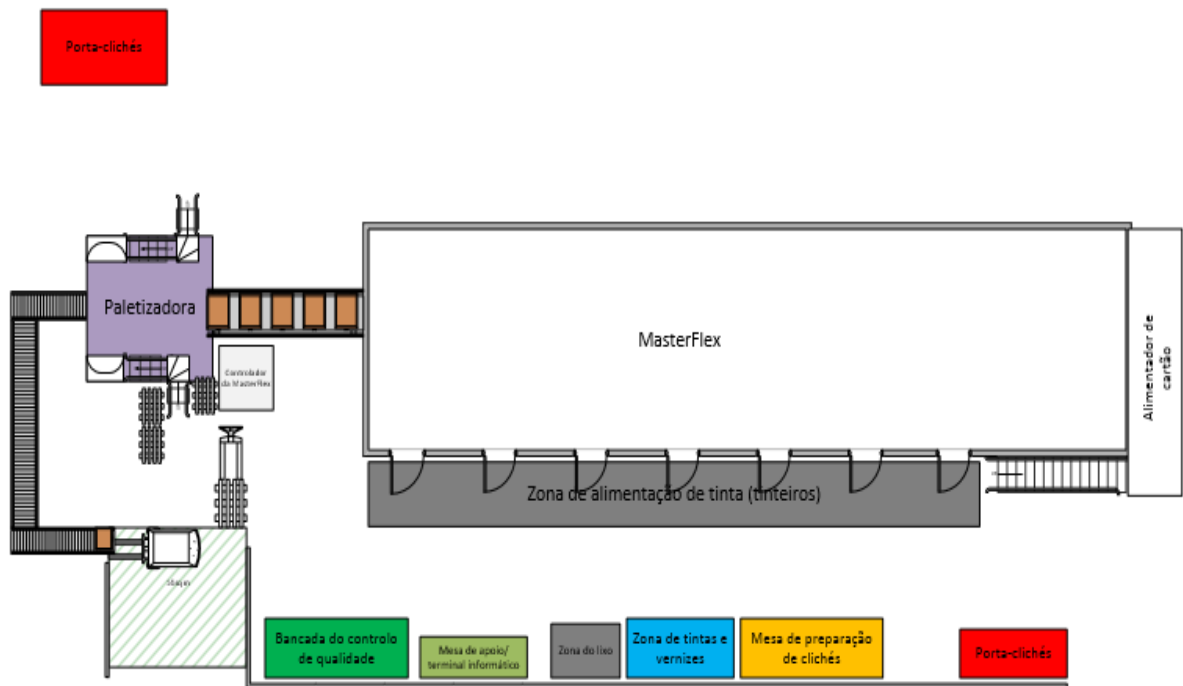


Figura 15 Esquema da linha de produção MasterFlexo

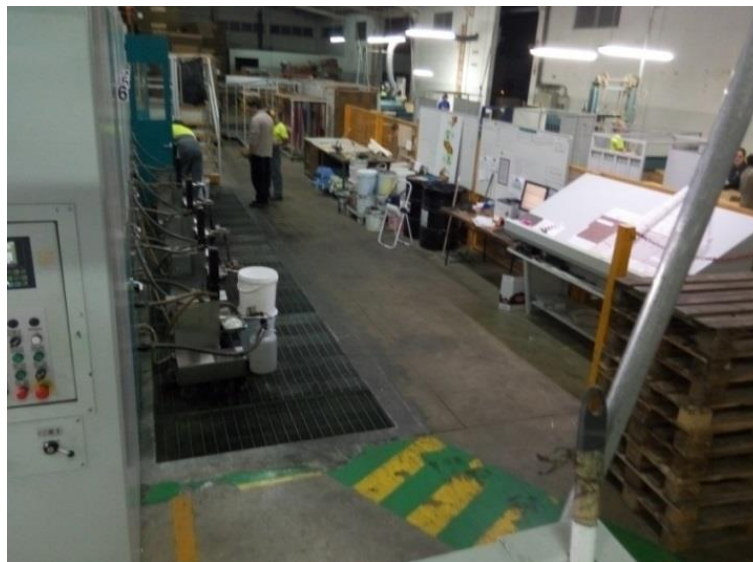


Figura 16: Linha de produção – Perspetiva do controlador da máquina

Para avaliar o estado geral da secção, foi realizada uma auditoria no âmbito dos 5S, tendo sido efetuada uma classificação com base num sistema de pontos nas 5 vertentes desta metodologia (ver secção 2.3.2). De acordo com a auditoria, a secção

foi classificada com uma pontuação global de 11,9 pontos, podendo ser consultada em detalhe no Anexo B. No capítulo 5, será apresentada a auditoria realizada após a aplicação de medidas de melhoria na secção, podendo depois estabelecer-se uma comparação entre as duas auditorias e perceber se as medidas aplicadas permitiram obter resultados positivos.

3.4.2 Análise do Desempenho da Impressora Flexográfica

Para saber qual a eficácia global da impressora, recorreu-se ao cálculo do OEE, que envolveu o cálculo dos índices de disponibilidade, desempenho e qualidade, usando as expressões apresentadas na secção 2.3.3 e a folha de cálculo do anexo C. Neste sentido, foi necessário conhecer o histórico de dados de produção onde toda a informação necessária está disponível, considerando neste caso o mês de Janeiro (início da fase de observação).

Os dados de disponibilidade foram obtidos diretamente através de uma consulta ao histórico da máquina, onde constam os valores complementares dos tempos de paragem e de microparagem (Figura 17). De acordo com a Figura 17 existe uma coluna para cada operador e uma coluna “Geral” que representa a média ponderada de ambos, em que as colunas se encontram segmentadas em microparagens (menos de 5 minutos de paragem) e paragens (superiores a 5 minutos), identificadas a azul claro e azul-escuro, respetivamente. Considerando o somatório da coluna “Geral” (39%), conclui-se que a máquina teve uma disponibilidade de 61% durante o mês de Janeiro, sendo que esteve parada 33% do tempo por paragens superiores a 5 minutos

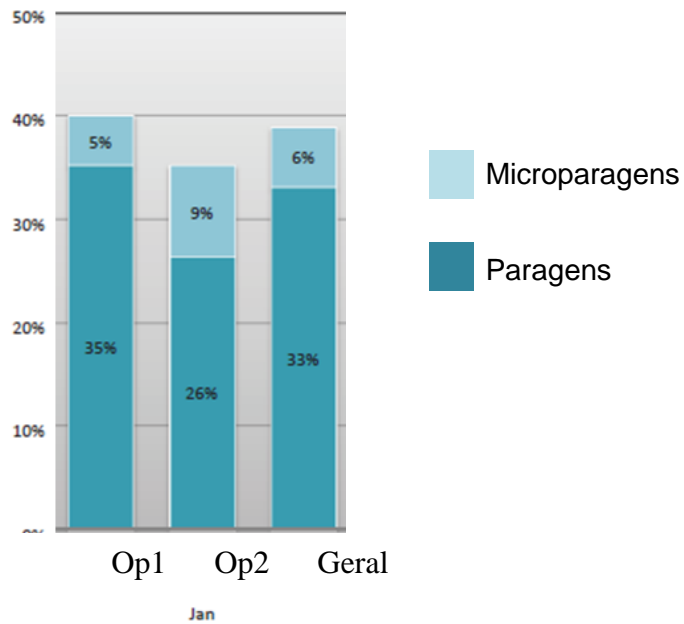


Figura 17 Percentagem de paragens e microparagens da máquina

O índice de desempenho permite averiguar qual a percentagem de velocidade com que máquina trabalhou, em relação à velocidade ideal de funcionamento, durante o mês de Janeiro. É importante referir que a velocidade de funcionamento ideal (em $m^2/hora$ ou $m^2/minuto$) é a velocidade máxima que é possível utilizar sem colocar em causa a qualidade mínima que se exige de cada produto. Para calcular o desempenho foi ainda necessário determinar o tempo de operação, rearranjando a expressão da disponibilidade, tal como apresentado na equação (3) (ver secção 2.3.3). Para o mês de Janeiro, tem-se indicação da produção de 299.032 unidades, em que a velocidade média é de $10000 m^2/hora$ ($166,67 m^2/minuto$), pelo que o índice de desempenho calculado é de 15%, tendo em conta que o tempo de operação planeado é de 2 turnos (de 480 minutos cada).

Quando o material não cumpre as especificações do cliente, este é considerado refugo e descartado para reciclagem, considerando-se desperdício e, por consequência, um fator diminutivo do índice OEE. Conhecendo o número de unidades com defeito e o número de unidades produzidas, foi possível calcular o índice de qualidade usando a equação (6) apresentada na secção 2.3.3. No mês de Janeiro, das 299.032 unidades fabricadas, 6006 foram consideradas refugo, pelo que o índice de qualidade calculado é de 98%. Este valor é bastante elevado comparativamente aos

índices de disponibilidade e de desempenho.

Com base nos valores dos índices de disponibilidade, desempenho e qualidade foi calculado um índice OEE de 9%. Os índices calculados encontram-se sumariados na Tabela 1, sendo também apresentados os valores de referência para termo de comparação.

Tabela 1: Comparação entre índices da linha e índices padrão “Classe Mundial”

Índice	Valor calculado	Valor de referência
Disponibilidade	61%	90%
Desempenho	15%	95%
Qualidade	98%	99%
OEE	9%	85%

Comparando os valores dos índices da linha com os valores de referência de “Classe Mundial”, é notório que a eficiência da linha fica bastante aquém destes. Começando pela disponibilidade, o valor é bastante baixo devido a situações que obrigam a máquina a interromper a sua produção, sendo de destacar o elevado número de *setups* diários que ocorrem com frequência e o tempo que demoram, em particular quando o operador não tem um ajudante especializado, e os tempos de afinações que são particularmente demorados quando a ordem de fabrico é nova. O índice de desempenho apresenta um valor muito reduzido pois nas impressões de maior complexidade (uso de várias tintas e/ou verniz) é necessário reduzir a velocidade da máquina para permitir a secagem da tinta. Importa salientar que o problema de secagem da tinta está relacionado com o facto de ainda não ser possível a ativação da caldeira que possibilita o aumento da temperatura do ar à saída dos secadores, estando estes subaproveitados.

Mudanças das Ordens de Fabrico – Trocas de Setup

No decorrer das observações realizadas na secção de flexografia, constatou-se que os operadores realizam diversas tarefas associadas às mudanças de Ordens de Fabrico (OF) algumas realizadas durante o decorrer da produção da própria OF e outras realizadas aquando da paragem da máquina para efetuar uma troca de OF. Foi

observado que as trocas de *setup* envolvem tarefas que variam entre OF, sendo que o tempo gasto nestas trocas de *setup* poderá ser mais ou menos alargado consoante a nova OF partilhe mais ou menos características com a anterior (tintas iguais, dimensão do cartão, entre outros). Observou-se ainda que as tarefas que compreendem as trocas de *setup* não são sempre realizadas pelos mesmos operadores ou pela mesma ordem, uma vez que durante os trabalhos os operadores vão-se adaptando de acordo com os materiais disponíveis para as trocas, a sua disponibilidade para as executar e, por vezes, ocorrem alterações ao planeamento de produção sem pré-aviso em tempo útil. Pode então ser afirmado que não existe um esquema de trabalho padronizado nesta linha, afetando os tempos das trocas de cada *setup* e a prestação de cada operador. Embora o trabalho não esteja normalizado, ficou patente que os dois operadores, designados para trabalhar exclusivamente nesta linha, possuem conhecimentos suficientes sobre o processo para fazer face aos imprevistos, estando também sensibilizados para a importância em realizar as trocas de *setup* no menor tempo possível.

A disposição da secção está relativamente bem conseguida, evitando que se façam muitas deslocações desnecessárias dentro da mesma, no entanto, foram observadas algumas situações que necessitam de ser revistas, em particular os locais de arrumo dos clichés e dos estruturais (ou vegetais). No que respeita à localização dos clichés, a secção dispõe de dois locais onde os respetivos carrinhos estão posicionados, dependendo da OF. O carrinho dos clichés que estão prontos para entrar na máquina (de acordo com o planeamento), está posicionado perto da bancada de preparação de clichés, enquanto o segundo carrinho se encontra localizado no canto oposto desta secção, ao lado da paletizadora. Este carrinho está destinado ao arrumo dos clichés que saíram da máquina, e que já se encontram lavados, originando um dos maiores desperdícios em termos de deslocações. A Figura 18 (ver anexo D) apresenta o diagrama de esparguete onde é possível visualizar as deslocações típicas durante uma troca de *setup*.

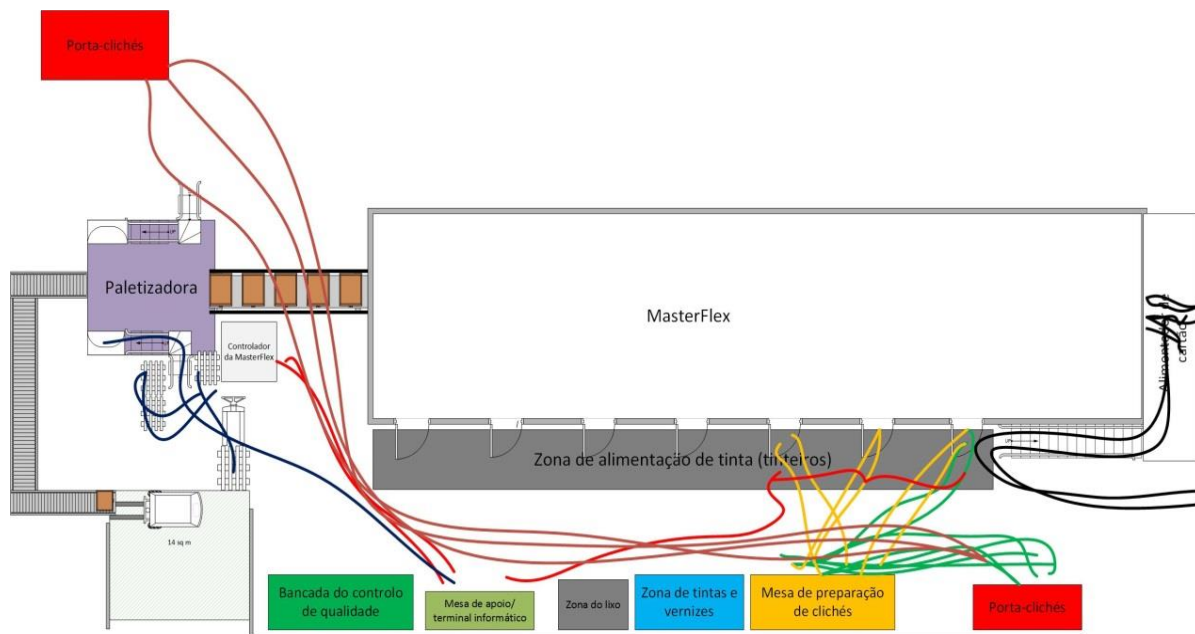


Figura 18: Diagrama de esparguete de uma troca de *setup*

As distâncias percorridas, cujos trajetos estão representados na Figura 18, estão presentes na Tabela 2, sendo os seus valores aproximados.

Tabela 2: Distâncias de deslocação típicas (aproximadas)

Deslocação	Distância percorrida [m]
Mesa preparação Clichés – Porta clichés (arrumar usados) – Cor-de-rosa	48
Porta-clichés – mesa preparação Clichés (novos clichés - Verde)	18
Impressora 1 – Mesa preparação Clichés (tirar cliché usado da impressora) - Verde	6
Mesa preparação Clichés – impressoras 1, 2 e 3 (colocação de novos clichés - Amarelo)	18
Controlador – terminal informático – alimentadores de tinta - Vermelho	21
Terminal informático – paletizadora (colocar paletes na máquina e ajuste- Azul)	12
Alimentador de cartão – empilhador (receção do novo cartão) - Preto	18

Como se pode constatar, a maior parte das deslocações ocorrem entre o carrinho porta clichés, mais à direita na imagem, a mesa de preparação de clichés e as unidades impressoras (linhas verde e rosa escuro). Pode também verificar-se que o porta clichés mais à esquerda (clichés já utilizados), se encontra muito afastado da restante área de trabalho da secção. As linhas pretas representam as deslocações que o operador, responsável pela alimentação do cartão à máquina, realiza com o objetivo de preparar o novo cartão a entrar na máquina. Com cor amarela, estão as deslocações necessárias para colocar os clichés na máquina, a vermelha as deslocações para mudar os baldes (e consulta de informação necessária) com as novas tintas e, por último, a azul-escuro as deslocações para colocar novas paletes na paletizadora (e para o ajuste desta). É importante sublinhar que as tintas são transportadas pelo técnico preparador de tintas, pelo que já estão no local correto quando são necessárias, não sendo o respetivo transporte contemplado nas deslocações.

Outra deslocação que representa desperdício é a aquisição do estrutural da OF (planta da caixa em papel vegetal). Este tipo de material encontra-se numa outra secção da fábrica, o que torna necessário a deslocação de um operador através de duas secções vizinhas, como mostra a Figura 19.

