

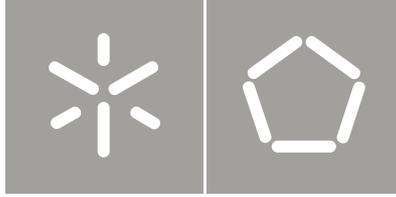


Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Elsa Araújo Gonçalves

Implementação de Técnicas e Princípios da
Produção Lean numa Empresa de Plásticos

Elsa Araújo Gonçalves
Implementação de Técnicas e Princípios da
Produção Lean numa Empresa de Plásticos



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Elsa Araújo Gonçalves

Implementação de Técnicas e Princípios da
Produção Lean numa Empresa de Plásticos

Tese de Mestrado
Engenharia Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Rui Sousa

DECLARAÇÃO

Nome: Elsa Araújo Gonçalves

Correio electrónico: elsagnlvs@yahoo.com

Tlm.: 912923210

Número do Bilhete de Identidade: 12781848

Título da dissertação: Implementação de Técnicas e Princípios Lean numa Empresa de Plásticos

Ano de conclusão: 2013

Orientador:

Professor Doutor Rui Sousa

Designação do Mestrado: Mestrado em Engenharia Industrial

Área de Especialização: Gestão Industrial

Escola: Escola de Engenharia

Departamento: Departamento de Produção e Sistemas

De acordo com a legislação em vigor, não é permitida a reprodução de qualquer parte desta dissertação

Guimarães, ___/___/_____

Assinatura: _____

Agradecimentos

A realização deste trabalho não teria sido possível sem o apoio e as sugestões amavelmente partilhadas por algumas pessoas ao longo deste processo.

Assim, gostaria de agradecer ao meu orientador científico, Professor Rui Sousa, pelo empenho, dedicação e disponibilidade, que sempre demonstrou desde o início deste projeto, partilhando sugestões preciosas para a melhoria do meu trabalho.

Agradecer também à PoliBagTCl – Embalagens S.A., na pessoa da Sofia Abreu, pela oportunidade de desenvolver este projeto nesta empresa.

Agradeço ao Dr. Paulo Teixeira, pela sua disponibilidade, apoio e colaboração durante o desenvolvimento deste projeto, assim como, pela transmissão de conhecimentos e esclarecimento de aspetos que foram surgindo relacionados com as dinâmicas da empresa.

Agradeço também ao Engenheiro Guilherme Almeida, pelo apoio, pelas ideias partilhadas e pela disponibilidade sempre demonstrada ao longo de todo o projeto.

Agradecer ainda a todos os colaboradores da secção de flexografia da empresa pela partilha de conhecimentos técnicos sobre os processos da secção e pela simpatia, prontidão e colaboração em todas as fases do projeto.

Por último, um agradecimento especial a todos aqueles que tornaram o desenvolvimento deste projeto uma tarefa mais entusiasmante, através de um estímulo e apoio incondicional, em especial, aos meus pais, irmãos e amigos, particularmente à Soraia Oliveira e à Eunice Magalhães.

Resumo

A atual concorrência nos mercados e a necessidade de satisfazer os clientes com uma elevada gama de produtos leva as empresas a encontrar estratégias que permitam a eliminação de atividades que não acrescentam valor (desperdícios) e a uma melhoria contínua do sistema produtivo. O paradigma *Lean Manufacturing* e as suas ferramentas e metodologias permitem reduzir os custos associados à produção e aumentar a qualidade dos produtos através da eliminação dos desperdícios.

No presente trabalho pretende-se melhorar o desempenho do processo produtivo de impressão por flexografia da empresa de embalagens plásticas flexíveis PoliBagTCl – Embalagens plásticas S.A. através da aplicação de algumas das ferramentas e metodologias da filosofia *Lean*.

A fase inicial do projeto envolveu uma análise exaustiva do processo de impressão por flexografia e de toda a área envolvente da secção. Esta análise permitiu identificar problemas na secção em estudo e recolher dados sobre tempos de *setup*, métodos de trabalho e de limpeza e organização. Com o objetivo de combater os desperdícios e problemas identificados foram formuladas propostas de melhoria baseadas no paradigma *Lean Manufacturing*, nomeadamente através das ferramentas SMED (*Single Minute Exchange of Die*), 5S e gestão visual.

A implementação da metodologia SMED permitiu obter reduções entre os 45% e 55% nos tempos de *setup* médios das impressoras, que se traduzem em diminuições entre os 19,3 e 28,8 minutos. O 5S e a gestão visual permitiram a diminuição dos tempos necessários para a procura de ferramentas e outros materiais durante o *setup* assim como uma maior fluidez do processo produtivo.

Palavras-chave: *lean manufacturing*, SMED, 5S, gestão visual, *setup*

Abstract

The current markets' competition and the need to satisfy customers with a high range of products leads the companies to find strategies that allow the exclusion of non-value activities (waste) and the continuous improvement of the production system. The paradigm Lean Manufacturing and its tools and methodologies allow a reduction of production costs and an increase in the product quality through the removal of waste.

In the present work it is intended to improve the performance of the flexographic printing production process of the flexible plastic packaging company PolyBag TCI - Plastic Packaging SA, by applying some of the tools and methodologies provided by lean philosophy.

The initial phase of the project involved an exhaustive analysis of the flexographic printing process and the adjacent area of the section. This analysis allowed to identify problems in the section under study and to collect data on setup times, and on methods of work, clean and organization. In order to reduce wastes and the problems which were identified, some proposals of improvement were provided based on Lean Manufacturing paradigm, namely through SMED (Single Minute Exchange of Die), 5S and visual management tools.

The implementation of the SMED methodology allowed reductions between 45% and 55% in the average setup time of printers, which correspond into decreases between 19,3 and 28,8 minutes. The 5S and visual management led to a decrease in the time required to search tools and other materials during the setup as well as the fluidity of the production process.

Keywords: lean manufacturing, SMED, 5S, visual management, setup

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	v
Índice	vii
Índice de Figuras	ix
Índice de Tabelas	xi
Lista de Siglas e Acrónimos	xiii
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento e Motivação	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Metodologia de Investigação	2
1.4 Estrutura da Dissertação	4
2. Revisão da Literatura	5
2.1 A Revolução Industrial	5
2.2 Produção Artesanal	5
2.3 Produção em Massa	5
2.4 Toyota Production System	6
2.4.1 Desperdícios	6
2.5 Lean Production	8
2.5.1 Princípios Lean	8
2.6 Técnicas e Ferramentas Lean	9
2.6.1 Value Stream Mapping (VSM)	9
2.6.2 Overall Equipment Effectiveness (OEE)	10
2.6.3 Just-in-Time (JIT)	12
2.6.4 Total Productive Maintenance (TPM)	12
2.6.5 Trabalho Normalizado	13
2.6.6 5S	14
2.6.7 Gestão Visual	17
2.6.8 Single Minute Exchange of Die (SMED)	18
2.7 Aversão à Mudança	21
2.8 Análise Crítica	21
3. Descrição da Empresa	25
3.1 PolibagTCI – Embalagens, S.A.	25
3.2 Estrutura Organizacional da Empresa	26
3.3 Produtos e Principais Clientes	27
3.4 Processo Produtivo	28
3.4.1 Descrição dos Processos	29
4. Análise e Diagnóstico da Secção de Impressão por Flexografia	31
4.1 Descrição do Processo Produtivo da Secção de Flexografia	32
4.1.1 Armazém de Tintas	33
4.1.2 Impressora	34
4.2 Análise e Diagnóstico do Estado Atual	42
4.2.1 Análise do Desempenho dos Equipamentos	42
4.2.2 Mudanças de Ordens de Fabrico – <i>Setups</i>	44
4.2.3 Área Envolvente	47
4.3 Síntese dos Problemas Encontrados	57
4.3.1 Eficiências das Impressoras	57
4.3.2 Tempos de <i>Setup</i>	57
4.3.3 Armazém de Tintas	57
4.3.4 Local de Aplicação de Clichés	58

4.3.5	Máquina	58
4.3.6	Cilindros	58
4.3.7	Clichés	59
4.3.8	Corredores	59
5.	Propostas de Melhoria	61
5.1	Aplicação da Metodologia SMED	61
5.2	Implementação das Ferramentas 5S e Gestão Visual	79
6.	Análise dos Resultados	85
6.1	Tempos de Preparação	85
6.2	Organização.....	87
7.	Conclusões.....	89
7.1	Considerações Finais	89
7.2	Trabalhos Futuros.....	90
	Referências Bibliográficas.....	91
	ANEXO A – Layout da Empresa PoliBagTCI	95
	ANEXO B – Layout da Secção de Impressão por Flexografia	96
	ANEXO C – Folha de Auditoria 5S	97
	ANEXO D – <i>Standard Work Combination Sheet</i> da Operação Colar Clichés Tipo Símbolo.....	98
	ANEXO E – <i>Standard Work Combination Sheet</i> da Operação Colar Clichés Simples.....	99
	ANEXO F – <i>Standard Work Combination Sheet</i> da Operação Colar Clichés Complexos	100
	ANEXO G – <i>Standard Work Combination Sheet</i> da Operação Mudar Manga de Entrada.....	101
	ANEXO H – <i>Standard Work Combination Sheet</i> da Operação Mudar Manga de Saida.....	102
	ANEXO I – <i>Standard Work Combination Sheet</i> da Operação Lavar Tinteiro	103
	ANEXO J – <i>Standard Work Combination Sheet</i> da Operação Retirar Cliché Tipo Símbolo	104
	ANEXO K – <i>Standard Work Combination Sheet</i> da Operação Retirar Cliché Simples	105
	ANEXO L – <i>Standard Work Combination Sheet</i> da Operação Retirar Cliché Complexos	106
	ANEXO M - <i>Standard Work Combination Sheet</i> da Operação Mudar Cilindro e Tinteiro.....	107

Índice de Figuras

Figura 1 – Espiral da metodologia de <i>Action Research</i> (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2007)	3
Figura 2 – Desperdícios (GH Representação – Consultoria e Treinamento)	7
Figura 3 – 5 Princípios <i>Lean</i> (Hines, Found, Griffiths, & Harrison, 2011).....	8
Figura 4 – Exemplo de um VSM (Lopez, Santos, & Arbós, 2013)	10
Figura 5 – Exemplo de uma <i>Standard Work Combination Sheet</i> (Hajek, 2009).....	13
Figura 6 – Etapas do 5S (http://www.sobreadministracao.com/o-que-e-a-metodologia-5s-e-como-ela-e-utilizada/)	14
Figura 7 – Exemplos de práticas de gestão visual (Acharya, 2011)	17
Figura 8 – Definição de tempo de <i>setup</i>	18
Figura 9 – Estágios do SMED (Shingo, 1985)	19
Figura 10 – Localização PolibagTCl - Embalagens S.A. (PolibagTCl).....	26
Figura 11 – Estrutura Organizacional da PolibagTCl – Embalagens S.A. (PolibagTCl)	27
Figura 12 – Layout da PolibagTCl – Embalagens S.A. (Adaptado de PolibagTCl)	28
Figura 13 – Processo Produtivo PolibagTCl - Embalagens S.A. (Adaptado de PolibagTCl)	29
Figura 14 – Layout da Secção de Flexografia (Adaptado de PolibagTCl – Embalagens S.A.).....	31
Figura 15 – Processo Produtivo da Flexografia.....	32
Figura 16 – Armazém de tintas	33
Figura 17 – Máquinas de Impressão Fle1, Fle2 e Fle4.....	34
Figura 18 – Colocação de Tinteiro.....	35
Figura 19 – Colocação de tinta no tinteiro	35
Figura 20 – Lata de tinta com batedor para a Fle4	36
Figura 21 – Locais de armazenamento de cilindros	37
Figura 22 – Local de aplicação de clichés Fle1	37
Figura 23 – Aplicação de clichés	38
Figura 24 – Colocação de cilindros na impressora	38
Figura 25 – Teste tratamento corona	39
Figura 26 – Mudança da manga de entrada	40
Figura 27 – Mudança da manga de saída.....	41
Figura 28 – Fle1 e Fle2 no processo de impressão.....	42
Figura 29 – <i>Spaghetti Chart</i> do processo de <i>setup</i>	46
Figura 30 – Latas de tintas empilhadas junto à porta de acesso do armazém de tintas	48
Figura 31 – Banca de lavagem de tinteiros.....	48
Figura 32 – Posto de aplicação de clichés Fle1	49
Figura 33 – Posto de aplicação de clichés Fle2	50
Figura 34 – Posto de aplicação de clichés Fle4	50
Figura 35 – Sujidade e lixo nas máquinas e zona envolvente	51
Figura 36 – Ferramentas espalhadas	51
Figura 37 – Mesa de apoio ocupada com peças, ferramentas e lixo.....	52
Figura 38 – Mesa de apoio desorganizadas.....	52
Figura 39 – Latas de tinta entre as impressoras	52
Figura 40 – Cabos e comandos colocados em local impróprio	53
Figura 41 – Disposição dos suportes para cilindros	53
Figura 42 – Locais de armazenamento para clichés.	55
Figura 43 – Clichés deteriorados misturados com lixo.	56
Figura 44 – <i>Standard Work Combination Sheet</i> da operação Colar Clichés tipo Símbolo.....	77
Figura 45 – Exemplo de painel de ferramentas.....	80
Figura 46 – Nova disposição dos suportes para cilindros	81
Figura 47 – Armário protótipo para clichés.....	82
Figura 48 – <i>Spaghetti Chart</i> do processo de <i>setup</i> (antes e depois)	88

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Produção diária da flexografia	43
Tabela 2 – Tempo de ocupação das máquinas.....	43
Tabela 3 – OEE das impressoras.....	44
Tabela 4 – Tempos de <i>setup</i> atuais por máquina	47
Tabela 5 – Quantidade de cilindros e suportes na secção	54
Tabela 6 – Procedimentos da mudança de manga de entrada (observado)	63
Tabela 7 – Procedimentos da mudança de manga de entrada (proposta)	64
Tabela 8 – Procedimentos da mudança de manga de saída (observada).....	65
Tabela 9 – Procedimentos da mudança de manga de saída (proposta)	66
Tabela 10 – Procedimentos de Colar clichés (observada)	67
Tabela 11 – Procedimentos de Colar clichés (proposta).....	68
Tabela 12 – Procedimentos de Mudar cilindros (observada)	70
Tabela 13 – Procedimentos de Mudar cilindros (proposta).....	70
Tabela 14 – Procedimentos externos de Mudar cilindros e tinteiros (proposta)	71
Tabela 15 – Procedimentos internos de mudar cilindros e tinteiros (proposta)	72
Tabela 16 – Procedimentos de Lavar Tinteiros (observado).....	74
Tabela 17 – Procedimentos de Retirar clichés (observado)	75
Tabela 18 – Procedimentos de Retirar clichés (proposta).....	75
Tabela 19 – Procedimentos de Registar dados no sistema (proposta)	76
Tabela 20 – Procedimentos de Mudança completa de OF (proposta)	78
Tabela 21 – Tempos atuais e tempos esperados pela aplicação do SMED.	86
Tabela 22 – Aumento do tempo de funcionamento das impressoras.....	87
Tabela 23 – Aumento anual dos ganhos.....	87

Lista de Siglas e Acrónimos

- FLE1 – Impressora número 1
- FLE2 – Impressora número 2
- FLE4 – Impressora número 4
- IED – Internal Exchange of Die
- JIT – Just In Time
- MP – Matéria-prima
- OED – Outside Exchange of Die
- OEE – Overall Equipment Effectiveness
- OF – Ordem de Fabrico
- OFEXT – Ordem de fabrico da Extrusão
- PA – Produto Acabado
- PEAD – Polietileno de Alta Densidade
- PEBD – Polietileno de Baixa Densidade
- PHC – Software de Gestão utilizado pela empresa
- PP – Polipropileno
- PVC – Policloreto de Vinil
- QCO – Quick Changeover
- SMED – Single Minute Exchange of Die
- VSM – Visual Stream Management
- TNT – Tecido Não Tecido
- TPM – Total Productive Management
- TPS – Toyota Production System
- WIP – Work In Process

1. Introdução

O presente capítulo tem como objetivo apresentar de forma sumária o enquadramento subjacente ao projeto desenvolvido bem como os argumentos que fundamentam a sua implementação. Neste sentido, serão descritos os objetivos do projeto e a metodologia aplicada, assim como a estrutura da presente dissertação.

1.1 Enquadramento e Motivação

A concorrência que caracteriza os mercados, no contexto atual, afigura-se como um fator de pressão para as indústrias no sentido da criação de estratégias capazes de promover a sua competitividade. A necessidade de satisfazer os clientes com uma enorme variedade de produtos de elevada qualidade, a um preço cada vez mais baixo, obriga à procura constante da otimização dos processos produtivos das empresas (Nahm, Vonderembse, Rao, & Ragu-Nathan, 2006). No sentido de conseguirem dar resposta a estas necessidades, as empresas procuram estratégias de produção alternativas que passam não só pela gestão mas também pelas técnicas escolhidas para a sua aplicação, por forma a permitirem a melhoria contínua do sistema produtivo.

O *Lean Manufacturing*, enquanto abordagem multidimensional, inclui variadas técnicas eficazes, passíveis de serem implementadas nas empresas, e que, quando aplicadas simultaneamente possibilitam a criação de sistemas de elevada qualidade (Amin & Karim, 2013). O elevado potencial de aplicabilidade do *Lean Manufacturing* nas mais diversas áreas constituiu-se como um importante argumento para a sua aplicação no presente projeto, assim como as suas técnicas.

Esta abordagem e as ferramentas associadas rapidamente se tornaram numa opção vantajosa para aplicar na indústria, com o objetivo de conceber produtos acabados de elevada qualidade sem defeitos (Nordin, Deros, Wahab, & Rahman, 2012). Todas as técnicas e ferramentas *Lean* permitem aumentar a flexibilidade dos processos e reduzir os custos (Gadre, Cudney, & Corns, 2011).

Atualmente, a exigência dos mercados impõe que as empresas sejam capazes de produzir pequenos lotes de uma enorme variedade de produtos para serem capazes de responder ao mercado com preços competitivos. A produção de uma relativa variedade de produtos implica uma melhoria no manuseamento dos equipamentos/ferramentas utilizados para a sua produção assim como na preparação dos equipamentos nas mudanças de ordem de fabrico, sendo estas mudanças, denominadas por *setups*. Dado que estas mudanças implicam uma paragem no processo de produção, estas são consideradas como desperdício no processo produtivo, não se obtendo nenhum valor acrescentado (Grzybowska & Gajdzik, 2012). Quanto maior a variedade de produtos, maior é o número de mudanças que é necessário realizar e maior é o desperdício acumulado. Neste sentido, torna-se assim necessário

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

reduzir o máximo possível os tempos de *setup*, aumentando assim o tempo disponível das máquinas e, conseqüentemente, a capacidade de produção da empresa (reduzindo também o tamanho dos lotes).

O projeto desenvolvido no âmbito da presente dissertação de mestrado teve lugar na empresa PoliBag TCI Embalagens S.A., que se dedica ao fabrico de embalagens plásticas. Devido à elevada diversidade de produtos finais, os tempos de *setup* assumem particular importância no desempenho da empresa. Assim, é fundamental que esses tempos sejam reduzidos o mais possível, através da metodologia SMED. Além disso, a implementação de 5S e da gestão visual poderá constituir-se como um aspeto vantajoso para a empresa, na medida em que poderá dar resposta à desorganização das ferramentas e dos materiais afetos aos postos de trabalho que caracteriza o processo produtivo desta empresa. Neste projeto, estas ferramentas serão aplicadas apenas na secção de impressão por flexografia, uma vez que, esta foi a secção identificada pelos responsáveis como o atual gargalo de produção.

1.2 Objetivos

O objetivo geral deste projeto consiste em melhorar o desempenho da secção de impressão por flexografia da empresa PoliBag TCI Embalagens S.A., através da implementação de técnicas e princípios da produção *lean*.

Especificamente, o presente projeto tem como objetivos: (i) a análise e diagnóstico do estado atual do processo produtivo de embalagens flexíveis na empresa, com especial incidência no processo de impressão das embalagens através da flexografia; (ii) a elaboração de propostas de melhoria na organização da secção, no processo produtivo e, na mudança de ordens de fabrico nas três impressoras que se encontram na secção, recorrendo a ferramentas do *Lean Manufacturing*, com especial ênfase em SMED, 5S e gestão visual; e finalmente, (iii) a implementação e validação das propostas elaboradas.

1.3 Metodologia de Investigação

A metodologia de investigação corresponde a um procedimento de seleção da estratégia mais adequada para a concretização dos objetivos do projeto, funcionando como suporte para o seu desenvolvimento, desde a sua fase inicial até à fase final. O fluxo normal associado a um processo de investigação engloba habitualmente seis fases, desde a formulação do tópico de investigação, até à escrita da dissertação/relatório, passando pela revisão da literatura, pela planificação da investigação e pela recolha e análise de dados, de uma forma nem sempre linear e racional (Tereso, 2012).

Deste modo, seguindo a filosofia do processo de investigação, a pergunta de investigação subjacente ao desenvolvimento do projeto é a seguinte: “Poderá a aplicação de métodos e ferramentas associadas à filosofia *lean*, tais como a gestão visual, o 5S e o SMED contribuir para a melhoria do desempenho do processo de flexografia?”.

O sucesso deste trabalho implica que haja uma grande colaboração e interação do investigador com vários intervenientes, de diversas áreas, no projeto. Assim, além do investigador, a equipa associada a este trabalho foi constituída por dois orientadores do investigador (na empresa e na universidade), por alguns elementos da administração da empresa e outros responsáveis/supervisores da mesma, e pelos operadores das máquinas de impressão por flexografia. Dada esta colaboração do investigador com os restantes intervenientes no projeto, considerou-se que a metodologia de investigação mais adequada para o desenvolvimento dos trabalhos seria a metodologia de *Action Research* (Investigação Ação).

Segundo O'Brien (1998), a essência da metodologia de *Action Research* consiste no “aprender-fazendo” através de um processo sequencial e integrativo, que envolve a identificação de um problema por um grupo de pessoas (uma equipa), o planeamento e implementação das estratégias mais adequadas para o resolver, a análise do esforço da equipa no sentido da concretização bem-sucedida da estratégia, e em caso negativo, uma nova análise diagnóstica, de planeamento e implementação no sentido da resolução efetiva do problema inicialmente diagnosticado.

Esta abordagem é assim composta por 4 fases: o diagnóstico, o planeamento, a implementação das ações e a avaliação, que se repetem tantas vezes quantas a equipa de trabalho achar necessário, como é possível identificar na figura abaixo.

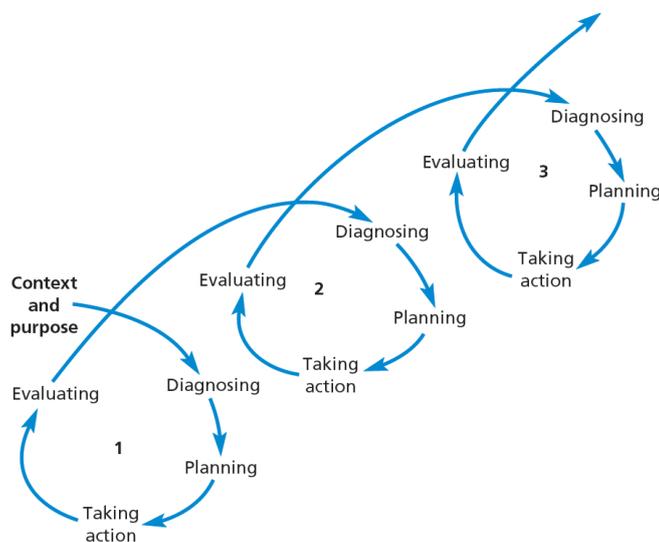


Figura 1 – Espiral da metodologia de *Action Research* (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2007)

A primeira fase, a de diagnóstico, corresponde àquela em que se identifica o problema. No planeamento são identificadas as várias estratégias de implementação de ações e é escolhida aquela que parece ser mais vantajosa. A implementação das ações implica que sejam aplicadas as estratégias previamente consideradas. Finalmente, durante a avaliação são identificadas as consequências das ações tomadas e aplicadas anteriormente.

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Esta abordagem é particularmente útil no contexto da transferência de tecnologia e adequa-se aos objetivos definidos no âmbito deste projeto uma vez que se foca na ação e na promoção da mudança na organização.

1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação inclui sete capítulos: 1) Introdução, 2) Revisão crítica da literatura; 3) Descrição da empresa; 4); Análise e descrição da secção de impressão por flexografia 5) Propostas de melhoria; 6) Resultados esperados e, finalmente, 7) Conclusões.

Assim, no capítulo 2, a presente dissertação inclui uma revisão da literatura sobre a filosofia *lean* e das suas ferramentas, com destaque para as metodologias e ferramentas utilizadas para a execução deste trabalho, passando pela descrição do contexto empresarial, e terminando com conclusões e reflexões sobre as dificuldades e potencialidades do projeto.

No capítulo 3, a empresa será descrita do ponto de vista da sua organização, dos seus produtos e principais clientes, assim como em termos de processo produtivo e *layout*.

A secção de impressão por flexografia e o seu processo produtivo serão apresentados em detalhe no quarto capítulo, assim como a identificação de problemas existentes e que são passíveis de melhorias.

As propostas de melhorias serão formuladas no quinto capítulo com base em ferramentas *Lean*, que pretendem resolver os problemas identificados e, conseqüentemente melhorar o processo produtivo atual.

Os resultados esperados da implementação das propostas de melhoria serão apresentados e discutidas no capítulo 6.

As conclusões finais (que incluem também propostas de trabalhos futuros a desenvolver na empresa) assim como as dificuldades de implementação encontradas, serão devidamente discutidas e refletidas nas conclusões.

2. Revisão da Literatura

No presente capítulo procura-se apresentar a história do *Toyota Production System* (TPS) e reportar uma descrição da filosofia *lean*, dos princípios e das ferramentas utilizadas com o objetivo de reduzir os desperdícios afetos ao processo produtivo. Neste projeto serão destacadas as ferramentas *Single Minute Exchange of Die* (SMED), 5S e Gestão Visual, por se tratar de ferramentas que se consideraram necessárias implementar na empresa em estudo.

2.1 A Revolução Industrial

A revolução industrial marcou a transição da produção artesanal para o setor industrial. Esta transição, que tem lugar entre os anos de 1760 e 1840, é marcada por grandes mudanças na produção com a introdução de máquinas e de linhas de montagens, mas também de novos produtos químicos, maior aproveitamento da energia da água, uso crescente da energia a vapor e pelo desenvolvimento de novas máquinas e ferramentas. Foi também nesta época que se deu a expansão do uso de combustíveis tais como o carvão. As alterações registadas nesta época na agricultura, nos transportes, na produção e na tecnologia tiveram um impacto profundo na vida social e económica e política.

2.2 Produção Artesanal

Nos anos anteriores à revolução industrial, a produção era artesanal, com ou sem auxílio de ferramentas simples. Na produção artesanal, cada produto era considerado único e, habitualmente produzido pelo mesmo trabalhador desde do início até ao final da peça. Os trabalhadores da produção artesanal eram, portanto, altamente qualificados em todas as fases do processo, desde o *design* até à montagem do produto. A produção artesanal permitia uma grande variedade de produtos, em pequenas quantidades, mas os custos e os esforços necessários neste processo eram demasiado elevados, dadas as quantidades produzidas.

Para combater os custos elevados assim como outros problemas inerentes à produção artesanal, Henry Ford encontrou novas técnicas capazes de contornar estas desvantagens. A este novo paradigma, Henry Ford deu o nome de produção em massa (Womack, Jones, & Roos, 1990).

2.3 Produção em Massa

Com a sua nova criação, o *Model T*, e a sua máxima “pode ter um carro de qualquer cor desde que seja preto”, Henry Ford tornou-se num pioneiro na produção em massa. Todos os *Model T* de Ford foram construídos sob o mesmo chassis (Womack, Jones, & Roos, 1990). Todas as partes mecânicas assim como aspetos do interior do carro eram iguais, desde o motor, passando pelas suspensões e transmissões, assim como os pedais, as rodas e o volante (Alizon, Shooter, & Simpson, 2009). Esta

CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA

produção normalizada permitia uma construção fácil, rápida e um baixo custo por unidade produzida, originando resultados favoráveis a Ford.