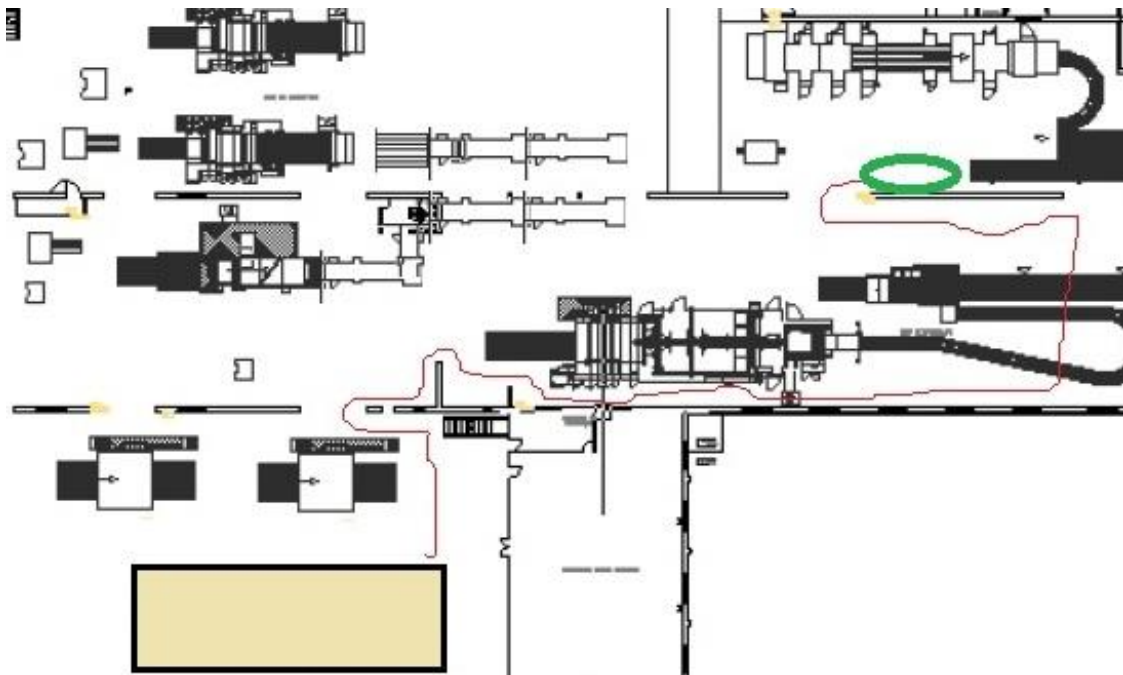


Figura 19: Trajeto utilizado para alcançar as folhas do estrutural

Assim, o caminho utilizado pelos operadores exige que se contornem outras secções e se usem as zonas de passagem seguras, fazendo com que se percorram cerca de 50 metros para cada lado, originando um gasto de tempo considerável.

Constatou-se ainda que, de todas as tarefas que compõem os *setups*, existe uma que apresenta maior variabilidade e que origina tempos de execução de *setups* mais longos: a afinação da impressão (ver Tabelas 5, 7, 9 e 11 da secção 4.1). A afinação da impressão visa o cumprimento de todos os parâmetros que o controlo de qualidade deve testar antes de iniciar a produção do artigo, como sejam aspeto visual do cartão impresso (deteção de imperfeições, borrões, falhas de tinta, entre outros), esquadria da impressão, intensidade da cor e secagem do cartão. Os tempos de afinação tendem a ser mais curtos para casos em que a produção já tenha sido realizada anteriormente, pois a afinação será mais simples (existe um histórico com os parâmetros a utilizar), e para OF com baixa complexidade em que apenas se utilize uma cor (preto é a mais simples) e exista somente um cliché. De acordo com o histórico do mês de Janeiro, o tempo médio de *setup* foi de 33 minutos, no entanto, não existe nenhum tempo máximo de *setup* estabelecido pela gestão da produção.

3.5 Problemas identificados

Numa observação mais atenta à secção em estudo, foi possível identificar diversos problemas que podem influenciar o rendimento dos operadores e da respetiva linha. Por existirem diversos pontos a destacar, estes foram organizados na Tabela 3 por metodologia de suporte.

Tabela 3: Resumo dos problemas encontrados

SMED	5S e Gestão Visual
<ul style="list-style-type: none"> • Planeamento da produção • Organização entre os operadores • Operações externas realizadas com máquina parada • Vegetais não acompanham o cliché • Não padronização de ferramentas/consumíveis 	<ul style="list-style-type: none"> • Informação visual insuficiente • Não identificação e demarcação de zonas • Desorganização de ferramentas de apoio à produção

3.5.1 Single Minute Exchange Die

- **Planeamento da produção**

Observou-se que a ordem com que as produções são executadas tem grande influência nos tempos e *setup*, tendo sido presenciados *setups* com pouco mais de 5 minutos, para produções que utilizam o mesmo tipo de cartão e tinta, e *setups* com mais de 20 minutos (tintas e tipos de cartão distintos). O planeamento da produção é fulcral para minimizar estas variações bruscas de *setup*, sendo o ideal organizar as produções por ordem de cor, começando das cores mais claras, ou que exigem menos tempo de limpeza dos rolos aquando da sua troca, para as cores mais “fortes”, como violetas, dourados e misturas que exijam uma limpeza mais profunda das impressoras após a produção. Por princípio, a produção é planeada tendo estes aspetos em consideração, contudo, e em consequência do tipo de mercado onde a empresa se insere, existem, com muita regularidade, encomendas urgentes de última hora. Estes compromissos comerciais acabam por ter prioridade sobre grande parte da produção planeada, perdendo-se muito tempo útil de produção para conseguir realizar as respetivas trocas de *setup*.

- **Organização entre os operadores**

Os operadores que constituem a equipa (2 ou 3) demonstram experiência e conhecimento no que diz respeito às tarefas que envolvem as trocas de *setup*, no entanto, nem sempre existe uma organização definida sobre quem faz as diferentes tarefas. É frequente observar que as decisões são tomadas e comunicadas com o desenrolar dos trabalhos, muitas vezes com a máquina parada. Se o estudo decorrer durante o tempo em que a máquina está em produção, será possível realizar as tarefas sem hesitações e no momento certo, reduzindo o tempo de paragem da máquina.

- **Operações externas realizadas com máquina parada**

Na maioria das trocas de *setup* observadas, os operadores revelam preocupação em cumprir as tarefas externas durante o funcionamento da máquina, no entanto, observa-se, com alguma frequência, que os operadores interrompem determinada tarefa, como por exemplo, preparar o cliché, para atender outros assuntos. Isto leva a que, por vezes, as tarefas apenas sejam concluídas quando a

máquina já está parada ou, como também se pôde observar, a existência de várias deslocções que se convertem em tempo desperdiçado.

- **Vegetais não acompanham o cliché**

Em cada OF é necessário fazer um controlo de qualidade do produto final. Esse controlo envolve, entre outros aspetos, a utilização do vegetal de controlo. Neste vegetal estão presentes as linhas, ou vincos, que a placa de cartão terá quando for transformada em caixa. Este tipo de controlo permite avaliar se as formas impressas, como logotipos, códigos de barras, ou outros, não intersectam nenhuma dessas linhas.

Os vegetais estão armazenados numa zona pouco central da fábrica, o que envolve a deslocção de um dos operadores ao local para o recolher, ao contrário dos clichés, que são fornecidos por um elemento externo à linha. Esta deslocção para trazer os vegetais envolve uma perda de tempo considerável, sendo que cada viagem (ida e volta) demora cerca de 160 segundos só em deslocção. A este tempo soma-se ainda o tempo de procura do cliché, que pode demorar 1 ou 2 minutos. Uma vez que os operadores só podem realizar esta deslocção quando a máquina está parada, esta tarefa é realizada como interna, podendo ser feita externamente.

- **Não padronização de ferramentas/consumíveis**

Para a execução dos trabalhos no interior das unidades impressoras, existem algumas ferramentas e consumíveis que são utilizados frequentemente: chave de ajuste do ângulo do rolo impressor (Figura 20), fita adesiva, *sprays* para limpeza do rolo impressor e clichés, esponjas e espátulas (para retirar resíduos mais difíceis). As seis unidades impressoras não têm a mesma intensidade de utilização entre si, o que leva a que alguns destes acessórios não estejam presentes em todas elas, dando-se primazia às unidades mais utilizadas. Observou-se que existem deslocções dos operadores em busca do material necessário para executar algumas das tarefas de *setup*, levando mesmo a que seja necessário entrar em duas ou três unidades de impressoras até encontrar a ferramenta/consumível pretendido.



Figura 20: Chave de ajuste do rolo impressor

3.5.2 5S e Gestão Visual

- **Informação Visual**

Ao nível da gestão visual, é notória a quase total ausência de informações visuais. Exceção feita à indicação dos recipientes dos lixos (fita-cola, papel e cartão) e ao espaço onde estão armazenadas as tintas com maior frequência de utilização da linha (Figura 22a)). Existem ainda duas folhas onde consta informação sobre o desempenho da linha, nomeadamente no que respeita a tempos de *setup* médios (dos meses anteriores) e à taxa de produção média da linha (Figura 22b)).



Figura 21: Elementos de visuais informativos presentes: lixos e tintas (a); informação sobre o desempenho da linha (b)

- **Identificação e demarcação de zonas**

Existem diversos aspetos a melhorar dentro do domínio do 5S e da gestão visual. Talvez por ser a característica mais visível, é notória a falta de marcações no chão de fábrica da área envolvente. Não existe qualquer demarcação das diferentes zonas, pelo que um visitante ou colaborador recém-chegado terá dificuldades em perceber onde pode circular e quais as diferentes zonas que constituem a linha.

- **Organização de ferramentas de apoio à produção**

Na preparação dos clichés, estes têm que ser selecionados e retirados das estantes que se encontram na proximidade da máquina flexográfica (Figura 22). Uma vez que existe uma quantidade considerável de clichés, o operador irá despender mais ou menos tempo consoante a organização dos clichés nas estantes. Acontece que não há qualquer forma de identificar os clichés de forma imediata, fazendo com que, caso outro elemento da equipa tenha arrumado os clichés da OF anterior, exista uma dificuldade acrescida por se desconhecer a posição em que estes foram arrumados.

Assim, a tendência para haver algum desperdício de tempo nesta procura é acrescida.



Figura 22: Estantes de arrumação de clichés

De forma semelhante, as almofadas de clichés (R-BAKs), utilizadas para absorver impactos severos nos clichés e otimizar a transferência de tinta, estão dispostos sem qualquer organização numa divisória inferior da mesa de preparação de clichés (Figura 23). Como estas almofadas existem em vários comprimentos, implica que o operador terá de desperdiçar tempo a procurar o tamanho pretendido.



Figura 23: Almofadas de cliché

Os acrescentos numéricos, que são colocados nos clichés para identificar a ordem de fabrico no cartão impresso (quando o cliente assim o exige), são outros dos elementos que se encontram desorganizados e que influenciam o tempo de preparação dos *setups*. Estes elementos estão contidos numa caixa, sem qualquer identificação, tal como mostra a Figura 24.

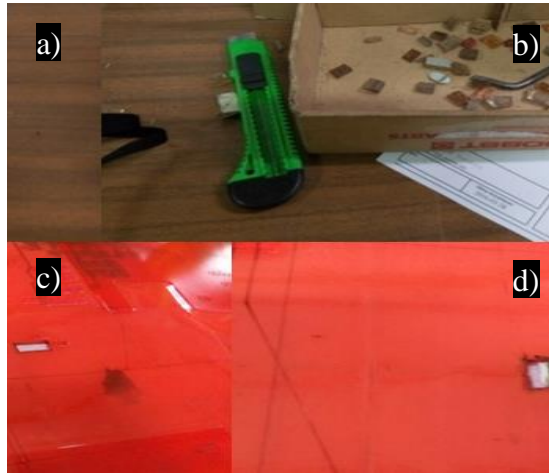


Figura 24: Acrescentos numéricos: Clichés com OF (a) e (b); Cliché sem OF colocada (c); Cliché com OF colocada (d)

Alguns acessórios são utilizados com muita frequência durante a execução de tarefas no interior das unidades impressoras, nomeadamente nas trocas de clichés e em ações de limpeza, podendo destacar-se a esponja para limpar clichés, a ferramenta necessária para corrigir o ângulo do rolo porta clichés, a fita-adesiva para fixar os clichés no rolo e os consumíveis de limpeza (Figura 25). Foi constatado que estes itens não estão presentes em todas as impressoras, obrigando os operadores a interromper o trabalho para os localizar nas outras impressoras.



Figura 25 Acessórios: Esponja (a); Ferramenta de correção de ângulo (b); Fita-adesiva (c); Consumíveis de limpeza (d)

3.6 Plano de ação

Após o período de observação e levantamento de dados, foram detetados diversos problemas que se entende serem prejudiciais para a prestação e qualidade de trabalho na secção de flexografia, justificando-se a elaboração de algumas ações de melhoria.

Como salientado anteriormente, de forma geral, a linha apresenta alguns problemas de organização de materiais e ferramentas, informação sobre a secção em falta ou desorganizada, não existindo uma padronização clara dos trabalhos de trocas de *setup*, apresentando o próprio processo uma baixa eficiência, principalmente causada pelos tempos de *setup* elevados e pelo subaproveitamento das plenas capacidades da máquina MasterFlexo.

Assim, concluída a fase de aquisição de conhecimentos e a caracterização do trabalho, pode agora construir-se um plano de intervenção na secção em estudo. Foram identificados vários problemas que se enquadram dentro de algumas das metodologias *Lean*, distribuindo-se as ações em dois grupos: no âmbito do SMED e enquadradas no 5S e Gestão Visual. O plano de ações proposto está sumariado na Tabela 4.

Tabela 4: Plano de ações

SMED	5S e Gestão Visual
<ul style="list-style-type: none">• Aplicação de alguns conceitos da metodologia (classificação e separação de operações de <i>setup</i>)• Criação de Folha de Instruções de Trabalho• Folha de Instrução de Operação e Folha de padronização de trabalho combinado	<ul style="list-style-type: none">• Implementar quadro de controlo• Marcação do chão da secção• Identificação de itens mais importantes e das zonas de trabalho, aquisição e normalização de ferramentas e de consumíveis nas impressoras e organização de algumas ferramentas e acessórios
<ul style="list-style-type: none">• Eliminação e otimização de tarefas de <i>setup</i>	

As ações de melhoria a realizar no domínio do SMED têm como objetivo a melhoria dos tempos de *setup*, começando por identificar o tipo de operações (internas e externas) que constituem o *setup*, organizando o trabalho de forma a respeitar a sequência lógica do *setup* e, em simultâneo, conjugando as tarefas que possam ser realizadas em paralelo por dois ou mais operadores.

Considerando que durante a fase de observação foi notada alguma rotatividade dos elementos da equipa (por baixa médica ou férias), será importante a criação de instruções de trabalho, de preferência simples, para que os operadores recém-chegados as possam consultar e estudar de forma rápida, de modo a serem facilmente integrados na metodologia de trabalho.

A criação de uma folha de instruções de operação da máquina flexográfica, simples e de fácil de interpretação, é também fundamental, apesar de não dispensar a realização de uma formação inicial junto de um elemento com experiência. Existem tarefas que poderão ser eliminadas ou otimizadas, no entanto, a primeira situação carece de análise sobre a disponibilidade da mão-de-obra na fábrica para assumir parte das tarefas.

Finalmente, será criada uma folha de padronização de trabalho onde serão expostas as principais tarefas que constituem a generalidade dos *setups* e uma proposta de como estas podem ser combinadas para conseguir um tempo de *setup* inferior ao atual, que corresponde a uma média de 33 minutos (dado estatístico do histórico da MasterFlexo).

No que diz respeito às propostas de melhoria no âmbito da metodologia 5S e da Gestão Visual, estas irão favorecer o envolvimento dos operadores com o seu próprio trabalho e melhorar a segurança e organização da secção em estudo.

A criação de um quadro de controlo irá permitir uma melhor organização e exposição de informação existente e mais relevante para os operadores. Resultados de auditorias da qualidade do trabalho, resultados mensais sobre a produtividade da linha e dos operadores, tais como a taxa produção, tempos de *setup* realizados, OEE, entre outros dados estatísticos, são alguns exemplos de informação que podem constar no quadro de controlo. Deste modo, os operadores terão um retorno fidedigno da sua prestação, promovendo a consciencialização sobre a importância da sua intervenção no resultado final.

A marcação do chão será importante, acima de tudo para alertar ou orientar pessoas que não pertençam à linha e facilitando a adaptação de futuros elementos de

equipa. Pelo mesmo motivo apresentado anteriormente, serão identificados os principais elementos que são considerados indispensáveis para a realização de todo o trabalho.

Por último, será proposta a aquisição de algumas ferramentas e equipamentos com o objetivo de reduzir o tempo despendido em deslocações para alcançar e/ou procurar ferramentas, assim como melhorar a organização do espaço de trabalho.

É importante salientar que durante a definição das propostas sumariadas na Tabela 4, foi feita uma consulta juntos dos operadores e do responsável pela melhoria contínua da fábrica. Foram ouvidas algumas sugestões dos operadores e apresentadas algumas ideias com o intuito de perceber qual a receptividade por parte da equipa. Todas as propostas foram apresentadas faseadamente e “*on-the-job*”, tanto aos operadores como ao responsável da melhoria contínua.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

4. Propostas de Melhoria

Seguindo a metodologia apresentada no capítulo 3, o presente capítulo será dedicado ao desenvolvimento do caso de estudo, procurando-se responder aos objetivos propostos para este trabalho.

4.1 Implementação Single Minute Exchange Die

Tal como referido no capítulo 2, após o estágio preliminar (levantamento de dados), existem três estágios que constituem a ferramenta SMED:

Estágio 1: Separar *Setup* Interno de *Setup* Externo;

Estágio 2: Converter operações internas em operações externas;

Estágio 3: Otimizar todos os aspetos das operações de *setup*;

De seguida, será aplicada a ferramenta SMED nas diferentes atividades que constituem os processos de *setup* habituais, de acordo com os estágios referidos. Para cada fase da operação de *setup* serão apresentados os tempos observados (em cada tarefa), e propostas algumas alterações. Posteriormente, estas atividades serão aglutinadas por forma a simular o processo do início até ao seu final. É importante realçar que considerando a grande diversidade de tipos de *setup* e amostras realizadas, todos os tempos apresentados são valores médios, provenientes de 10 amostras.

4.1.1 Estudo de nova Ordem de Fabrico e preparação de cliché

A preparação de uma nova Ordem de Fabrico (OF) inicia-se sempre com uma análise da mesma, em que o operador necessita saber, entre outros aspetos, quais as cores a utilizar, quais os clichés, que impressoras devem ser utilizadas e quais as dimensões das placas cartão.

Estágio 1:

A troca de *setup* compreende seis tarefas, sendo as primeiras duas realizadas com a máquina em produção e as restantes com a máquina parada. Na Tabela 5 estão listadas as tarefas que envolvem o início de cada troca de OF, bem como a classificação das tarefas (externas ou internas) e o tempo necessário para a conclusão de cada tarefa.

Tabela 5: Estudo de nova OF e preparação de cliché (observado)

Nº da tarefa	Descrição	Classificação	Tempo [minutos]	Tempo (mín. – máx.) [minutos]
1	Analisar OF	Externo	0,51	0,10 – 1,00
2	Ir buscar cliché	Externo	0,35	0,10 – 0,50
3	Verificar estado do cliché	Interno	0,17	0,10 – 0,20
4	Colar fita-adesiva no cliché	Interno	0,13	0,10 - 0,20
5	Colar número da OF	Interno	1,02	0,50 – 1,20
6	Ir buscar estrutural	Interno	1,90	1,60 – 2,50
Tempo total (tarefas internas)			3,22 minutos	

Estágio 2:

Durante a observação dos trabalhos foi constatado que nenhuma das tarefas interfere com o funcionamento da máquina, podendo ser totalmente realizadas com a máquina em funcionamento. Convertendo as tarefas internas em externas, será possível reduzir drasticamente os tempos de paragem da máquina, como apresentado na Tabela 6.

Tabela 6: Estudo de nova OF e preparação de cliché (proposto)

Nº da tarefa	Descrição	Classificação	Tempo (minutos)
1	Analisar OF	Externo	0,51
2	Ir buscar cliché	Externo	0,35
3	Verificar estado do cliché	Externo	0,17
4	Colar fita-adesiva no cliché	Externo	0,13
5	Colar número da OF	Externo	1,02
6	Ir buscar estrutural	Externo	1,90
Tempo total (tarefas internas)			0 minutos

Com a aplicação do estágio 2 da metodologia SMED, é possível eliminar os tempos de *setup* interno na fase da preparação.

Estágio 3:

O estágio 3 propõe uma mudança bastante notável, no entanto, ainda é possível melhorar esta fase do procedimento de *setup*. A seguir apresentam-se algumas propostas neste sentido.

- **Nomeação de ajudante externo à linha para transportar estrutural**

Existem alguns colaboradores cuja responsabilidade é prestar auxílio a todas as linhas que constituem a fábrica, nomeadamente em tarefas que envolvem a procura de materiais no armazém, tal como clichés para produção. Estes ajudantes têm, entre outras tarefas, a responsabilidade de fornecer a estante de clichés (que vão entrar em produção), para que os operadores da linha apenas tenham de se deslocar à estante e escolher o próximo cliché. Considerando que os ajudantes têm acesso à lista de clichés, propõe-se que sejam os mesmos a procurar e fornecer os estruturais que acompanham cada projeto, eliminando esta responsabilidade dos operadores de linha, de modo a libertá-los para outras tarefas.

- **Aquisição de nova bancada de preparação de clichés**

A bancada de preparação de clichés atual encontra-se bastante deteriorada, não permitindo a ergonomia mais indicada para o tipo de trabalho. Assim, é proposta a aquisição de uma bancada nova com características mais adequadas, como a sua altura (a bancada atual é demasiado baixa) e a superfície plana e lisa.

4.1.2 Preparação de cartão para nova Ordem de Fabrico

A preparação de cartão para a nova OF envolve ações que dependem da análise feita na fase anterior, em que é necessário definir qual o tipo de cartão, dimensões do cartão e qual a quantidade necessária do mesmo.

Estágio 1:

Na Tabela 7 estão listadas as tarefas que constituem a preparação do cartão para a nova OF.

Tabela 7: Preparação de cartão para nova OF (observado)

Nº da tarefa	Descrição	Classificação	Tempo [minutos]	Tempo (mín. – máx.) [minutos]
1	Pedir cartão para próxima OF	Externo	2,54	2,00 – 5,00
2	Colocar cartão junto ao alimentador	Interno	0,40	0,30 – 0,70
3	Parar máquina	Interno	0,10	0,10 – 0,10
4	Retirar cartão sobran-te da OF anterior	Interno	0,27	0,10 – 0,50
5	Ajustar guias do alimentador	Interno	0,54	0,10 – 1,10
6	Colocar cartão na máquina	Interno	0,22	0,10 - 0,30
7	Colocar paletes vazias no paletizador	Externo	0,33	0,10 – 0,30
8	Ajustar guias do paletizador	Interno	1,05	0,40 – 1,40
Tempo total (tarefas internas)			2,58 minutos	

Estágio 2:

Da observação realizada foi possível definir quais as tarefas que exigem a paragem da máquina, que são as identificadas com os números 4 a 6 e 8. A entrada do cartão na máquina e a saída do mesmo para o paletizador são assistidos por um sistema de guiamento (chapas metálicas) que deve ser ajustado à dimensão do

cartão, o que implica a paragem da máquina (Tabela 8).

Tabela 8: Preparação de cartão para nova OF (proposto)

Nº da tarefa	Descrição	Classificação	Tempo (minutos)
1	Pedir cartão para próxima OF	Externo	2,54
2	Colocar cartão junto ao alimentador	Externo	0,40
3	Parar máquina	Interno	0,10
4	Retirar cartão sobranete da OF anterior	Interno	0,27
5	Ajustar guias do alimentador	Interno	0,54
6	Colocar cartão na máquina	Interno	0,22
7	Colocar paletes vazias no paletizador	Externo	0,33
8	Ajustar guias do paletizador	Interno	1,05
Tempo total (tarefas internas)			2,18 minutos

Estágio 3:

Da observação desta fase da troca de *setup*, foi formulada ainda uma ação de melhoria.

- **Realização de mais tarefas pelo operador do alimentador**

Atualmente, o ajudante responsável por colocar cartão no alimentador da máquina apenas realiza as tarefas 2, 4, 5 e 6. Considerando que este ajudante está, com frequência, parado (à espera de ordens) ou a prestar auxílio nalgumas tarefas (como trocas de clichés), dever-se-ia dar formação adequada para realizar outras tarefas que envolvem esta fase do *setup*, que seriam as tarefas 7 e 8, permitindo libertar o operador (mais especializado) para outras tarefas.

4.1.3 Preparação da impressora

A preparação da impressora envolve, resumidamente, a troca da tinta e dos clichés na impressora. Uma vez que existem 6 impressoras disponíveis, as tarefas podem ser consideradas externas ou internas, consoante a impressora esteja disponível durante uma produção ou não. Este é portanto um processo que traz alguma variabilidade aos tempos de *setup*, sendo maiores para operações feitas internamente e menores para operações feitas externamente.

Estágio 1:

Na Tabela 9 são apresentadas as tarefas observadas que compõem a preparação das impressoras.

Tabela 9: Preparação da impressora (observado)

Nº da tarefa	Descrição	Classificação	Tempo [minutos]	Tempo (mín. – máx.) [minutos]
1	Retirar tinta do circuito	Interno/Externo	1,00	1,00 – 1,00
2	Limpeza do circuito	Interno/Externo	7,00	7,00 – 7,00
3	Subir rolo porta-clichés	Interno/Externo	0,10	0,10 – 0,10
4	Lavar cliché da OF anterior	Interno/Externo	1,80	1,50 – 2,30
5	Retirar cliché da OF anterior	Interno/Externo	0,68	0,40 – 1,20
6	Arrumar cliché no carro	Interno/Externo	0,90	0,20 – 0,30
7	Colocar novo cliché no rolo	Interno/Externo	1,58	1,00 – 1,80
8	Descer rolo porta-clichés	Interno/Externo	0,10	0,10 – 0,10
9	Colocar tinta em circuito para nova OF	Interno/Externo	0,20	0,20 – 0,20
Tempo total (tarefas internas)			13,36/0 minutos	

Como referido anteriormente, a preparação da impressora pode ser realizada com a máquina em funcionamento, motivo pelo qual o tempo total de tarefas internas poder tomar o valor de 0.

Estágio 2:

A contribuição desta fase para o tempo de *setup* depende, na maior parte dos casos, da sua realização de interna ou externa, contudo, foi possível identificar uma tarefa que pode ser realizada sempre externamente, não dependendo da paragem da máquina, que é a tarefa 6.

Tabela 10: Preparação da impressora (proposto)

Nº da tarefa	Descrição	Classificação	Tempo (minutos)
1	Retirar tinta do circuito	Interno/Externo	1,00
2	Limpeza do circuito	Interno/Externo	7,00
3	Subir rolo porta-clichés	Interno/Externo	0,10
4	Lavar cliché da OF anterior	Interno/Externo	1,80
5	Retirar cliché da OF anterior	Interno/Externo	0,68
6	Arrumar cliché no carro	Externo	0,90
7	Colocar novo cliché no rolo	Interno/Externo	1,58
8	Descer rolo porta-clichés	Interno/Externo	0,10
9	Colocar tinta em circuito para nova OF	Interno/Externo	0,20
Tempo total (tarefas internas)			12,46/0

Estágio 3:

A preparação das impressoras deve ser feita de forma minuciosa. A má execução desta fase irá afetar a forma como o arranque da produção irá decorrer, nomeadamente na limpeza do circuito e na colocação dos clichés no rolo. Por este motivo, esta preparação deve ser feita por operadores mais experientes. Para tornar a preparação da impressora mais rápida, sem comprometer a correta execução, são efetuadas algumas propostas de melhoria.

- **Diminuição de erros de impressão**

Um dos erros comuns nas linhas de produção é a colocação em posição incorreta de pré-montagens pequenas (sacos) que leva à impressão na aba errada da caixa. Este deveria ser detetado no processo de inspeção, no entanto, existem sempre pequenas ações que podem prevenir a ocorrência do erro, o que implica também poupança de tempo nas fases de deteção/abertura da máquina/ajuste/novo acerto. Estas técnicas são denominadas *poka-yoke* e fazem parte do sistema *Lean* da *Toyota*, em implementação contínua nas indústrias mais avançadas (ex. setor automóvel).

De forma a não aumentar o custo das pré-montagens para um acetato completo, apenas o pedido da calha de encaixe em formato longo seria suficiente para prevenir a montagem incorreta do saco no rolo impressor (Figura 26). Esta melhoria aplicar-se-á apenas nas OF que têm um ou mais clichés com calha “parcial”, ou seja, clichés que poderão ficar descentrados no rolo. A presente solução fará com que o cliché seja instalado na posição exata, reduzindo assim tempos de *setup* (não há

necessidade de procurar posição certa) e reduz também erros de fabrico que são detetados no final da OF, seja pelo controlo de qualidade da Cartonarte, seja pelo cliente final.



Figura 26: Proposta de melhoria de clichés de pequena dimensão

- **Colocação de uma estante/carrinho para clichés lavados em zona central da secção**

A colocação de um carro para arrumar clichés lavados, na zona central da secção, vai reduzir o tempo despendido na deslocação do operador até à zona onde se encontra a estante (extremo da secção). O carrinho deverá ter dimensões reduzidas para não criar constrangimento, não necessitando de muita capacidade de armazenamento (cerca de 6 separadores), uma vez existirem colaboradores responsáveis por recolher os clichés usados das várias linhas de produção.

4.1.4 Início da produção de Ordens de Fabrico

A fase de arranque da produção destina-se a testar a qualidade do produto acabado antes de iniciar a produção em automático. Para que esta fase demore o menor tempo possível, é essencial que todas as tarefas anteriores tenham sido concluídas corretamente, evitando retrabalho e excesso de correções de parâmetros.

Estágio 1:

As tarefas que constituem a fase de arranque da produção da OF estão listadas na Tabela 11.

Tabela 11: Início de produção da nova OF (observado)

Nº da tarefa	Descrição	Classificação	Tempo [minutos]	Tempo (mín. – máx.) [minutos]
1	Ligar máquina	Interno	0,10	0,10 – 0,10
2	Retirar amostra para controlo	Interno	0,10	0,10– 0,10
3	Efetuar controlo da amostra	Interno	0,48	0,10 – 0,80
4	Ajuste da cor	Interno	4,07	2,00 – 7,00
5	Correção de parâmetros	Interno	3,12	1,00 – 7,00
6	Impressão folhas de identificação do produto	Externo	0,24	0,20 – 0,30
Tempo total (tarefas internas)			7,87 minutos	

As tarefas identificadas com números de 2 a 5 só podem ser realizadas com a máquina ligada, contudo, consideram-se tarefas internas até a que produção se inicie efetivamente, ou seja, quando existir saída de produto acabado dentro dos requisitos de qualidade exigidos.

Estágio 2:

Esta fase do processo possui tarefas bem classificadas pelo que não surge a necessidade de efetuar alterações, isto é, as tarefas identificadas como internas devem ser feitas internamente, podendo prosseguir para o terceiro estágio da metodologia SMED.

Estágio 3:

Para melhorar os tempos observados nesta fase, será feita uma proposta de melhoria com vista à redução dos tempos atuais, nomeadamente na tarefa do ajuste dos parâmetros.

- **Padronização de ferramentas/consumíveis nas unidades impressoras**

Alguns dos ajustes que se observaram envolvem a correção do ângulo da impressão e a limpeza de resíduos secos do cliché, contudo, observou-se que as impressoras não apresentam as mesmas condições para corrigir estes parâmetros, ou seja, ferramentas para corrigir o ângulo do rolo porta clichés e esponjas para limpar os clichés. Esta carência de acessórios leva a que os operadores necessitem de os procurar no interior das restantes impressoras, desperdiçando algum tempo.

Recomenda-se, assim, a normalização destes acessórios na totalidade das impressoras.

4.2 Padronização do Setup

As operações de trocas de *setup* foram alvo de estudo de forma individual, segmentando as diferentes fases identificadas, analisando o seu estado atual e, por fim, propondo ações de melhoria às mesmas. Para concluir a aplicação da metodologia SMED, é necessário conjugar as diferentes fases do *setup* da forma mais otimizada possível, isto é, aproveitando os recursos existentes e a mão-de-obra disponível, nomeadamente na realização de ações em paralelo. A ferramenta escolhida para organizar o processo de *setup* foi a “*Standard Work Combination Sheet*” (Tabela de Combinação de Trabalho Padronizado). Este tipo de folha permite a exposição de informação de forma resumida e de fácil interpretação, recorrendo à utilização de diagramas para o efeito (Figura 27).

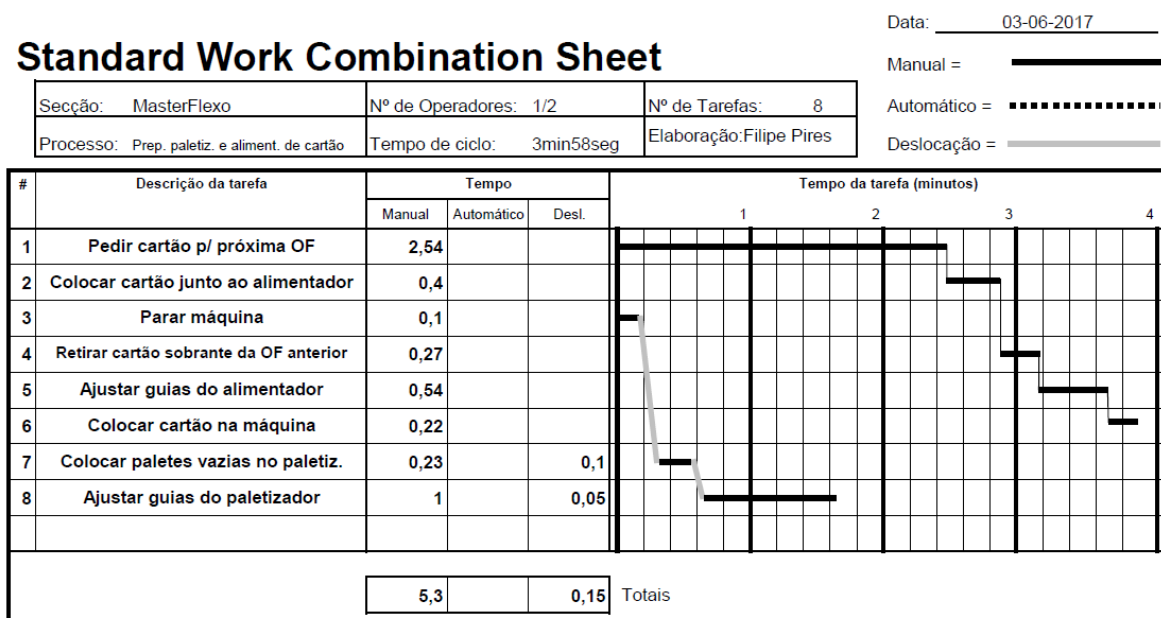


Figura 27: *Standard Work Combination Sheet* – Preparação do paletizador e alimentador do cartão

As folhas “*Standard Work Combination Sheet*” contêm diversa informação, tais como: nome das tarefas, ordem numerada, diagrama com duração das várias tarefas e tempo médio (total) para a execução das mesmas. As tabelas construídas no contexto deste projeto podem ser consultadas nos anexos E a I.