Dado este sucesso, as ideias básicas subjacentes à produção em massa rapidamente se disseminaram e foram implementadas pela Europa na indústria automóvel antes da segunda guerra mundial. Nesta altura Henry Ford iniciou a sua atividade em *Highland Park*, discutiu e revelou todos os aspetos que caracterizam este novo tipo de produção (Womack, Jones, & Roos, 1990).

Assim, registava-se na indústria americana e europeia uma elevada disponibilidade de recursos, e conseqüente maior capacidade de produção. No entanto, a elevada quantidade produzida não era congruente com uma elevada diversidade de produto final, o que se traduziu numa inadaptação face às exigências do mercado quando.

2.4 Toyota Production System

Ao contrário do que acontecera na Europa, no Japão a segunda guerra mundial deu lugar a uma escassez de recursos na indústria, não sendo por isso possível implementar a produção em massa neste país. Esta situação, aliada à necessidade de possuir uma elevada variedade de produtos a um baixo custo, levou a Toyota a desenvolver um sistema que respondesse às dificuldades expostas pelo mercado. Surge assim o *Toyota Production System* (TPS) pelas mãos de Taiichi Ohno (Womack, Jones, & Roos, 1990) que agrega as vantagens da produção artesanal com o paradigma da produção em massa, contornando o elevado custo do primeiro e a rigidez do segundo (Maia, Alves, & Leão, 2011) e que tem como base a eliminação dos desperdícios e a orientação para os clientes.

2.4.1 Desperdícios

Para Taiichi Ohno (1988), é considerado desperdício qualquer atividade que, ao consumir recursos, provoque um aumento dos custos de produção, e um conseqüente aumento do custo final pago pelo cliente, mas que não acrescenta valor ao produto. Ohno identificou e Womack & Jones confirmaram sete tipos fundamentais de desperdícios nos sistemas de produção, passíveis de serem eliminados através das ferramentas de *Lean Manufacturing* (Hicks, 2007).



Figura 2 – Desperdícios (GH Representação – Consultoria e Treinamento)

Sobreprodução – Produzir em excesso, ou demasiado cedo, provoca fluxos irregulares de materiais e informação e excesso de inventário (Hines, Found, Griffiths, & Harrison, 2011). É considerado por alguns autores como sendo o pior desperdício, uma vez que provoca um outro muito importante, o excesso de inventário (Abdullah, 2003).

Esperas – Períodos de inatividade de longa duração de pessoas ou equipamentos. As perdas por espera podem ser classificadas em três diferentes tipos: espera do operador pela máquina; espera por falta de equipamento e espera por falta ou atraso de matéria-prima (Oliveira, 2011).

Transporte – Deslocações desnecessárias de materiais, assim como o transporte do WIP de uma operação para outra provocam gastos de tempo, capital e energia desnecessários (Pinto, 2008).

Excesso de *stock*/inventário – Acumulação de matérias-primas, artigos, componentes ou produtos em qualquer fase do processo produtivo. Este desperdício pode ser causado por várias razões: desequilíbrios entre capacidades de diferentes processos; equipamentos temporariamente indisponíveis; incumprimento de prazos de fornecedores; defeitos e longos tempos de espera (Carvalho, 2012). O excesso de *stock* provoca outros desperdícios tais como transporte, defeitos e movimentações, sendo por isso considerado um dos piores desperdícios (Carvalho, 2012).

Defeitos – Produtos que não estejam em conformidade com as especificações e/ou expectativas dos clientes são produtos defeituosos (Hicks, 2007), sendo considerados desperdícios porque envolvem uma série de tempos e recursos, sem que no entanto resultem em produto enviado para o cliente (Carvalho, 2012).

Movimentações – A desorganização do local de trabalho no espaço fabril resulta em grandes deslocações das pessoas, provocando desperdícios em termos de custos e tempo (Barbosa, 2012) uma vez que estas movimentações não implicam nenhum valor acrescentado nos produtos.

Sobre processamento – Operações efetuadas durante o processo produtivo que não acrescentem valor ao produto, ou que possam ser realizadas de uma forma mais eficaz, tal como o retrabalho, reprocessamento ou outras, são consideradas desperdício (Hicks, 2007; Pinto, 2008).

Além destes setes desperdícios, Womack & Jones (1996) acrescentaram ainda um oitavo relacionado com a não utilização da criatividade e das ideias das pessoas para o aperfeiçoamento do processo produtivo (Hicks, 2007).

2.5 Lean Production

Segundo Womack, Jones, & Roos (1990) o termo *Lean Production* foi utilizado pela primeira vez por John Krafcik, um investigador do *International Motor Vehicle Program* (IMVP) do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Krafcik utiliza assim o termo *lean* (magra) para se referir ao TPS, uma vez que este necessita de menos recursos no processo de produção quando comparado com a produção em massa. Assim, o *lean* é caracterizado por necessitar de metade do esforço humano, do espaço de produção, do investimento em ferramentas, das horas necessárias para desenvolver um novo modelo e muito menos que metade do inventário acumulado. Assim, esta necessidade de menos recursos resulta em menos defeitos, menos custos, assim como numa maior variedade de produtos.

2.5.1 Princípios Lean

O pensamento *lean* pode ser fragmentado em cinco princípios chave (Figura 3), que mostram como esta filosofia pode ser aplicada a qualquer empresa, organização, indústria ou sector em qualquer país (Hines, Found, Griffiths, & Harrison, 2011).

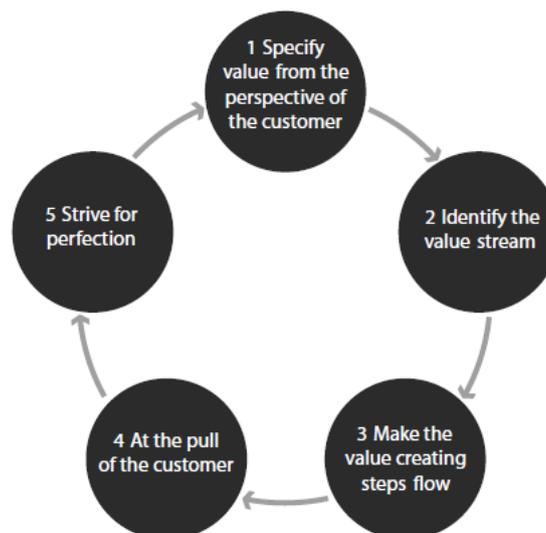


Figura 3 – 5 Princípios *Lean* (Hines, Found, Griffiths, & Harrison, 2011)

1 – Especificar valor – Identifica quais as características que acrescentam ou não valor ao produto considerando as necessidades e os desejos dos clientes, aquelas que não acrescentem valor podem ser consideradas oportunidades de melhoria.

2 – Cadeia de valor/ *Value Stream* – Define todos os processos necessários para o desenvolvimento, produção e entrega do produto, com o objetivo de satisfazer as necessidades dos clientes.

3 – Fluxo – Organização da cadeia de valor que visa a eliminação de processos que não acrescentem valor ao produto, suprimindo assim possíveis interrupções, desvios, retornos ou esperas.

4 – Puxar/ *Pull* – Um sistema *pull* tem como princípio-base produzir apenas o que é necessário quando for necessário, eliminando assim o excesso de inventário.

4 – Perfeição – Foca-se na eliminação contínua de todos os desperdícios em todas as fases do processo produtivo durante todo o fluxo de valor.

2.6 Técnicas e Ferramentas Lean

A filosofia *lean* contempla um vasto leque de ferramentas, técnicas e métodos de modo a diminuir os custos produtivos e aumentar a flexibilidade de produção das empresas (Mota, 2007). Segundo Bamber (2000), a excelência na produção está relacionada com a escolha adequada das técnicas a aplicar em cada sector. Assim, neste tópico, serão abordadas sucintamente algumas das técnicas e ferramentas *Lean* com um maior enfoque nas ferramentas de gestão visual, 5S e SMED, por terem sido consideradas as mais adequadas no sector da indústria abordado neste trabalho.

2.6.1 Value Stream Mapping (VSM)

O *Value Stream Mapping* (VSM), em português, mapeamento de fluxo de valor, apresentada pela primeira vez por Rother e Shook em 1998, é uma abordagem simples e eficaz de identificação de desperdício (Dotoli, Fanti, Rotunno, & Ukovich, 2011), sendo definida como uma técnica gráfica inovadora para auxiliar o redesenho dos sistemas de produção (Serrano, Ochoa, & De Castro, 2008).

Na metodologia associada ao VSM Rother & Shook afirmaram que esta ferramenta permite visualizar a desordem de um sistema produtivo (Rother & Shook, 1999). O VSM é assim apresentado como um mapa onde se encontram representados todos os materiais e fluxos de informação do processo produtivo através das operações de fabrico que permitem obter informação sobre tempos de ciclo, tempo de inatividade e inventários (Lopez, Santos, & Arbós, 2013; Singh, Garg, & Sharma, 2011).

A construção de um VSM é constituída por cinco fases executadas por uma equipa criada para o efeito (Rother & Shook, 1999):

1. Seleção de uma família de produtos;
2. Construção do mapa do estado atual;
3. Construção do mapa da situação futura;
4. Definição de um plano de trabalho;
5. Execução do plano de trabalho/Implementação de melhorias.

Na Figura 4 está representado um exemplo de um VSM.

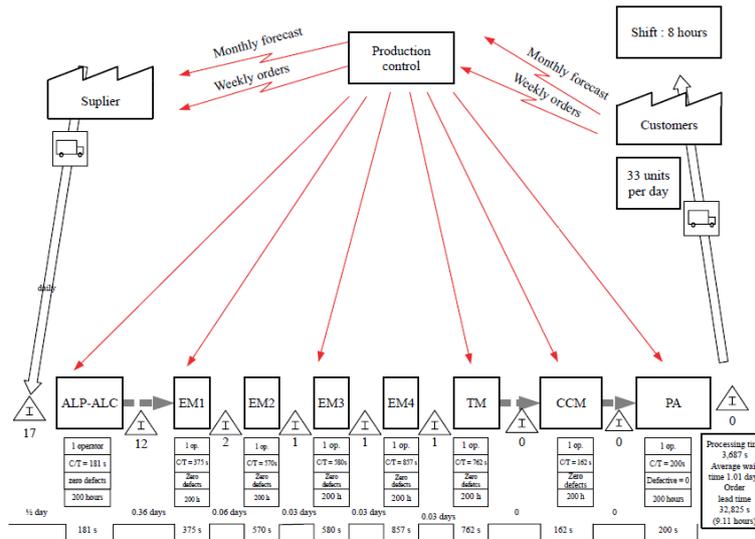


Figura 4 – Exemplo de um VSM (Lopez, Santos, & Arbós, 2013)

A diferenciação das atividades que acrescentam valor face às que não acrescentam valor ao processo produtivo, presente no VSM, permite identificar processos e/ou sectores reconhecidos como fontes de desperdícios e passíveis de serem sujeitos a melhorias (Brito, 2011).

O VSM é assim considerado uma técnica *Lean* com grande potencial para melhorar os sistemas de produção, por ser uma análise baseada em dados numéricos, que utiliza uma representação gráfica e que facilita a visualização dos fluxos de matérias e de informação. Neste sentido, esta técnica pode ser percebida como um ponto de partida de um plano estratégico de melhoria das organizações (Serrano, Ochoa & De Castro, 2008).

2.6.2 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

“Se não consegue medir não consegue controlar” (Wauters & Mathot, 2002). O *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) é um indicador-chave de performance habitualmente adotado para apoiar a produção *Lean* (Zammori, Braglia, & Frosolini, 2011). A eficácia geral do equipamento (OEE) consiste numa variável aleatória estocástica, cuja função de densidade de probabilidade é gerada através da agregação das causas do desperdício. OEE é assim uma medida que, ao comparar o desempenho real de um

equipamento face ao seu potencial teórico, permite avaliar o impacto de várias perdas ocultas (Zammori, Braglia, & Frosolini, 2011). Este indicador apresentado pela primeira vez por Nakajima, foi desenvolvido não só como meio de avaliação de equipamentos, mas também como métrica do processo de melhoria contínua dos equipamentos necessários ao processo produtivo (Silva, 2009). O OEE é um indicador tridimensional composto por: 1. disponibilidade do equipamento, 2. performance (eficiência) do equipamento e, 3. qualidade dos produtos acabados. Este indicador é obtido através da seguinte fórmula:

$$\mathbf{OEE = Disponibilidade \times Performance \times Qualidade}$$

[I]

Os valores resultantes deste indicador variam entre 0 e 1, sendo que segundo os valores obtidos pelas empresas vencedoras do prémio *Total Productive Maintenance* (TPM), um OEE de 0,85 ou 85% é considerado um bom valor de referência, com base nos seguintes valores dos seus componentes:

- Disponibilidade > 0,9 ou 90%
- Performance > 0,95 ou 95%
- Qualidade > 0,99 ou 99%

Estes valores dos componentes do OEE são obtidos através das seguintes fórmulas:

$$\mathbf{Disponibilidade = \frac{Tempo\ de\ Funcionamento}{Tempo\ de\ Abertura}}$$

[II]

Onde o *Tempo de Abertura* corresponde ao tempo total do turno menos o tempo das paragens planeadas e o *Tempo de Funcionamento* corresponde ao tempo de abertura, menos as paragens não planeadas.

$$\mathbf{Performance = \frac{Tempo\ de\ Ciclo\ Ideal \times Peças\ Produzidas}{Tempo\ de\ Funcionamento}}$$

[III]

Neste caso, o *Tempo de Ciclo Ideal* corresponde à velocidade máxima do equipamento, a variável *Peças Produzidas* corresponde ao número total de peças produzidas durante o turno.

$$\mathbf{Qualidade = \frac{Peças\ Boas}{Peças\ Produzidas}}$$

[IV]

Finalmente, a variável *Peças Boas* corresponde ao número total de peças conformes produzidas durante o turno, e a dimensão *Peças Produzidas* corresponde ao número total de peças produzidas durante o turno.

O valor obtido através do OEE permite comparar a utilização real de uma máquina com o que seria de esperar, se o seu potencial tivesse sido aproveitado ao máximo. A não disponibilidade da máquina originada pelo não funcionamento durante o fim de semana, ou pelo facto de apenas existirem dois turnos de oito horas por dia (em vez de três turnos) estão espelhados neste indicador (Wauters & Mathot, 2002).

2.6.3 Just-in-Time (JIT)

O *Just-in-Time* (JIT) é uma filosofia de gestão que pretende eliminar fontes de desperdício através da produção do item correto, no lugar, hora e quantidade correta (Abdullah, 2003). Segundo Shingo (1989) este resultado pode ser obtido através da conjugação de três fatores: redução ao mínimo do inventário, sincronização dos processos produtivos e produção em fluxo contínuo com o mínimo de WIP.

A filosofia JIT baseia-se em três ideias fundamentais (Pinto, 2008):

1. Integração e otimização de todo o processo produtivo – com base na redução e/ou eliminação de funções e sistemas desnecessárias no processo produtivo, tais como retrabalho e inventários.
2. Melhoria contínua – através do desenvolvimento dos sistemas internos e consequentemente das potencialidades humanas dos trabalhadores das empresas.
3. Responsabilidade de atender os clientes – respeitando os requisitos de qualidade e o custo do produto, assim como os prazos de entrega.

O *Just-in-Time* permite assim reduzir tempos de espera, antecipar necessidades de planeamento do processo e auxiliar os responsáveis na manutenção do controlo sobre a produção. Além disso, permite sincronizar o ritmo de toda a produção de modo a ativar a capacidade de produzir dentro do *Takt Time* (Gadre, Cudney & Corns, 2011).

2.6.4 Total Productive Maintenance (TPM)

Considerado uma iniciativa para aumentar a segurança e a eficiência dos equipamentos de produção (Amin & Karim, 2013), o *Total Productive Maintenance* (TPM) gere de modo eficiente equipamentos, máquinas e bens durante todo os seus ciclos de vida através da manutenção preventiva, da arrumação e da utilização efetiva da tecnologia (Friedli, Goetzfried, & Basu, 2010). Tal como outras metodologias e ferramentas *lean*, o TPM procura a melhoria contínua e a redução de desperdícios (Demeter & Matyusz, 2011), otimizando o desempenho, segurança e produtividade dos sistemas e equipamentos (Hines, Found, Griffiths, & Harrison, 2011). Amin (2013) refere que o aumento da

produtividade, da disponibilidade dos equipamentos, da qualidade e da segurança através da manutenção regular dos sistemas de fabrico leva a uma consequente diminuição dos tempos de quebra e de limpeza nos processos produtivos, detendo por isso uma ligeira influência nos tempos de *setup*.

A manutenção dos equipamentos é encarada como uma atividade fulcral para a preservação dos equipamentos, para a qualidade dos produtos e para o aumento da participação ativa dos colaboradores da empresa. Assim, o TPM não se foca apenas nos aspetos técnicos, este procura envolver todos os trabalhadores do ambiente de produção na manutenção dos equipamentos, através da participação ativa de cada um na preservação do funcionamento normal dos seus equipamentos, máquinas e bens, a fim de garantir um fluxo de produção contínuo e suave (Pinto, 2008).

2.6.5 Trabalho Normalizado

Definir procedimentos de trabalho padronizados e comunicá-los aos colaboradores é um passo fulcral para assegurar os ganhos das empresas (Al-Araidah, Momani, Khasawneh, & Momani, 2010). O trabalho normalizado, ou *Standard Work*, define de forma clara o conteúdo, a sequência, o tempo e o resultado de todas as ações efetuadas pelos colaboradores, eliminando assim as variações da forma como os trabalhadores desempenham as suas tarefas (Acharya, 2011). Na Figura 5 apresenta-se um exemplo de uma *Standard Work Combination Sheet*.

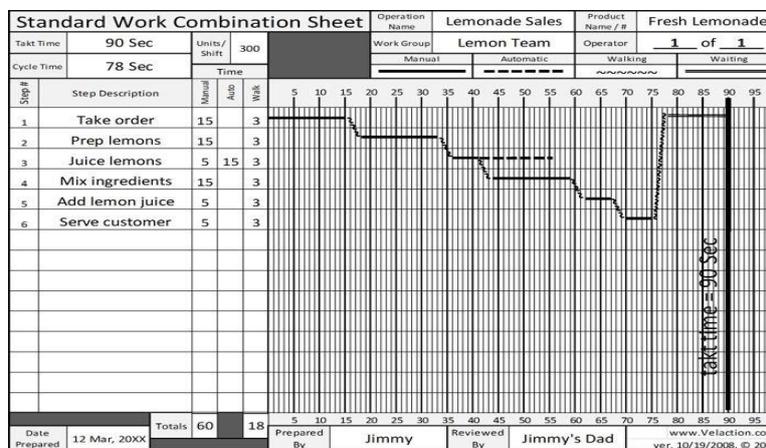


Figura 5 – Exemplo de uma *Standard Work Combination Sheet* (Hajek, 2009)

A normalização dos processos tem como objetivo garantir que além de todos os trabalhadores empregarem do mesmo modo as mesmas ferramentas e seguirem o mesmo procedimento, saibam também como agir quando confrontados com situações distintas. Para isso, todos os procedimentos operatórios necessários são claramente documentados (Pinto, 2008). Não importa quem está a desenvolver uma tarefa, com o trabalho normalizado, o nível de qualidade deve ser o mesmo (Abdullah, 2003). Através deste método, os trabalhadores reconhecem rapidamente desvios que ocorram no

CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA

processo de produção normal e podem assim efetuar correções em tempo real (Brackett, Comer, & Whichello, 2013).

O trabalho normalizado estabelece normas para três elementos centrais (Monden, 1998):

- *Takt-time*
- Sequência de trabalho
- WIP normalizado

O *takt-time* corresponde ao tempo de ciclo ajustado à procura, isto é, é o tempo disponível de produção de um produto de acordo com a sua procura. A sequência de trabalho refere-se à ordem, passo a passo, em que cada operação deve ser executada durante o *takt-time*. Finalmente, o WIP normalizado especifica o número de partes que devem existir no processo a qualquer momento.

2.6.6 5S

“Um lugar para cada coisa, e cada coisa no seu lugar” pode ser considerado o lema desta metodologia. O 5S é uma metodologia *lean* que se baseia na organização, limpeza e higiene do local de trabalho (Al-Araidah, Momani, Khasawneh & Momami, 2010), que garante que cada ferramenta, peça, material, trabalho em curso de fabrico (*Work In Process* - WIP) e produtos acabados tenham um lugar específico no local de trabalho (Parry & Turner, 2006). Com origem no Japão, o nome 5S é o acrónimo resultante das palavras japonesas Seiri (triagem/eliminar), Seiton (arrumação), Seiso (limpeza), Seiketsu (normalização) e Shitsuke (disciplina) (Gapp, Fisher, & Kobayashi, 2008) que correspondem aos nomes de cada uma das fases desta metodologia.



Figura 6 – Etapas do 5S

(<http://www.sobreadministracao.com/o-que-e-a-metodologia-5s-e-como-ela-e-utilizada/>)

Seiri (Eliminar) – O primeiro S da metodologia, tem como principal objetivo distinguir o que é realmente necessário no local de trabalho do que é dispensável e deve ser armazenado ou eliminado

(Parry & Turner, 2006). Uma separação e eliminação adequada das ferramentas, materiais e equipamentos não necessários permite uma redução dos riscos e da desordem no processo produtivo (Michalska & Szewieczek, 2007). Este processo permite obter um local de trabalho mais limpo e claro, o que aumenta a eficiência na procura e receção de objetos, e reduz o tempo destas operações. A implementação deste S envolve três regras: (1) realizar as perguntas de controlo; (2) rever e agrupar o que se encontra no local de trabalho; (3) sinalizar tudo o que seja inútil no local de trabalho com uma etiqueta vermelha.

- (1) Perguntas de controlo: É desnecessário e provoca confusão no local de trabalho? Existem sobras desnecessárias de materiais no local de trabalho? Existem ferramentas ou sobras no chão? Tudo o que é necessário está corretamente classificado, descrito e colocado no local respetivo? Todas as ferramentas de medição estão devidamente classificadas e guardadas? Todas estas perguntas permitem estimar qual o impacto do primeiro S da metodologia.
- (2) É necessário efetuar uma revisão de tudo o que se encontra no local de trabalho e agrupar segundo o sistema definido. Com base nesta triagem, é possível efetuar a eliminação do que foi considerado desnecessário no local de trabalho.
- (3) Também conhecido como “Programa da etiqueta vermelha”, este S permite, além da eliminação do que é classificado como inútil (através de uma etiqueta vermelha) a sua extinção no local de trabalho.

Seiton (arrumação) – Este S define que é necessário criar ordem no local de trabalho e reduzir os congestionamentos para que todas as atividades possam ser executadas livremente e no mínimo tempo possível (Abdullah, 2003). Assim, é necessário organizar o local de trabalho de forma lógica, de modo a facilitar aos outros a procura, utilização e devolução ao local de origem das ferramentas e/ou materiais necessários (Parry & Turner, 2006). Para implementar este S é necessário separar e marcar o local de cada coisa, segundo a sua importância: acesso rápido; acessível e ao alcance da mão. Ferramentas, materiais ou outros usados ocasionalmente devem estar no local de trabalho mas não no local de acesso rápido. Nesta fase as perguntas de controlo a colocar são: Estão os locais de passagem principais e de armazenamento claramente marcados? Estão as ferramentas separadas segundo a regularidade do seu uso normal? Todas as paletes de transporte estão armazenadas corretamente? Existe algo que obstrua os dispositivos de combate a incêndios? Existe alguma irregularidade no chão, ou outras causas que criem dificuldades nas movimentações dos operadores?

Nesta fase, uma vez definidos os devidos lugares para os materiais e o método de armazenamento, estes não devem ser alterados (Michalska & Szewieczek, 2007).

Seiso (limpeza) – Nesta fase da metodologia é necessário manter o local de trabalho tão limpo quanto puro. Limpezas regulares permitem identificar e eliminar fontes de desordem e de desperdício rapidamente assim como manter o local de trabalho mais limpo. Durante a limpeza efetuada é necessário conferir máquinas, chão, equipamentos e linhas de produção. Não menos importante, deve ser garantido que os operadores mantenham o asseio pessoal. Para verificar o local de trabalho em relação a este S devem ser colocadas as seguintes questões de controlo: Existem manchas de óleo, poeiras ou sobras de materiais à volta do local de trabalho (máquina, chão)? A máquina está limpa? As linhas estão limpas, precisam de reparação? As fontes de luz encontram-se limpas? (Michalska & Szewieczek, 2007).

A limpeza deve ser uma tarefa diária e as responsabilidades sobre este processo devem ser atribuídas aos trabalhadores, a fim de estes tornarem esta tarefa num trabalho de equipa (Abdullah, 2003).

Seiketsu (normalização) – o quarto S do processo pretende manter e melhorar o trabalho realizado nos três S's anteriores (Parry & Turner, 2006). Devem ser criados e implementados padrões sob a forma de instruções e/ou procedimentos que permitam manter a ordem no local de trabalho. As normas criadas devem ser claras e de fácil compreensão. Todos os trabalhadores devem ser envolvidos neste processo, pois são estes quem entende melhor as especificidades e operações dos seus postos de trabalho, pelo que estarem envolvidos neste processo possibilita uma melhor compreensão de todos os aspetos da operação (Michalska & Szewieczek, 2007).

Shitsuke (disciplina) – O último S da metodologia 5S refere-se à necessidade de manutenção das normas estabelecidas, da ordem e segurança criadas dia após dia, ano após ano. Assim, é necessário que os trabalhadores desenvolvam autodisciplina e cumpram as regras definidas para as triagens e limpezas regulares. Esta autodisciplina permite um aumento da conscienciosidade dos trabalhadores, e uma redução do número de produtos não conformes e dos desperdícios. Além disso, é de extrema importância que os trabalhadores compreendam a necessidade de executar as rotinas de inspeção do 5S (Michalska & Szewieczek, 2007).

O 5S é habitualmente a primeira metodologia *lean* a ser implementada nas empresas, provavelmente porque os únicos requisitos necessários para a sua implementação são a cultura pelo respeito e a vontade de melhorar (Keif, 2009).

Dado o fundamento do 5S, esta metodologia é muitas vezes incluída em práticas de gestão por contribuir para a relação custo-eficácia ao maximizar a eficiência e a eficácia das empresas. Além disso, quando entendida e desenvolvida no contexto das organizações, independentemente do seu tipo e tamanho, o 5S pode ser utilizado para empreender melhorias em muitos contextos: casa, escola, comunidade e locais de trabalho (Gapp, Fisher & Kobayashi, 2008).

A implementação do 5S deve ser iniciada com uma formação de todos os operadores de produção no âmbito da metodologia e uma clara identificação das vantagens decorrentes da sua aplicação. É muito importante que todos os participantes no processo entendam a importância da aplicação do 5S no seu posto de trabalho e que concordem com as mudanças que vão surgir. A formação deve por isso conter exemplos práticos e concretos de cada uma das fases da metodologia. A compreensão destas regras não se deve cingir apenas à produção, é fundamental que todos os colaboradores das empresas desde a administração, até aos operadores menos classificados, passando por responsáveis e administrativos, façam parte da implementação (Michalska & Szewieczek, 2007).

2.6.7 Gestão Visual

A gestão visual exige que todo o local de trabalho esteja equipado com sinalética de modo a que qualquer pessoa seja capaz de identificar em poucos minutos o que está a acontecer e é necessário fazer. Além disso, esta ferramenta também permite identificar o que está ou não a ser executado corretamente e no devido lugar (Acharya, 2011).

Os sinais utilizados nas empresas são habitualmente sinais sonoros e sinais visuais tais como sinais luminosos (tipo semáforo), etiquetas, cores, códigos pintados no chão, que podem indicar desde corredores de passagem até locais de armazenamento de produto.