A Tabela 12 resume os principais dados que surgem da aplicação da metodologia SMED, nomeadamente os que quantificam o total das tarefas antes e após as propostas. Como se pode constatar, para cada situação são exibidos dois valores, pois, dependendo das impressoras necessárias *versus* impressoras disponíveis (para realizar nova OF), existem tarefas que poderão ser internas ou externas. Observa-se que a implementação dos estágios 1 e 2 da metodologia SMED preveem que existe uma redução da quantidade de tarefas internas e, conseqüentemente, uma redução do tempo de paragem da máquina.

Tabela 12: Resumo das tarefas e tempos de tarefas internas

Tipo de tarefas	Tempo observado (mín./máx.)	Tempo proposto (mín./máx.)
	[minutos]	[minutos]
Internas	15/24	10/18
Externas	5/14	11/20
Tempo total de tarefas internas	13,7/27,0	10,1/22,5

De acordo com a Tabela 12, prevê-se que a aplicação das medidas de melhoria poderão permitir uma redução dos tempos de *setup* entre 16,7% e 26,3%, caso o tempo na troca de *setup* seja de 22,5 minutos ou 10,1 minutos, respetivamente.

Considerando que os operadores já conhecem bem todo o processo, o grande foco desta proposta de melhoria é organizar o seu trabalho no sentido de reduzir ao máximo o tempo de paragem da máquina. A tabela 13 apresenta a listagem de tarefas e algumas notas a considerar.

Tabela 13: Linhas orientadoras para execução dos *setups*

Descrição	Indicações gerais	Tipo de tarefa
Determinar qual é a OF seguinte	Quais as cores, impressoras, cartão e clichés necessários	Externa
Fazer pedido para tintas e cartão a utilizar (caso sejam diferentes do atual)	Fazer esta função o mais cedo possível para que todo o material necessário esteja disponível antes da paragem da máquina	Externa
Distribuir o trabalho pela equipa	Informar cada elemento da equipa das suas tarefas e quais as impressoras que serão da sua responsabilidade	Externa
Verificar se os clichés estão presentes na linha	Caso não estejam presentes na estante de clichés, avisar a pessoa responsável pela sua entrega	Externa
Preparar clichés	Preparar todos os clichés (verificar se já tem o furo na calha e colocar fita adesiva)	Externa
Preparar as impressoras que não estão em uso	Impressoras que não estão a uso na OF atual devem ser preparadas antes da paragem da máquina (colocar clichés)	Externa
Verificar se todas as tintas estão prontas e junto dos chupadores	Avisar o elemento responsável, caso as tintas não estejam no devido local	Externa
Verificar se existem paletes vazias para receber nova OF	Pedir mais paletes caso a sua quantidade seja insuficiente para a próxima OF	Externa
Limpeza das impressoras a utilizar na próxima OF	Começar pelas impressoras que serão necessárias na próxima OF	Interna
Colocação de clichés nas impressoras da OF anterior	Clichés que não puderam ser colocados com a máquina em produção	Interna
Ajuste do paletizador e do alimentador de cartão	Com a informação do tipo de cartão (ponto 2) ajustar estes elementos de acordo	Interna
Testes iniciais da nova OF (controlo de qualidade)	Fazer ajustes necessários para colocar o produto dentro do padrão exigido	Interna
Início da produção	Máquina em funcionamento	Externa
Concluir limpeza de impressoras que não pertencem à nova OF	Terminar a limpeza das impressoras da OF anterior e que não são necessárias à nova OF	Externa
Estudar próxima OF	Regressar ao ponto 1	Externa

Cada uma das tarefas listadas na Tabela 13 deve ser realizada, do início ao fim, sem interrupções para fazer outras tarefas. Este cuidado irá diminuir o número de deslocações desnecessárias e o tempo desperdiçado. Sublinha-se que os pontos 1, 2 e 3 são vitais para que o resto do trabalho seja fluido, sendo importante que cada operador saiba o que fazer antes da máquina parar, sem que precise de orientação a cada momento.

Com base na informação já sistematizada de tarefas a executar, será importante elaborar um conjunto de instruções de trabalho, pois este tipo de documento visa informar os operadores da linha, sobretudo os recém-chegados, sobre a forma correta de executar a atividade. A elaboração e disponibilização deste tipo de documento deverá ser o mais simples e resumida possível, podendo conter elementos visuais (imagens ou diagramas) que transmitam a mensagem mais facilmente. Os anexos J, K e L apresentam as instruções de trabalho realizadas para suporte das várias etapas dos *setups*.

4.3 Implementação 5S E Gestão Visual

Tendo por base a metodologia 5S e a Gestão Visual, são apresentadas de seguida um conjunto de propostas complementadas com as já identificadas anteriormente.

- **Implementação de um Quadro de Controlo**

A proposta em implementar um quadro de controlo resulta da possibilidade de se poder reaproveitar parte dos recursos já existentes na linha de produção, em particular um de dois quadros brancos que se encontram subaproveitados.

O quadro de controlo tem por objetivo disponibilizar informação relevante e documentação útil. Uma vez que este tipo de quadro já existe implementado noutras linhas da fábrica, procurou-se compor o quadro de modo idêntico, sendo este um ponto de partida e passível de ser alterado. No quadro constarão informações relativas à qualidade, como não conformidades ou custos da não qualidade, informações estatísticas (desempenho geral da linha) com diversos indicadores e, ainda, um espaço destinado à segurança e outras informações gerais.

Os documentos a afixar já estão criados pelos respetivos departamentos,

carecendo apenas de um local para serem expostos na linha de montagem. Assim, poderá optar-se por um quadro de controlo semelhante ao da Figura 28.

QUALIDADE		ESTATÍSTICAS			BSO/SEGURANÇA	
1	2	6	7	8	12	13
3	4	9	10	11	INFORMAÇÕES/NOTAS	
5					14	15
1	Não conformidades					
2						
3						
4						
5	Custos da não qualidade					
6	Percentagem de paragens e microparagens					
7	Tempo médio de acertos					
8	Nº de acertos por operador					
9	Média de produção em m ² /hora					
10	Exemplo: Equipas de socorrismo					
11	Exemplo: Instruções de trabalho					
12	Exemplo: Resultado de auditoria de Observação de Comportamento Seguro					
13	Notas					

Figura 28: Esquema do quadro de controlo a implementar

- **Arrumação de tintas e vernizes**

Havendo necessidade de ter disponíveis alguns tipos de tintas e vernizes na linha de produção, procura-se melhorar o acesso e arrumação das mesmas. Assim, considerando o pouco espaço disponível, propõe-se a aquisição de uma mesa giratória (do tipo *Lazy Susan*), que permitirá substituir os carros atualmente usados para o efeito. A título de exemplo, é apresentado um modelo na Figura 29.



Figura 29: Mesa giratória (para armazenar tintas e vernizes)

A grande vantagem de uma mesa giratória é a de facilitar o acesso a toda a área de arrumação, bastando rodar a mesa para a posição mais favorável (balde mais acessível). Este sistema irá reduzir o risco de lesão dos operadores e a quantidade de movimentos necessários para retirar o balde pretendido.

- **Organização de almofadas e clichés**

Existe um número razoável de almofadas para clichés que se dividem em comprimentos que variam 10 cm entre cada variedade. A

Figura 30 mostra o esquema sugerido para a construção de uma estante com divisórias que permita uma rápida identificação da almofada pretendida. Por uma questão de otimização de espaço na linha de produção, a melhor solução seria ter as almofadas dispostas na vertical, desobstruindo a passagem dos operadores e evitando que estes choquem com as almofadas, como acontece pontualmente.

No que respeita à arrumação dos clichés, tendo em conta a elevada quantidade destes, considera-se que a forma de disposição é a que permite o melhor aproveitamento do espaço, no entanto, pode melhorar-se muito a identificação e localização dos mesmos. Sugere-se que sejam aplicadas “régua de rótulos” em ambas as estantes presentes na linha e uma reordenação dos clichés numa sequência lógica, como por exemplo, o número da OF. Existem algumas opções no mercado que poderão ser consideradas, como a que se apresenta na Figura 31. Este sistema não só permite uma mais rápida localização dos clichés necessários para cada OF, como também permite a troca de etiquetas, podendo a informação ser atualizada sempre que existe a adição ou subtração de clichés na estante.

1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9

Figura 30 Esquema de arrumação de almofadas de cliché



Figura 31: Rótulos de identificação de clichés

- **Organização dos números identificadores de Ordens de Fabrico**

A organização dos números identificadores de OF é bastante fácil de resolver com a aquisição de um dos diversos produtos existentes no mercado. A título de exemplo, pode ser utilizada uma caixa de plástico com divisórias identificadas (Figura 32).



Figura 32: Caixa de arrumação dos números identificadores de OF

- **Marcação do chão nas principais zonas e sua identificação**

A total ausência de marcações no chão da linha constitui uma ameaça à segurança dos colaboradores ou pessoas que lá se encontrem, nomeadamente quando existe circulação de empilhadores e porta-paletes. A marcação do chão nas principais zonas vai não só ajudar a reduzir este risco, como também melhorar a organização do espaço ao delimitar as zonas de arrumação para as cargas presentes na linha (paletes, tintas, cartão, entre outros). É também proposta a identificação dos principais elementos com etiquetas, tais como, controlador da máquina, bancadas, estantes de clichés, etc.. Esta identificação ajuda, acima de tudo, os novos colaboradores que não conhecem o espaço.

- **Dificuldades de comunicação entre operadores**

É possível observar, com bastante frequência, alguma dificuldade para os operadores conseguirem comunicar entre eles, devido ao ruído que existe na linha e também à distância que, por vezes, existe entre eles. Este problema, apesar de não ocorrer somente durante as operações de *setup*, é mais notório nesta fase, devido ao aumento de atividade que caracteriza as trocas de *setup*. A dificuldade de comunicação origina deslocações dos operadores até locais onde se consigam fazer entender, aumentando os tempos de *setup*. Para solucionar o problema enunciado anteriormente, existem algumas abordagens possíveis, das quais se destacam duas. A primeira será recorrer a intercomunicadores tipo “Walkie-Talkie” (Figura 33), dado que a comunicação se faz, maioritariamente, de forma verbal. A segunda solução passaria por implementar uma comunicação de base visual, como por exemplo, a comunicação gestual, onde, através de gestos pré-definidos pelos operadores, estes

poderiam comunicar as informações que são mais frequentemente repetidas. Em conjunto com a comunicação gestual, poderiam ser aplicados alguns sinais luminosos (*Andon*), cujo código de cores poderia dar indicações aos operadores sobre determinadas ocorrências. Este sistema é particularmente útil para situações em que os operadores não se encontram no campo visual dos outros elementos da equipa.



Figura 33 Auscultador protetor com microfone

5. Análise de Resultados

Neste capítulo será apresentada a análise das propostas de melhoria na secção de flexografia MasterFlexo. As propostas implementadas tiveram como base algumas das ferramentas do *Lean*, designadamente: SMED, 5S e Gestão Visual.

Devido à demora na implementação das medidas, ou até mesmo à impossibilidade de as realizar, não será possível avaliar o impacto real das mesmas, pelo que se fará apenas uma análise teórica. As razões para a não implementação das medidas estão relacionadas com o facto de a equipa habitual não estar completa durante esta fase, por baixa ou por férias, e também porque algumas das medidas foram desconsideradas por serem pouco vantajosas, devido a carecerem de recursos não disponíveis ou, simplesmente, porque a aquisição dos equipamentos necessários foi feita tardiamente, não chegando em tempo útil. Neste sentido, cada uma das propostas será analisada e justificada neste capítulo.

5.1 Single Minute Exchange Die

Através da aplicação do estágio 2 da metodologia SMED é possível reduzir os tempos médios de *setup* (operações internas) em 4,5 minutos. A Tabela 14 resume os tempos de *setup* parciais e totais, observados e previstos (após implementação).

Tabela 14: Tempos de *setup* observados e tempos de *setup* previstos (apenas operações internas)

Fase do <i>setup</i>	Tempo de <i>setup</i> [minutos] (observado)	Tempo de <i>setup</i> [minutos] (proposto)
• Estudo de nova OF e preparação de cliché	3,2	0,0
• Preparação de cartão para nova OF	2,6	2,2
• Preparação da impressora	13,4	12,5
• Iniciar produção de OF	7,9	7,9
Setup Total	27,0	22,5

Melhoria do tempo de *setup* médio de 4,5 minutos

No âmbito do estágio 3 da metodologia SMED, foram propostas algumas medidas de melhoria em cada uma das fases do *setup*. De seguida, apresentam-se quais as propostas aceites e as recusadas, justificando cada uma delas.

- **Nomeação de ajudante externo à linha para transportar estrutural**

Esta medida, embora tenha o apoio dos operadores da linha, não poderá ser aplicada. Tal facto deve-se à carga de trabalho a que o colaborador, que distribui os clichés (entre outras tarefas), está sujeito. Tendo em conta que o colaborador em causa tem a função de fornecer todas as linhas com clichés (e suas recolhas), não existe capacidade para fazer também o transporte do estrutural. Os operadores continuaram a estar incumbidos desta tarefa.

- **Aquisição de nova bancada de preparação de clichés**

Dado o estado de deterioração da bancada que se encontra atualmente na linha de produção, esta proposta foi aceite de forma unânime. Até à conclusão deste trabalho, a nova bancada não foi rececionada, pelo que não será possível avaliar o impacto desta alteração.

- **Realização de mais tarefas pelo operador do alimentador**

O operador que está responsável por colocar cartão no alimentador na máquina não está habilitado a realizar todas as tarefas sem supervisão, contudo, existem tarefas onde poderá dar auxílio aos operadores especializados. Uma vez que existe uma rotatividade frequente dos operadores que realizam esta tarefa, torna-se pouco prático estar constantemente a treinar os diferentes operadores para que estes se tornem mais autónomos. Por este motivo, continuarão a ser dadas as instruções necessárias, de forma mais ou menos constante, para que o operador participe mais nas tarefas.

- **Diminuição de erros de impressão**

O departamento de melhoria contínua considerou válida a ideia proposta, estando previsto que os novos clichés deste tipo (impressão de abas) venham a ter calhas *poka-yoke*, no entanto, até à conclusão deste trabalho não foi possível observar esta melhoria aplicada na secção. É no entanto expectável que os resultados sejam bastante positivos.

- **Colocação de uma estante/carrinho para clichés lavados em zona central da secção**

A colocação de um carrinho de clichés lavados/usados, de menores dimensões, junto das unidades impressoras, beneficia os operadores ao eliminar as deslocações ao extremo da linha que, tipicamente, se traduz em quase 50 metros de deslocações. No anexo M é possível visualizar o percurso utilizado para arrumar clichés usados, após esta melhoria. Este carrinho (Figura 34) é facilmente movido, ficando o colaborador, que distribui os clichés pelas diversas linhas, responsável por o recolher sempre que necessário.



Figura 34: Carrinho de clichés lavados

- **Padronização de ferramentas/consumíveis nas unidades impressoras**

Pelo custo relativamente baixo e pelos benefícios óbvios (menos deslocações e tempo perdido), foi aprovado que todas as impressoras teriam os acessórios e consumíveis utilizados mais recorrentemente. Até à conclusão deste trabalho, esta alteração ainda estava em curso, devido à demora em adquirir as ferramentas que permitiam a correção do ângulo dos rolos. Assim, optou-se por colocar as ferramentas disponíveis nas impressoras mais utilizadas (primeiras três impressoras).

- **Dificuldades de comunicação entre operadores**

Após discussão com o responsável de melhoria contínua e com os operadores da linha de flexografia em estudo, foi constatado que a aquisição de equipamentos de comunicação embora resolva o problema, envolve um acessório extra que os operadores têm de transportar, sendo também dispendioso. Ficou decidido o uso de sinalética gestual para transmitir as mensagens mais recorrentes. A proposta de adquirir auriculares e microfones não foi inteiramente eliminada, podendo ser implementada no futuro (tal como já o foi numa outra linha desta fábrica).

- **Plano de trabalho**

A organização do trabalho de uma forma sistematizada tem benefícios claros, contudo, devido a inúmeros imprevistos como mudança de OF, tintas ou cartão que necessitam de ajustes extras, entre outros problemas técnicos, faz com que esta proposta não possa ser adotada, mas não de uma forma inflexível. Ficou decidido que esta proposta ficaria colocada de parte, apesar de poder servir como linha de orientação para futuros colaboradores desta equipa.

- **Folha de instruções de trabalho**

Esta proposta de melhoria foi de encontro ao que já se encontra aplicado noutras linhas desta fábrica. Tratando-se de um documento pertencente ao Sistema de Gestão da Qualidade, foi imediatamente aceite pelo responsável do departamento enquanto melhoria. Com este documento criado, será possível descentralizar o conhecimento que antes desta alteração era retido pelos trabalhadores mais experientes. Tendo em conta que, durante a realização deste trabalho, a equipa ficou largos períodos de tempo com um dos elementos ausentes, este tipo de documento vai permitir o acesso à informação sobre o processo a qualquer elemento que desconheça o mesmo.

Não foi possível analisar o impacto real que esta melhoria causou na secção, pois seria necessário um período mais alargado de observação, contudo, espera-se que a adaptação de novos colaboradores seja mais célere do que anteriormente.

5.2 5S e Gestão Visual

- **Quadro de Controlo**

Com o objetivo de disponibilizar uma variedade de documentação e informação útil aos operadores da linha, foi implementado um quadro de controlo. Neste quadro estão informações/documentos como dados estatísticos relativos à produção (taxa de produção, números de *setups*, percentagem de paragens/microparagens, entre outros), assim como documentos relativos a ocorrências de produtos defeituosos, custos com a qualidade, algumas instruções de trabalho, entre outros.

O quadro de controlo representado na Figura 35 possibilita que os operadores tenham um retorno constante sobre o seu posto de trabalho nas várias métricas existentes, permitindo também a reflexão sobre o que pode ser feito para melhorar o desempenho em cada uma das variáveis quantificadas.

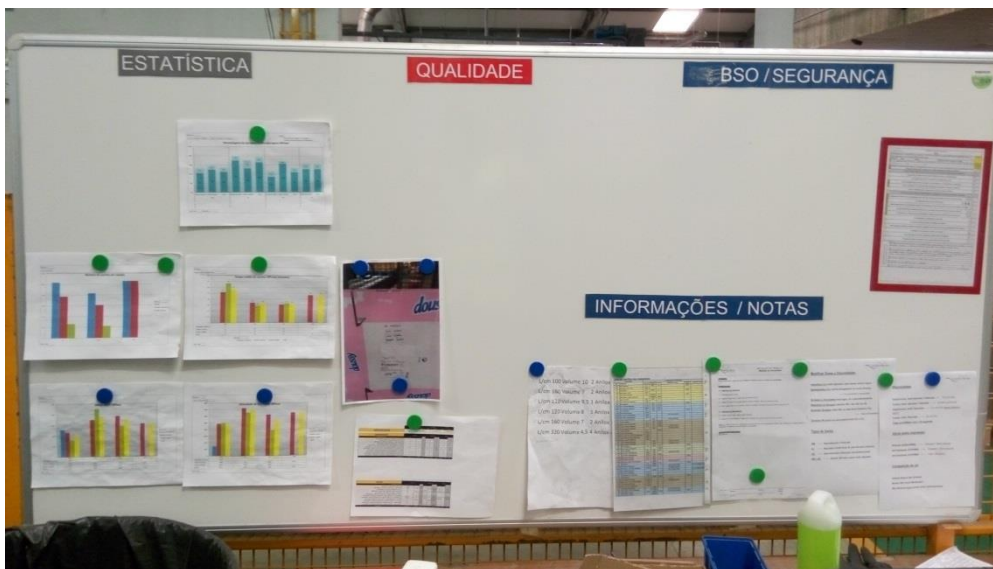


Figura 35: Quadro de controlo implementado

- **Arrumação de tintas e vernizes**

Embora a ideia proposta para reformular a forma de arrumação das tintas e vernizes tenha tido uma aceitação favorável, esta não foi aplicada, dado existirem necessidades mais prementes de aquisição de equipamentos. Futuramente, será uma hipótese a considerar.

- **Organização de almofadas e clichés**

No que respeita à organização das almofadas para clichés, a proposta foi aceite pela equipa. No entanto, embora tenha sido dada ordem para a construção da estante/armário para a arrumação das almofadas, esta ainda não estava concluída, pelo que a proposta não foi implementado na secção.

Para a arrumação dos clichés, a ideia proposta de colocar etiquetas de identificação nas estantes presentes na linha apresenta algumas limitações. Uma vez que apenas existem duas estantes na secção e, tendo em atenção a grande variedade de produções que lá são realizadas, as etiquetas teriam de ser constantemente substituídas ou reescritas, tornando a proposta pouco viável.

- **Organização dos números identificadores de Ordens de Fabrico**

A proposta apresentada para organizar os números identificadores de OF foi bem recebida, tendo sido dada ordem para a aquisição de um armário de arrumação semelhante ao da Figura 36. Esta forma de arrumação permitirá não só a organização dos números identificadores mas também a de outros objetos, como pequenas ferramentas e consumíveis. À data da conclusão deste trabalho, este equipamento não foi colocado ao serviço dos operadores da linha em estudo, não sendo possível avaliar o seu impacto na organização da mesa de trabalho.



Figura 36: Bastidor de arrumação

- **Marcação do chão nas principais zonas e sua identificação**

Trata-se de uma ferramenta aplicada noutras secções da fábrica, logo foi dada aprovação para que fosse implementada. Após a demarcação e identificação dos principais elementos da secção, o aspeto é o que se pode observar na Figura 37. Excetuando os corredores de circulação, as restantes marcações foram realizadas de acordo com a informação que consta no anexo N.

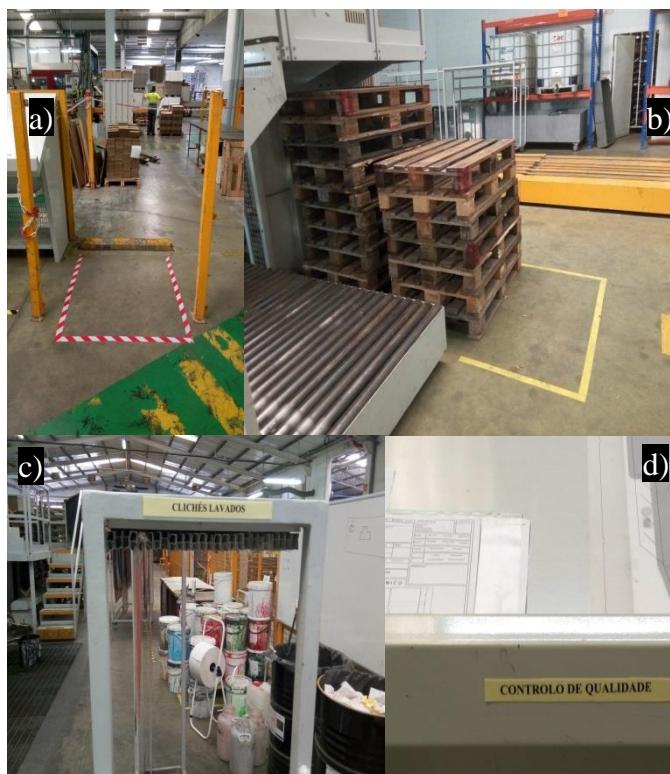


Figura 37: Marcação de chão com fitas (a) e (b) –; Identificação de elementos com etiquetas (c) e (d) –

Foi realizada a auditoria, no âmbito da metodologia 5S, com o objetivo de avaliar o estado da secção após a implementação das medidas de melhoria. É possível constatar que o estado geral da secção melhorou em alguns aspetos, embora não tenha sido possível aplicar todas as medidas de melhoria, (Tabela 14). A auditoria, após a implementação das medidas de melhoria, encontra-se no anexo O.

Tabela 15: Pontuação das auditorias 5S antes e após aplicação de melhorias na secção

Senso	Auditoria 5S inicial	Auditoria 5S final
1ºS - Utilização	2,0	2,4
2ºS – Ordenação	1,8	2,0
3ºS – Limpeza	2,7	2,7
4ºS - Saúde	3,0	3,0
5ºS – Autodisciplina	2,4	2,4
Pontuação Global	11,9	12,5

6. Conclusão

Neste capítulo serão sumariadas as principais conclusões resultantes do desenvolvimento do projeto. Também serão referidas algumas limitações que surgiram ao longo da sua execução.

Um dos objetivos deste projeto era a aquisição de conhecimentos sobre o Lean e algumas das suas principais ferramentas. Este objetivo foi cumprido com a elaboração do Capítulo 2 (Revisão Bibliográfica). Os conhecimentos adquiridos foram preponderantes na execução do trabalho de campo, nomeadamente no que respeita à ferramenta SMED, facilitando a aplicação da mesma através das linhas orientadoras bem definidas na bibliografia consultada.

Com este trabalho, o autor ficou a conhecer um pouco melhor a realidade e características do tipo de linhas como a que foi alvo deste estudo. De sublinhar o facto de este tipo de linhas ser operado com um número reduzido de operadores, cujos conhecimentos sobre o processo e equipamentos são essenciais para que a produção ocorra com a melhor fluidez possível, principalmente considerando a tecnologia envolvida (flexografia). Também se considera importante sublinhar a elevada quantidade de produções que são executadas neste tipo de linhas, confirmando a importância da redução dos tempos de *setup*.

Como principal objetivo definido para este trabalho, está a implementação e validação das ferramentas *Lean* aplicadas, a saber: SMED e 5S e Gestão Visual.

No que concerne à ferramenta SMED, foi efetuado um estudo aprofundado sobre o processo, em que consiste e qual o esquema organizativo do mesmo. Através da observação na secção em estudo, foi possível descrever todas as tarefas que envolvem as trocas de *setup* e detetar falhas que prejudicam a execução destas com maior rapidez e menos erros. As limitações encontradas durante a execução deste trabalho impediram a aplicação das medidas consideradas mais pertinentes, impossibilitando uma análise quantitativa real dos seus efeitos nos tempos de *setup*, sendo apenas possível fazer uma estimativa, tal como exemplificado na Tabela 14

(secção 5.2.1), onde se prevê uma redução dos tempos de *setup* de 4,5 minutos. Além desta proposta, apenas foi possível implementar a organização dos números marcadores de OF (SMED), não tendo sido possível concluir quais os efeitos nos tempos de *setup*.

No contexto do 5S e da Gestão Visual foram aplicadas algumas medidas de melhoria, nomeadamente um quadro de controlo onde consta informação de cariz técnico e também documentos com indicadores de qualidade e produção, podendo agora ser consultadas, quer pelos colaboradores, quer por clientes. A implementação de marcações no chão e a identificação com etiquetas (dos principais elementos na linha) tornou mais imediata o reconhecimento de zonas perigosas e de armazenamento de material de maior volume.

6.1 Limitações

No decorrer deste projeto surgiram alguns problemas que limitaram a implementação de medidas de melhoria bastante promissoras, não tendo sido possível quantificar o seu eventual sucesso. De destacar as seguintes limitações:

- **Aquisição das ferramentas e acessórios** – embora tenha sido dada ordem para avançar com a compra de algumas ferramentas e do bastidor de arrumação, bem como com a construção da estante para arrumar almofadas RBAK, esta medida não foi implementada é à conclusão do presente trabalho. Notou-se alguma inércia na aquisição deste tipo de materiais, sendo um problema reconhecido por alguns colaboradores;
- **Equipa habitual com elementos ausentes** – uma das medidas mais promissoras no que respeita à redução de tempos de *setup* não pôde ser implementada devido à ausência de um dos elementos durante o período de aplicação das melhorias. A medida diz respeito à eliminação de algumas tarefas internas (ver secção 4.1), cuja medida teria uma influência direta no processo de trocas de *setup*, pois seria mensurável através dos registos informáticos. Assim, fica registada como medida a implementar futuramente;

- **Recursos humanos indisponíveis** – Outra das medidas que foi impossível implementar foi a de nomear um colaborador (que não os da secção em estudo) para fazer o transporte dos vegetais de cada obra, tanto do local de armazenamento para a secção, como o inverso. Esta medida pouparia uma deslocação que demora quase 2 minutos, que neste momento se traduz em mais tempo de paragem de máquina. Devido à elevada carga de trabalho, não existem atualmente colaboradores que possam assumir esta tarefa.

6.2 Trabalhos futuros

Após a realização deste trabalho, sugerem-se algumas propostas com vista à melhoria contínua da secção de flexografia estudada. Considerando que não foi possível aplicar todas as medidas de melhoria aprovadas, sugere-se que num trabalho futuro, com vista à melhoria do processo produtivo, se apliquem as medidas referidas anteriormente (secção 6.1).

Um dos problemas que surge com frequência é a alteração do plano de trabalho diário. Uma vez que as operações de *setup* envolvem uma complexidade que depende diretamente da OF anterior, da quantidade e tipos de cores utilizadas, das dimensões do cartão, do número de impressoras necessárias, entre outros, a alteração na organização das OF pode originar *setups* cuja duração pode passar dos 5 ou 6 minutos para algumas dezenas de minutos. Por este motivo, sugere-se uma reformulação na forma de gerir pedidos urgentes de última hora, como por exemplo, a criação de uma nova linha exclusivamente dedicada a absorver este tipo de trabalhos.

Ainda relativamente aos estruturais (papel vegetal com 2D das obras), é sugerida a implementação de projetores laser com finalidade de recrear a estrutura correspondente a cada obra, onde constem as linhas dos vincos e as linhas das gravuras, à semelhança da projeção apresentada na Figura 38. Esta medida não só elimina a necessidade de existir uma secção de armazenamento deste tipo de documentos, como torna mais rápido o seu acesso (por meio informático), facilitando também a ação do controlo de qualidade dos cartões impressos.

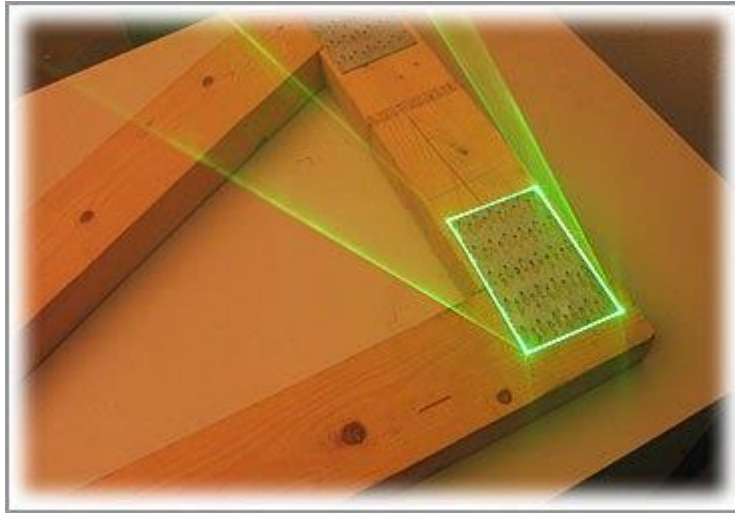


Figura 38: Projetor *laser* de linhas a partir de ficheiros 2D [27]

Finalmente, sugere-se o cruzamento da experiência com as informações entre as várias linhas existentes na fábrica. Foi possível observar que existem linhas cujo processo produtivo se assemelha ao da secção alvo deste estudo, embora com algumas diferenças tecnológicas. Embora semelhantes, existem várias diferenças, tais como, métodos de comunicação à distância, documentação informativa, organização geral da linha e níveis de experiência diferentes no que respeita aos operadores. Aconselha-se, por isso, envolver elementos de outras secções da fábrica no planeamento e na implementação de medidas de melhoria, promovendo assim uma padronização para todas as secções.

Bibliografia

- [1] J. Nicholas, *Lean Production for Competitive Advantage: A Comprehensive Guide to Lean Methodologies and Management Practices*, Flórida: CRC Press, 2011.
- [2] J. Womack, D. Jones e D. Roos, *The machine that changed the world*, 1990.
- [3] C. Protzman, F. Whiton, J. Kerpcha, C. Lewandowski, S. Stenberg e P. Grounds, *The Lean Practitioner's Field Book: Proven, Practical, Profitable and Powerful Techniques for Making Lean Really Work*, New York: Productivity Press, 2016.
- [4] A. o. Lean, "Art of Lean, Inc.," 05 08 2017. [Online]. Available: http://artoflean.com/documents/pdfs/The_Eight_Questions_of_TPS_Revised.pdf.
- [5] F. Almeida, "Implementação de Princípios e Ferramentas de Produção Lean na Secção de Acabamentos de uma Empresa de Peças Metálicas para Automóveis," Universidade do Minho, Braga, 2017.
- [6] T. M. Corporation, "Just-in-Time — Philosophy of complete elimination of waste," 03 Agosto 2017. [Online]. Available: http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/just-in-time.html.
- [7] J. Pinto, *Pensamento Lean - A filosofia das organizações vencedoras*, Lisboa: LIDEL, 2014.
- [8] I. Art of Lean, "TOYOTA PRODUCTION SYSTEM BASIC HANDBOOK," 21 Agosto 2017. [Online]. Available: http://www.artoflean.com/files/Basic_TPS_Handbook_v1.pdf.
- [9] L. Maia, A. Alves e C. Leão, "METODOLOGIAS PARA IMPLEMENTAR LEAN PRODUCTION: UMA REVISÃO CRITICA DE LITERATURA," Universidade do Minho, Braga, 2011.
- [10] R. Silva, "Ferramentas Lean Manufacturing, Princípios, Implementação," 18 Agosto 2015. [Online]. Available: <https://pt.linkedin.com/pulse/ferramentas-lean-manufacturing-princ%C3%ADpios-rodilson-silva-green-belt>.