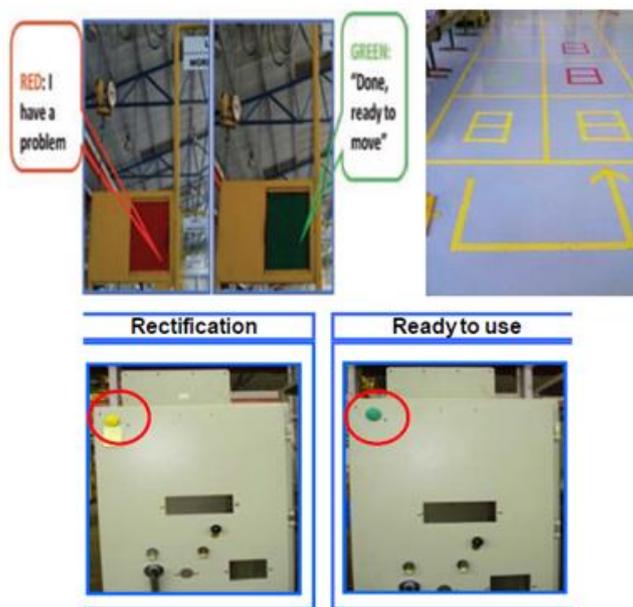


Figura 7 – Exemplos de práticas de gestão visual (Acharya, 2011)

Através da gestão visual é possível implementar sistemas simples e intuitivos capazes de auxiliar as pessoas na gestão e no controlo dos processos, reduzindo erros e desperdícios e aumentando a autonomia dos trabalhadores (Pinto, 2008).

Segundo Lippolt (2008) as melhores empresas são capazes de obter todas as informações sobre as operações e o controlo sem sair do chão-de-fábrica. Aqui, o estado das operações pode ser visualizado desde uma sala de controlo central, numa placa de estado ou num computador.

Se a informação se encontrar visível no local de trabalho, os problemas são identificados mais cedo o que permite que sejam realizadas melhorias mais facilmente. A gestão visual é mais rápida e eficaz se for acessível a grupos de pessoas que possam partilhar conhecimentos e participar na resolução dos problemas identificados (Hines, Found, Griffiths, & Harrison, 2011).

2.6.8 Single Minute Exchange of Die (SMED)

A condição chave para o aumento da flexibilidade da produção é a rápida mudança de *setup* numa máquina na linha de produção (Grzybowska & Gajdzik, 2012). *Single Minute Exchange of Die* (SMED), também denominado por *Quick Changeover* (QCO) é uma metodologia desenvolvida por Shingo (1985) cujo objetivo é reduzir os tempos de *setup*. Tempo de *setup* é o tempo de interrupção necessário para que sejam efetuadas todas as operações necessárias para a troca/ajuste de ferramentas e/ou equipamentos entre os processos de produção de dois produtos diferentes. O tempo de *setup* pode ser definido como o tempo que ocorre entre a última peça boa produzida de um lote de produção e a primeira peça boa produzida do lote seguinte tal como ilustra a Figura 8 – Definição de tempo de *setup* Figura 8.

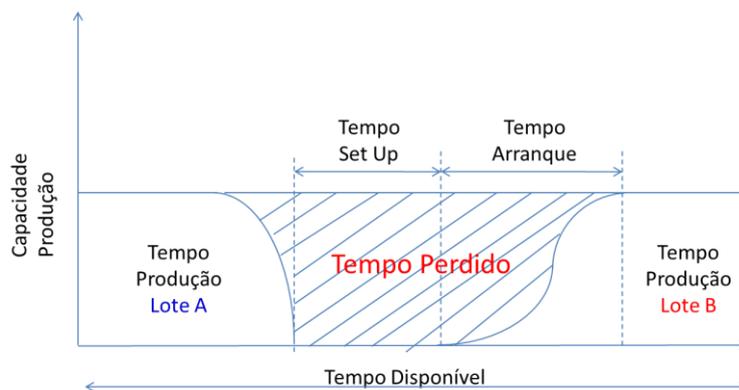


Figura 8 – Definição de tempo de *setup*

O conceito SMED surge através de Shigeo Shingo nos finais dos anos 50, inícios dos anos 60, quando este se encontrava a desenvolver um estudo de melhoria para a Toyota. Neste estudo Shingo entendeu pela primeira vez que existiam 2 tipos de operações de *setup* fundamentais: as operações internas e as operações externas. As operações internas ou *Inside Exchange of Die* (IED) são aquelas que apenas podem ser realizadas quando a máquina está parada, enquanto que as operações externas ou *Outside Exchange of Die* (OED) podem ser executadas com a máquina em operação.

O SMED pretende assim que as mudanças de *setup* sejam executadas em menos de dez minutos, ou seja, num tempo expresso apenas por um único dígito (*single digit*) (Shingo, 1985). Embora seja claro que nem todos os *setups* possam ser literalmente efetuados num único dígito, este é o objetivo principal do SMED. Shingo (1985) defende que esta é uma metodologia de redução de tempos de *setup* que pode ser aplicada em qualquer indústria, em qualquer máquina.

Segundo Shingo (1985), o SMED é constituído por 4 estágios conceptuais (Figura 9), sendo que o primeiro estágio (Estágio preliminar) se refere à fase anterior à aplicação do SMED propriamente dito. Em cada um destes estágios podem ser aplicadas técnicas que permitem reduções de tempos nos *setups* impressionantes e grandes melhorias na produtividade.

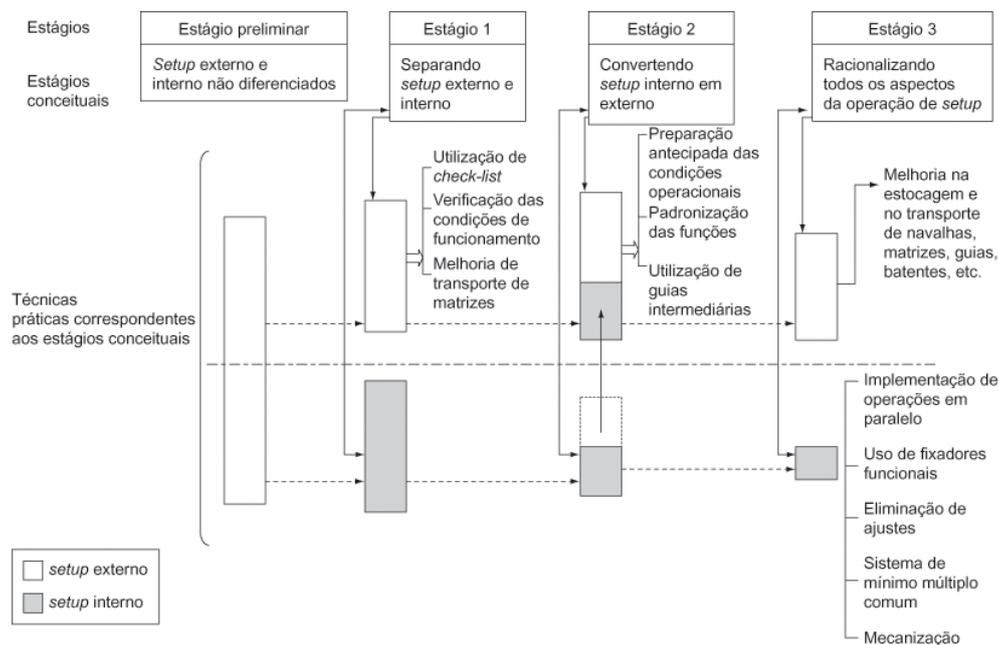


Figura 9 – Estágios do SMED (Shingo, 1985)

Estágio 0 (Preliminar) – Operações Internas e Externas não se distinguem: esta fase corresponde ao estado da empresa na fase inicial da metodologia. Nesta fase não existe nenhuma distinção entre as operações que devem ser realizadas quando a máquina/linha está parada (operações internas) e as operações que poderiam ser feitas antes ou depois de a máquina parar (operações externas) (Simões & Tenera, 2010). É nesta fase que se procede a uma análise detalhada das condições da máquina/linha de produção e respetivos locais, através de várias abordagens tais como: entrevistas aos trabalhadores, estudo de amostragens do processo produtivo, análise dos tempos com ajuda de um cronómetro, ou filmagens das operações. Segundo Shingo (1985) a melhor abordagem é o registo em vídeo do processo produtivo, uma vez que esta permite mostrar aos trabalhadores o vídeo após a mudança de *setup*, para que possam expor os seus pontos de vista sobre o processo. Esta visualização e discussão realizada pelos trabalhadores é muito útil e perspicaz e pode, em muitos casos, levar uma concretização das suas ideias nos seus locais de trabalho.

Nesta fase é fundamental que exista um envolvimento de todos e deve por isso ser especificamente assegurado esse envolvimento (Simões & Tenera, 2010).

Estágio 1 – Separação Operações Internas e Operações Externas: considerada a fase mais importante do processo de implementação do SMED, é aqui que se procede à categorização, organização e separação das operações como internas ou externas. Shingo (1985) defende que se for realizado um esforço científico para que o maior número de operações do *setup* sejam externas, então o tempo necessário para as operações pode reduzir cerca de 30% a 50%.

Para efetuar esta categorização das operações podem ser utilizadas três técnicas: 1. a utilização de listas de verificação que auxiliam na identificação de todos os elementos fundamentais das operações; 2. a verificação das condições de funcionamento, cujo objetivo é analisar se todos os materiais e ferramentas necessários para o *setup* se encontram disponíveis e em perfeitas condições; 3. a melhoria dos transportes dos materiais e das ferramentas onde se realiza uma otimização de todas as movimentações necessárias neste processo.

Estágio 2 – Conversão de operações internas para operações externas: nesta fase procede-se a uma nova análise, a fim de verificar se existem operações classificadas como internas que possam passar a operações externas (Sugai, McIntosh, & Novaski, 2007). Procura-se assim formas de conseguir converter operações efetivamente internas no momento da análise em operações externas.

As técnicas utilizadas nesta fase consistem na preparação antecipada das condições operacionais de todos os materiais, ferramentas e condições necessárias antes do *setup* e na padronização de funções onde se procura standardizar as atividades necessárias entre as diferentes operações.

Estágio 3 – Racionalização de operações internas e operações externas: é a última fase do processo de implementação do SMED e tem como foco principal a melhoria sistemática de cada operação básica do *setup* interno e externo. Assim, é necessário realizar uma análise detalhada de cada operação a fim de encontrar soluções que permitam uma melhoria contínua das operações e a consequente redução dos seus tempos.

Nesta fase devem ser utilizadas técnicas que permitam encontrar melhorias radicais nas operações externas e internas. Nas operações externas pode-se recorrer à racionalização do armazenamento, dos recursos e da sua gestão, assim como a melhoria dos transportes dos materiais e das ferramentas necessárias. No que respeita às operações internas, podem ser implementadas operações paralelas, adotados fixadores funcionais rápidos e deve-se tentar eliminar as operações de ajustes finais.

Segundo Shingo (1985) apesar da separação, os estágios 2 e 3 não têm que ser executados sequencialmente, podem acontecer em simultâneo. Em todos os estágios da metodologia são realizadas melhorias no *setup*.

Dado que esta metodologia é apresentada de forma genérica, é necessário ajustar as medidas de melhoria para a realidade do sector onde se pretende implementar. Nessa adaptação devem ser considerados os valores da empresa, assim como os objetivos que esta pretende alcançar com a implementação do SMED (Simões & Tenera, 2010).

2.7 Aversão à Mudança

A implementação de ferramentas e/ou metodologias *Lean* implicam uma mudança cultural na gestão e avaliação dos processos das empresas. Os gestores das empresas que se tornam *lean* necessitam adaptar-se a novos paradigmas de gestão e de envolver todas as pessoas no processo de mudança, a fim de sobreviver ao novo mundo competitivo no qual acabam de entrar (Pinto, 2008). Mais, a filosofia *lean* defende que as pessoas são a chave do sucesso na inovação colaborativa, sendo por isso necessário que as empresas não negligenciem a formação dos seus trabalhadores. A administração deve ser capaz de formar as equipas certas e atribuir-lhes as tarefas certas, na procura do sucesso em projetos-pilotos bem definidos. Estes sucessos têm assim como objetivo funcionar como motivadores para os restantes membros da empresa (Fawcett, Magnan, & McCarter, 2008).

No entanto, existem muitas pessoas que resistem por receio a estas mudanças, adotando comportamentos negativos e defensivos. É por isso fundamental compreender esta resistência e encontrar soluções para contornar esta situação (Hines, Found, Griffiths, & Harrison, 2011).

Segundo Melton (2005) existem forças naturais de resistência à mudança *lean*, uma vez que muitos são cépticos em relação à validade desta filosofia e assumem que o *lean* é mais uma iniciativa de melhoria igual às que já experimentaram. A evocação de falta de tempo disponível devido às tarefas do dia-a-dia de trabalho, a inércia (Melton, 2005) e a dificuldade na quebra de paradigmas (Soares, 2001) aumentam a resistência à mudança.

De facto, Daryl Conner (1993) sugere que o comportamento das pessoas face à mudança é distinto, e que apenas 10% das pessoas aceitam de imediato a mudança. Sendo que 20% aceitam a mudança após uma ligeira persuasão, 40% com muita persuasão e 30% aceita a mudança apenas após esta ter sido bem-sucedida. Além disso, Guzman (2003) defende que a mudança gera incerteza e ambiguidade, pois as pessoas começam a pensar no que pode vir a mudar no contexto laboral, desde o trabalho propriamente dito, até ao relacionamento com os colegas.

2.8 Análise Crítica

Muitos autores defendem que a filosofia *lean* é uma mais-valia para todas as organizações, uma vez que através da implementação das várias ferramentas desta filosofia é possível reduzir os desperdícios e aumentar os lucros (Doolen & Hacker, 2005; Hicks, 2007; Ketkamon & Teeravaraprug, 2009). Eliminar

CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA

os desperdícios do processo produtivo é considerado o grande potencial da melhoria contínua (Melton, 2005). Tal como foi referido anteriormente, em (1988) Taiichi Ohno identificou sete tipos diferentes de desperdício: processamento, esperas, transportes, inventários, sobreprodução, movimentações e defeitos. No entanto, mais tarde, outros autores mencionaram a existência de um oitavo desperdício - o desaproveitamento do potencial das pessoas. Segundo Womack & Jones (1996) este é um desperdício uma vez que a criatividade e as novas ideias destas poderiam ser aproveitadas para melhorar as práticas e os processos (Hicks, 2007; Pinto, 2008). É assim necessário que os trabalhadores saibam identificar as fontes de desperdício e sejam capazes de propor soluções capazes de evitar/eliminar os desperdícios identificados.

Da adoção de princípios *lean* advêm muitos benefícios para as empresas (Fuentes & Diaz, 2012; Ketkamon & Teeravaraprug, 2009; Melton, 2005). Melton (2005) defende mesmo que implementar *lean* não é apenas mudar processos ou aplicar ferramentas/metodologias associadas à filosofia. Aplicar *lean* é mudar completamente o negócio, desde a forma como a linha de produção funciona até à forma como cada trabalhador encara um novo dia de trabalho, passando pela forma como os administradores pensam e gerem a empresa.

Além disso, a abrangência do pensamento *lean* é cada vez maior e não se cinge apenas às empresas de produção de automóveis. *Lean* e as suas ferramentas podem ser aplicadas em várias organizações de diferentes áreas, e existem já, muitos exemplos de implementações bem-sucedidas em pequenas e médias empresas de produção, na construção e em processos administrativos (Hicks, 2007).

Estudos relacionados com a implementação do 5S e da gestão visual nas empresas mostram que estas ferramentas *lean* tornam o local de trabalho mais organizado e, conseqüentemente, mais agradável (Barbosa, 2012; Gadre, Cudney & Corns, 2011; Gapp, Fisher & Kobayashi, 2008).

Uma das ferramentas *lean* mais utilizada nas organizações, o *Single Minute Exchange of Die* (SMED) provou ter resultados positivos na redução dos tempos de *setup* em vários sectores da indústria e em diferentes partes do mundo. Analisando a literatura existente sobre o tema é possível observar a obtenção de benefícios na indústria metalúrgica (Grzybowska & Gajdzik, 2012), na indústria de componentes automóveis (Timasani, Mahesh, & Doss, 2011), na indústria farmacêutica (Kanzawa, 2006). Em Portugal é possível encontrar estudos com resultados benéficos na indústria da transformação de madeira (Sousa, Lima, Carvalho, & Alves, 2009), controlo de energia elétrica (Ribeiro, Braga, Sousa, & Carmo-Silva, 2011), produção de autorrádios, (Costa, 2008), e fabrico de componentes plásticos (Oliveira, 2011).

Apesar do sucesso do SMED, (McIntosh, Culley, Mileham, & Owen, 2000) defendem que deveria existir flexibilidade na sequência das fases definidas por Shingo a fim de tornar a ferramenta mais adequada a algumas indústrias. Por outro lado, segundo Ulutas (2011) existe uma grande falha nesta ferramenta ao nível da consideração da motivação humana.

Apesar da convenção de que a produção *lean* é um excelente meio para reduzir desperdícios, melhorar a eficácia da produção e, conseqüentemente aumentar os lucros, alguns autores defendem que, na indústria da impressão, esta filosofia falha (Cooper & Keif, 2007).

No entanto, em 2009, Keif diz que a produção *lean* e as suas ferramentas como o 5S e o SMED podem ajudar a indústria de impressão de várias formas, desde que a cultura de respeito e de melhoria contínua esteja inculcada nas pessoas (M. G. Keif, 2009). Note-se que Cooper & Keif (2007) referiram que um dos problemas na indústria da impressão se prendia com a não assimilação por parte das pessoas da diferença que existe entre “fazer *lean*” e “ser *lean*”. Segundo os autores, existem ainda muitas empresas a tentar “fazer *lean*” mas que não entendem que a mudança necessária para que passem a “ser *lean*”.

Estudos recentes mostram que a ferramenta SMED foi aplicada com sucesso na indústria da impressão, implementando apenas as soluções encontradas que não implicariam custos para a empresa, considerando assim que a ferramenta é extremamente flexível, e adaptável ao sector da impressão (Simões & Tenera, 2010).

As melhorias alcançadas nesta indústria são muitas vezes pequenas, e muitos temem que o esforço necessário para as atingir não seja recompensado. No entanto, o autor acredita que é muito importante que as empresas se dediquem as pequenas melhorias do mesmo modo que de dedicam às grandes. Mais, é fulcral que os administradores das empresas formem e inculquem os seus trabalhadores do valor que se pode obter através da filosofia *lean*, de modo a que estes sejam também capazes de sugerir propostas de melhoria para o seu local de trabalho e para a empresa (Keif, 2008).

3. Descrição da Empresa

No presente capítulo é apresentada a origem da empresa onde é desenvolvido o trabalho, assim como os seus produtos e o respetivo processo produtivo.

3.1 PolibagTCI – Embalagens, S.A.

A Polibag foi constituída em 1990 com a designação de Eduardo Sousa & C^a, Lda. tendo como objetivo a comercialização de embalagens plásticas.

Face à necessidade de satisfazer de forma mais eficiente os seus clientes, quer em prazos quer em qualidade, o sócio maioritário da Polibag adquiriu a maioria do capital da sociedade de uma pequena empresa industrial de impressão e corte de sacos plásticos, a Plasguima, o que permitiu uma maior penetração no mercado da indústria têxtil, passando este a ser o mercado principal da Polibag.

Em 1994 estreita-se a parceria entre as duas empresas que, mantendo-se juridicamente independentes, passam a partilhar recursos (infraestruturas, tecnológicos, humanos) proporcionando uma melhor organização e controlo de custos. Em 2000, a Plasguima efetua um investimento em três linhas de extrusão de polipropileno. Esta integração vertical de todo o processo produtivo dotou a Polibag de uma capacidade de resposta acrescida, consolidando assim a sua posição no mercado. Em 2002, o capital das duas sociedades Polibag e Plasguima foi adquirido pela Eduardo Sousa Holding SGPS, S.A.

Em 2003 a estratégia de crescimento da empresa levou à aquisição, por parte da Eduardo Sousa Holding SGPS, S.A., da totalidade do capital da sociedade TCI Embalagem Lda. Esta empresa, TCI Embalagem Lda, fundada em 1990, teve um percurso idêntico à Polibag com um início de atividade exclusivamente comercial na área das embalagens plásticas. Em 1998 iniciou uma atividade produtiva no corte e impressão de embalagens tendo no entanto mantido também a sua atividade comercial recorrendo a fornecedores internacionais.

A necessidade da integração orgânica das três empresas, a racionalização das suas produções e as estratégias comerciais levaram a um processo de fusão por incorporação da Plasguima e da TCI na Polibag. Este processo foi concluído em 31 de Dezembro de 2004, tendo sido alterada a sua designação para PolibagTCI - Embalagens S.A.

Atualmente, a PolibagTCI - Embalagens S.A. é uma empresa de produção e comercialização de embalagens plásticas, situada em São Tiago de Candoso, Guimarães que integra no seu processo produtivo as secções de injeção, extrusão, rebobinagem, corte, flexografia, serigrafia, aplicação de componentes e confeção.

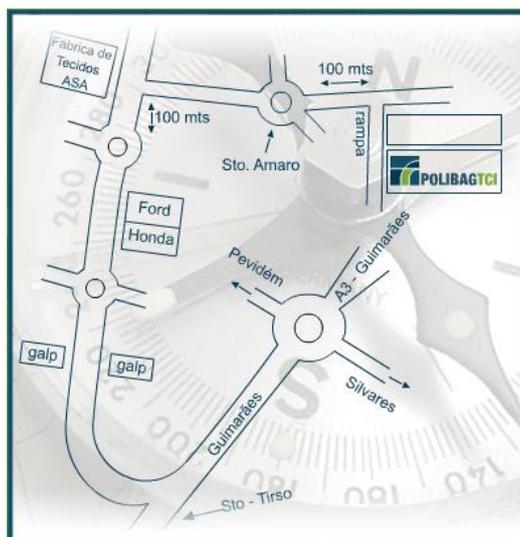


Figura 10 – Localização PolibagTCI - Embalagens S.A. (PolibagTCI)

A empresa possui instalações com cerca de 3000 m² de área coberta onde trabalham cerca de 70 colaboradores e possui a certificação NP EN ISO 9001:2008 (Qualidade). Atualmente, a PolibagTCI - Embalagens S.A. possui uma capacidade de produção média de 40000 sacos/dia. Mais de 98% da produção destina-se à exportação, com especial relevo para o mercado inglês, francês e espanhol.

Neste momento, a PolibagTCI encontra-se inserida no grupo Plasteuropa Embalagens, S.A. cujas empresas associadas são:

- Plasteuropa Embalagens S.A.
- Indofil, S.A.
- Leiriense Plásticos S.A.
- Plasteuropa Moçambique, Lda
- Plasteuropa Envases flexibles
- Angular Artes Gráficas, S.A.
- Wooderson Packaging Ltd
- PolibagTCI
- Seriflex

3.2 Estrutura Organizacional da Empresa

A organização da PolibagTCI - Embalagens S.A. é coordenada globalmente pela Administração e suportada por um Gabinete de Estudos e por mais cinco departamentos: um Departamento de Compras, um Departamento de Qualidade, um Departamento Industrial, um Departamento Comercial e um Departamento Administrativo e Financeiro, cada um deles coordenado por um diretor. Os vários departamentos desdobram-se em secções (Figura 11).

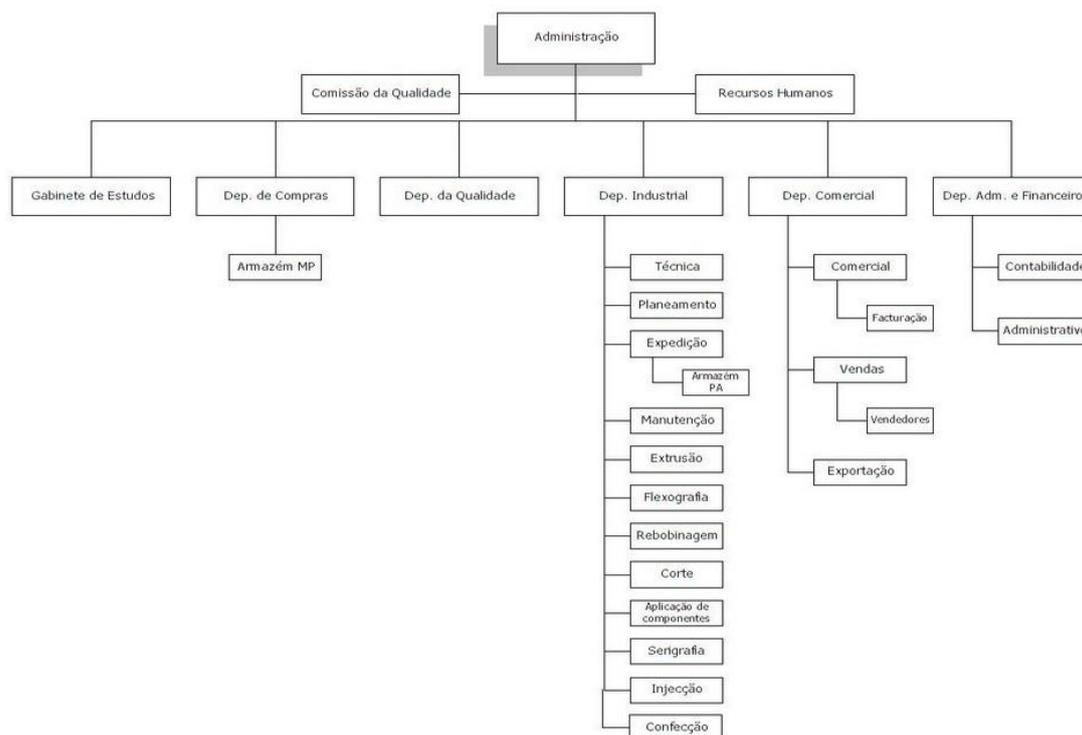


Figura 11 – Estrutura Organizacional da PolibagTCI – Embalagens S.A. (PolibagTCI)

A flexografia identificada no departamento industrial da empresa corresponde à secção onde foi desenvolvido o presente trabalho.

3.3 Produtos e Principais Clientes

A PolibagTCI – Embalagens S.A. possui como atividade principal a produção e comercialização de sacos, porta-fatos, filme para embalagem automática e filme impresso nos seguintes materiais:

- Polipropileno (PP),
- Polietileno de baixa e alta densidade (PEBD e PEAD),
- Policloreto de vinilo (PVC),
- Tecido-não-tecido (TNT),
- Tecidos.

Além destes produtos, a PolibagTCI em parceria com outras empresas do grupo Plasteuropa comercializa sacos em papel e PVC, e filmes retrácteis (tais como os utilizados nas embalagens de leite).

Os produtos finais têm destinos diversos, como o mercado têxtil, em conjunto com alguns clientes ligados a grandes marcas de moda, o mercado da publicidade e do comércio, o mercado alimentar, o mercado automóvel e também o mercado hospitalar.

3.4 Processo Produtivo

O processo produtivo da PolibagTCl fundamenta-se em 8 operações: injeção, extrusão, rebobinagem, corte, flexografia, serigrafia, aplicação de componentes e confeção. Este processo produtivo é gerido através de uma plataforma web (PolibagWeb) onde são efetuados todos os registos da produção. Esta plataforma encontra-se ligada ao *software* de gestão utilizado pela empresa, o PHC.

A PolibagTCl encontra-se dividida em pavilhões interligados entre si. No primeiro pavilhão encontra-se as secções de extrusão, injeção, rebobinagem e corte, no segundo, a confeção, a serigrafia e a flexografia e o terceiro corresponde ao armazém de matérias-primas e produto acabado (PA) e de expedição.

A Figura 12 ilustra o atual *layout* da empresa.