- [11] S. Shingo, *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*, Productivity, Inc., 1985.
- [12] R. Maia, A. Idrogo e M. Leite, "USO DA TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTA (TRF) PARA OTIMIZAR AS OPERAÇÕES DE SETUP EM UMA INDÚSTRIA DO RAMO CALÇADISTA," em *A integração de cadeias produtivas com a abordagem*, Rio de Janeiro, 2008.
- [13] P. Mota, "ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA SMED E O SEU IMPACTO NUMA LINHA DE PRODUÇÃO," Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2007.
- [14] P. P. D. Team, *Quick Changeover Leaders Guide*, New York: TAYLOR & FRANCIS INC, 1996.
- [15] M. Sugai, R. I. McIntosh e O. Novaski, "Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso," *Gestão & Produção*, 5 Maio 2007.
- [16] Missbauer, "Order release and sequence-dependent setup times," *International Journal of Production Economics*, pp. 131-143, 1997.
- [17] R. Haddad, M. Carvalho e R. Rocha, "INTEGRAÇÃO ENTRE ERP E PROGRAMAÇÃO MATEMÁTICA UM ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS," *Revista Produção Online*, Fevereiro 2004.
- [18] J. Earley, *The Lean Book of Lean : A Concise Guide to Lean Management for Life and Business*, EUA: Wiley, 2016.
- [19] Isoflex, " O QUE É GESTÃO À VISTA?," 29 Janeiro 2015. [Online]. Available: https://www.lojaisoflex.com.br/Noticia/18/O_QUE_E_GESTAO_A_VISTA.
- [20] A. Aguiar, "Slides da disciplina de manutenção e tpm total productive maintenance," 11 Dezembro 2014. [Online]. Available: <https://pt.slideshare.net/AloysioAguiar/slides-da-disciplina-de-manuteno-e-tpm-total-productive-maintenance>.
- [21] A. Gomez, "A Historical essay on the development of flexography," Rochester Institute of Technology, Rochester, 2000.
- [22] O. Rosa, "Popular Printing Methods Today," 2 Novembro 2014. [Online]. Available: <http://www.printingdeals.org/specials/popular-printing-methods.html>.
- [23] S. Papel, "Sacola Papel," 07 Maio 2017. [Online]. Available: <http://www.sacolapapel.com/2011/05/entenda-um-pouco-sobre-nossa->

impressao.html.

- [24] R. Group, "Rudico Flexo Processing," 07 Maio 2017. [Online]. Available: <https://www.rudico.nl/en/prepress/>.
- [25] P. Júnior, "Linkedin," 28 Janeiro 2010. [Online]. Available: <https://pt.slideshare.net/paulomatosjr/flexografia-apresentao>.
- [26] L. Cartonarte - Industria de Cartonagem, "Cartonarte," 2 Agosto 2017. [Online]. Available: <http://www.cartonarte.pt/>.
- [27] H. B. Supply, "Laser Projection System," 2017.
- [28] S. C. Júnior, "7 Desperdícios na Produção - Quais são?," 06 Maio 2017. [Online]. Available: <http://blogsmartconsultoriajr.blogspot.pt/2014/05/7-desperdicios-na-producao-quais-sao.html>.

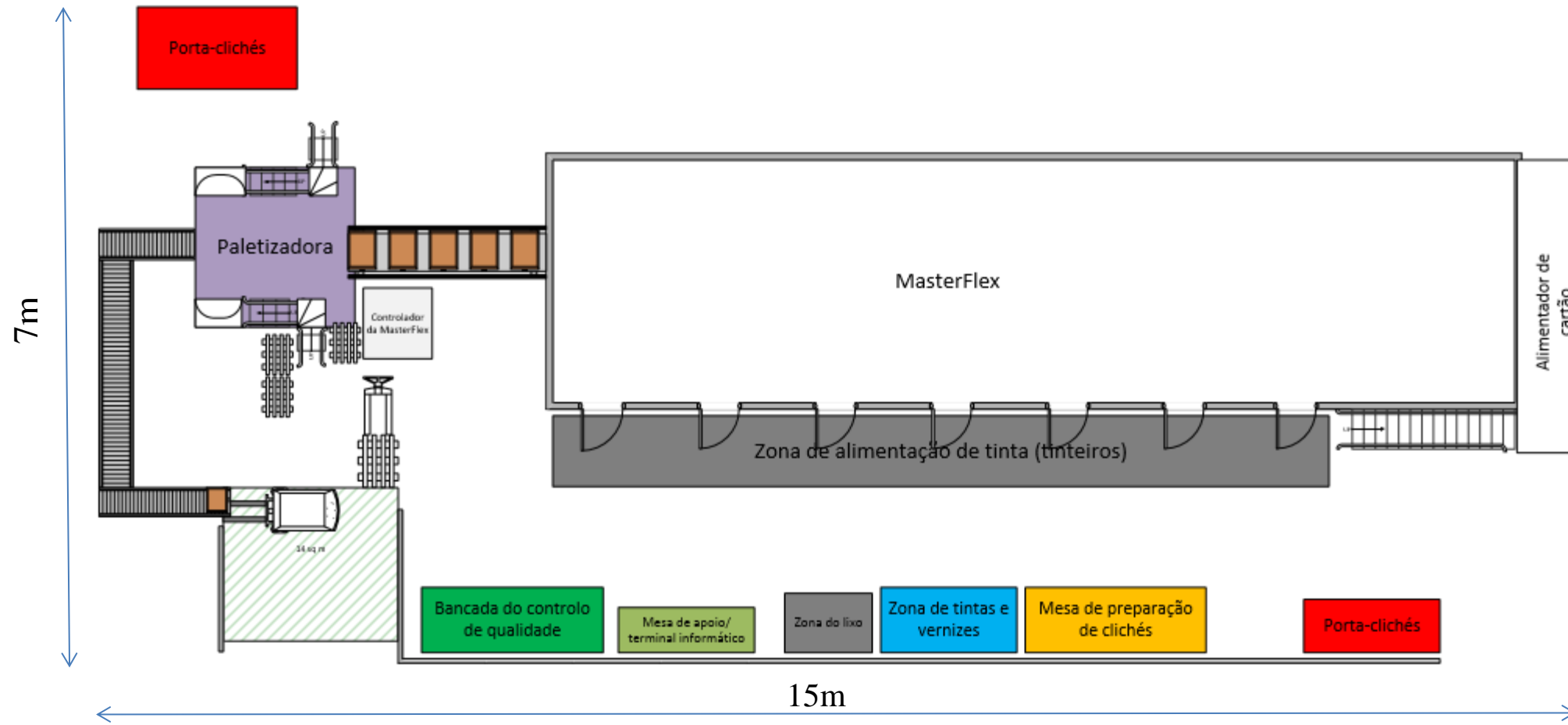
Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

ANEXOS

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.



ANEXO A

ANEXO A – Layout da secção de flexografia MasterFlexo (Estado inicial)



ANEXO B

ANEXO B – Auditoria 5S à secção antes da aplicação de medidas de melhoria na secção

Logo da Empresa	CHECKLIST DE AUDITORIA - PROGRAMA 5S (Produção)					Versão do documento
Setor Auditado:	MasterFlexo	Representante do Setor Auditado:				
Auditor (es):	Filipe Pires					
Pontuação:	1 ponto - RUIM 	2 pontos - REGULAR 	3 pontos - BOM 	0 pontos - Não aplicável		
1º S – UTILIZAÇÃO (SEIRI) - PONTOS DE AVALIAÇÃO					N/A	OBSERVAÇÕES
1- Existem materiais e/ou equipamentos que não estão sendo utilizados sobre as bancadas?			X			Óculos e luvas de proteção antigos
2- Existem objetos desnecessários debaixo das bancadas (caixas de papelão, etc.)			X			Caixas de cartão vazias e uma peça de vestuário em mau estado
3- Os dados ou informações disponíveis no quadro de aviso e/ou na parede estão atualizados ou estão a mais de 2 meses ?		X				Informações presentes datadas e incompletas
4- Verificar se há fios de eletricidade, telefônicos espalhados pelo chão ou mesmo mal fixados nas paredes, proporcionando risco de acidentes ou demonstrando desorganização.				X		
5- Existem objetos pessoais no local de trabalho?			X			Garrafas de água dos operadores numa das mesas de trabalho
Pontuação = Soma das notas dividido pela quantidade de itens aplicáveis.		2				
2º S – ORDENAÇÃO (SEITON) - PONTOS DE AVALIAÇÃO					N/A	OBSERVAÇÕES
1- Os materiais/objetos/equipamentos estão em locais adequados e organizados?		X				Ferramenta da impressora, x-acto, números identificadores de Of's espalhados pela mesa
2- Os locais onde os materiais são guardados/alocados estão identificados corretamente?		X				Não existe identificação para a maior parte dos materiais
3- Uso das lixeiras corretamente para papéis, plásticos, metais, orgânicos etc?				X		
4- Os produtos químicos estão devidamente identificados e guardados em local apropriado quando não estão em uso?			X			Algumas desorganização dos produtos químicos, não existindo um local de arrumo específico
5- Os equipamentos de combate à incêndios estão em boas condições e prontos para o uso?					X	
6- De modo geral o setor, encontra-se organizado?			X			
Pontuação		1,8				
3º S – LIMPEZA (SEISOU) - PONTOS DE AVALIAÇÃO					N/A	OBSERVAÇÕES
1- Os móveis, materiais, máquinas e equipamentos estão em boas condições de limpeza?			X			Existem alguns restos de fita-cola na mesa de trabalho (ocasionalmente)
2- O chão está limpo? Há materiais jogados no chão?				X		
3- No geral o setor está limpo?				X		
Pontuação		2,7				
4º S – SEIKETSU (SAÚDE) - PONTOS DE AVALIAÇÃO					N/A	OBSERVAÇÕES
1- As lâmpadas, luminárias estão limpas e em funcionamento?				X		
2- Os banheiros encontram-se em bom estado de conservação por parte dos usuários?				X		
3- Os colaboradores zelam pela limpeza do seu ambiente de trabalho?				X		
Pontuação		3				
5º S – SHITSUK (AUTO-DISCIPLINA) - PONTOS DE AVALIAÇÃO					N/A	OBSERVAÇÕES
1- As iluminações desnecessárias estão sendo apagadas após a saída do local?				X		
2- Os equipamentos estão sendo desligados nos horários em que não há atividades?				X		
3- São deixadas portas de armários e gavetas abertas?				X		
4- Os materiais de uso comum, quando não estão sendo mais utilizados, são colocados nos locais determinados?			X			
5- Todos estão utilizando identificação?		X				Não existe qualquer identificação visível
6- Todos estão utilizando uniforme?				X		
7- Os colaboradores demonstram se importar com o cumprimento dos requisitos do programa 5S?			X			No geral é demonstrada preocupação
Pontuação		2,4				
PONTUAÇÃO GERAL		11,9				
<p>NOTA 0 - Item que não se aplica ao departamento;</p> <p>NOTA 1 - Corresponde a inexistência, desconhecimento em relação a um determinado requisito ou situação, indicando nível precário de gerenciamento do Programa 5s, quanto a questão considerada;</p> <p>NOTA 2 - Atribuída quando estiver em curso uma providência em relação à questão considerada. Indica um nível mediano de gerenciamento, ainda não satisfatório;</p> <p>NOTA 3 - Corresponde a um item efetivamente implantado, ainda em fase inicial e indica uma boa situação, tendendo a um aperfeiçoamento contínuo do Programa 5s;</p> <p>PONTUAÇÃO = Soma das notas dividido pela quantidade de itens aplicáveis.</p>						

ANEXO C

ANEXO C – Cálculo OEE

Overall Equipment Effectiveness Calculator

Enter your data into the white boxes and click the page to calculate the OEE figure.
Place your cursor over the boxes with the red triangles for more information. Print this out for easy reference.

Period/Equipment

Janeiro 2017 / MasterFlexo

Time

A Total Time Available 480 minutes

B Scheduled Downtime 30 minutes

C Unscheduled Downtime 176 minutes

D Operating Time (A-B-C) 275 minutes

Availability Rate = $D/(A-B)$ 61%

E Total Production 6796 pieces

F Ideal Run/Cycle Time 167 pieces per minute

Performance Rate = $(E/D)/F$ 15%

G Reject/Scrap Produced 137 pieces

Quality Rate = $(E-G)/E$ 98%

OEE

9%

Availability Rate

61%

Performance Rate

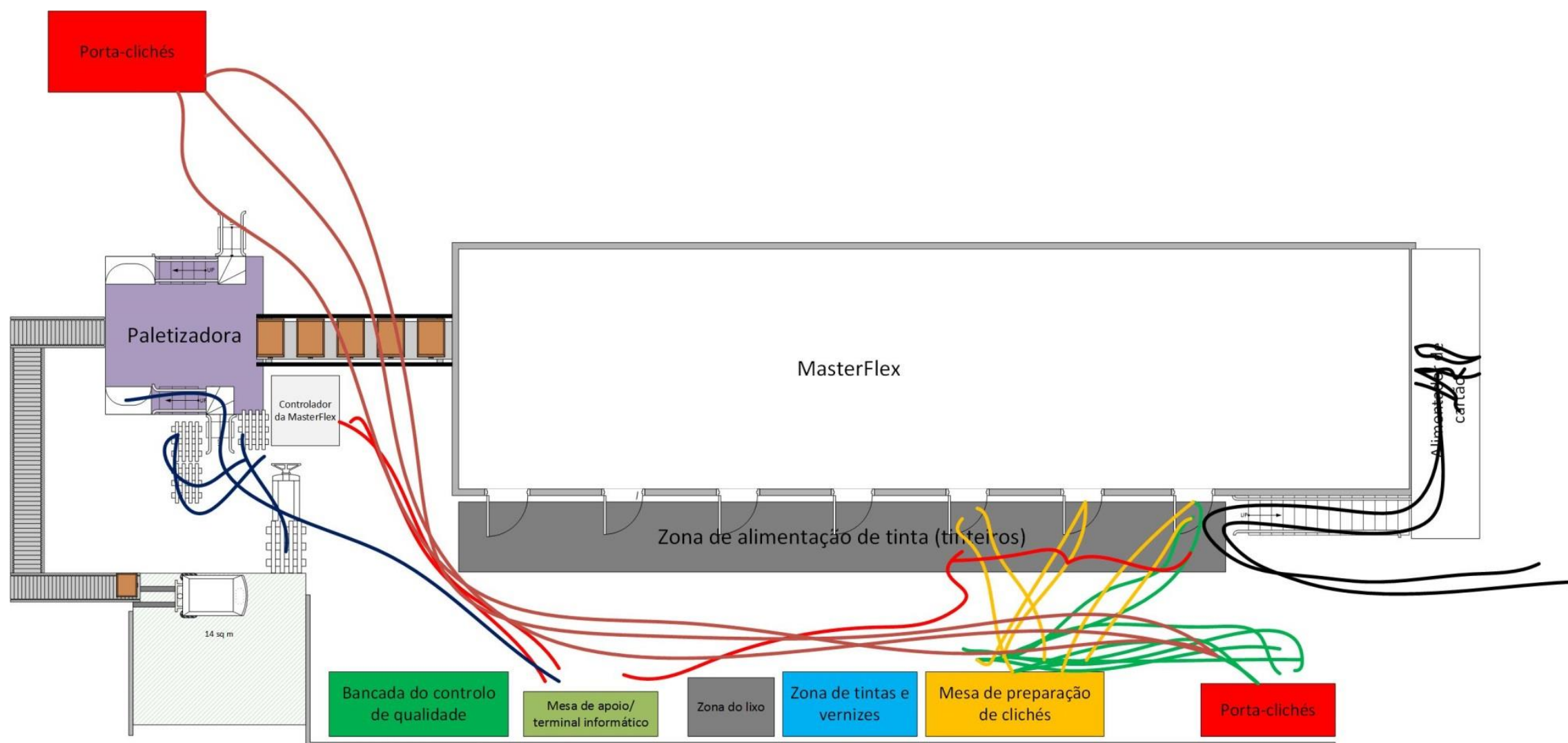
15%

Quality Rate

98%

ANEXO D

ANEXO D – Diagrama esparguete das deslocações na linha (observado)



ANEXO E

ANEXO E – *Standard Work Combination Sheet* da Preparação de Clichés

Data: 03-06-2017






Standard Work Combination Sheet

Secção: MasterFlexo	Nº de Operadores: 1/2	Nº de Tarefas: 5
Processo: Preparação do cliché	Tempo de ciclo: 2min10seg	Elaboração:Filipe Pires

Manual = 

Automático = 

Deslocação = 

#	Descrição da tarefa	Tempo			Tempo da tarefa (minutos)			
		Manual	Automático	Desl.	1	2	3	4
1	Analisar OF	0,51						
2	Ir buscar cliché	0,25		0,1				
3	Verificar estado do cliché	0,12		0,05				
4	Colar fita-adesiva no cliché	0,125		-				
5	Colar nº da OF	0,92		0,1				
		1,925		0,25	Totais			

Estudo de tempo de vários ciclos para obter média

Amostra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média
	0,30	0,50	0,30	0,40	0,60	1,00	0,10	0,60	0,90	0,40	0,51
	0,10	0,30	0,50	0,20	0,10	0,20	0,30	0,40	0,20	0,20	0,25
	0,10	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10	0,12
	0,10	0,20	0,10	0,10	0,15	0,15	0,10	0,10	0,15	0,10	0,125
	0,50	1,00	0,80	0,90	1,10	0,80	1,20	1,00	1,00	0,90	0,92

ANEXO F

ANEXO F – Standard Work Combination Sheet da Preparação do Cartão

Standard Work Combination Sheet

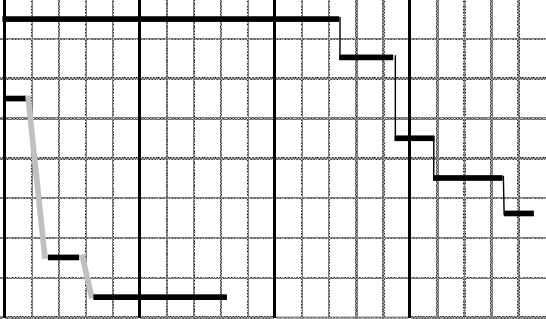
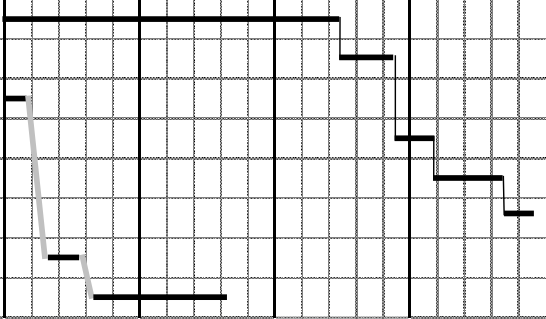
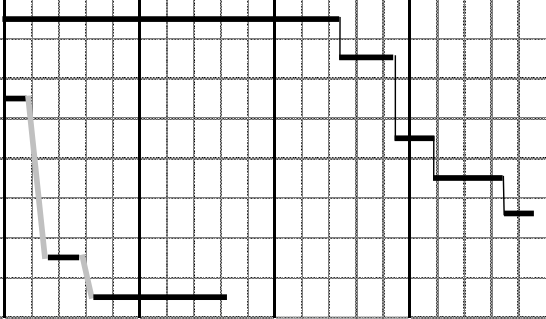
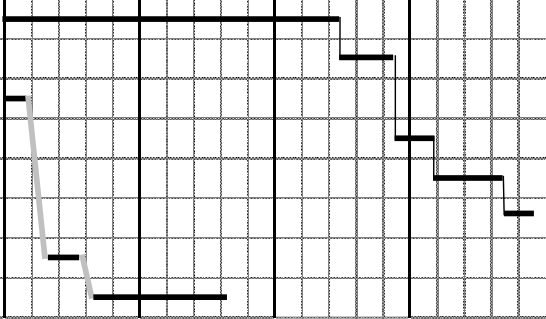
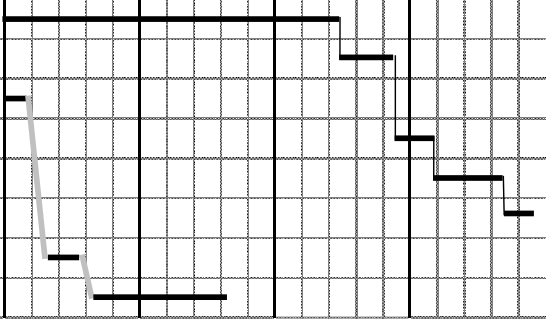
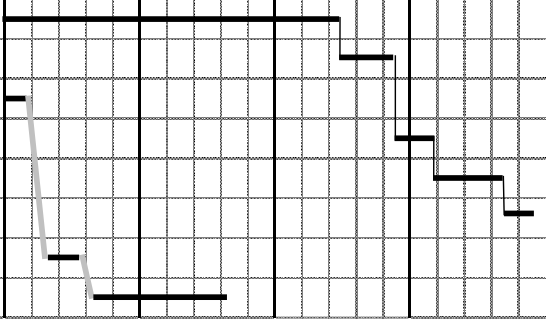
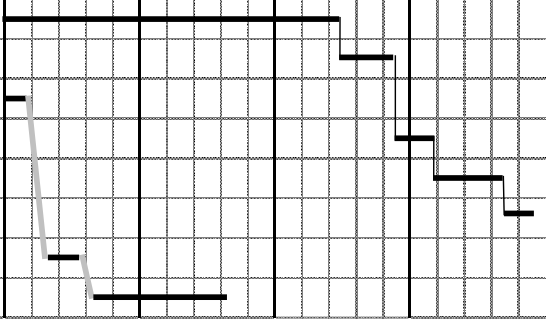
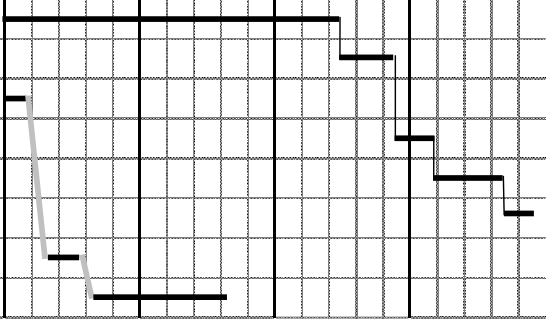
Data: 03-06-2017

Manual = 

Automático = 

Deslocação = 

Secção: MasterFlexo	Nº de Operadores: 1/2	Nº de Tarefas: 8
Processo: Prep. paletiz. e aliment. de cartão	Tempo de ciclo: 3min58seg	Elaboração: Filipe Pires

#	Descrição da tarefa	Tempo			Tempo da tarefa (minutos)			
		Manual	Automático	Desl.	1	2	3	4
1	Pedir cartão p/ próxima OF	2,54						
2	Colocar cartão junto ao alimentador	0,4						
3	Parar máquina	0,1						
4	Retirar cartão sobranete da OF anterior	0,27						
5	Ajustar guias do alimentador	0,54						
6	Colocar cartão na máquina	0,22						
7	Colocar paletes vazias no paletiz.	0,23		0,1				
8	Ajustar guias do paletizador	1		0,05				
		5,3		0,15	Totais			

Estudo de tempo de vários ciclos para obter média

Amostra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média
1	2,00	2,10	2,40	3,00	2,00	2,40	5,00	2,10	2,40	2,00	2,54
2	0,50	0,30	0,34	0,54	0,40	0,30	0,30	0,70	0,30	0,30	0,398
3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,1
4	0,20	0,40	0,30	0,30	0,20	0,10	0,30	0,50	0,15	0,20	0,265
5	0,30	0,40	0,50	1,00	1,10	0,60	0,70	0,30	0,10	0,40	0,54
6	0,10	0,10	0,20	0,20	0,30	0,20	0,20	0,10	0,20	0,10	0,17
7	0,20	0,30	0,30	0,20	0,20	0,30	0,20	0,20	0,30	0,10	0,23
8	1,00	1,30	0,90	1,20	0,90	0,40	0,70	1,20	1,00	1,40	1

ANEXO G

ANEXO H


ANEXO H – Standard Work Combination Sheet do Arranque da Produção


Data: 03-06-2017

Standard Work Combination Sheet

Manual = 

Secção: MasterFlexo	Nº de Operadores: 1	Nº de Tarefas: 6
Processo: Arranque da produção	Tempo de ciclo: 8min6seg	Elaboração:Filipe Pires

Automático = 

Deslocação = 

#	Descrição da tarefa	Tempo			Tempo da tarefa (minutos)			
		Manual	Automático	Desl.	2	4	6	8
1	Ligar máquina	0,1						
2	Retirar amostra para controlo	0,1						
3	Efetuar controlo da amostra	0,43		0,05				
4	Ajuste da cor	4,02		0,05				
5	Correção de Parâmetros	3,07		0,05				
6	Impressão folhas de ident. de produto	0,24						
		7,96		0,15	Totais			

Estudo de tempo de vários ciclos para obter média

Amostra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média
	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,1
	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,1
	0,20	0,50	0,60	0,80	0,60	0,40	0,30	0,20	0,10	0,60	0,43
	2,00	3,00	2,40	3,30	2,00	5,00	7,00	6,00	5,30	4,20	4,02
	1,00	3,40	7,00	2,40	1,10	1,90	4,00	2,00	2,30	5,60	3,07
	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,24


ANEXO I


ANEXO I – Standard Work Combination Sheet do setup total

Standard Work Combination Sheet

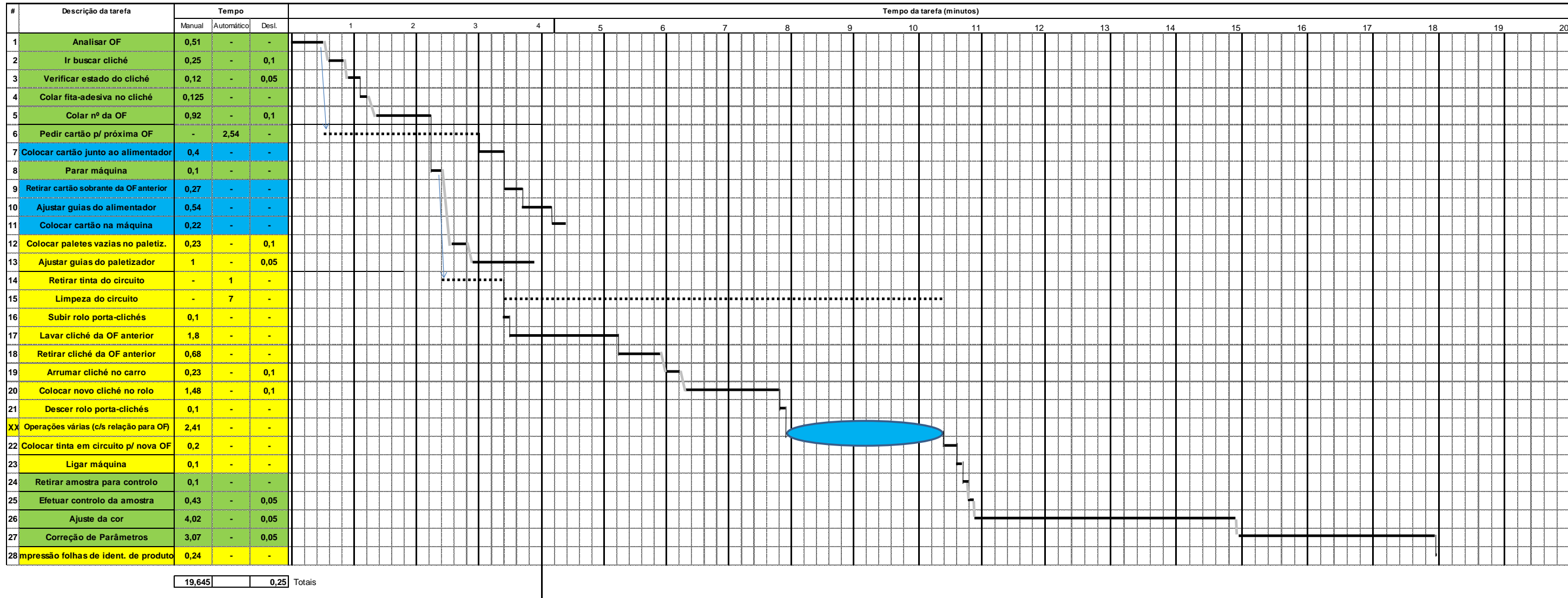
Data: 03-06-2017

Manual = 

Automático = 


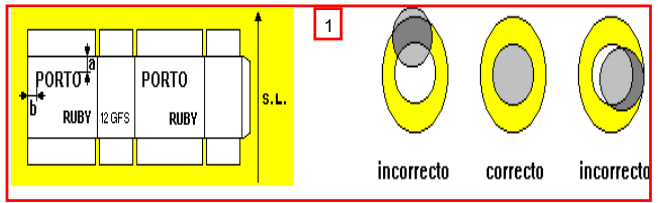
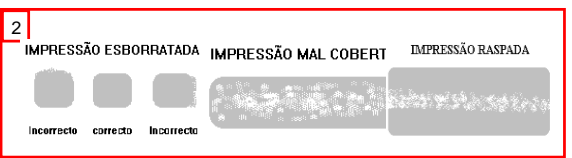
Deslocação = 

Secção: MasterFlexo	Nº de Operadores: 2	Nº de Tarefas: 28
Processo: Troca de OF	Tempo de ciclo: 18 minutos	Elaboração: Filipe Pires



ANEXO J


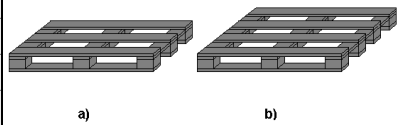
ANEXO J – Folha de instrução de trabalho – Controlo do produto

PRODUÇÃO / QUALIDADE		FOLHA DE INSTRUÇÃO DE TRABALHO				Página 1 / 1				
Nome da operação		Controlo do produto na MasterFlex				Data de modificação				
Equipamento protecção individual (E.P.I.)		Tempo aprendizagem		5 dias		22-6-2010				
Ferramentas utilizadas		Licença e/ou Qualificações		Operador formado no posto		Validado por				
						Produção				
						Qualidade e Ambiente				
Nº	Etapa de operação e itens a controlar	Tolerâncias / Observações	Desenho explicativo. Regras operativas e outras.							
1	Imprimir Ordem de Fabrico		 <p>3</p>  <p>1</p>  <p>2</p> <p>Frequência de Controlo: Controlar 1ª Caixa, Controlar de 1000 em 1000 caixas, registando o controlo em "Controlo do Processo" no terminal informático.</p> <p>Instruções de SEGURANÇA: Proibido circular sobre os rolos / "transfere" da introdução da máquina; Proibido colocar a máquina em Running (em funcionamento) com as seguranças desactivadas e /ou portas abertas;</p> <p>Produto Não-Conforme: 1. Controlo frequencial, etapa 2 e 3: Informar Chefe de Máquina e identificar todas as caixas produzidas entre as duas últimas inspecções, utilizando etiqueta de "Produto Não Conforme" – Mod-DQA-08 para esse produto. 2. Produto danificado em máquina - colocar no cesto de retalha de cartão</p>							
2	Controlo frequencial									
2.1	Recolher 1º produto produzido - INÍCIO									
2.2	Controlar esquadria da impressão (3)	± 3mm								
2.3	Controlar "Cauda de Peixe"	[a-b] <4mm								
2.4	Controlar visualmente a impressão	Comparar com maqueta de impressão								
2.5	Controlar visualmente Posição dos Elementos de Impressão (1)	os constantes da maqueta de impressão, c/ tolerância ± 3 mm (Longitudinal), ± 2 mm (Transversal)								
2.6	Controlar visualmente/espectrofotómetro a tonalidade das cores	Comparar c/ padrão, amostra, maqueta de impressão sobreposição ou desnível de cores < 2mm								
2.7	Controlar visualmente a impressão - bem coberta, não esborratada, não raspada - (2)	Comparar c/ padrão, amostra, maqueta de impressão								
Repetir o Controlo frequencial para o 1º produto produzido até validação da produção - 1º PRODUTO CONFORME										
3	Repetir controlo frequencial, etapa 2, de 1000 em 1000 caixas									
4	Preparar fim de Ordem de Fabrico, escoando todas as caixas existentes no tapete de rolos e na mesa dos produtos em controlo									
Interdições # Interdito enviar produto "não-conforme" para Expedição		Desfuncionamentos # Em caso de "não-conformidade" detectada, isolar Produto desde o último controlo, alertando o Chefe de Máquina # em caso de Ficha Técnica "não-conforme", enviar Pedido Intervenção para Comercial # em caso de Ordem de Fabrico não realizada, enviar Pedido Intervenção para Planeamento								

ANEXO K

ANEXO K – Folha de instrução de trabalho – Paletização do produto

FOLHA DE INSTRUÇÃO DE TRABALHO

PRODUÇÃO / QUALIDADE																																	
Nome da operação	paletização MasterFlex																																
Equipamento protecção individual (E.P.I.)					Tempo aprendizagem	4 dias																											
Ferramentas utilizadas					Licença e/ou Qualificações	Operador formado no posto																											
						<table border="1" style="font-size: x-small;"> <tr> <td></td> <td>N</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Data de modificação</td> <td>#####</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Validado por</td> <td>Produção</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Qualidade e Ambiente</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						N	1	2	3	4	Data de modificação	#####					Validado por	Produção					Qualidade e Ambiente				
	N	1	2	3	4																												
Data de modificação	#####																																
Validado por	Produção																																
	Qualidade e Ambiente																																
Nº	Etapa de operação e itens a controlar	Tolerâncias / Observações	Desenho explicativo. Regras operativas e outras.																														
1	Imprimir Ordem de Fabrico		 <p style="font-size: x-small; margin-top: 5px;">a) b)</p> <div style="background-color: yellow; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>Instruções de SEGURANÇA: Proibido circular sobre os rolos / "transferes" da introdução da máquina; Proibido colocar a máquina em Running (em funcionamento) com as seguranças desactivadas e/ou portas abertas</p> </div> <div style="background-color: red; color: white; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>Produto Não-Conforme: 1. Controlo frequencial, etapa 3: Informar Chefe de Máquina e identificar todas as caixas produzidas entre as duas últimas inspecções, utilizando etiqueta de "Produto Não Conforme" – Mod-DQA-08 para esse produto. 2. Produto danificado em máquina - colocar no cesto de retalha de cartão</p> </div>																														
2	Seleccionar as paletes consoante a especificação descrita em "paletização" na OF evitando sempre que possível que a carga sobressaia da paleta. a) e b)	evitar que carga sobressaia da paleta. a) e b)																															
3	Proteger a base da paleta, com cartão existente no carro de retalha	cartão de "RETALHA"																															
4	Repetir ponto anterior para a ALTURA da paleta	colocar travamento com cartão de "RETALHA"																															
5	Preparar fim de Ordem de Fabrico, escoando todas as caixas existentes no tapete de rolos e na mesa dos produtos em controlo	Segregar todo o produto "Não-Conforme"																															
# Interdito enviar produto "não-conforme" para Expedição		# Em caso de "não-conformidade" detectada, isolar Produto desde o último controlo, alertando o Chefe de Máquina # em caso de Ficha Técnica "não-conforme", enviar Pedido Intervenção para Comercial # em caso de Ordem de Fabrico não realizada, enviar Pedido Intervenção para Planeamento																															