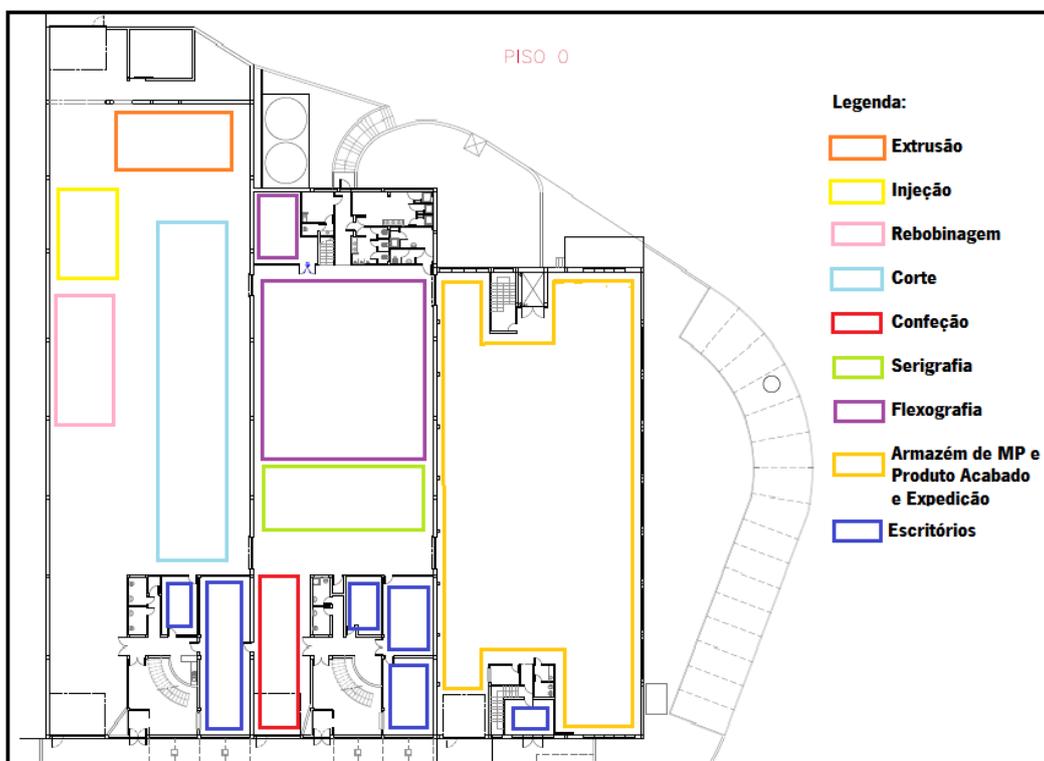


Figura 12 – Layout da PolibagTCl – Embalagens S.A. (Adaptado de PolibagTCl)

Na Figura 13, está representado o mapeamento dos processos necessários para a produção dos produtos da PolibagTCl - Embalagens S.A, assim como o fluxo existente dos produtos, desde a encomenda do cliente até à expedição.

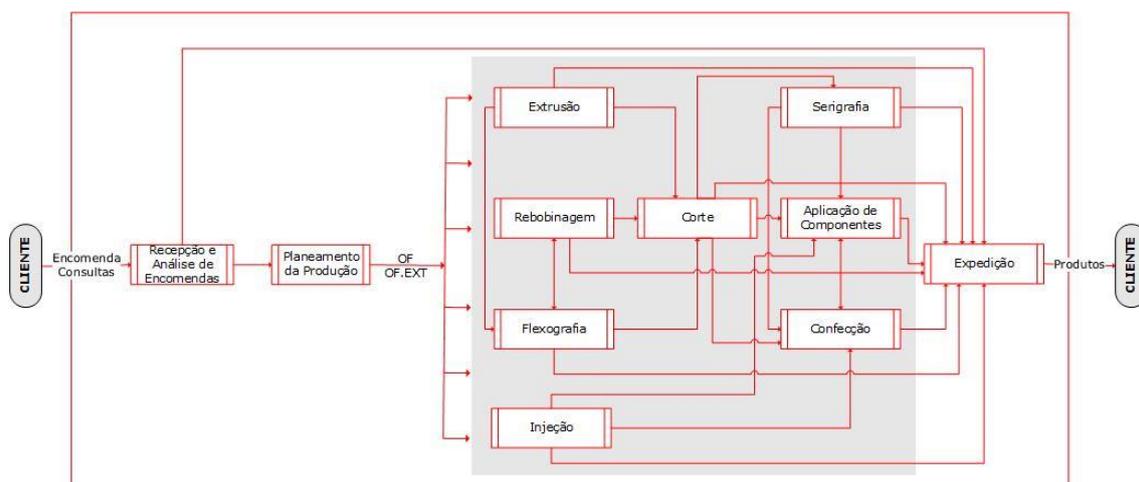


Figura 13 – Processo Produtivo PolibagTCI - Embalagens S.A. (Adaptado de PolibagTCI)

De seguida serão apresentadas breves descrições de cada um dos processos necessários para a produção da empresa.

3.4.1 Descrição dos Processos

Extrusão – O processo de extrusão tubular consiste no aquecimento das resistências que se encontram nos cilindros e da feira. A matéria-prima (pequenos grânulos de polipropilenos – copolímero e homopolímero) entra no cilindro sobre um fuso que o transporta para a saída da feira formando um balão à base de ar e água para arrefecimento. O filme é recolhido num varão onde se formam as bobinas. Neste processo é necessário assegurar que é extraído material de acordo com o especificado na Ordem de Fabrico da Extrusão (OFEXT), garantindo as características pedidas previamente.

Rebobinagem – Com o objetivo de rentabilizar os processos de extrusão e de impressão são produzidas habitualmente bobinas de filme com múltiplos da largura e do comprimento final pretendidos. O processo de rebobinagem é efetuado para dividir as bobinas produzidas na extrusão numas mais pequenas e melhorar a qualidade de bobinagem dos materiais.

Injeção – Processo que consiste em injetar, sob pressão, a matéria-prima plástica fundida num molde. Após arrefecer, o molde é aberto e são retiradas as peças obtidas. No final, fecha-se o molde de modo a permitir a repetição do ciclo de produção.

Flexografia – Processo utilizado na impressão dos filmes, realizado com clichés colocados em cilindros metálicos, que em contacto com a tinta, e na passagem do filme imprime marcas, logótipos e símbolos que tenham sido aprovados pelo cliente.

Serigrafia – Processo de impressão utilizado essencialmente para impressão em tecidos (TNT) e em PVC. Neste processo as películas/sacos, colocados um a um na máquina de serigrafia, entram em

CAPÍTULO 3 – DESCRIÇÃO DA EMPRESA

contacto com os quadros de impressão impregnados de tinta ficando com o motivo impresso. O material impresso em serigrafia destina-se essencialmente ao fabrico das embalagens mais elaboradas.

Corte – O corte consiste na produção de diversos tipos de sacos ou de películas a partir de bobines cortadas nas medidas estabelecidas com ou sem soldaduras.

Aplicação de componentes – Processo através do qual é colocado um componente num saco ou em parte deste. A aplicação é feita por simples união (cordão), colagem (autocolante), pressão (molas, ilhós) ou soldagem (ganchos, asas).

Confeção – Operação que consiste na costura das várias partes do saco em diversos materiais (PVC, PP, TNT).

No capítulo seguinte irá ser abordado detalhadamente o processo produtivo da secção de flexografia.

4. Análise e Diagnóstico da Secção de Impressão por Flexografia

Neste capítulo será realizada, numa primeira fase, uma descrição mais pormenorizada da secção de flexografia e do seu processo produtivo, uma vez que o estudo foi realizado nesta secção da empresa. Numa segunda fase irá ser feita uma análise crítica e uma identificação dos problemas detetados na secção em estudo. Esta secção é composta por um armazém de tintas, uma zona de armazenamento de cilindros de impressão e outra de clichés e por três impressoras flexográficas. Uma das impressoras, doravante denominada por Fle2, mais antiga, possui quatro tabuleiros de impressão, as outras duas possuem seis tabuleiros de impressão, sendo que uma destas máquinas é mais antiga (Fle1) que a outra (Fle4). A máquina mais recente (Fle4) possui tecnologia que permite elaborar trabalhos que não seriam exequíveis nas restantes máquinas. Na Figura 14 encontra-se uma representação do *layout* da secção.

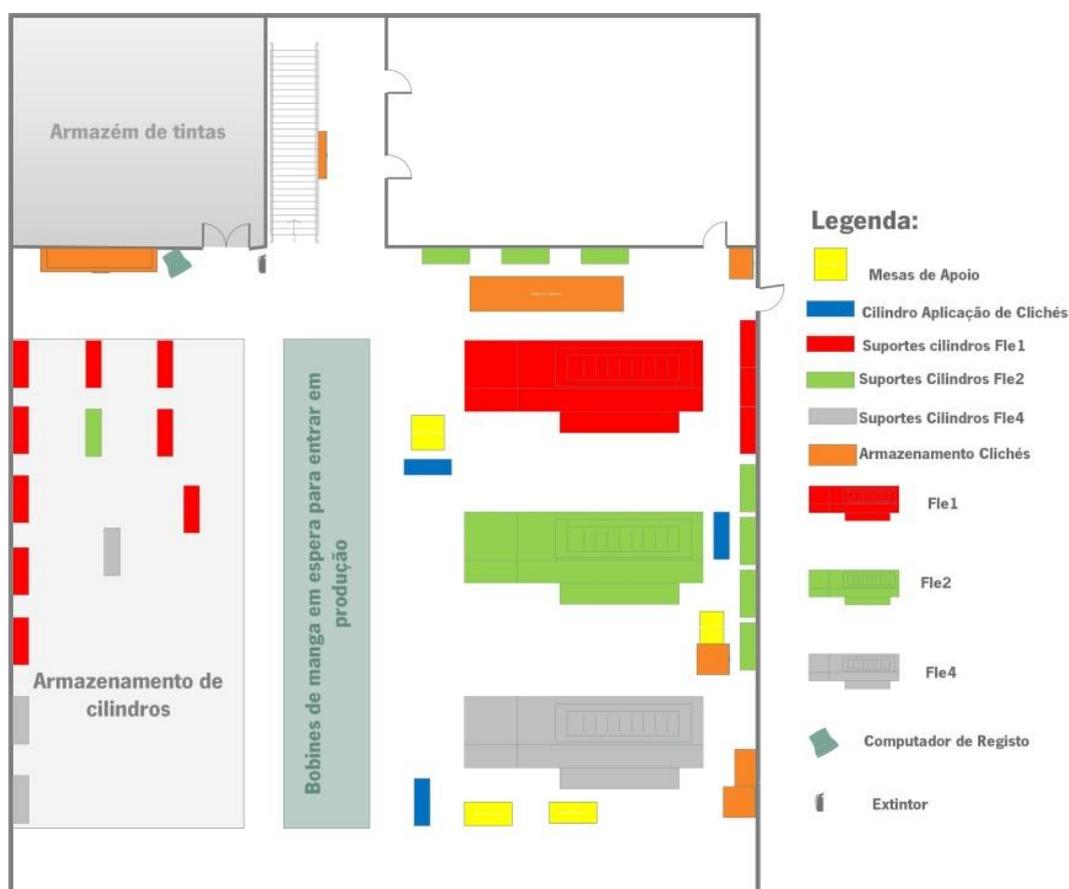


Figura 14 – Layout da Secção de Flexografia (Adaptado de PolibagTCI – Embalagens S.A)

Todas as medidas de melhoria propostas neste trabalho podem ser aplicadas a qualquer uma das máquinas da secção

4.1 Descrição do Processo Produtivo da Secção de Flexografia

A flexografia é uma tecnologia de impressão envolvente adequada para a impressão de vários componentes usados especialmente na indústria das embalagens, no estudo em causa, a impressão é realizada em filmes de plástico.

O processo de impressão por flexografia é composto por uma série de operações, esquematizadas na Figura 15:

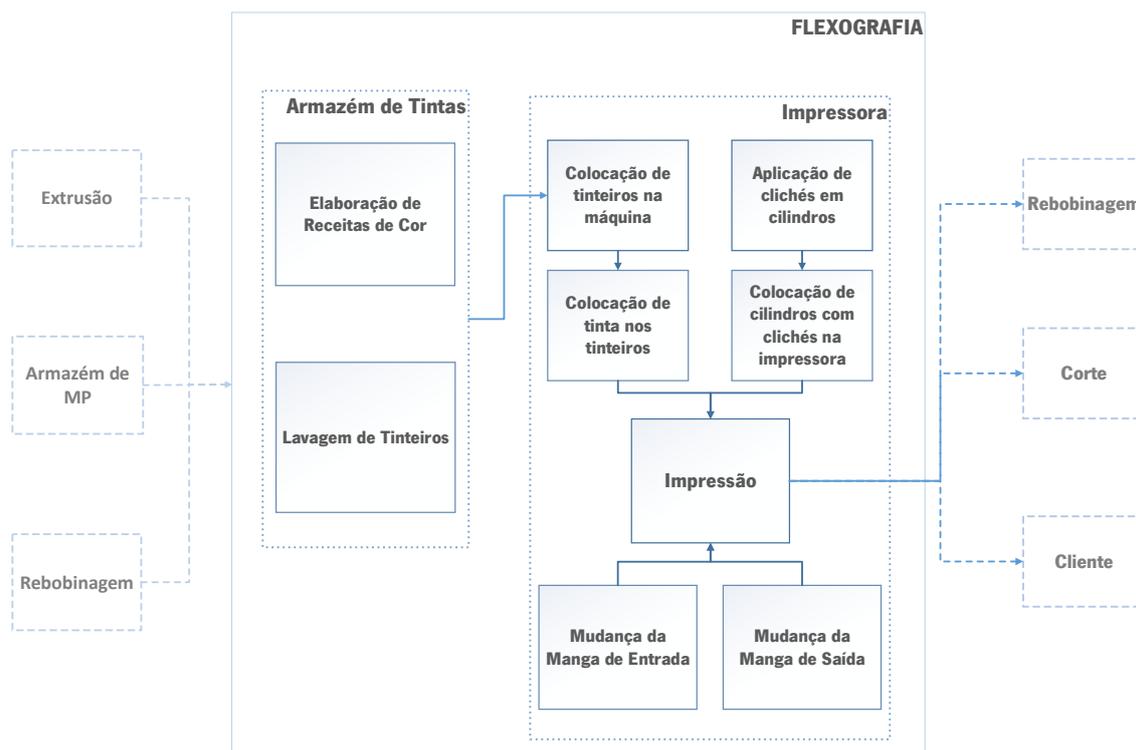


Figura 15 – Processo Produtivo da Flexografia

O processo de impressão por flexografia é realizado, tal como foi dito anteriormente por três impressoras flexográficas, Fle1, Fle2 e Fle4. As três máquinas são diferentes e cada uma delas é mais adequada para produzir determinado tipo de produto, mediante as cores necessárias, a quantidade a produzir e o nível de dificuldade de produção do produto.

No processo de flexografia, a matéria-prima (MP), as bobines de manga de filme, podem ser ou de polipropileno (PP) ou polietileno de alta ou baixa densidade (PEAD e PEBD, respetivamente) e podem ser provenientes de três secções distintas da empresa, consoante se trate de PP ou PEAD e PEBD. Caso de trate de um filme de PP, a MP para este processo chega ou diretamente da extrusão, ou caso tenha sido necessário, da rebobinagem. No caso de PEAD e do PEBD, a MP chega do armazém de MP, uma vez que esta manga de filme não é produzida na Polibag TCI. Neste caso, a MP pode também provir da rebobinagem, uma vez que as bobines de PEAD e PEBD também podem necessitar deste processo.

A secção de flexografia pode, de modo geral, ser dividida em duas subsecções, o armazém de tintas e a impressora, onde são realizadas as operações necessárias ao processo produtivo da impressão. No armazém de tintas são realizadas duas operações: elaboração de receitas de cor e lavagem de tinteiros. Na impressora são realizadas sete operações: colocação dos tinteiros na máquina; colocação da tinta nos tinteiros; aplicação de clichés em cilindros; colocação de cilindros com clichés na impressora, mudança da manga de saída, mudança da manga de entrada e por fim a impressão. No final da impressão, os produtos podem seguir para os clientes, para a secção de corte ou para a rebobinagem segundo as especificações do produto final.

4.1.1 Armazém de Tintas

O armazém de tintas está situado na secção de flexografia e destina-se à colocação de tintas na respetiva secção assim como na serigrafia. Além das tintas, neste armazém também se encontra um contentor de 1000 litros de diluente e todo o lixo químico produzido nas operações ali efetuadas. É neste armazém que são escolhidas as cores básicas necessárias para a produção, assim como elaboradas as receitas de tintas e lavados os tinteiros utilizados em ordens de fabrico (OF) anteriores.



Figura 16 – Armazém de tintas

Elaboração de receitas de cor

Operação que consiste na elaboração das cores necessárias para a OF através da mistura de cores selecionadas com base na receita de cores correspondente no catálogo de pantone. Este catálogo define quais as cores a serem utilizadas na mistura através de um número de série que identifica cada cor, assim como a quantidade de tinta de cada cor necessária em percentagem.

Lavagem de tinteiros

Após cada utilização, os tinteiros utilizados nas OF's anteriores devem ser despejados e lavados para colocação de novas cores para OF's futuras, exceção feita caso a cor da OF que entra em produção

CAPÍTULO 4 – ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DA SECÇÃO

a seguir seja a mesma do que a anterior. A lavagem de tinteiros é habitualmente realizada com auxílio de uma cuba com diluente, onde são inseridos os tinteiros e onde ficam submergidos até serem necessários novamente. Após este período de submersão ao retirarem os tinteiros os trabalhadores apenas necessitam de, com um pano, retirar o pouco que resta. No entanto, no período em que o autor esteve presente na empresa, esta cuba nunca esteve na empresa, por estar danificada e necessitar de arranjo. Dada esta situação, neste momento, os tinteiros após serem retirados da impressora flexográfica são levados para o armazém de tintas e pousados em cima de uma mesa, e apenas quando estes são necessários é que se procede à respetiva lavagem. Neste caso, a lavagem efetua-se de modo completamente manual, o operador coloca diluente no tinteiro através de um garrafão e com ajuda de uma espátula e de um pano, esfrega e raspa o tinteiro a fim de arrancar todas as sobras de tinta que este ainda possua. No fim retira o diluente com a sujidade para uma lata de tinta velha. Este processo repete-se quantas vezes forem necessárias, até o tinteiro não possuir nenhum resíduo de tinta.

4.1.2 Impressora

A zona da impressora corresponde a toda a secção de flexografia, exceção feita ao armazém de tintas. Nesta zona encontram-se as três máquinas de impressão (Figura 17), os locais de armazenamento de cilindros, os locais de armazenamento de clichés, o local onde os operadores analisam as OF's e aplicam os clichés nos cilindros, o local onde são colocadas em espera as mangas de filme que vão entrar nas OF's seguintes e as mangas já impressas que mais tarde serão encaminhadas para os clientes, para a rebobinagem ou para o corte segundo o produto produzido.



Figura 17 – Máquinas de Impressão Fle1, Fle2 e Fle4

Nesta zona são efetuadas todas as operações diretamente relacionadas com às impressoras flexográficas.

Colocação dos tinteiros na máquina

Operação que consiste em colocar os tinteiros lavados nas impressoras flexográficas nos tabuleiros que irão ser utilizados para impressão. Os operadores trazem os tinteiros do armazém de tintas e colocam-nos nos tabuleiros respetivos, fixando-os através de porcas de aperto. Os tabuleiros que não são utilizados na produção da OF em causa não necessitam de ter tinteiros colocados. Para precaução contra possíveis salpicos e outras sujidades que possam advir do normal funcionamento da máquina, não devem mesmo estar colocados tinteiros em tabuleiros que não irão ser necessários.



Figura 18 – Colocação de Tinteiro

É importante salientar que cada máquina possui os seus tinteiros e que estes não podem ser utilizados nas restantes máquinas.

Colocação da tinta nos tinteiros

A operação colocação de tinteiros nas impressoras flexográficas consiste em colocar a tinta direta, ou obtida através de uma receita no tinteiro respetivo. A tinta é colocada diretamente do recipiente (lata de tinta) no tinteiro e de seguida o trabalhador liga o rolamento daquele tabuleiro, de modo a que a tinta comece a ser misturada e com ajuda de uma pequena vara revolve a tinta. Quando a tinta parece estar muito espessa adicionam uma pequena quantidade de diluente até a tinta atingir a densidade correta.



Figura 19 – Colocação de tinta no tinteiro

CAPÍTULO 4 – ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DA SECÇÃO

No final da OF, a tinta deve ser retirada dos tinteiros para não secar, para esse efeito, cada tinteiro possui uma torneira no centro que se abre para deixar sair a tinta para a lata de tinta respetiva. No entanto, a tinta não sai toda através dessa torneira e é por isso necessário retirar o excesso de tinta que se mantém no tinteiro com o auxílio de espátulas.

De salientar que, embora a Fle4 disponha de tinteiros à semelhança das restantes impressoras, a tinta não é colocada nestes tinteiros como nas restantes. Neste caso, a tinta é utilizada diretamente de uma lata de tinta por tabuleiro que esteja a ser utilizado na OF. Nesta lata de tinta colocada junto à máquina é colocado um batedor e uma mangueira (Figura 20) que absorve a tinta até ao tinteiro.



Figura 20 – Lata de tinta com batedor para a Fle4

Aplicação de clichés em cilindros

A impressão por flexografia é uma impressão relevográfica realizada através de cilindros onde são fixados clichés de borracha com as imagens que se pretendem imprimir. Os cilindros utilizados possuem várias medidas conforme a medida do saco e da impressão pretendida. A informação relativa à medida do cilindro a utilizar vem referenciada na OF, assim como os clichés que devem ser utilizados. Cada OF pode ter vários cilindros com clichés diferentes aplicados em cada um. No entanto, todos os cilindros utilizados numa OF têm as mesmas medidas.

Para aplicar os clichés, os operadores vão buscar o cilindro com as medidas pretendidas ao local de armazenamento de cilindros (Figura 21) e trazem-no para o local de aplicação de clichés (junto à impressora flexográfica respetiva).



Figura 21 – Locais de armazenamento de cilindros

Com o cilindro já no local de aplicação de clichés (exemplo Figura 22) e, com base nas anotações da OF e da amostra do produto, o colaborador mede com uma fita métrica qual o local onde deve colocar o cliché e faz uma marca com um marcador.



Figura 22 – Local de aplicação de clichés Fle1

De seguida cola um papel aderente de duas faces no cilindro onde é aplicado o cliché correspondente. Com o auxílio de um compasso ajustado milimetricamente à medida necessária, o trabalhador confere que o cliché se encontra colado no local correto do cilindro e corrige quaisquer pequenos deslizes que possam acontecer ao rodar o cilindro para colar o cliché à sua volta. Após a colocação do cliché no local correto, estes são fixados através de fita-cola nos cilindros de modo a evitar pequenos deslocamentos durante a impressão. Por fim, com um pano embebido em diluente, o trabalhador operador limpa quaisquer resíduos de tinta que possam ter ficado no cliché numa utilização

CAPÍTULO 4 – ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DA SECÇÃO

anterior. Este processo repete-se tantas vezes quantas o número de clichés e cilindros necessários para a OF que entra em produção.



Figura 23 – Aplicação de clichés

No final da produção os clichés devem ser retirados do cilindro, limpos e colocados numa mesa reservada para tal, para que a pessoa responsável pelo seu armazenamento os coloque no lugar. Os cilindros, por sua vez, também devem ser limpos e colocados no seu local de armazenamento.

Colocação de cilindros com clichés na impressora

Operação que consiste na colocação dos cilindros prontos para impressão (já com os clichés necessários aplicados) nos respetivos tabuleiros. Devido às dimensões e ao peso dos cilindros, esta operação necessita sempre de pelo menos dois operadores (no caso dos cilindros maiores, por vezes são necessários três operadores). Após aproximar os cilindros da impressora com auxílio do carrinho onde são aplicados os clichés, os operadores colocam-se um em cada extremidade do cilindro e carregam-no no tabuleiro correspondente e no respetivo local. Os cilindros são fixados no tabuleiro com encaixes que se apertam com ajuda de uma chave em T.



Figura 24 – Colocação de cilindros na impressora

Esta operação é realizada tantas vezes quantos os cilindros necessários para a OF que vai entrar em produção.

É importante referir que cada máquina possui cilindros específicos e que os de uma determinada máquina não podem ser colocados noutra. De facto, as dimensões, os encaixes e engrenagens que se encontram nas extremidades dos cilindros são distintos e apenas compatíveis com a máquina à qual pertence cada um.

Mudança da manga de entrada

Esta operação pode acontecer no início da OF ou durante a mesma, uma vez que podem ser necessárias mais do que uma bobine de manga para completar a produção necessária, e consiste na troca da bobine vazia resultante da produção realizada por uma nova bobine. A referência da manga a utilizar vem descrita na OF, pelo que o operador se deve dirigir à zona onde se encontram as mangas prontas para entrar em produção, verificar qual possui a referência necessária e transportá-la até à parte interior da impressora, onde será colocada. É da responsabilidade do operador testar se o lado de impressão da manga possui o tratamento corona. Este teste é realizado através de um lápis políteste, e consiste em traçar uma camada uniforme, de uma extremidade à outra, no sentido da largura da bobine (Figura 25). Se não existir retração do traço executado durante dois segundos, a manga pode ser utilizada na impressão.



Figura 25 – Teste tratamento corona

Após realizar o teste de tratamento corona, o operador coloca a bobine no eixo destinado à manga de entrada e acerta a sua posição, de modo a que a impressão fique no local correto da manga. Para isso, com o auxílio de uma fita métrica, o operador faz coincidir o zero da fita métrica com o limite lateral da manga/filme, estendendo-o até ao local do início da impressão, e no final, aperta as engrenagens do eixo. De seguida, o operador fixa a bobine através do enchimento do eixo com ar comprimido, que faz sobressair umas saliências que prendem a bobine para que esta não se desloque durante a impressão.

CAPÍTULO 4 – ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DA SECÇÃO

Por fim, o operador junta a ponta da manga da bobine, que acaba de colocar no eixo, com a ponta final da bobine (que acabou anteriormente) com fita-cola para que a nova manga siga o processo todo da impressora sem esta nunca se desenfiar.



Figura 26 – Mudança da manga de entrada

Quando a manga de entrada se encontra prestes a terminar, o operador deve parar a impressora de modo a evitar desenfiamentos. Após a paragem da máquina é retirado o tubo de apoio à bobine. O excesso de manga que ainda se encontra no tubo é retirado, pois será com a ponta final deste excesso que será colado, como já foi dito anteriormente, à ponta da nova bobine da manga de entrada.

Mudança da manga de saída

À semelhança da operação anterior, a mudança da manga de saída consiste na troca da bobine acabada de ser impressa, por um novo tubo, que irá suportar a próxima bobine impressa. Ao contrário do que acontece na mudança da manga de entrada, aqui retiram-se bobines cheias e colocam-se novos tubos de apoio às bobines vazias. Para retirar a bobine cheia, abrem-se as engrenagens do eixo, que suportam a bobine, e elimina-se o ar comprimido. Finalmente, levanta-se o eixo que se encontra na parte de cima da bobine a segurar a manga, e com o auxílio de um carrinho retira-se o eixo com a bobine da impressora, e seguidamente o eixo da bobine que se volta a colocar na impressora. O passo seguinte consiste em colocar um tubo vazio com a largura aproximada da manga da respetiva OF no eixo e em fixar a manga de modo centrado no tubo. Para terminar, fixa-se o tubo ao eixo através de ar comprimido que, à semelhança do que acontece no eixo da manga de entrada, faz emergir uma saliência que ajudará a fixar o tubo ao eixo de modo a evitar deslocamentos da bobine durante a impressão. Por fim, baixa-se o eixo que foi levantado no início da operação.



Figura 27 – Mudança da manga de saída

Esta operação pode acontecer no início de uma OF ou durante a mesma, segundo as quantidades de produto necessárias.

Quando realizado no início da OF, antes de se retirar a bobine cheia, devem ser retirados os metros de manga que foram utilizados para testar esta nova OF, pois a bobine existente na impressora ainda se refere a OF anterior.

Impressão

A última operação é sem dúvida a mais importante do processo produtivo uma vez que consiste na impressão propriamente dita do produto. Assim, após terem sido realizadas com sucesso as restantes operações, devem ser efetuadas todas as afinações necessárias para que a impressão saia corretamente e sem defeitos. Para não existirem defeitos, não devem ser visíveis matulagens, falhas de impressão, impressão jaspeada ou impressão borratada. Além disso, é fundamental que a cor que sai da impressão seja igual à cor definida na OF e na amostra anexa. Deste modo, após o início da impressão, o operador deve retirar uma amostra da manga já impressa e compará-la à amostra anexa. Caso a cor não esteja correta, devem ser ajustadas as afinações dos cilindros com os clichés, e com os cilindros de tinta. Durante a impressão o processo deve ser constantemente vigiado no sentido de serem eliminadas e sinalizadas falhas de impressão, sujidades, cortes ou qualquer outra anomalia que ocorra durante o processo de impressão ou que tenha ocorrido nas secções anteriores (sinalização das bobines). Todas as não conformidades detetadas, além de comunicadas ao responsável da secção, devem ser registadas no sistema de gestão da produção da empresa e preenchido o campo «Observações do RNC» com uma breve explicação da não conformidade.



Figura 28 – Fle1 e Fle2 no processo de impressão

Após o início da impressão, deve ser dada entrada no sistema de gestão de produção da empresa o início da OF.

4.2 Análise e Diagnóstico do Estado Atual

Neste tópico será realizada uma análise detalhada do processo produtivo da flexografia assim como das áreas, postos de trabalho e locais de armazenamento, com o objetivo de identificar possíveis oportunidades de melhoria passíveis de serem implementadas nesta secção.

A secção de flexografia labora cinco dias por semana e dispõe de cinco operadores que se dividem em dois turnos de oito horas cada; dois operadores no primeiro turno e três durante o segundo turno. Tal como foi dito anteriormente, a secção em estudo possui três máquinas, Fle1, Fle2 e Fle4. Deste modo, se no segundo turno existe um operador afeto a cada máquina, no primeiro turno os operadores estão afetos à Fle1 e à Fle2 e o trabalho referente à Fle4 é partilhado por ambos, segundo a disponibilidade de cada um. O responsável pela produção da secção justifica que esta falta de operador no primeiro turno é compensada com a produção de OF's mais simples neste turno, que diminuem o esforço acrescido pedido aos operadores.

4.2.1 Análise do Desempenho dos Equipamentos

Conhecer o desempenho de uma secção e dos seus equipamentos permite averiguar qual a sua evolução ao longo do tempo e, quais as necessidades de intervenção para melhorias na secção.

Dada a inexistência de dados sobre a produção da secção em estudo, o autor efetuou registos da produção da flexografia, com o objetivo de calcular o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) da secção. Assim, numa primeira fase, e de modo a saber quantos sacos e/ou metros de filme são impressos, em média, por dia foram registados dados de produção, tais como o número de sacos produzidos em cada

OF e as suas dimensões (com a quantidade e as dimensões dos sacos é possível obter o número de metros de filme impresso), assim como a velocidade de impressão utilizada. Os resultados da produção média diária da secção obtidos encontram-se expressos na Tabela 1 por impressora e a nível global.

Tabela 1 – Produção diária da flexografia

	Sacos produzidos/ dia	Metros impressos/dia
Fle1	48910	15770
Fle2	89280	25428
Fle4	139006	54028
Total	277196	95226

Analisando a tabela anterior é visível que a impressora Fle4 produz maiores quantidades de produto. Esta notória diferença justifica-se por esta máquina ser mais recente e por isso atingir velocidades de impressão largamente superiores às restantes. Durante os registos, a velocidade da Fle1 variou apenas entre os 15 metros por minuto (m/min) e os 25 m/min, sendo que na máquina Fle4 foram registadas velocidades que atingiam os 105 m/min com um valor mínimo de 70 m/m. Para a Fle2 foram registadas velocidades entre os 40 m/min e os 57m/min.

Com base nos valores obtidos de produção diária por máquina e nas velocidades médias de produção (obtidas através da média da velocidade real que cada OF foi produzida durante o período de observação do autor) determinaram-se os tempos de ocupação (em minutos e horas) de cada máquina como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Tempo de ocupação das máquinas

	Velocidade média	Total ocupação (min)	Total ocupação (horas)
Fle1	23,4	694,1	11,6
Fle2	47,1	567,8	9,5
Fle4	92,5	568,4	9,5

Através da análise dos valores representados na tabela supra é possível constatar que o número de horas de ocupação das máquinas fica muito aquém do tempo da sua disponibilidade teórica que, como já foi dito anteriormente é de dezasseis horas (dois turnos de oito horas cada). Além disso, é notório que as velocidades médias de cada máquina são muito inferiores às velocidades máximas de produção de cada máquina, nomeadamente, 100 M/min, 150 M/min e 200 M/min para a Fle1, Fle2 e Fle4 respetivamente.

CAPÍTULO 4 – ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DA SECÇÃO

Assim, apoiado nos valores obtidos anteriormente, na disponibilidade teórica dos equipamentos e considerando que o grau de qualidade do produto é de 100% (não existem valores conhecidos sobre este parâmetro), foram obtidos (através do cálculo de OEE) os valores médios de eficiência de cada uma das impressoras. Na Tabela 3 é possível encontrar os valores de cada um dos componentes do OEE (disponibilidade, velocidade e qualidade) assim como o seu valor final. Note-se que a disponibilidade teórica das máquinas é de dezasseis horas, uma vez que nos dois turnos de oito horas existentes na secção, não existem paragens planeadas.

Tabela 3 – OEE das impressoras

	Fle1	Fle2	Fle4
Disponibilidade	0,72	0,59	0,59
Velocidade	0,23	0,30	0,48
Qualidade	1,00	1,00	1,00
OEE	16,43%	17,66%	28,14%

Analisando os resultados obtidos constata-se que as máquinas possuem valores de eficiência muito baixos, considerando que o ótimo e desejável se situa nos 85%.

Estes resultados podem ser justificados por baixos rendimentos das máquinas provocados por velocidades de trabalho menores do que a velocidade padrão definida para cada OF e por micro paragens (inferiores a cinco minutos) que vão ocorrendo durante o processo produtivo. As velocidades reduzidas a que as máquinas Fle1 e Fle2 operam são resultantes do estado em que estas máquinas se encontram. Trata-se de duas máquinas já com alguns anos e que quando colocadas a velocidades maiores produzem impressões defeituosas.

Além dos baixos rendimentos das máquinas, outro fator que pode justificar os valores de eficiência obtida é a disponibilidade real da máquina, pois, apesar de existirem dois turnos de oito horas cada, um equipamento só pode ser considerado disponível caso todos os recursos necessários estejam operacionais para produzir. Deste modo, um equipamento considera-se indisponível caso este, por alguma razão não esteja operacional (e.g., por avaria, afinações, falta de operador, falta de matéria-prima, falta de OF, manutenções e mudanças de ordem de fabrico). As mudanças de OF, os *setups*, são o fator que mais contribui para os baixos valores de disponibilidade dos equipamentos.

4.2.2 Mudanças de Ordens de Fabrico – Setups

Observando os operadores nos processos de paragem e preparação das máquinas, foram identificados diferentes tipos de operações, umas realizadas nas mudanças de ordem de fabrico, e outras realizadas durante o processo produtivo da mesma OF. As paragens executadas durante o processo de

uma mesma OF prendem-se com a necessidade de trocar as mangas de entrada e saída sempre que a primeira acaba e/ou a segunda está cheia.

Foi possível observar que as operações realizadas nos *setups* podem variar segundo a OF que vai entrar e aquela que acabou de ser produzida, existindo por isso *setups* mais prolongados do que outros. Além disso, durante as observações efetuadas, foi possível identificar que as operações efetuadas não são realizadas com a mesma sequência pelos operadores, isto é, as operações necessárias não são realizadas por nenhuma ordem definida, acontecem segundo a vontade do operador e a disponibilidade do material. Estas diferenças mostram que o método de trabalho não se encontra normalizado, o que leva à ocorrência de tempos diferentes para cada operador e cada *setup*. A não normalização do método pode também significar, por seu lado, que os operadores não possuem toda a informação necessária para realizar os *setups* através do método mais correto e, conseqüentemente, mais eficaz.

Na PolibagTCl existe um *software* de gestão da produção, denominado PolibagWeb, que deveria devolver claramente os tempos *setup* atuais, no entanto, neste momento, os operadores não inserem os dados corretamente neste *software*, o que resulta em tempos de *setup* registados na maioria dos casos inferiores a um minuto. Deste modo, neste momento, não existem tempos médios de duração dos *setups* realizados na secção de flexografia.

Ainda relacionadas com os *setups*, foram identificadas outras situações que refletem falta de organização e que, conseqüentemente necessitam de melhorias. A não normalização dos parafusos a apertar implica o uso de um elevado número de ferramentas, que em alguns casos, devido à necessidade de operarem dois colaboradores em determinados procedimentos (e.g., a mudança de cilindros das máquinas), se encontram em duplicado. Outro aspeto prende-se com o facto de não existirem carrinhos de transporte de cilindros múltiplos, o que obriga a que os operadores se movimentem cada vez que necessitam de um novo cilindro e/ou de os arrumar. No caso da aplicação de clichés para ordens de fabrico com necessidade de mais de um cilindro (cada cor de impressão necessita de um cilindro de impressão, e impressões na frente e no verso da manga também), a falta deste carrinho obriga a que após a aplicação dos clichés nos cilindros os operadores necessitem de voltar a armazenar aqueles em que já colaram clichés para colocar outros no suporte de aplicação de clichés. No diagrama de *Spaghetti* apresentada na Figura 29 encontram-se expostas todas as movimentações que os operadores realizam durante o *setup*.

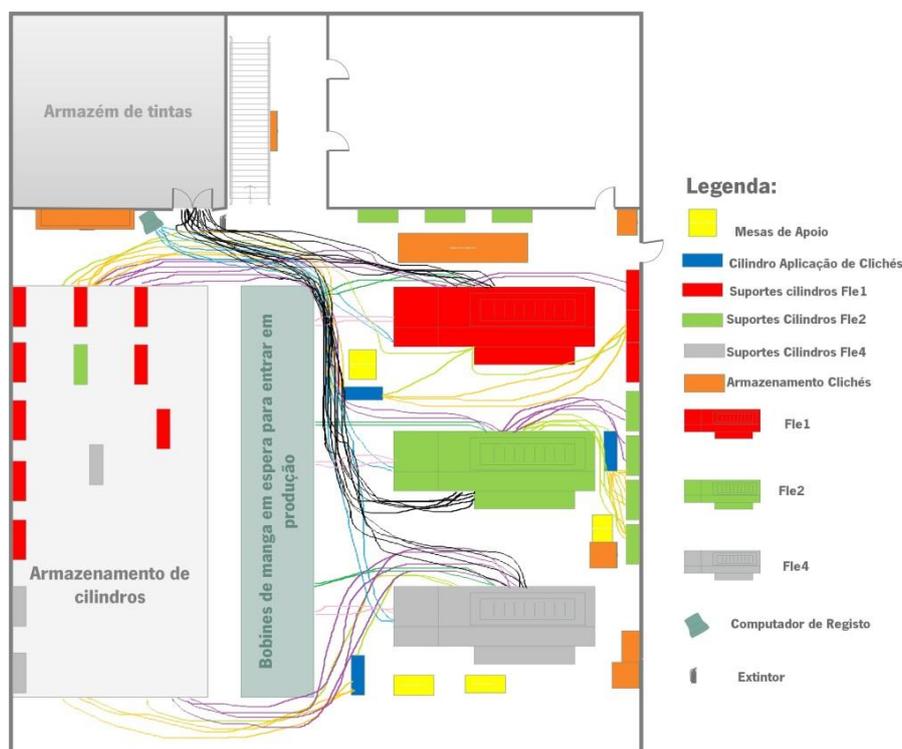


Figura 29 – Spaghetti Chart do processo de setup

Observando a figura anterior é visível que a área com maior incidência de movimentações é o armazenamento de cilindros (movimentações a roxo, amarelo e verde claro), efetivamente, os operadores movimentam-se até esta área em várias alturas do *setup*. Além disso, existem movimentações dos operadores até ao armazém de tintas (a preto), à área de armazenamento de bobinas de manga em espera para entrar em produção (rosa e verde escuro), ao local de aplicação de clichés (amarelo) e ao computador onde são inseridos os dados de produção (azul). Assim, durante o *setup*, um operador percorre em média 289.5 metros entre os vários pontos da secção.

Durante a observação e análise do processo de *setup* foi ainda registado que não existe atualmente nenhum meio de paragem automático da máquina quando uma bobine de entrada termina. Este facto obriga os operadores ao controlo manual do término da bobine, de modo a parar a máquina antes que esta termine realmente e ocorra o desenfiamento. Assim, apesar da experiência dos operadores em identificar quando uma bobine está prestes a terminar, esta vigia envolve tempos elevados e, em alguns casos, quando os operadores se esquecem ou se encontram ocupados com outras tarefas, a máquina acaba por desenfiar. Quando uma máquina se desenfia, os operadores necessitam de voltar a enfiar a manga, sendo este processo demorado e inseguro, uma vez que em alguns casos os operadores necessitam de subir à máquina para proceder a esta operação.

Mais, a análise realizada mostrou que um dos aspetos que leva a uma maior demora nas mudanças de ordem de fabrico se prende com as afinações realizadas. Cada operador afina a máquina segundo a

experiência que ganhou durante o seu percurso na empresa, mas são sempre necessários muitos ajustes finais no início do processo produtivo de um novo produto. Além disso, são realizadas afinações de cor diretamente no tinteiro quando a cor da impressão não corresponde à cor da amostra. Estas afinações de cor são extremamente demoradas, e podem em muitos casos implicar o retirar de toda a tinta do tinteiro e a colocação de uma nova. Estas afinações acontecem porque as receitas de tinta são realizadas “a olho” pelos operadores e não segundo a receita da cor definida. Além disso, em alguns casos não existem latas de tinta dos pantones necessários para as receitas, situação que obriga os operadores a utilizarem pantones aproximados ao real.

Todos estes problemas identificados relativamente às mudanças de ordem de fabrico resultam em tempos de *setups* muito elevados, que atingem valores de tempo de paragem muito superiores a uma hora quando é necessário mudar mais do que um cilindro e tabuleiro, como é visível na Tabela 4, onde são apresentados os valores médios dos tempos dos *setups* observados.

Tabela 4 – Tempos de *setup* atuais por máquina

Impressora	Fle1	Fle2	Fle4
Tempo de Setup Médio	52,18	66,31	26,22

Analisando a tabela, é notório que o tempo de *setup* da impressora Fle4 é substancialmente inferior ao das restantes máquinas. Esta diferença deve-se ao facto de nesta máquina, apenas terem sido observadas mudanças de OF em que não existiram mudanças de cor, e em que apenas um cilindro era substituído.

4.2.3 Área Envolvente

A desorganização dos postos de trabalho assim como de toda a área envolvente da secção é outro aspeto que necessita de melhoria. Na secção de flexografia, para cada máquina e operador correspondem três postos de trabalho. O primeiro, a máquina em si e a sua zona envolvente, onde são realizadas as mudanças de manga de entrada e saída, de tinteiros e de cilindros, assim como todos os ajustes e afinações necessários. O segundo posto de trabalho consiste num carrinho de transporte e suporte dos cilindros onde é efetuada a operação de aplicação de clichés. Por último, o local onde são realizadas as operações de elaboração de receitas de tintas e de lavagem de tinteiros, corresponde ao terceiro posto de trabalho, que se encontra dentro do armazém de tintas. Se este último posto de trabalho é comum a todos os operadores, os restantes dois existem em todas as máquinas.

Analisando cada posto de trabalho isoladamente e respetivas áreas envolventes, assim como as zonas de armazenamento de cilindros, clichés e corredores da secção de flexografia foram identificados vários pontos que carecem de limpeza e organização.

Posto de trabalho no armazém de tintas

No armazém de tintas, e apesar das tintas se encontrarem todas identificadas, quer se trate de tintas simples ou de sobras de receitas elaboradas pelos operadores, a sua organização é confusa. Além disso, neste momento, o armazém torna-se pequeno para a quantidade de latas de tinta existente. De facto, tal como é visível na Figura 30, há um conjunto elevado de latas empilhadas junto à porta de acesso do armazém, que poderiam estar arrumadas nas estantes.



Figura 30 – Latas de tintas empilhadas junto à porta de acesso do armazém de tintas

Outro aspeto importante prende-se com o facto de algumas destas latas de tinta se encontrarem há muito tempo armazenadas e por isso, já em estado de degradação que não permite a sua utilização. Além disso, o local de lavagem de tinteiros encontra-se também desorganizado e sujo. Com efeito, embora se trate de um local de lavagem de tintas e, por esse motivo, possam existir vestígios de tinta no local, a sujidade encontrada reflete dificuldades significativas do ponto de vista da limpeza neste local (ver Figura 31).



Figura 31 – Banca de lavagem de tinteiros

Foi também possível verificar que no local onde anteriormente se encontrava a cuba onde eram lavados os tinteiros (que não se encontra neste momento no seu lugar por estar com uma avaria) se formou um depósito de lixo e de garrações de diluente. Do mesmo modo, dentro do armazém de tintas existe ainda uma zona onde são colocadas as latas vazias, assim como as suas tampas e dejetos químicos (em bidões próprios para o efeito) de uma forma pouco organizada. Por último, foi detetada a falta de locais para a colocação de tinteiros em espera para serem lavados e de tinteiros já lavados prontos a serem utilizados nas próximas produções, acabando por serem colocados em locais menos apropriados.

Posto de trabalho de aplicação de clichés

Existem nesta secção três postos de trabalho para aplicação de clichés, um para cada impressora flexográfica. No entanto, neste momento, nenhum dos três postos de trabalho é igual, desde o local onde é alojado até ao carrinho onde é realizada a operação de aplicação de clichés. No caso da Fle1, este carrinho encontra-se na parte frontal da máquina, ligeiramente à direita, junto à mesa de apoio da máquina que também serve de apoio ao operador nesta operação (Figura 32). Neste local, a iluminação é um pouco deficiente, apesar de se tratar de um trabalho de minúcia em que é importante que o operador visualize corretamente a tarefa que se encontra a executar.



Figura 32 – Posto de aplicação de clichés Fle1

Além disso, como é visível na figura acima, o carrinho encontra-se sujo e com lixo na parte inferior, o que não se justifica, pois como se pode ver, existe um saco para esse efeito do lado esquerdo do carrinho.

O carrinho de aplicação de clichés afeto à impressora Fle2 está situado na parte posterior da máquina, entre esta e uma parede recheada de suportes para cilindros. No caso deste carrinho, as suas dimensões não são adequadas, uma vez que este é muito baixo, obrigando os operadores a trabalharem curvados durante esta operação. Além disso, o facto de neste caso a mesa de apoio da máquina não se encontrar junto ao carrinho, por falta de espaço, implica movimentações por parte dos operadores sempre que necessitam dos materiais para a aplicação de clichés.



Figura 33 – Posto de aplicação de clichés Fle2

Por último, o carrinho de aplicação de clichés da Fle4 encontra-se, à semelhança do que acontece na Fle1, na parte frontal da máquina ligeiramente à direita, e tal como acontece nesta, também possui uma iluminação deficiente. Aqui, a mesa de apoio também se encontra um pouco afastada do carrinho, implicando movimentações dos operadores.

Além disso, neste posto de trabalho foram identificadas faltas de material necessário para realizar a operação. Tal implica que o operador que se encontra neste posto tenha que se deslocar até outro posto igual para obter os materiais. Mais, este carrinho não parece o mais adequado para a execução desta operação uma vez que também funciona como local de armazenamento de cilindros.

Por último, tal como a Figura 34 revela, neste carrinho, o operador encontra-se mais afastado do cilindro onde são executadas as operações, obrigando assim o operador a curvar-se.



Figura 34 – Posto de aplicação de clichés Fle4

Posto de trabalho da máquina e zona envolvente

Tal como foi dito anteriormente todas as impressoras da secção são diferentes, no entanto todas refletem os mesmos problemas. Encontram-se sujas, com tintas e óleo derramadas no chão da máquina e no piso envolvente assim como com lixo, tais como pedaços de panos sujos, pedaços de cartão e outros (Figura 35).



Figura 35 – Sujidade e lixo nas máquinas e zona envolvente

Além da sujidade, é possível encontrar espalhadas sobre as máquinas, mesas de apoio, bidões e latas de tinta da zona envolvente, ferramentas necessárias para as operações executadas na secção (Figura 36). Esta dispersão de ferramentas deve-se à inexistência de um local próprio e organizado para as colocar.



Figura 36 – Ferramentas espalhadas

Observando as mesas de apoio das impressoras é visível que também estas se encontram desorganizadas. Algumas das mesas que deveriam servir de apoio encontram-se repletas de ferramentas, peças das máquinas e lixo (Figura 37).



Figura 37 – Mesa de apoio ocupada com peças, ferramentas e lixo

Noutros casos, apesar de possuírem na parte superior apenas os materiais necessários às operações assim como as fichas das ordens de fabrico que vão entrar em produção, estas são confusas pois nada tem o seu próprio lugar. Além disso, na parte inferior destas mesas encontra-se por vezes lixos e caixas de clichés e/ou outros materiais (Figura 38).



Figura 38 – Mesa de apoio desorganizadas

Outro aspeto identificado prende-se com a existência de latas de tinta no entremeio das impressoras. A existência das latas de tinta que estão a ser utilizadas nas produções em andamento são compreensíveis, no entanto, o número de latas existentes é largamente superior ao necessário (Figura 39). À pergunta realizada aos operadores sobre a necessidade de todas aquelas latas naquele local, foi respondido que não eram necessárias, que apenas necessitavam de duas ou três latas de cada vez naquele local.



Figura 39 – Latas de tinta entre as impressoras

Por último, foram identificados cabos mal arrumados, pendurados e sem proteção no meio do caminho. Além disso, a impressora Fle2 possui um comando para ligar os cilindros sem local de armazenamento, sendo por isso colocados tipicamente sobre os seus motores. Estas duas situações encontram-se representadas na Figura 40.

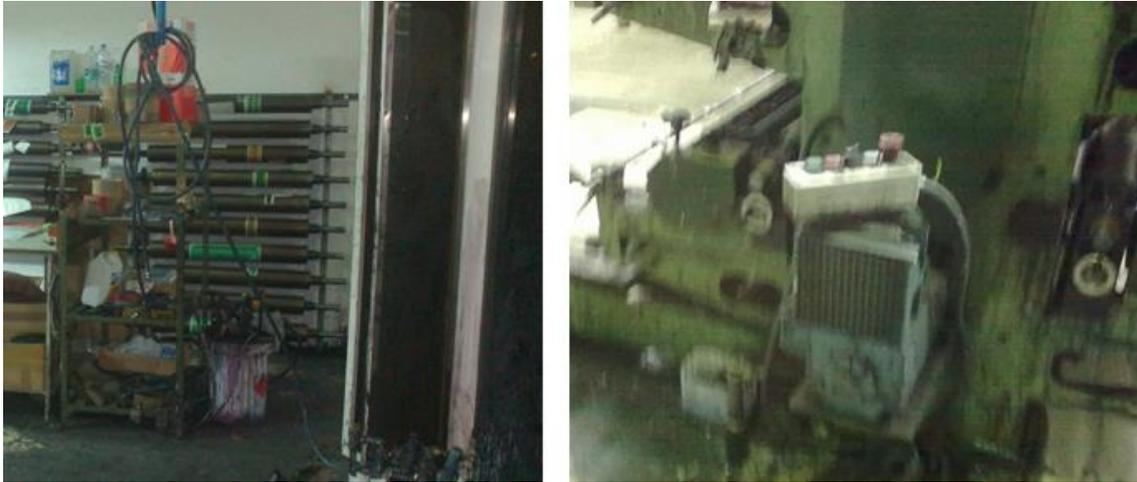


Figura 40 – Cabos e comandos colocados em local impróprio

Cilindros

Os cilindros para as impressoras encontram-se armazenados em suportes (ver Figura 21), espalhados pela secção de flexografia tal como se encontra representado na Figura 41.

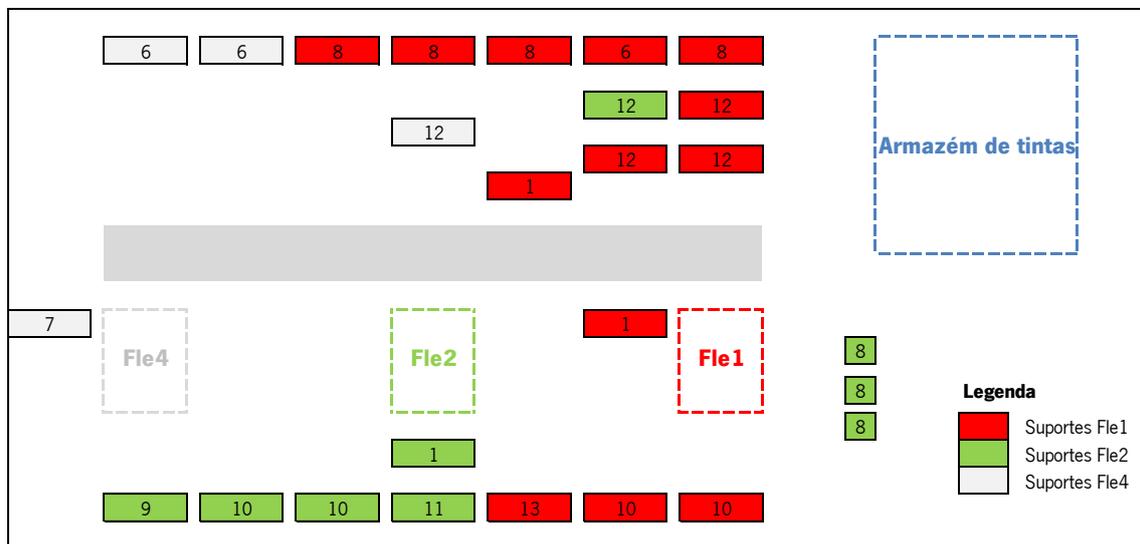


Figura 41 – Disposição dos suportes para cilindros

Nesta figura, estão representados a localização dos suportes assim como o número de cilindros que cada suporte consegue armazenar. Assim, é visível que existem suportes com capacidade até aos treze cilindros, sendo que nos suportes com menor capacidade apenas se encontra armazenado um único cilindro. Estes suportes de um único cilindro são na realidade carrinhos de transporte de cilindros e aplicação de clichés, no entanto, dado que existem mais cilindros do que suportes, estes carrinhos

CAPÍTULO 4 – ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DA SECÇÃO

assumem também a função de armazenamento. De facto, neste momento existe um total de 228 cilindros para aplicação de clichés distribuídos pelas três impressoras conforme descrito na Tabela 5.

Analisando a Figura 41, é visível que os vários suportes se encontram destinados a cilindros de uma determinada máquina: a vermelho encontra-se representada a máquina Fle1 e os suportes de cilindros a ela associada, a verde o correspondente à máquina Fle2 e a cinza à Fle4. A escolha das cores do esquema foi determinada pela cor real das máquinas, no entanto, na secção em estudo os suportes não possuem qualquer tipo de indicação sobre os cilindros armazenados. Neste momento, por máquina, existem os suportes referidos na Tabela 5.

Somando o número de suportes existentes, obtém-se um total de 193 suportes para cilindro, ficando a faltar trinta e cinco suportes. A Tabela 5 reflete a falta de suportes para cilindros por máquina.

Tabela 5 – Quantidade de cilindros e suportes na secção

Máquina	Fle1	Fle2	Fle4
Nº de Cilindros	125	67	36
Nº de Suportes	109	53	31
Nº de Suportes em falta	16	14	5

Esta falta de suportes detetada é um problema para a secção, dado que esta situação implica que cilindros que não estejam a ser utilizados permaneçam nas máquinas ou se encontrem pousados em paletes no chão de fábrica, podendo deteriorar-se. Além disso, neste momento, é possível encontrar cilindros da Fle1 em suportes da Fle2 e vice-versa, o que provoca demoras quando é necessário utilizar os cilindros.

Outro problema relacionado com o armazenamento de cilindros prende-se com a falta de organização dos mesmos nos suportes, pois, apesar de alguns suportes possuírem o número da medida do cilindro adequado, tal não acontece em todos os suportes. Além disso, nem sempre estas indicações são respeitadas, provocando ainda mais demoras, pois os cilindros das três máquinas acabam por estar misturados nos suportes.