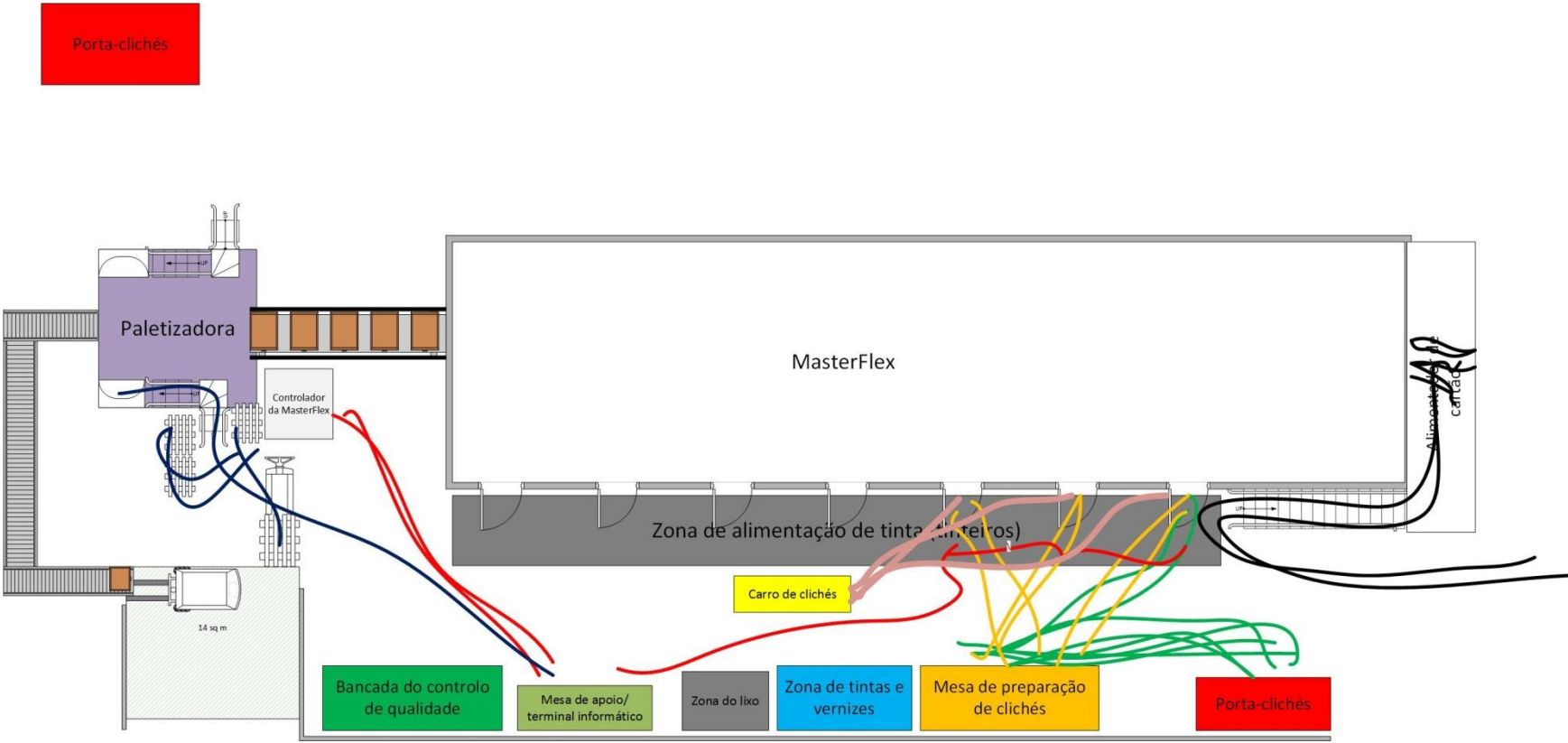
ANEXO L

FOLHA DE INSTRUÇÃO DE TRABALHO

PRODUÇÃO / QUALIDADE					
Nome da operação	Abastecimento da máquina MasterFlex				
Equipamento protecção individual (E.P.I.)		Tempo aprendizagem	2 horas		
Ferramentas utilizadas		Licença e/ou Qualificações	Operador formado no posto		
				Data de modificação	N 1 2 3 4
				Produção	
				Qualidade e Ambiente	
Nº	Etapa de operação e itens a controlar	Tolerâncias / Observações	Desenho explicativo. Regras operativas e outras.		
0	Etapa Preparatória		<p>Etapa Preparatória: Procurar, através do terminal informático do programa informático Gprancha, as paletes da Ordem de Fabrico seguinte. Seguir as instruções do programa GPrancha</p>		
1	Colocar as paletes à altura do operador (junto à guarda do alimentador)				
2	Descintar as paletes, colocando as cintas e filme retráctil, (se aplicável) no respectivo contentor				
3	Se a paleta (madeira) for mais alta ou baixa que o 2º tapete, pressionar o botão "despaletizar"				
5	Efectuar contagem das placas de cartão existentes na paleta, Qc, verificando verbetes	<p>Comparar com a quantidade encomendada Qe $Qc = Qe \pm 20\%$, se $Qe < 1000$ $Qc = Qe \pm 10\%$, se $Qe > 1000$</p>			
Controlo Freqüencial 1/1000					
5	Recolher uma amostra Matéria-Prima da 1ª paleta				
5.1	Controlar visualmente cor do cartão	comparar c/ identificado no verbete			
5.2	Controlar medidas da placas, quanto ao comprimento, largura e vincos, com fita métrica	comparar c/ estrutural (a): $c = a \pm 3$, $l = a \pm 2$, $L1/2/3 = a \pm 2$, (mm)			
5.3	Controlar visualmente o Abaulamento, medindo altura da curvatura com fita métrica	Abaulamento $Z < 0,6/m$, por cálculo automático			
	Abrir a aplicação de "Pedidos de Assistência";				
	Clicar no botão "Abaulamento";				
	Preencher os campos disponíveis (OF, Largura da prancha - l, Curvatura - u);				
	Clicar no botão "Calcular"				
5.4.	Controlar espessura do cartão com Comparador de Espessuras, 1/3 paletes	<p>Micro: $e = 1,6 \pm 0,4$; Fino: $e = 3,0 \pm 0,4$; Largo: $e = 4,0 \pm 0,4$ (mm) Duplo: $e = 6,0 \pm 0,7$; Microduplo: $e = 4,0 \pm 0,5$ (mm)</p>			
	Verificar se o equipamento em vazio indica o valor zero na escala.	Caso não indique zero, acertar ao valor zero.			
	Segurar o equipamento pela haste ao nível dos olhos com uma mão.				
	Colocar a placa de cartão entre as "sapatas" do aparelho, na horizontal e em equilíbrio.				
4	Retirar placas de cartão da paleta mais próxima de si e colocá-las na Introdução da máquina				
5	Retirar placas de travamento a meio da paleta, bem como a base da paleta				
CASO O CARTÃO SEJA BRANCO, retirar as placas brancas do topo e fundo da paleta					
6	Colocar a paleta de madeira na pilha de paletes de madeira				
7	Colocar os verbetes no carro de retalha				
<p># Interdito enviar produto "não-conforme" para Expedição ■ Instruções Ambiente ■ Instruções Qualidade - Controlo de produto ■ Instruções Qualidade - Produto Não Conforme</p> <p># "não-conformidade" detectada, isolar Produto desde o último controlo, alertando o Chefe de Máquina # Ficha Técnica com erro, enviar Pedido Intervenção para "Comercial" # Ordem de Fabrico não realizada, enviar Pedido Intervenção para "Planeamento"</p>			<p>Frequência de Controlo: Controlar 1ª Placa, Controlar de 1000 em 1000 placas, registando o controlo em "Controlo do Processo" no terminal informático.</p> <p>Instruções de SEGURANÇA: Proibido circular sobre os rolos / "transferes" da introdução da máquina;</p> <p>Produto Não-Conforme: 1. Por quantidades, etapa 2: Retirar Excesso do alimentador e identificá-lo com Mod-DQA-08. Por defeito: Alertar Chefe de Máquina e empilhadorista. 2. Controlo frequencial, etapa 3: Informar Chefe de Máquina e identificar todas as caixas produzidas entre as duas últimas inspecções, utilizando etiqueta de "Produto Não Conforme" – Mod-DQA-08 para esse produto. 3. Produto danificado em máquina - colocar no cesto de retalha</p> <p>Cintas verdes / pretas: Compactar cintas, atá-las sobre si próprias e colocá-las no caixote destinadas a esse fim; Chamar Resp. Gestão de Resíduos quando o saco estiver cheio. Placas de cartão de travamento: colocar no carro de "Retalha" Folhas de papel, retalha de cartão: cesto de Retalha. Levar cesto para junto da enfardadeira quando estiver cheio;</p>		

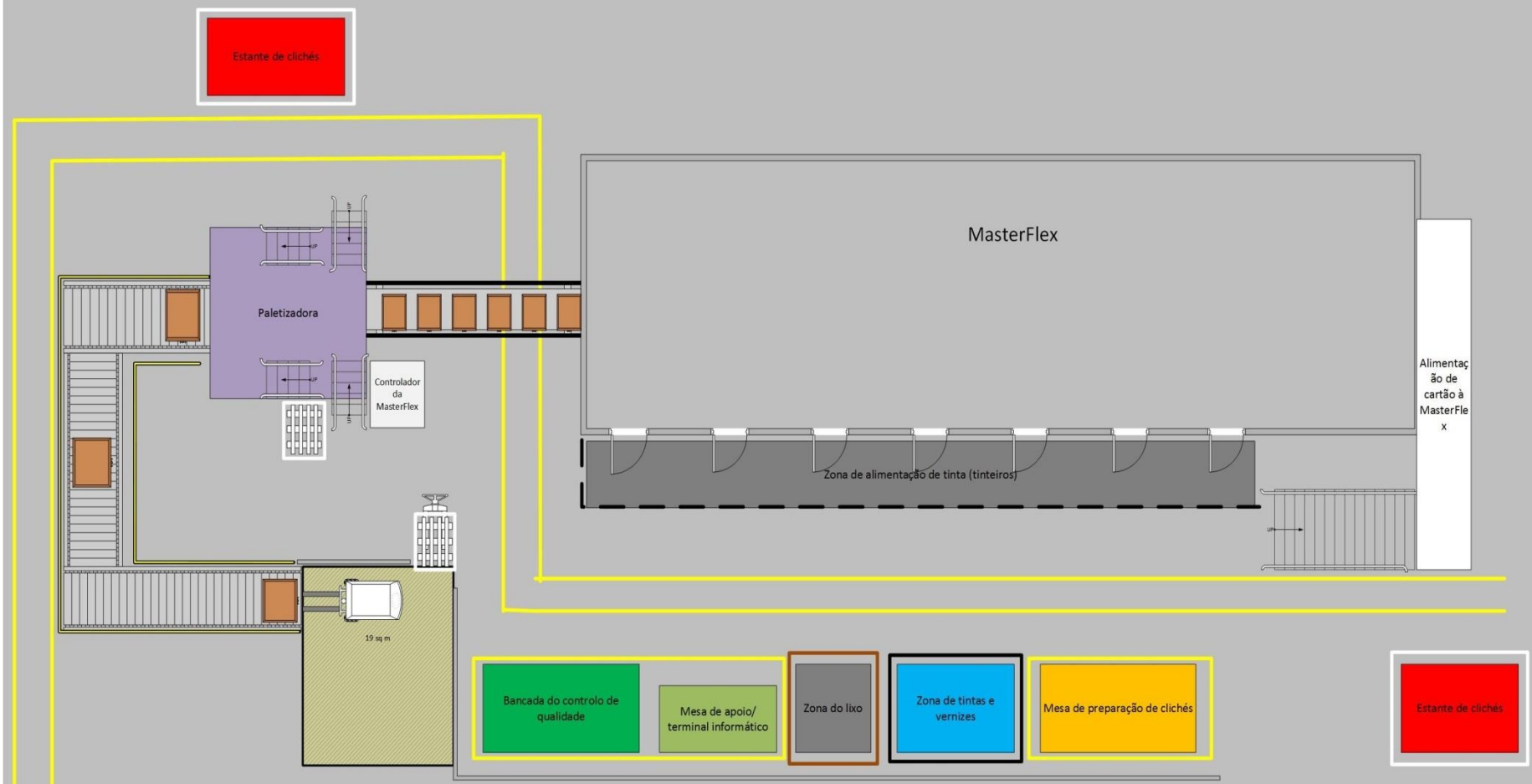
ANEXO M

ANEXO M – Diagrama esparguete das deslocações na linha (Proposto)









ANEXO N

ANEXO N – Layout da secção de flexografia MasterFlexo (Proposta)



ANEXO O

ANEXO O – Auditoria 5S à secção após a aplicação de medidas de melhoria na secção

Logo da Empresa	CHECKLIST DE AUDITORIA - PROGRAMA 5S (Produção)				Versão do documento	
Setor Auditado:	MasterFlexo	Representante do Setor Auditado:				
Auditor (es):	Filipe Pires					
Pontuação:	1 ponto - RUIM 	2 pontos - REGULAR 	3 pontos - BOM 	0 pontos - Não aplicável		
1º S – UTILIZAÇÃO (SEIRI) - PONTOS DE AVALIAÇÃO					N/A	OBSERVAÇÕES
1- Existem materiais e/ou equipamentos que não estão sendo utilizados sobre as bancadas?			X			Óculos e luvas de proteção antigos
2- Existem objetos desnecessários debaixo das bancadas (caixas de papelão, etc.)			X			As bancadas encontram-se razoavelmente limpas
3- Os dados ou informações disponíveis no quadro de aviso e/ou na parede estão atualizados ou estão a mais de 2 meses ?				X		Informações encontra-se atualizadas
4- Verificar se há fios de eletricidade, telefônicos espalhados pelo chão ou mesmo mal fixados nas paredes, proporcionando risco de acidentes ou demonstrando desorganização.				X		
5- Existem objetos pessoais no local de trabalho?			X			Garrafas de água dos operadores numa das mesas de trabalho
Pontuação = Soma das notas dividido pela quantidade de itens aplicáveis.						2,4
2º S – ORDENAÇÃO (SEITON) - PONTOS DE AVALIAÇÃO					N/A	OBSERVAÇÕES
1- Os materiais/objetos/equipamentos estão em locais adequados e organizados?		X				Ferramenta da impressora, x-acto, números identificadores de Of's espalhados pela mesa
2- Os locais onde os materiais são guardados/alocados estão identificados corretamente?			X			Alguns dos locais não apresentam identificação
3- Uso das lixeiras corretamente para papéis, plásticos, metais, orgânicos etc?				X		
4- Os produtos químicos estão devidamente identificados e guardados em local apropriado quando não estão em uso?			X			Algumas desorganização dos produtos químicos, não existindo um local de arrumo específico
5- Os equipamentos de combate à incêndios estão em boas condições e prontos para o uso?					X	
6- De modo geral o setor, encontra-se organizado?			X			
Pontuação						2
3º S – LIMPEZA (SEISOU) - PONTOS DE AVALIAÇÃO					N/A	OBSERVAÇÕES
1- Os móveis, materiais, máquinas e equipamentos estão em boas condições de limpeza?			X			Existem alguns restos de fita-cola na mesa de trabalho (ocasionalmente)
2- O chão está limpo? Há materiais jogados no chão?				X		
3- No geral o setor está limpo?				X		
Pontuação						2,7
4º S – SEIKETSU (SAÚDE) - PONTOS DE AVALIAÇÃO					N/A	OBSERVAÇÕES
1- As lâmpadas, luminárias estão limpas e em funcionamento?				X		
2- Os banheiros encontram-se em bom estado de conservação por parte dos usuários?				X		
3- Os colaboradores zelam pela limpeza do seu ambiente de trabalho?				X		
Pontuação						3
5º S – SHITSUK (AUTO-DISCIPLINA) - PONTOS DE AVALIAÇÃO					N/A	OBSERVAÇÕES
1- As iluminações desnecessárias estão sendo apagadas após a saída do local?				X		
2- Os equipamentos estão sendo desligados nos horários em que não há atividades?				X		
3- São deixadas portas de armários e gavetas abertas?				X		
4- Os materiais de uso comum, quando não estão sendo mais utilizados, são colocados nos locais determinados?			X			
5- Todos estão utilizando identificação?		X				Não existe qualquer identificação visível
6- Todos estão utilizando uniforme?				X		
7- Os colaboradores demonstram se importar com o cumprimento dos requisitos do programa 5S?			X			No geral é demonstrada preocupação
Pontuação						2,4
PONTUAÇÃO GERAL						12,5
<p>NOTA 0 - Item que não se aplica ao departamento;</p> <p>NOTA 1 - Corresponde a inexistência, desconhecimento em relação a um determinado requisito ou situação, indicando nível precário de gerenciamento do Programa 5s, quanto a questão considerada;</p> <p>NOTA 2 - Atribuída quando estiver em curso uma providência em relação à questão considerada. Indica um nível mediano de gerenciamento, ainda não satisfatório;</p> <p>NOTA 3 - Corresponde a um item efetivamente implantado, ainda em fase inicial e indica uma boa situação, tendendo a um aperfeiçoamento contínuo do Programa 5s;</p> <p>PONTUAÇÃO = Soma das notas dividido pela quantidade de itens aplicáveis.</p>						