Por outro lado, genericamente, também os cilindros não se encontram identificados com a máquina à qual pertencem e com as suas dimensões. Se a identificação do tipo de cilindros é uma questão rapidamente resolvida por quem trabalha na secção, dada a diferença existente entre eles, por outro lado, a falta de dimensões obriga os operadores a confirmar as medidas dos cilindros sempre que necessitam.

Ainda relacionado com os cilindros existem outros aspetos identificados como problemas, nomeadamente o facto de muitos dos cilindros armazenados se encontrarem enferrujados, empenados ou estragados inviabilizando, na maioria dos casos, o seu uso no processo produtivo.

No entanto, dado que em alguns produtos são necessários, estes cilindros acabam por ser utilizados pelos operadores, o que os obriga a colocar as máquinas a produzir a uma velocidade mais lenta e a estarem mais atentos à impressão realizada por esses cilindros, a fim de evitar defeitos. Este cuidado redobrado impede os operadores de realizar outras operações necessárias para posteriores ordens de fabrico, fazendo com que os tempos de *setups* seguintes sejam mais demorados.

Por último, analisando os suportes armazenados é visível que muitos ainda possuem clichés de OF's realizadas anteriormente (ver Figura 21 – Locais de armazenamento de cilindros), o que contribui para a degradação dos cilindros e também dos clichés.

Clichés

À semelhança do que acontece com os suportes para cilindros, os clichés também se encontram espalhados pela secção, em vários tipos de locais de armazenamento como é visível na Figura 42.



Figura 42 – Locais de armazenamento para clichés.

Observando a figura é possível distinguir os vários tipos de armazenamento de clichés existentes: caixas de cartão, caixas de plástico e armários de ferro de várias dimensões. Além disso, também é possível visualizar clichés amontoados sobre mesas ou sobre as próprias caixas de armazenamento. Além disso, é também perceptível que muitas das caixas de cartão se encontram num estado degradado e abertas, o que permite a acumulação de resíduos sobre os mesmos, uma vez que muitos não se encontram devidamente protegidos. Estas condições de armazenamento, aliado ao facto de alguns clichés permanecerem nos cilindros após a produção ou serem pousados sobre as mesas pode provocar a sua deterioração. Os estragos provocados por estas situações podem mesmo provocar a inviabilidade do uso dos clichés na produção tal como acontece com os presentes na Figura 43, que se encontram

CAPÍTULO 4 – ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DA SECÇÃO

completamente deteriorados, secos e/ou partidos. Além disso, neste caso em particular é possível ver que além dos clichés estragados, é possível encontrar lixo.



Figura 43 – Clichés deteriorados misturados com lixo.

Do mesmo modo, no interior das caixas de armazenamento não existe nenhum tipo de organização, apesar da pessoa responsável pelos clichés saber em que caixa se encontra cada um através de um ficheiro onde se encontra esta informação. No entanto, como as caixas são de grandes dimensões e os clichés de vários tamanhos, o tempo despendido na procura é muitas vezes elevado. Se, na maioria dos casos, esta procura não interfere com os tempos de *setup* por não ser realizada pelos operadores da flexografia, no caso dos clichés mais vulgares e de menores dimensões esta tarefa é realizada por estes operadores. Estes clichés de menores dimensões, que se referem habitualmente a símbolos de reciclagem, símbolo de ecoponto verde e normas de segurança, possuem vários tamanhos e formatos. Dado que estes clichés de dimensões menores se encontram todos misturados em caixas de vários tamanhos junto à mesa de apoio da Fle2 (a maior parte dos trabalhos realizados com estes clichés ocorre nesta impressora), quando um operador necessita deles, tem que procurar de forma exaustiva no cliché certo o que, em alguns casos, pode demorar mais do que dez minutos. Assim, segundo a ferramenta SMED este tempo é superior ao tempo total que deveria levar todo o *setup*, pelo que esta situação é um grave problema quando esta operação é efetuada internamente.

Corredores

Os corredores de passagem da flexografia encontram-se corretamente identificados, no entanto, estes nem sempre são respeitados dado a falta de definição de local para alguns materiais e/ou a necessidade de colocar materiais fora dos respetivos lugares por estes já se encontrarem lotados. Estes materiais colocados nos locais de passagem obrigam muitas vezes a que os operadores façam movimentações maiores, que ocupam mais tempo, perturbando assim o fluxo normal de funcionamento da produção.

4.3 Síntese dos Problemas Encontrados

Após uma minuciosa análise à secção de flexografia e ao seu processo produtivo, foram detetados vários problemas que fundamentam as propostas de melhoria sugeridas à empresa.

Pode-se assim dizer que de modo geral a secção em estudo se encontra suja e desarrumada ocorrendo faltas de definição de locais para ferramentas, matérias-primas e outros bens, possuindo locais de armazenamento desorganizados. Além disso, o processo produtivo caracteriza-se por alguns problemas no que respeita à eficiência das máquinas, essencialmente relacionados com os tempos de *setup*.

4.3.1 Eficiências das Impressoras

Foram registados valores de eficiência do equipamento de 16,43% para a máquina Fle1, 17,66% para a Fle2 e de 28,14% para a Fle4. Estes valores são muito inferiores dos 85% definidos pela classe mundial. Estes resultados devem-se essencialmente a:

- Tempos de *setups* elevados;
- Falta de operador;
- Avarias;
- Falta de MP;
- Falta de OF para entrar para produção.

4.3.2 Tempos de *Setup*

Analisando os tempos de *setup*, foi possível identificar que os tempos são extremamente elevados. Uma análise ao *setup* permitiu identificar algumas razões subjacentes a estes tempos:

- Operações realizadas não normalizadas;
- Operações realizadas internamente passíveis de serem externas;
- Operações efetivamente internas não otimizadas;
- Muitas movimentações efetuadas pelos operadores;
- Desorganização do local de trabalho e das ferramentas necessárias;
- Necessidade de realizar grandes afinações no início de uma OF.

4.3.3 Armazém de Tintas

A análise pormenorizada ao armazém de tintas revelou que este é pequeno para o elevado número de latas de tintas depositadas. Além disso, foram registados alguns aspetos que podem vir a ser melhorados:

CAPÍTULO 4 – ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DA SECÇÃO

- Falta de organização das latas de tinta nas estantes;
- Existência de latas empilhadas junto à porta de acesso/saída do armazém;
- Existência de latas de tinta velhas cujo conteúdo já se encontra seco;
- O local de lavagem dos tinteiros encontra-se extremamente sujo e desorganizado;
- O local onde é colocada a cuba de lavagem de tinteiros transformou-se num espaço de depósito de lixo;
- Não existem suportes para colocar tinteiros.

4.3.4 Local de Aplicação de Clichés

Foram detetadas algumas situações junto aos locais de aplicação de clichés que refletem problemas possíveis de melhorar:

- Possuem iluminação deficiente
- Encontram-se longe das mesas de apoio
- Os carrinhos encontram-se sujos e com lixo
- As dimensões dos carrinhos não são as mais adequadas
- Inexistência/reduzida disponibilidade de material junto a alguns carrinhos

4.3.5 Máquina

O estudo realizado sobre as três máquinas e a sua área envolvente revelou alguns problemas comuns. Assim, neste momento as máquinas encontram-se com:

- Tintas e óleos derramados;
- Lixo sobre e sob a máquina;
- Ferramentas espalhadas pela máquina e pela sua área envolvente;
- Mesas de apoio desorganizadas, sujas e repletas e materiais e outros bens;
- Latas de tinta na área envolvente;
- Cabos e outros componentes elétricos em locais pouco apropriados.

4.3.6 Cilindros

A análise efetuada aos cilindros e aos seus locais de armazenamento revelaram alguns aspetos problemáticos que podem vir a ser melhorados a fim de garantir a boa qualidade dos cilindros. Assim a análise revelou:

- Suportes de armazenamento insuficientes para a quantidade de cilindros existentes;
- Armazenamento realizado de modo desorganizado (cilindros de máquinas diferentes misturados no mesmo suporte);

- Suportes e cilindros não se encontram identificados com a máquina a que pertencem, medida de cada cilindro e do seu lugar correspondente;
- Existência de cilindros enferrujados e estragados;
- Existência de cilindros armazenados que ainda possuem clichés aplicados.

4.3.7 Clichés

Relativamente aos clichés foi identificada uma desorganização geral no que respeita ao seu armazenamento. Neste momento o armazenamento dos clichés é rudimentar, o que se torna um problema, uma vez que os clichés são um material delicado que necessita de estar bem protegido. Esta situação é devida a:

- Um armazenamento desorganizado em caixas deterioradas e abertas de vários tipos, desde caixas de cartão a gavetas de ferro;
- As caixas encontram-se espalhadas por toda a secção e existem clichés que se encontram apenas pousados sobre as mesas;
- A organização dos clichés dentro das caixas é nula, apenas se sabe em que caixas se encontram os clichés;
- Os clichés mais pequenos encontram-se amontoados em caixas enormes;
- Alguns clichés armazenados não se encontram corretamente protegidos.

Esta desorganização e mau armazenamento dos clichés originam a existência de clichés estragados secos e partidos que inviabilizam a sua utilização na produção.

4.3.8 Corredores

Os corredores encontram-se obstruídos devido à existência de matéria-prima, tais como manga de filme e latas de tinta. Esta obstrução implica o impedimento dos locais de passagem e perturbam por isso o normal funcionamento da secção.

No capítulo seguinte serão formuladas propostas de melhoria para os problemas identificados e citados anteriormente.

5. Propostas de Melhoria

Neste capítulo serão apresentadas as propostas de melhoria formuladas com o objetivo de solucionar os problemas identificados no capítulo anterior e melhorar a organização do processo produtivo. Neste trabalho as propostas enunciadas têm por base a filosofia *lean* e as suas ferramentas e metodologias e pretendem a redução dos tempos de preparação das máquinas para a mudança de ordem de fabrico, assim como a reorganização da secção em estudo. Deste modo, a proposta à empresa passa pela implementação das ferramentas de SMED, 5S e gestão visual.

5.1 Aplicação da Metodologia SMED

Dada a complexidade e morosidade identificada no capítulo 4 nos *setups* no processo produtivo de impressão por flexografia foi elaborada uma proposta para a implementação da metodologia SMED nesta secção. É deste modo fulcral entender quais as operações necessárias para cada mudança de ordem de fabrico e definir os tipos de *setup* existentes e os tempos necessários para as suas realizações, com base nos métodos aplicados atualmente pelos operadores.

Para a realização da análise aos *setups* o autor recorreu ao método de filmagem a fim de definir quais os novos métodos de trabalho a adotar. Assim, foi realizado um plano de filmagens que consistiu em filmar durante quinze dias dois turnos, cinco operadores, três máquinas e todas as operações que implicam a paragem da máquina. Durante as filmagens foram anotados comentários descritivos que permitissem discutir posteriormente o conteúdo das filmagens. Além disso, foram colocadas questões aos operadores sobre os seus métodos de trabalho de modo a entender quais os motivos que os levavam a realizar as operações de determinada forma. Na maioria dos casos, a resposta obtida por parte dos operadores era que desconheciam o real motivo do método, reforçando apenas que executavam as tarefas do modo que lhes ensinaram e que sempre realizaram aquela operação daquele modo. No final das filmagens foram visualizados todos os vídeos elaborados e realizada uma análise exaustiva.

Durante a análise ao processo produtivo foram identificadas oito operações distintas necessárias para a preparação das máquinas para a mudança de ordem de fabrico: colar clichés; mudar a manga de entrada; mudar a manga de saída; mudar cilindros ou mudar cilindros e tinteiros; lavar tinteiros; retirar clichés e registo de dados no sistema.

Alguns *setups* não necessitam da execução de todas as operações: OF's que utilizam as mesmas cores não necessitam de mudar tinteiros e, conseqüentemente, nem todas as operações associadas a esta mudança são executadas; mudanças de manga de entrada e/ou saída durante a produção de uma mesma OF. Dada esta situação, todas as operações foram analisadas isoladamente numa primeira fase,

CAPÍTULO 5 – PROPOSTAS DE MELHORIA

endo que no final se procedeu a uma análise das operações como um conjunto definindo este por *setup* completo.

O estágio preliminar da metodologia SMED consistiu na observação detalhada do processo de mudança do local de produção. Assim, para cada uma das operações foram realizados vídeos com os vários operadores executando as operações. As imagens e as informações recolhidas junto dos operadores permitiram identificar todos os procedimentos necessários para o sucesso da execução das operações.

Após a identificação de todos os procedimentos para as operações, estes foram classificados em internos quando são executados com a máquina parada e externos quando realizados com a máquina em funcionamento. O tempo necessário para a execução de cada procedimento também foi registado nesta fase.

A classificação em operações internas e externas revelou-se de difícil execução, pois algumas operações e consequentes procedimentos são realizados com a máquina parada em alguns *setups* e com a máquina em funcionamento noutros. Durante a observação realizada apenas a lavagem de tinteiros foi realizada sempre com a máquina em funcionamento. Quando questionados sobre a razão desta situação, os operadores justificaram que algumas ordens de fabrico com impressões mais delicadas precisam de ser vigiadas e que por esse motivo não possuem tempo disponível durante a produção destas OF's para iniciarem as OF's seguintes. Outro motivo enunciado pelos operadores é a falta de material disponível para a preparação da OF seguinte. Assim, dada a inexistência de distinção do tipo de operação executada, aliada ao facto de a maioria dos casos observados revelarem operações executadas internamente, concluiu-se que atualmente, exceção feita à lavagem de tinteiros, todas as operações realizadas no decorrer de um *setup* são classificadas como operações internas.

De seguida serão apresentadas as restantes fases da metodologia SMED para as operações: mudar a manga de entrada; mudar a manga de saída; colar clichés; mudar cilindros; mudar cilindros e tinteiros; lavar tinteiros; retirar clichés; registo dados no sistema.

Assim, para cada operação enumerada será descrito o processo realizado no estágio 1 da aplicação SMED, que consistiu na separação e classificação dos procedimentos de cada operação em internos e externos e a definição dos tempos necessários para cada um. Após a classificação de todos os procedimentos e da sua análise criteriosa, foi convertido o maior número de procedimentos categorizados como internos em externos de modo a reduzir o tempo de paragem das máquinas. No último estágio da metodologia, estágio 3, procurou efetuar-se uma melhoria sistemática de cada operação e procedimentos. Para isso, foi proposto à empresa um conjunto de ações de melhoria que permite aos operadores efetuar os *setups* de uma forma mais simples e rápida. No final da análise isolada a cada uma das operações irá ser realizada uma análise às operações necessárias para uma mudança de

fabrico como um todo – a este conjunto de operações atribuiu-se o nome de mudança completa de ordem de fabrico.

Frisar que, neste estágio foram realizadas duas reuniões, uma com a administração da empresa e os responsáveis da secção, e uma segunda com essas mesmas pessoas e todos os operadores da secção. Esta reunião teve como objetivo mostrar as filmagens das operações executadas assim como os tempos necessários para a realização das mesmas e ao mesmo tempo sensibilizar os operadores para a necessidade de mudança de método de trabalho. A reunião permitiu também debater alguns modos operatórios e ouvir as sugestões de melhoria que os operadores possuíam para algumas operações. Assim, nesta reunião foram definidos quais os procedimentos e métodos de trabalho futuros a adotar durante os *setups*.

1 – Mudar a manga de entrada

A mudança de manga de entrada acontece em duas situações, na mudança de OF e durante a produção da mesma, sempre que termina a bobine. Esta operação é portanto, a par da mudança de manga de saída, o *setup* que ocorre mais vezes durante o processo produtivo ao longo dos dois turnos de trabalho, uma vez que é executada tantas vezes quantas as bobines necessárias para a produção da OF.

Estágio 1:

A Tabela 6 apresenta os procedimentos identificados e realizados no decorrer deste *setup*, quando realizado na mudança de OF ou durante uma OF em produção, assim como a sua classificação como internos ou externos e o tempo necessário para a sua realização expresso em minutos.

Tabela 6 – Procedimentos da mudança de manga de entrada (observado)

ID	Descrição do procedimento	Tipo	Tempo (min)	
			Mudança de OF	Mesma OF
1	Controlar final da bobine e parar a máquina	Externo	1	1
2	Analisar OF	Interno	0,5	–
3	Ir buscar bobine de entrada	Interno	0,67	0,67
4	Testar tratamento corona	Interno	0,42	0,42
5	Retirar bobine de entrada anterior	Interno	0,67	0,67
6	Colocar bobine de entrada na posição correta no eixo	Interno	1	1
7	Efetuar a emenda nas bobines	Interno	1,25	1,25
8	Arrumar eventuais sobras	Interno	1,08	–
Total (Procedimentos Internos)		Interno	6,59	5,01

A mudança de manga de entrada possui assim oito procedimentos no caso da mudança de ordem de fabrico e 6 caso de trate de uma mudança no decorrer de uma OF. À exceção do procedimento 1, todos os procedimentos foram classificados como internos dado que durante as suas execuções a máquina se encontra parada.

CAPÍTULO 5 – PROPOSTAS DE MELHORIA

Estágio 2:

Analisando as filmagens realizadas constatou-se que os procedimentos 1,2 e 3 se referem a operações de preparação da máquina e o procedimento 7 se refere a uma arrumação do material. Deste modo, estas operações podem ser realizadas com a máquina em funcionamento. Para isso, no caso das operações de preparação, o operador deve, antes do término da bobine que se encontra na máquina, realizar os procedimentos necessários para que quando se efetuar a paragem da máquina a nova bobine se encontre pronta a ser colocada na máquina. No que respeita a procedimento 7, este deve ser realizado após a colocação em funcionamento da máquina, enquanto a máquina se encontrar parada, a sobra da bobine anterior pode esperar pelo armazenamento junto à máquina.

Os resultados da análise e conversão dos procedimentos efetuados para a mudança de manga de entrada, com o intuito de reduzir os tempos de paragem da máquina, encontram-se expressos na Tabela 7.

Tabela 7 – Procedimentos da mudança de manga de entrada (proposta)

ID	Descrição do procedimento	Tipo	Tempo (min)	
			Mudança de OF	Mesma OF
1	Controlar final da bobine e parar a máquina	Externo	1	1
2	Analisar OF	Externo	0,5	—
3	Ir buscar bobine de entrada	Externo	0,67	0,67
4	Testar tratamento corona	Externo	0,42	0,42
5	Retirar bobine de entrada anterior	Interno	0,67	0,67
6	Colocar bobine de entrada na posição correta no eixo	Interno	1	1
7	Efetuar a emenda nas bobines	Interno	1,25	1,25
8	Arrumar eventuais sobras	Externo	1,08	—
Total (Procedimentos Internos)		Interno	2,92	2,92

Analisando a tabela é possível identificar que através da aplicação do estágio 2 da metodologia SMED se passa de 7 para 3 procedimentos internos no caso da mudança de OF e de 5 para 3 no caso das mudanças no decorrer da mesma OF. Para isso foram convertidas quatro operações das sete internas apresentadas inicialmente. Através desta ação é então possível reduzir os tempos de paragem das máquinas. Os resultados esperados da aplicação da metodologia SMED encontram-se detalhadamente explicados no próximo capítulo.

Estágio 3:

De modo a executar melhorias nos procedimentos da mudança de manga de entrada, foi proposto uma ação de melhoria que visa permitir que esta operação seja executada de modo mais célere.

Proposta 1: Aplicação de sensor junto à saída da manga de entrada capaz de detetar o final de bobine e produzir a consequente paragem automática da máquina.

O sensor a ser colocado à saída da manga de entrada irá permitir a deteção rápida do final da bobine de manga de entrada. Esta sinalização automática obtida através do sensor permite que também seja efetuada uma paragem automática da máquina. A paragem da máquina deve ser sinalizada por um registo sonoro e visual de modo a alertar o operador. A aplicação destes sensores nas três impressoras permite reduzir e acelerar a mudança de manga de entrada, uma vez que evita que os operadores vigiem o final das bobines para parar a máquina.

Proposta 2: Aplicação de um acumulador de filme à entrada da máquina.

Um acumulador de filme colocado à entrada da máquina permite evitar a paragem da máquina durante a mudança da bobine da manga de entrada. Este acumulador composto por vários cilindros, por onde irá passar a manga de entrada, irá assegurar que existe a quantidade de manga necessária na linha de produção (para que o operador possa trocar a manga de entrada com a máquina em funcionamento). Para que este acumulador possa garantir o movimento contínuo da linha de processamento é necessário que este acumule a quantidade de filme correspondente ao tempo necessário para a mudança da manga de entrada.

2 – Mudar a manga de saída

À semelhança do que acontece na mudança da manga de entrada, esta operação também possui variações no método caso seja efetuada no decorrer de uma mudança de ordem de fabrico ou no decorrer de uma OF em produção.

Estágio1:

Os procedimentos observados para a mudança de manga de saída, a sua classificação e tempos encontram-se expressos na Tabela 8.

Tabela 8 – Procedimentos da mudança de manga de saída (observada)

ID	Descrição do procedimento	Tipo	Tempo (min)	
			Mudança de OF	Mesma OF
1	Ir buscar novo tubo e colocar junto à máquina	Interno	0,5	0,5
2	Retirar filme resultante da impressão dos testes da OF anterior	Interno	1	—
3	Retirar bobine anterior de saída	Interno	1,1	1,1
4	Colocar novo tubo no eixo	Interno	1,67	1,67
5	Marcar, eventualmente, início de impressão conforme	Interno	0,5	0,5
6	Arrumar bobine anterior de saída (impressa)	Interno	0,5	0,5
Total (Procedimentos Internos)		Interno	5,27	4,27

Foram identificados cinco procedimentos na mudança de manga de saída, todos eles efetuados com a máquina parada.

CAPÍTULO 5 – PROPOSTAS DE MELHORIA

Estágio2:

Uma vez que o procedimento 1 e o procedimento 6 se referem à preparação da operação e organização do material, respetivamente, estes podem ser realizados com a máquina em funcionamento. Para isso, o operador deve procurar o tubo que serve de apoio à nova bobine de saída e colocá-lo junto à máquina, antes de efetuar a sua paragem. De seguida, deve colocar a bobine já impressa junto à máquina enquanto esta ainda se encontra parada, arrumando-a apenas após ligar a máquina. Estas conversões reduzem para quatro as operações internas tal como apresenta a Tabela 9.

Tabela 9 – Procedimentos da mudança de manga de saída (proposta)

ID	Descrição do procedimento	Tipo	Tempo (min)	
			Mudança de OF	Mesma OF
1	Ir buscar novo tubo e colocar junto à máquina	Externo	0,5	0,5
2	Retirar filme resultante da impressão dos testes da OF anterior	Interno	1	—
3	Retirar bobine anterior de saída	Interno	1,1	1,1
4	Colocar novo tubo no eixo	Interno	1,67	1,67
5	Marcar, eventualmente, início de impressão conforme	Interno	0,5	0,5
6	Arrumar bobine anterior de saída (impressa)	Externo	0,5	0,5
Total (Procedimentos Internos)		Interno	4,27	3,27

Estágio3:

Após uma análise efetuada sobre esta operação foi proposta a seguinte ação de melhoria à empresa.

Proposta: Iniciar os testes de cor de uma nova OF num novo tubo de saída.

Atualmente a impressão de uma nova OF é iniciada sobre a última bobine impressa da OF anterior. Este método implica que quando o operador pretende retirar a manga de saída da OF anterior necessita de retirar todo o filme que serviu para os testes de cor e impressão da nova OF. Dado que em algumas situações a quantidade de filme necessário para os testes é elevada, esta operação é demorada. Assim, propõe-se que a nova impressão seja iniciada num novo tubo de saída e que o início da impressão conforme seja notificado por uma marca, que pode ser um pedaço de papel numa das extremidades da bobine, que será identificado mais tarde no corte.

3 – Colar Clichés

Após a visualização e análise dos vídeos referentes a esta operação, observou-se que esta operação possui tempos de realização diferentes segundo os clichés a colar e foi por isso dividida em três tipos: colar clichés tipo símbolo; colar outros clichés simples (apenas um cliché no cilindro) e colar outros clichés complexos (vários clichés no mesmo cilindro).

Estágio 1:

Dada a divisão da operação em três tipos distintos, os procedimentos identificados, as suas classificações e tempos necessários para a sua execução foram registados para cada um dos tipos descritos anteriormente (Tabela 10).

Tabela 10 – Procedimentos de Colar clichés (observada)

ID	Descrição do procedimento	Tipo	Tempos (min)		
			Clichés tipo símbolos	Outros clichés simples	Outros clichés complexos
1	Analisar OF	Interno	0,4	0,3	0,33
2	Ir buscar cilindros do tamanho correspondente	Interno	0,5	0,5	0,33
3	Definir local de colocação do cliché (fita métrica)	Interno	0,47	1,74	0,75
4	Colar Fita Adesiva	Interno	1,2	1,25	2,25
5	Conferir colocação da Fita adesiva	Interno	—	0,65	0,83
6	Colar clichés	Interno	2,63	1	3,7
7	Confirmar medidas (compasso)	Interno	1	1	1,4
8	Colar cliché do ponto célula	Interno	0,33	0,25	0,43
9	Fixar clichés com fita cola	Interno	1,08	1,35	3,08
10	Limpar cliché e cilindro	Interno	—	0,75	0,83
11	Colocar Cilindro perto da máquina	Interno	0,17	0,25	0,17
Total (Procedimentos Internos)		Interno	7,78	9,04	14,1

Analisando a tabela é possível identificar onze procedimentos para colar clichés, sendo que dois destes não são executados quando se trata de colar clichés tipo símbolos. Todos os procedimentos identificados foram executados com a máquina parada sendo por isso classificados como internos.

Estágio 2:

Dado que esta operação se refere à preparação do *setup*, todos os procedimentos identificados poderiam ser executados com a máquina em funcionamento, tal como se encontra expresso na Tabela 11. Para isso, basta que os operadores possuam o material necessário disponível para a colagem de clichés e que o posto de trabalho para a aplicação dos mesmos se encontre num local onde seja possível controlar a qualidade de impressão da OF em produção enquanto procedem à operação.

Tabela 11 – Procedimentos de Colar clichés (proposta)

ID	Descrição do procedimento	Tipo	Clichés tipo símbolos	Tempos (min)	
				Outros clichés simples	Outros clichés complexos
1	Analisar OF	Externo	0,4	0,3	0,33
2	Ir buscar cilindros do tamanho correspondente	Externo	0,5	0,5	0,33
3	Definir local de colocação do cliché (fita métrica)	Externo	0,47	1,74	0,75
4	Colar Fita Adesiva	Externo	1,2	1,25	2,25
5	Conferir colocação da Fita adesiva	Externo	—	0,65	0,83
6	Colar clichés	Externo	2,63	1	3,7
7	Confirmar medidas (compasso)	Externo	1	1	1,4
8	Colar cliché do ponto célula	Externo	0,33	0,25	0,43
9	Fixar clichés com fita cola	Externo	1,08	1,35	3,08
10	Limpar cliché e cilindro	Externo	—	0,75	0,83
11	Colocar Cilindro perto da máquina	Externo	0,17	0,25	0,17
Total (Procedimentos Internos)		Interno	0	0	0

Estágio 3:

A aplicação de clichés nos cilindros é uma operação minuciosa que exige alto rigor, pois, um desvio do local onde deve ser colado o cliché no cilindro origina uma impressão incorreta. Deste modo, é crucial que os postos de trabalho para a execução desta operação se encontrem bem iluminados. Além disso, para uma rápida execução da operação é fundamental que o operador tenha disponível no seu posto de trabalho, todos os materiais e ferramentas necessárias para esse fim. Por outro lado, uma ordem de fabrico com várias cores ou com impressões nos dois lados da manga necessita de mais de um cilindro com clichés, o que implica que esta operação seja executada tantas vezes quantas os cilindros necessários para a OF, obrigando os operadores a muitas movimentações. Assim procurando a melhoria desta operação, foram formuladas quatro propostas de melhoria de modo a tornar a operação mais simples e rápida.

Proposta 1: Suporte com luz direta para os locais de colagem de clichés

Dado o rigor necessário para a colagem de clichés nos cilindros, e de modo a facilitar esta operação melhorar a sua qualidade e rapidez, propõe-se que sejam colocados suportes com luz direta junto aos locais de aplicação de clichés. A luz vai permitir aos operadores visualizar de forma mais clara todos os seus movimentos e evitar assim pequenos erros que possam acontecer nas medidas tiradas e na colagem de clichés propriamente dita.

Proposta 2: Mesa de apoio junto ao carrinho de aplicação de clichés

A aplicação de clichés é uma operação que necessita de muitas ferramentas e materiais, deste modo, propõe-se que junto aos carrinhos onde são efetuadas estas operações se encontrem mesas de apoio onde sejam colocados todos os materiais e ferramentas que o operador necessita para a correta execução da operação. Esta mesa de apoio vai permitir reduzir o número de movimentações realizadas

pelos operadores, uma vez que não terão que se deslocar sempre que necessitem de materiais ou ferramentas.

Proposta 3: Carrinhos para aplicação de clichés com medidas adequadas

Neste momento, à exceção do carrinho de aplicação de clichés da Fle1, todos os carrinhos destinados a este fim possuem medidas desadequadas. Assim, propõe-se que estes sejam substituídos por carrinhos com medidas adequadas para a realização desta operação. Estes carrinhos vão permitir aos operadores uma maior comodidade na execução da operação o que, por estes se sentirem melhor, pode consequentemente melhorar a qualidade e rapidez da operação.

Proposta 4: Carrinhos/Suportes com rodas múltiplos para cilindros

Disponer carrinhos/suportes de rodas múltiplos para cilindros, para ir buscar todos os cilindros necessários para uma ordem de fabrico numa única viagem e mantê-lo junto ao local de aplicação de clichés permite reduzir as movimentações dos operadores. Deste modo, cada vez que o operador termine a aplicação de clichés num cilindro apenas necessita trocar o cilindro para o carrinho de transporte e pegar no cilindro seguinte. Além disso, este carrinho pode também ser utilizado para transportar os cilindros prontos a serem colocados na máquina até esta, reduzindo mais uma vez as movimentações.

Proposta 5: Plano de colocação para clichés

A criação de planos de colocações/moldes para a aplicação de clichés nos cilindros elimina as medições necessárias nesta operação e permite assim reduzir o seu tempo de execução. Estes planos de colocação teriam as medidas dos cilindros e neles estariam já definidos os locais de aplicação dos clichés. Deste modo, quando ao colocar o plano sobre o cilindro o operador apenas necessita de marcar o local dos clichés da OF e aplica-los.

4 – Mudar Cilindros (sem mudança de tinteiros)

A operação mudar cilindros consiste em retirar os cilindros de impressão utilizados na OF anterior e colocar o novo cilindro para a produção seguinte.

Estágio1:

Tal como é apresentado na Tabela 12, foram identificados sete procedimentos nesta operação, todos eles classificados como internos, uma vez que a máquina se encontra parada durante a execução dos mesmos.

Tabela 12 – Procedimentos de Mudar cilindros (observada)

ID	Descrição dos procedimentos	Tipo	Tempo (min)
1	Chamar colega p/ajudar	Interno	0,5
2	Desapertar cilindro da OF anterior	Interno	0,5
3	Retirar cilindro e colocar no suporte	Interno	0,17
4	Colocar cilindro da nova OF na máquina	Interno	0,35
5	Apertar cilindro	Interno	0,32
6	Ajustar cilindro	Interno	1
7	Ligar a máquina	Interno	0,08
Total (Procedimentos Internos)		Interno	2,92

Estágio 2:

Analisando os procedimentos anteriores, constatou-se que, exceção feita ao procedimento 1, todos os outros tratam realmente de operações internas, uma vez que estas não podem ser realizadas com a máquina em funcionamento. Para que o procedimento 1 passe para externo basta que o operador responsável pelo *setup* da máquina chame o seu colega antes de parar a máquina, uma vez que, esta operação deverá ser a primeira a ser realizada após a paragem da máquina. Posteriormente, será abordado este assunto detalhadamente. Assim, a operação mudar cilindros passa a possuir apenas seis procedimentos internos.

Tabela 13 – Procedimentos de Mudar cilindros (proposta)

ID	Descrição dos procedimentos	Tipo	Tempo (min)
1	Chamar colega p/ajudar	Externo	0,5
2	Parar a máquina	Externo	0,5
3	Desapertar cilindro da OF anterior	Interno	0,5
4	Retirar cilindro e colocar no suporte	Interno	0,17
5	Colocar cilindro da nova OF na máquina	Interno	0,35
6	Apertar cilindro	Interno	0,32
7	Ajustar cilindro	Interno	1
8	Ligar a máquina	Interno	0,08
Total (Procedimentos Internos)		Interno	2,42

Estágio 3:

Mudar cilindros é uma operação que durante o mesmo *setup* pode ser repetida até seis vezes no caso da Fle1 e Fle4 e quatro vezes no caso da Fle2, é por isso muito importante otimizar cada um dos seus procedimentos. Deste modo, além do carrinho de transporte de cilindros proposto na operação colar clichés que, tal como referido anteriormente, também pode ser utilizado nesta operação para reduzir movimentações, propõe-se a seguinte ação de melhoria.

Proposta: Parafusos de aperto rápido

Os parafusos de aperto rápido permitem acelerar a operação de mudança de cilindro, pois deixa de ser necessário utilizar ferramentas para os desapertar e apertar.

5 – Mudar Cilindros e Tinteiros

A mudança de cilindros e tinteiros engloba, além dos procedimentos referidos na operação anterior, os procedimentos necessários para a mudança de tinteiros.

Estágio 1 e 2:

A classificação dos procedimentos da operação de mudar cilindros e tinteiros revelou que esta conta atualmente com vinte e sete procedimentos, todos classificados como internos. A análise efetuada a estes vinte e sete procedimentos permitiu verificar que sete destes podem ser executados com a máquina em funcionamento e por isso podem passar a ser classificados como a externos. De modo a que alguns dos procedimentos pudessem passar a ser procedimentos externos foram criados dois novos, um referente à paragem da máquina e outro relacionado com um suporte para cilindro, situado junto à máquina, para colocar os cilindros retirados enquanto se termina o *setup*. Deste modo, no total são identificados nove procedimentos externos (Tabela 14).

Tabela 14 – Procedimentos externos de Mudar cilindros e tinteiros (proposta)

ID	Descrição dos procedimentos	Tipo	Tempo (min)
1	Ir buscar diluente	Externo	1,75
2	Ir buscar lata de tinta	Externo	0,17
3	"Fazer espátula"	Externo	0,33
4	Ir buscar novo tinteiro	Externo	0,25
5	Ir buscar novo cilindro	Externo	0,5
6	Reservar suporte para o cilindro a retirar	Externo	0,33
7	Parar a máquina	Externo	0,08
8	Levar tinteiro para o armazém de tintas	Externo	0,25
9	Arrumar cilindro	Externo	0,5
Total (Procedimentos Internos)		Interno	0

Deste modo, foi possível reduzir os procedimentos internos para vinte. Os procedimentos classificados como realmente internos, por não poderem ser realizados com a máquina em funcionamento, são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 – Procedimentos internos de mudar cilindros e tinteiros (proposta)

ID	Descrição dos procedimentos	Tipo	Tempo (min)
1	Retirar tinta do tinteiro	Interno	4,75
2	Colocar rolha no tinteiro	Interno	0,5
3	Retirar lata de tinta da máquina	Interno	0,17
4	Retirar tinteiro	Interno	0,67
5	Retirar restos de tinta com espatula	Interno	0,87
6	Colocar novo tinteiro na máquina	Interno	1
7	Preparar Tinta (mexer)	Interno	0,67
8	Colocar tinta no tinteiro	Interno	0,33
9	Colocar "tampos" no tinteiro	Interno	0,17
10	Ligar máquina (apenas nessa parte)	Interno	0,08
11	Mexer tinta no tinteiro	Interno	2,33
12	Parar a máquina	Interno	0,08
13	Chamar colega p/ajudar	Interno	0,5
14	Desapertar cilindro da OF anterior	Interno	0,5
15	Retirar cilindro e colocar no suporte	Interno	0,17
16	Colocar cilindro da nova OF na máquina	Interno	0,35
17	Apertar cilindro	Interno	0,32
18	Ajustar cilindro	Interno	1
19	Ligar a máquina	Interno	0,08
20	Realizar teste de cor	Interno	2,18
Total (Procedimentos Internos)		Interno	16,72

No caso da Fle4, os procedimentos relacionados com os tinteiros não acontecem, uma vez que, tal como foi dito anteriormente, nesta máquina a tinta é diretamente utilizada das latas de tinta.

Estágio 3:

A operação mudar cilindros e tinteiros é a mais demorada do *setup*, e, à semelhança do que acontece na operação mudar cilindros, pode necessitar de ser repetida até seis vezes no caso da Fle1 e quatro vezes no caso da Fle2. Deste modo, é fundamental que todos os procedimentos sejam realizados o mais célere possível. Após uma análise ao método de trabalho dos operadores, foram formuladas as seguintes propostas de melhoria.

Proposta 1: Elaboração de cor, seguindo rigorosamente a receita

Elaborar a cor a utilizar nas OF's seguindo rigorosamente a receita, colocando as quantidades exatas de cada um dos pantones definidos, permitindo assim obter exatamente a cor desejada. Esta proposta permite assim que não sejam necessários ajustes de cor após a colocação da tinta nos tinteiros. A elaboração de tintas seguindo rigorosamente a receita permite assim acelerar o processo de *setup*, uma vez que diminui os erros e o retrabalho.

Proposta 2: Teste de cor antes de colocar tinta na máquina

Realizar o teste de cor antes de colocar a tinta na máquina permite que, caso a cor obtida não seja a pretendida, se proceda à sua correção fora da máquina, estando esta ainda em funcionamento e, sem necessitar de realizar ajustes de cor na máquina. Propõe-se assim que este teste seja executado numa amostra do filme a imprimir, colocando tinta num cliché destinado a estes testes, realizando a impressão manual e simulando uma impressão na máquina.

Proposta 3: Batedor automático para homogeneizar a tinta

O batedor automático para homogeneizar a tinta seria colocado nos tinteiros e estaria ligado durante todo o processo produtivo. Este batedor, além de garantir a homogeneização da tinta durante toda a impressão, permitiria que o procedimento 11 da Tabela 15 fosse eliminado, na medida em que, o operador apenas necessita de ligar o batedor após a colocação da tinta. A eliminação de um dos procedimentos mais morosos deste *setup* é essencial, para que o tempo final deste seja reduzido.

Proposta 4: Troca das torneiras de despejo dos tinteiros

A troca das torneiras dos tinteiros por umas mais largas permite que o fluxo de tinta que sai do tinteiro para o seu despejo seja maior, tornando o despejo mais rápido e reduzindo, por isso, o tempo que este procedimento necessita. A troca de tinteiros permite assim diminuir o tempo do *setup* mudar cilindro e tinteiros.

Proposta 5: Criar uma zona intermédia com suportes com rodas para tinteiros

A zona intermédia para tinteiros permite reduzir o tempo desta operação, pois com a existência desta zona o operador não necessita de levar cada tinteiro para o armazém após a sua retirada da máquina. Além disso, a criação de suportes para tinteiros nessa zona, capazes de escorrer a tinta que não sai pela torneira, permite acelerar o procedimento de limpeza de tinteiro (procedimento 5 da tabela 16) e passá-lo para procedimento externo. Por último, as rodas nestes suportes permitem o transporte de vários tinteiros ao mesmo tempo, o que possibilita diminuir as distâncias percorridas pelos operadores entre o armazém de tintas e a máquina.

6 – Lavar Tinteiros

A operação de lavagem de tinteiros foi a única identificada como externa no processo produtivo atual. Nesta operação os operadores lavam com diluente os tinteiros utilizados nas ordens de fabrico anteriores, de modo a que não fique nenhum resíduo da tinta anterior. Tal como referido anteriormente, neste momento, esta é uma operação manual que deve ser repetida tantas vezes quantas as necessárias para obter um tinteiro sem vestígios de tinta.

Estágio 1 e 2:

A Tabela 16 mostra que todos os procedimentos são realizados com a máquina em funcionamento, e por isso classificados com externos. Os tempos reportados na tabela referem-se à realização de cada procedimento, pelo que, devem ser considerados como tempo base mínimo desta operação, e não como tempo total da mesma.

Tabela 16 – Procedimentos de Lavar Tinteiros (observado)

ID	Lavar Tinteiros	Tipo	Tempo (min)
1	Encher garrafa de diluente	Externo	0,5
2	Colocar diluente no tinteiro	Externo	0,17
3	Esfregar o tinteiro	Externo	5,69
4	Deitar fora a sujidade	Externo	0,92
5	Reservar tinteiro	Externo	0,17
Total (Procedimentos Internos)			0

Estágio 3:

Apesar de todos os procedimentos serem classificados como externos, esta operação é uma das mais morosas do processo produtivo, por implicar retrabalho no final de cada lavagem. É assim fundamental otimizar a operação a fim de libertar os operadores para as restantes. É por isso importante que a administração da empresa recupere o mais rapidamente possível a cuba de lavagem que possuía anteriormente, mas que se encontra para arranjo. Além disso, por se tratar de manuseamento de produtos químicos, é também importante que os operadores utilizem nesta operação material de proteção, nomeadamente, óculos, máscara e luvas.

7 – Retirar Clichés

Retirar clichés é a última operação realizada no processo de mudança de ordem de fabrico, e implica que o operador retire os clichés e todos os materiais colocados nos cilindros utilizados na ordem de fabrico anterior, limpando-os e colocando-os no seu local de armazenamento. Esta operação pode ser realizada até seis vezes em cada mudança de OF nas máquinas Fle1 e Fle4 e quatro vezes para a Fle2.

Estágio 1:

Os procedimentos necessários para a execução da operação retirar clichés, a sua classificação e tempos respetivos para a sua execução num cilindro encontram-se na Tabela 17. À semelhança do que aconteceu para a operação colar clichés, dado os diferentes clichés, foram registados três valores temporais para cada procedimento desta operação.

Tabela 17 – Procedimentos de Retirar clichés (observado)

ID	Descrição dos procedimentos	Tipo	Clichés tipo símbolos	Tempo (min)	
				Outros clichés simples	Outros clichés complexos
1	Ir buscar cilindro	Interno	0,33	0,33	0,33
2	Retirar fita cola	Interno	---	0,42	1
3	Retirar cliché	Interno	0,3	0,77	0,75
4	Retirar Papel Autocolante	Interno	---	0,2	0,75
5	Limpar Cilindro	Interno	0,38	0,2	0,58
6	Arrumar cilindro no suporte correspondente	Interno	0,33	0,33	0,33
7	Limpar Clichés	Interno	---	0,6	0,8
8	Colocar clichés na mesa	Interno	0,25	0,25	0,25
Total (Procedimentos Internos)		Interno	1,59	3,1	4,79

Estágio 2:

Observando o método realizado pelos operadores, conclui-se que todos os procedimentos da operação retirar clichés podem ser realizados com a máquina em funcionamento, passando por isso esta operação a externa, tal como figura na Tabela 18.

Tabela 18 – Procedimentos de Retirar clichés (proposta)

ID	Descrição dos procedimentos	Tipo	Clichés tipo símbolos	Tempo (min)	
				Outros clichés simples	Outros clichés complexos
1	Ir buscar cilindro	Externo	0,33	0,33	0,33
2	Retirar fita cola	Externo	---	0,42	1
3	Retirar cliché	Externo	0,3	0,77	0,75
4	Retirar Papel Autocolante	Externo	---	0,2	0,75
5	Limpar Cilindro	Externo	0,38	0,2	0,58
6	Arrumar cilindro no suporte correspondente	Externo	0,33	0,33	0,33
7	Limpar Clichés	Externo	---	0,6	0,8
8	Colocar clichés na mesa	Externo	0,25	0,25	0,25
Total (Procedimentos Internos)		Interno	0	0	0

Estágio 3:

As propostas de melhoria que podem vir a racionalizar esta operação estão relacionadas com a organização do local de trabalho, encontrando-se descritas mais pormenorizadamente no processo de implementação do 5S e da gestão visual.

8 – Registo de dados no Sistema

O registo do início e final de produção de uma ordem de fabrico no sistema é uma operação que atualmente ainda não é realizada sistematicamente pelos operadores. Nesta operação, o operador deve introduzir os dados da OF que está a começar a ser produzida no início da mesma, logo após ao ligar a máquina, e o seu final, imediatamente antes de desligar a máquina. Com esta informação a

CAPÍTULO 5 – PROPOSTAS DE MELHORIA

administração passaria a saber o tempo necessário para cada mudança de fabrico assim como o tempo de produção das mesmas.

Estágio 1 e 2:

Atualmente, quando os operadores introduzem os dados, introduzem os de início e final de ordem de fabrico ao mesmo tempo, ou seja, no momento em que se deslocam à máquina para finalizar a OF que termina, introduzem logo os dados da que vai iniciar. Esta introdução de dados no sistema é realizada em muitos casos com a máquina parada, antes de iniciar a nova OF, sendo por isso considerada interna. No entanto, tal como foi referido anteriormente, esta operação pode ser executada com a máquina em funcionamento, e ser classificada como externa (Tabela 19).

Tabela 19 – Procedimentos de Registrar dados no sistema (proposta)

ID	Descrição do procedimento	Tipo	Tempo (min)
1	Efetuar registo (Início/Fim de produção de OF)	Externo	1,5
Total (Procedimentos Internos)		Interno	0

Estágio 3:

A inserção de dados no sistema deve ser uma operação fácil e de rápida execução. Analisando o método de trabalho dos operadores, sugerem-se duas ações de melhoria.

Proposta 1: Formação sobre o *software* de produção aos operadores

Atualmente, e apesar de, segundo os responsáveis, já terem existido sessões de formação e informação sobre este tema, os operadores continuam com algumas dúvidas relacionadas com o tipo de dados a introduzir no sistema e a altura ideal para inserir os dados. Deste modo, sugere-se que sejam realizadas sessões de formação sobre a plataforma onde são inseridos dados. Nesta formação deverá ser descrito o modo operativo e deverão ser respondidas todas as questões levantadas pelos operadores.

Proposta 2: Alterar o posicionamento do computador onde é efetuado o registo

O computador onde os operadores inserem os dados de início e fim de produção de uma OF encontra-se, neste momento, junto à entrada do armazém de tintas. Esta localização implica maiores movimentações por parte dos operadores, pelo que se sugere uma mudança da sua localização. A sugestão passa pela colocação do computador na zona posterior das máquinas, sensivelmente a meio das mesmas, para que as movimentações dos operadores sejam as mais reduzidas possíveis.

9 – Mudança completa de ordem de fabrico

A mudança completa de ordem de fabrico inclui oito das nove operações definidas anteriormente, sendo que para esta análise foi considerada a operação mudar cilindros e tinteiros em detrimento da operação mudar cilindros, por ser aquela que acontece mais vezes.

Estágio 1, 2 e 3:

Uma análise exaustiva a todas estas operações de modo isolado e, seguidamente como um todo, permitiu definir que a mudança completa possui os setenta procedimentos presentes na Tabela 20. De modo a racionalizar esta mudança, as operações e procedimentos foram ordenados com o objetivo de reduzir transportes e movimentações e originar uma maior fluidez do processo. Deste modo, foram criados alguns novos procedimentos externos – não observados atualmente – e eliminados outros que se revelaram obsoletos no processo. Além disso, propõe-se também que sejam colocadas em cada posto de trabalho as *Standard Work Combination Sheets* referentes às operações neles executadas.

Na Figura 44 encontra-se representada, a título de exemplo, a *Standard Work Combination Sheet* da operação Colocar Clichés tipo Símbolo.

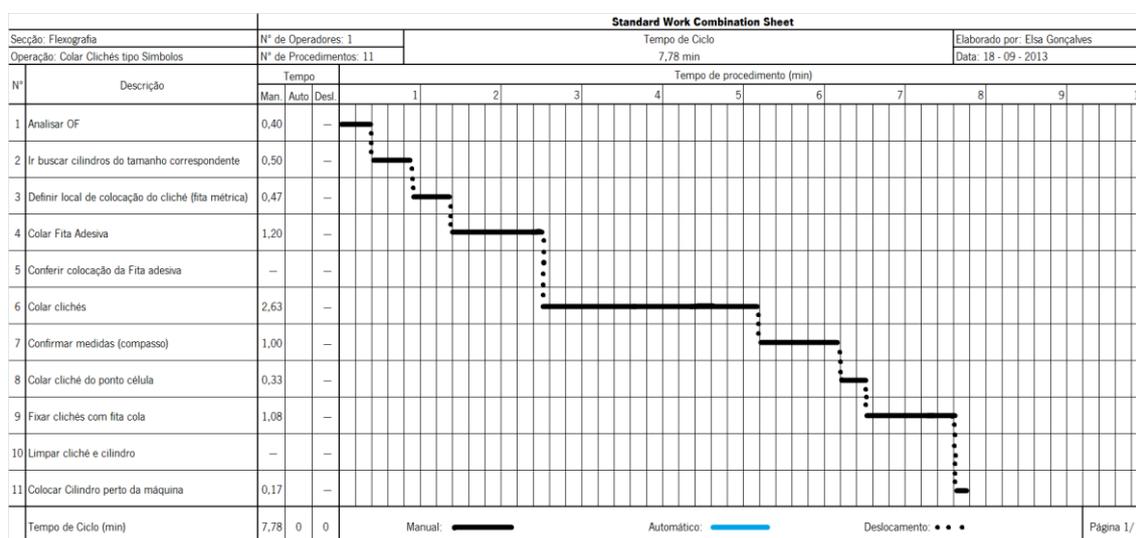


Figura 44 – Standard Work Combination Sheet da operação Colar Clichés tipo Símbolo

As *Standard Work Combination Sheet* de todas as operações necessárias para a execução do *setup* encontram-se em anexo (Anexo D a Anexo K).

Tabela 20 – Procedimentos de Mudança completa de OF (proposta)

ID Operação	Descrição do procedimento	Tipo
1	Analisar OF	Externo
2	Ir buscar cilindros do tamanho correspondente	Externo
3	Definir local de colocação do cliché (fita métrica)	Externo
4	Colar Fita Adesiva	Externo
5	Conferir colocação da Fita adesiva	Externo
6	Colar clichés	Externo
7	Confirmar medidas (compasso)	Externo
8	Colar cliché do ponto célula	Externo
9	Fixar clichés com fita cola	Externo
10	Limpar cliché e cilindro	Externo
11	Colocar Cilindro perto da máquina	Externo
12	Controlar final da bobine e parar a máquina	Externo
13	Analisar OF	Externo
14	Ir buscar bobine de entrada	Externo
15	Testar tratamento corona	Externo
16	Retirar bobine de entrada anterior	Interno
17	Colocar bobine de entrada na posição correta no e	Interno
18	Efetuar a emenda nas bobines	Interno
19	Arrumar eventuais sobras	Externo
20	Ir buscar tubo	Externo
21	Retirar filme resultante da impressão dos testes da	Interno
22	Retirar bobine anterior de saída	Interno
23	Colocar novo tubo no eixo	Interno
24	Marcar, eventualmente, início de impressão confor	Interno
25	Arrumar bobine anterior de saída (impressa)	Externo
26	Ir buscar diluente	Externa
27	Ir buscar lata de tinta	Externa
28	"Fazer espátula"	Externa
29	Ir buscar novo tinteiro	Externa
30	Ir buscar novo cilindro	Externa
31	Reservar suporte para o cilindro a retirar	Externa
32	Parar a máquina	Externa
33	Retirar tinta do tinteiro	Interna
34	Colocar rolha no tinteiro	Interna
35	Retirar lata de tinta da máquina	Interna
36	Retirar tinteiro	Interna
37	Retirar restos de tinta com espátula	Interna
38	Colocar novo tinteiro na máquina	Interna
39	Preparar Tinta (mexer)	Interna
40	Colocar tinta no tinteiro	Interna
41	Colocar "tampos" no tinteiro	Interna
42	Ligar máquina (apenas nessa parte)	Interna
43	Mexer tinta no tinteiro	Interna
44	Parar a máquina	Interna
45	Chamar colega p/ ajudar	Interna
46	Desapertar cilindro da OF anterior	Interna
47	Retirar cilindro e colocar no suporte	Interna
48	Colocar cilindro da nova OF na máquina	Interna
49	Apertar cilindro	Interna
50	Ajustar cilindro	Interna
51	Ligar a máquina	Interna
52	Realizar teste de cor	Interna
53	Levar tinteiro para o armazém de tintas	Externa
54	Arrumar cilindro	Externa
55	Levar tinteiro para armazem	Externo
56	Colocar equipamento de proteção	Externo
57	Encher garrafa de diluente	Externo
58	Colocar diluente no tinteiro	Externo
59	Esfregar o tinteiro	Externo
60	Deitar fora a sujidade	Externo
61	Reservar tinteiro	Externo
62	Ir buscar cilindro	Externo
63	Retirar fita cola	Externo
64	Retirar cliché	Externo
65	Retirar Papel Autocolante	Externo
66	Limpar Cilindro	Externo
67	Arrumar cilindro no suporte correspondente	Externo
68	Limpar Clichés	Externo
69	Colocar clichés na mesa	Externo
70	Efetuar registo (Início/Fim de produção de OF)	Externo

Analisando a tabela anterior é visível que, dos setenta procedimentos realizados, apenas figuram vinte e sete internos face aos quarenta e três externos. Esta proposta prevê assim uma melhoria significativa em relação ao método utilizado, em que sessenta e sete dos procedimentos realizados eram efetuados com a máquina parada.

Os resultados detalhados da implementação da metodologia SMED na secção de flexografia encontram-se descritos no capítulo seguinte.

5.2 Implementação das Ferramentas 5S e Gestão Visual

Com o objetivo de combater a desorganização e falta de limpeza identificadas no capítulo 4 foi proposta a implementação das ferramentas *lean* 5S e Gestão visual.

O sucesso da implementação da ferramenta 5S depende do rigor no decorrer da aplicação de cada uma das cinco fases do método: triagem do que é necessário no posto de trabalho; arrumação (criar um local para cada coisa); limpeza; normalização (definição de parâmetros/regras para manter o local arrumado); disciplina (verificar se os operadores cumprem as regras definidas anteriormente). As propostas de ações de melhoria a executar em cada uma das fases da implementação da ferramenta 5S são apresentadas a seguir.

Triagem: Na fase inicial propôs-se que fossem identificados quais os materiais, ferramentas e outros bens presentes na secção de flexografia e quais as suas funções. Após a identificação dos materiais, ferramentas e outros bens, é necessário proceder à sua classificação em necessários ou desnecessários para o processo produtivo de impressão por flexografia. Todos os materiais, ferramentas e outros bens que se encontrem danificados, ou que já não sejam utilizados na secção, devem ser considerados como desnecessários. Finalizada a classificação, os itens identificados como desnecessários devem ser eliminados da secção.

Arrumação: Nesta fase apenas deve figurar na secção de flexografia itens úteis ao processo produtivo. É necessário definir e criar locais de arrumação para cada item, matérias-primas, ferramentas, outros materiais e bens.

Matérias-primas

Na secção de flexografia, as matérias-primas necessárias para o processo são as bobines de manga de filme e a tinta para a impressão.

As bobines devem ser colocadas, sobre paletes que se encontram na zona limitada frente às impressoras.

No que respeita às latas de tinta, estas devem encontrar-se armazenadas no armazém de tintas, e junto à máquina apenas devem permanecer as latas das tintas a serem utilizadas na OF em produção. As

CAPÍTULO 5 – PROPOSTAS DE MELHORIA

latas de tinta que permaneçam junto às máquinas durante a produção devem ser colocadas sobre paletes entre a Fle1 e Fle2 para as latas dessas máquinas e entre a Fle2 e Fle4 para as latas da Fle4. No armazém, deve ser definida uma ordem lógica de arrumação das latas de tinta por cores. Deste modo, devem ser definidos dois locais de armazenamento: um local para tintas diretas (tintas que podem ser usadas diretamente da lata, ou que são usadas para elaborar receitas) e um local para armazenar tintas obtidas através de receitas. Em cada um destes locais as latas de tinta devem ser colocadas por cores a fim de facilitar a identificação das tintas.

Ferramentas:

Na flexografia são necessárias diferentes ferramentas nas diversas operações, assim, devem ser criadas zonas de armazenamento de ferramentas junto ao local onde são realizadas as operações. Além disso, com o objetivo de facilitar a identificação do local das ferramentas pelos operadores, propôs-se a criação de painéis com gestão visual do lugar de cada ferramenta (Figura 45). Nestes painéis, cada uma das ferramentas necessárias para as operações deverá possuir um local próprio, que deverá ser sinalizado com a imagem correspondente a cada ferramenta.



Figura 45 – Exemplo de painel de ferramentas

Cilindros

Tal como foi dito anteriormente, atualmente existem mais cilindros do que suportes na secção de flexografia, deste modo propôs-se a criação de suportes para armazenar todos os cilindros existentes. Em alternativa à construção de novos suportes para todos os cilindros, e considerando que existem cilindros na secção que raramente são usados (a título de exemplo, existem cilindros que são usados apenas de dois em dois anos), sugeriu-se que estes fossem guardados num armazém mais afastado da secção. Ao retirar estes cilindros para outro armazém, libertar-se-iam suportes suficientes para aqueles que são utilizados frequentemente.

Além da criação de novos suportes, sugere-se ainda que todos (já existentes ou novos) deveriam ser identificados com o tipo de cilindro que possuem. Deste modo e, através da gestão visual, os suportes para cilindros deveriam ser identificados do seguinte modo:

- Atualmente existem três máquinas, uma vermelha (Fle1), uma verde (Fle2) e uma branca (Fle4), deste modo, os suportes correspondentes aos cilindros de cada máquina poderiam ser pintados com as respetivas cores.
- Em alternativa à pintura de cada suporte, pode ser colocado em cima da zona de armazenamento de cada máquina um letreiro grande da cor da respetiva máquina.
- Cada suporte deve conter as medidas do cilindro que armazena.

Outro aspeto relacionado com os suportes para cilindros prende-se com a sua organização na secção. Anteriormente, no capítulo 4 (Figura 41) verificou-se que suportes para cilindros de diferentes máquinas se encontravam misturados. Assim, uma nova disposição para o armazenamento dos cilindros que se encontra representada na Figura 46 parece ser necessária. A nova disposição apresentada encontra-se organizada por máquina, uma vez que, o facto de os suportes se encontrarem o mais próximo possível da máquina correspondente permite reduzir transportes e movimentações. Para melhorar a nova disposição sugere-se que alguns suportes mudem de sítio, e que noutros casos ocorra apenas uma troca de suportes atualmente afetos a uma máquina para outra, dado o número de cilindros que cada um consegue armazenar. Além disso, existem neste momento suportes que armazenam menores quantidades de cilindros do que a sua capacidade máxima, assim, na nova disposição estes encontram-se racionalizados com a capacidade máxima de armazenamento.

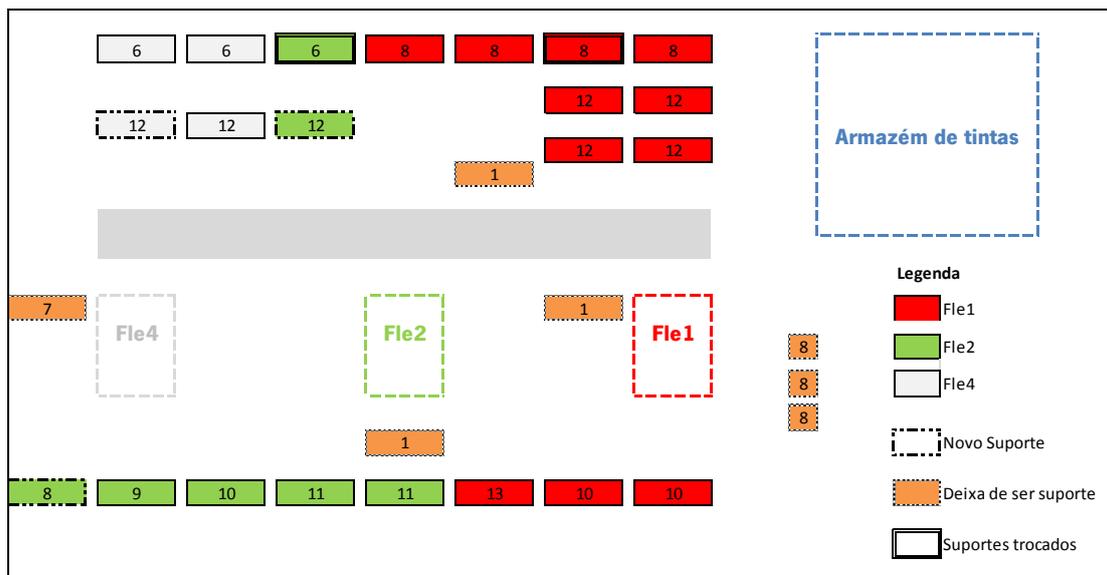
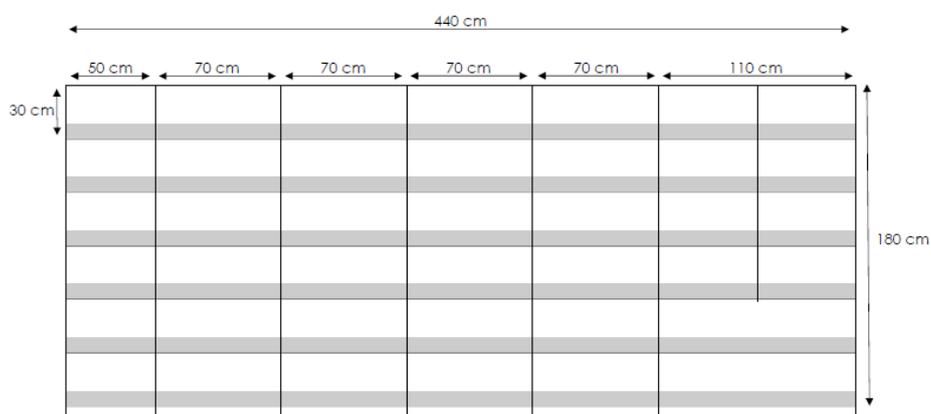


Figura 46 – Nova disposição dos suportes para cilindros

CAPÍTULO 5 – PROPOSTAS DE MELHORIA

Clichés

Dado que atualmente o armazenamento dos clichés necessários para a secção se encontra espalhado por toda a secção em caixas de armazenamento que não garantem a correta preservação dos clichés, propõe-se um novo local de armazenamento para os clichés. Deste modo, e uma vez que com a nova disposição dos suportes para cilindros se liberta uma das paredes da secção, sugeriu-se que fosse construído um armário único para o armazenamento dos clichés. Com este armário, todos os clichés de encontrariam no mesmo local e não espalhados pela secção. O armário, com uma altura de cento e oitenta centímetros e uma largura total de quatrocentos e quarenta centímetros deverá ser constituído por seis estantes de trinta centímetros de altura. Cada estante possui várias divisórias de diferentes larguras adequadas aos vários tamanhos de clichés existentes, sendo que as divisórias mais estreitas deverão possuir cinquenta centímetros e as mais largas cento e dez. No que respeita à profundidade do armário, após uma análise aos clichés, e considerando que estes nunca possuem mais que sessenta e cinco centímetros de largura, considerou-se que o armário deverá ter uma profundidade de setenta centímetros. Na parte inferior de cada estante deverá ser colocado um rebordo com cerca de cinco centímetros de modo a evitar que os clichés caiam da estante. As portas a colocar no armário (cinco) deverão ser de correr de modo a melhor aproveitar o espaço. Na parte exterior do armário, deverão ser colocadas informações visuais que permitam identificar rapidamente o local de cada cliché. Na Figura 47 encontra-se o protótipo do armário sugerido.



Nota: armário com 5 portas de correr

Figura 47 – Armário protótipo para clichés

Carrinhos para aplicação de clichés e mesas de apoio

Dada a necessidade dos operadores controlarem a impressão da ordem de fabrico em produção, sugere-se que os carrinhos para aplicação de clichés e as mesas de apoio de cada máquina fossem colocados na parte frontal da máquina ligeiramente à direita, tal como acontece atualmente na Fle1. Com o carrinho nesta posição o operador pode, enquanto aplica os clichés no cilindro, controlar a impressão em curso.

Limpeza

Atualmente, a secção da flexografia encontra-se, tal como referido no capítulo 4, muito suja, pelo que é por isso fundamental proceder à sua limpeza. Deverá por isso acontecer uma limpeza inicial onde deverão ser retiradas todas as sujidades presentes nas máquinas assim como na sua zona envolvente, desde manchas de tinta e de óleo, até resíduos sólidos. Após a limpeza inicial, deveriam ser criadas normas de limpeza e um plano de limpeza diário e um semanal mais reforçado. A limpeza semanal deverá garantir a manutenção dos níveis de asseio obtidos na limpeza inicial.

Normalização

A normalização do trabalho realizado em todas as fases da metodologia é fundamental, sendo por isso necessário que sejam implementados padrões e instruções de funcionamento da secção. Deste modo, devem ser criados documentos padrão do 5S com fotos onde se encontrem definidas todas as normas e todas as alterações realizadas na secção. Este documento deverá possuir fotografias capazes de facilitar o reconhecimento dos operadores de métodos a adotar, assim como fotografias do “antes” e “depois” da implementação e de cada melhoria feita posteriormente. Do mesmo modo, devem ser criadas normas e procedimentos claros para cada operação executada na secção. Assim, foi sugerido que fossem afixados em todos os postos de trabalho da secção a ordem dos procedimentos necessários para a otimização dos *setups – Standard Work Combination Sheets*.

Por último, é fundamental que todos os operadores e responsáveis da secção sejam envolvidos neste processo, a fim de possibilitar uma mais fácil compreensão das normas. Deste modo, sugere-se que sejam realizadas sessões de formação com o objetivo de esclarecer e sensibilizar todos os envolvidos sobre as regras para o bom funcionamento do local de trabalho, assim como sobre os novos procedimentos para a realização dos *setups*.

Disciplina

Monitorizar as práticas definidas nos “S” anteriores é fundamental na fase final de implementação da ferramenta. Este controlo permite garantir que os operadores cumprem as regras estipuladas e, conseqüentemente, garante que a secção se mantenha organizada e limpa. Deste modo, sugere-se que sejam realizadas auditorias aos postos de trabalho da secção, onde seja verificado o cumprimento das regras e procedimentos definidos anteriormente. Na Anexo C encontra-se a folha de auditoria sugerida à empresa. Nesta fase, é também muito importante que os operadores sejam motivados a apresentar novas propostas de melhoria para a organização e limpeza do espaço.

6. Análise dos Resultados

Neste capítulo, será apresentada a análise dos resultados esperados após a implementação das propostas de melhoria para a secção de impressão por flexografia da PolibagTCl. As propostas passavam pela implementação de ferramentas e metodologias *lean* nomeadamente, o SMED, o 5S e a gestão visual.

O presente capítulo refere-se à apresentação dos resultados esperados e não dos resultados reais, uma vez que, até ao momento, ainda não foram implementadas no processo e na secção as propostas anteriormente formuladas.

6.1 Tempos de Preparação

A aplicação da metodologia SMED visa obter uma diminuição significativa dos tempos de *setup* da secção de flexografia. A redução do tempo necessário em cada *setup* interno ocorre através da identificação e classificação das operações necessárias no processo de mudança de ordem de fabrico, da conversão de operações atualmente internas em externas e da racionalização das operações. Além disso, a eliminação de retrabalho, movimentações e transportes considerados desnecessários contribuem de forma positiva para esta redução.

Através da análise das várias operações constituintes do processo de mudança de fabrico e da implementação dos vários estágios da metodologia SMED seria possível reduzir significativamente os tempos em que as impressoras necessitam de estar paradas.

A Tabela 21 evidencia as diferenças encontradas entre os tempos realizados atualmente e aqueles que seriam obtidos após a implementação da metodologia. Nesta tabela, à exceção da operação lavar tinteiros (operação atualmente externa) é possível ver a diferença de tempos para cada operação identificada no subcapítulo 5.1 isoladamente, e para a mudança completa.

Nas operações relacionadas com clichés, as suboperações 1, 2 e 3 referem-se a colar/retirar clichés tipo símbolo, colar/retirar outros clichés simples e colar/retirar outros clichés complexos, respetivamente. No que respeita às mangas, o código 1 refere-se a mudança de manga entre diferentes ordens de fabrico e o código 2 diz respeito à mudança dentro da mesma ordem de fabrico.

Na mudança completa foram considerados apenas os tempos de mudança de manga de entrada e saída entre diferentes OF's, para cada um dos tipos de clichés a colar ou retirar (1, 2 e 3).

CAPÍTULO 6 – ANÁLISE DOS RESULTADOS

Tabela 21 – Tempos atuais e tempos esperados pela aplicação do SMED.

Operação	Suboperações	Tempo Atual (min)	Tempo Proposta (min)	Ganho de tempo (%)
Colar clichés	1	7,8	0,0	100%
	2	9,0	0,0	100%
	3	14,1	0,0	100%
Mudar Manga de Entrada	1	6,6	2,9	56%
	2	5,0	2,9	42%
Mudar Manga de Saída	1	5,3	4,3	19%
	2	4,3	3,3	23%
Mudar Cilindros e Tinteiros	—	20,5	16,7	18%
Retirar Clichés	1	1,6	0,0	100%
	2	3,1	0,0	100%
	3	4,8	0,0	100%
Registar dados no sistema	—	1,5	0,0	100%
Mudança Completa	1	43,2	23,9	45%
	2	46,0	23,9	48%
	3	52,7	23,9	55%

Analisando a tabela é visível que a implementação da metodologia SMED permite reduzir os tempos de *setup* interno até 55% em relação ao que acontece atualmente. Esta redução é resultado das conversões de operações e procedimentos internos para externos. Note-se que, no caso das operações relacionadas com colar e retirar clichés, assim como os registos no sistema, o ganho é de 100%, pois todos os procedimentos afetos a estas operações podem ser realizados com a máquina em funcionamento. É também notória a diferença encontrada na operação mudar manga de entrada que com as conversões efetuadas regista um ganho de tempo de mais de 50%.

Assim, com a implementação da metodologia SMED espera-se uma diminuição significativa dos *setups* internos (entre 45 a 55%), o que permite o aumento da disponibilidade das máquinas para produção e o conseqüente aumento dos ganhos da empresa.

De facto, uma diminuição de 55% nos tempos de *setup* traduz-se num aumento diário do tempo de funcionamento de 382,8 minutos para a impressora Fle1 e 313,5 minutos para as impressoras Fle2 e Fle4.

Na Tabela 22 encontram-se descritos os aumentos dos tempos de funcionamento das três impressoras da secção com base nos ganhos de tempo (redução do tempo de *setup*) obtidos com a implementação do SMED.

Tabela 22 – Aumento do tempo de funcionamento das impressoras

Impressora		Fle1	Fle2	Fle4
Tempo Funcionamento atual (min)		694,14	567,80	568,36
Redução dos tempos de Setup	45%	Aumento do tempo de funcionamento (min)	312,36	255,51
	48%		272,54	272,81
	55%		381,78	312,29
Aumento médio (min)		342,44	280,12	280,39

Analisando a tabela é visível que o aumento médio do tempo de funcionamento diário das máquinas varia entre os 280.12 e 342.44 minutos.

Este aumento do tempo de funcionamento permite o aumento da capacidade de produção diária de cada máquina da secção. Assim, considerando que existe capacidade de produção nas restantes secções da empresa para dar seguimento ao aumento da produção da secção de flexografia e que existe mercado para escoar todos os produtos, dá-se um conseqüente aumento dos ganhos da empresa. Deste modo, sabendo que em média um saco produzido na PolibagTCl tem um custo de 0,03€ e, que a margem de venda bruta atual da empresa é de 34,5%, o aumento do tempo de funcionamento das impressoras resulta num aumento dos ganhos na ordem dos 249,73€ diários para a Fle1, 455,86€ para a Fle2 e 709,76€ para a Fle4. A Tabela 23 resume os aumentos da produção após a aplicação do SMED assim como os respetivos ganhos em euros com base na margem de venda da empresa.

Tabela 23 – Aumento anual dos ganhos

Impressora	Fle1	Fle2	Fle4
Aumento médio (min)	342,44	280,12	280,39
Produção diária de sacos	48 910,00	89 280,00	139 006,00
Aumento diário da Produção de sacos	24 128,93	44 044,80	68 576,29
Aumento Anual da Produção de sacos	5 597 912,53	10 218 393,60	15 909 700,05
Aumento diário dos ganhos (€)	249,73	455,86	709,76
Aumento anual dos ganhos (€)	57 938,39	105 760,37	164 665,40
Aumento anual dos ganhos Total (€)	328 364,16		

Assim, através da aplicação da metodologia SMED na secção de flexografia e considerando a margem de venda de 34.5%, o aumento médio anual dos ganhos da empresa pode atingir os 328.364,16€.

6.2 Organização

Um dos problemas identificados na secção de flexografia prendia-se com a falta de limpeza e a desorganização das ferramentas e dos restantes materiais, tais como cilindros, latas de tinta e clichés.

CAPÍTULO 6 – ANÁLISE DOS RESULTADOS

Esta desorganização leva a um desperdício de tempo por partes dos operadores, sempre que estes necessitam de procurar ferramentas e/ou outros materiais necessários durante a realização dos *setups*.

A proposta de aplicação das ferramentas 5S e gestão visual teve como objetivo a limpeza da secção de flexografia e a sua organização. As ações de gestão visual propostas permitem que os operadores identifiquem de forma mais rápida onde se encontram as ferramentas e os materiais que necessitam (através da colocação de letreiros, etiquetas e suportes coloridos e outros sinais e identificadores de locais).

Além disso, a nova organização dos locais de armazenamento de cilindros e clichés, e a nova localização do computador de registo de produção permitem (juntamente com algumas das medidas propostas na metodologia SMED) reduzir as distâncias percorridas pelos operadores durante o *setup* em cerca de 130.7 metros. Deste modo, após a implementação das propostas de melhoria, os operadores passarão a percorrer em média cerca de 158.8 metros em vez dos 289.5 metros atuais. Esta diferença é visível nos *Spaghetti Chart* apresentados na Figura 48 que se referem ao “antes” e “depois” das propostas de melhoria sugeridas.

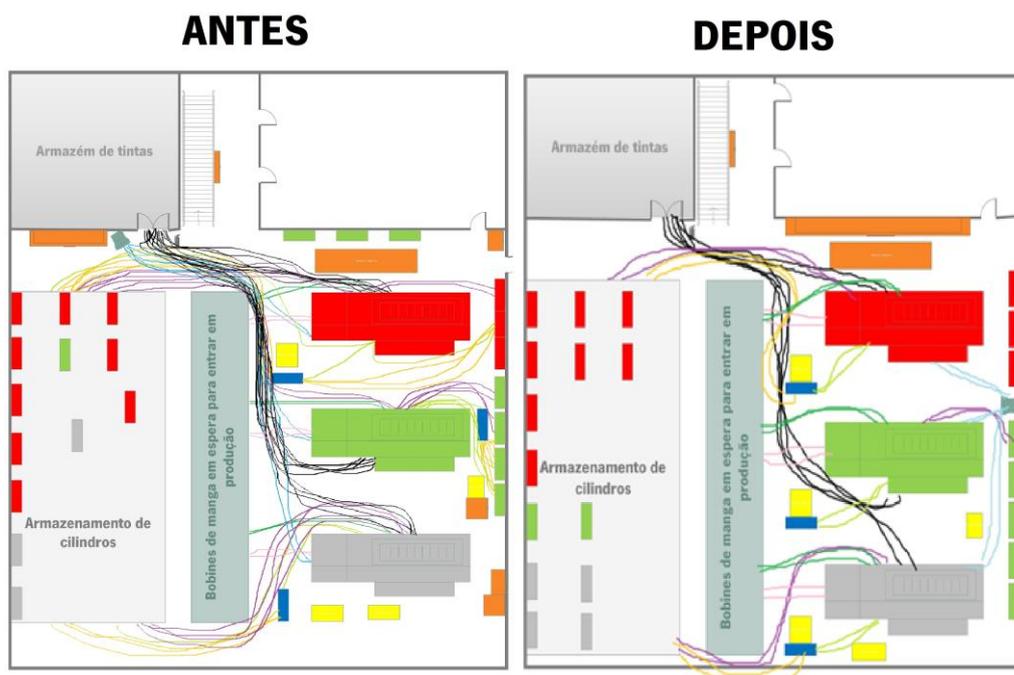


Figura 48 – Spaghetti Chart do processo de *setup* (antes e depois)

Assim, com a aplicação das ferramentas 5S e gestão visual, espera-se que os tempos necessários para a procura de ferramentas, cilindros, latas de tinta e clichés e movimentações sejam mais baixos, reduzindo assim o desperdício de tempo identificado, e consequentemente, os tempos de *setup*. A limpeza e organização da secção deverá também levar a um processo produtivo mais fluido, que permita que as operações necessárias sejam realizadas mais celeremente pelos operadores.

7. Conclusões

Neste capítulo, são descritas as principais conclusões decorrentes do desenvolvimento de todo o projeto. Além disso, são apresentadas algumas sugestões a serem desenvolvidas em trabalhos futuros na empresa.

7.1 Considerações Finais

O desenvolvimento deste projeto tinha como objetivo a melhoria do processo produtivo da secção de flexografia de uma empresa de embalagens plásticas flexíveis, nomeadamente em termos de organização da produção através da aplicação de técnicas e princípios *lean*.

Com o intuito de alcançar os objetivos inicialmente propostos foi realizada uma análise exaustiva à secção e ao método de trabalho aplicado pelos operadores durante todo o processo produtivo, a fim de identificar todos os problemas e desperdícios existentes na secção. Problemas como, a falta de limpeza das máquinas e da área envolvente, a desorganização da secção e a existência de *setups* muito demorados e efetuados de forma incorreta, foram identificados inicialmente.

A análise e identificação de problemas conduziram à seleção das ferramentas e metodologias da filosofia *lean* consideradas mais adequados para a correta eliminação dos mesmos. Foram assim formuladas propostas de melhoria através da aplicação do SMED, 5S e gestão visual.

A aplicação da metodologia SMED permitirá à empresa atingir uma redução dos tempos de paragem das máquinas de flexografia de 55%, que se traduz numa diminuição de 28,8 minutos no *setup* mais longo do processo produtivo desta secção. Para os *setups* mais curtos, onde é realizada a aplicação de clichés tipo símbolo e outros simples, registaram-se diminuições de 45% e 48%, o que corresponde a decréscimos de tempo de 19,3 e 22,1 minutos, respetivamente.

As ferramentas 5S e gestão visual possibilitam a limpeza e organização da secção. A aplicação dos cinco sentidos do 5S permitiu, além da identificação das ferramentas e outros materiais desnecessários, a sua eliminação da secção e, a limpeza e definição de locais próprios para a colocação e armazenamento de todos. As ações de gestão visual propostas permitem aos operadores identificar mais rapidamente onde se encontram as ferramentas e materiais necessários para a rápida e correta realização das suas tarefas, reduzindo assim os tempos de procura dos mesmos.

Por último, referir também, que no decorrer do desenvolvimento deste projeto foi possível identificar algumas limitações ao nível do potencial de motivação para a mudança por parte dos elementos da empresa. De facto, foi possível verificar uma evidente resistência à mudança, quer por parte dos operadores da secção, quer dos seus responsáveis e da administração da empresa. As evocações de falta de tempo disponível para aplicar as propostas de melhoria formuladas devido ao trabalho do dia-a-

CAPÍTULO 7 – CONCLUSÕES

dia foram uma constante por parte dos responsáveis da secção. Além disso, a inércia por parte dos operadores, quando confrontados com sugestões de mudança de hábitos de trabalho, constituiu também uma limitação relevante no contexto da aplicação do presente projeto.

7.2 Trabalhos Futuros

Analisando o trabalho efetuado e visando a melhoria contínua da secção de flexografia e do seu processo produtivo sugerem-se algumas propostas de trabalho futuro a concretizar na empresa.

Assim, sugere-se a implementação das propostas de melhoria formuladas durante o desenvolvimento deste estudo, que ainda não o foram, nomeadamente, as aplicações das ferramentas e metodologias SMED, 5S e gestão visual na secção de flexografia, e que esta implementação seja alargada às restantes secções da empresa. Mais especificamente relacionado com o SMED, sugere-se que seja analisada junto dos fornecedores e fabricantes das impressoras a hipótese de retirar tintas dos tinteiros, tinteiros e cilindros de tabuleiros que não sejam utilizados na OF seguinte já com a máquina em funcionamento, de modo a possibilitar mais uma redução nos tempos de *setup*.

Um outro problema identificado no decorrer deste trabalho prendia-se com a existência de vários cilindros enferrujados ou empenados que obrigam, por ser necessária a sua utilização no processo produtivo, a uma diminuição da velocidade das impressoras. Esta dificuldade pode em muitos casos originar impressões que não respeitam as especificações de qualidade exigidas. Sugere-se assim, de modo a minimizar problemas relacionados com a qualidade das impressões, que estes cilindros sejam arrançados e que seja realizado um estudo que permita identificar a causa da existência de tantos cilindros em tal estado de degradação.

Outra proposta de trabalho futuro prende-se com a secção de rebobinagem. Dado que este processo é realizado muitas vezes sobre as bobines produzidas na empresa, poderia ser importante que o processo de rebobinagem fosse realizado junto à máquina de extrusão, ou até mesmo diretamente na máquina de extrusão, para evitar desperdícios maiores.

Por último, a fim de motivar os operadores e restantes trabalhadores da empresa para a procura da melhoria contínua dos seus postos de trabalho sugere-se que seja desenvolvido um plano de formação capaz de envolver todos os colaboradores neste processo.

Referências Bibliográficas

- Abdullah, F. (2003). *Lean Manufacturing Tools and Techniques in Process Industry With a Focus on Steel*. (Doctor of Philosophy), University of Pittsburgh.
- Acharya, T. K. (2011). Material Handling and Process Improvement using Lean Manufacturing Principles. *International Journal of Industrial Engineering-Theory Applications and Practice*, 18(7), 357-368.
- Al-Araidah, O., Momani, A., Khasawneh, M., & Momani, M. (2010). Lead-time reduction utilizing lean tools applied to healthcare: the inpatient pharmacy at a local hospital. *Journal for healthcare quality : official publication of the National Association for Healthcare Quality*, 32(1), 59-66.
- Alizon, F., Shooter, S. B., & Simpson, T. (2009). Henry Ford and the Model T: Lessons for product platforming and mass customization (Vol. 30): Design Studies
- Amin, M. A., & Karim, M. A. (2013). A time-based quantitative approach for selecting lean strategies for manufacturing organisations. *International Journal of Production Research*, 1146-1167.
- Bamber, L., & Dale, B. G. (2000). Lean production: A study of application in a traditional manufacturing environment. *Production Planning & Control: The Management of Operations*, 291-298.
- Barbosa, S. B. (2012). *Aplicação de Técnicas e Princípios de Produção Lean e Celular numa Empresa de Vestuário*. (Mestrado), Universidade do Minho.
- Brackett, T., Comer, L., & Whichello, R. (2013). Do lean practices lead to more time at the bedside? *Journal for healthcare quality : official publication of the National Association for Healthcare Quality*, 35(2), 7-14. doi: 10.1111/j.1945-1474.2011.00169.x
- Brito, L. V. O. (2011). *Organização da produção através da aplicação de ferramentas lean manufacturing numa empresa de produção de pneus*. (mestrado), Universidade do Minho, Guimarães.
- Carvalho, D. (2012). *Conceitos e princípios da produção magra - Apontamentos de Apoio para a Unidade Curricular de Organização e Sistemas de Produção*.
- Conner, D. R. (1993). *Managing at the Speed of Change*. New York: Random House.
- Cooper, K., & Keif, M. G. (2007). Why Lean Isn't Working in the Print Industry, and What You Should Be Doing About It! *Forecast: Techonology, Trends, Tactics*, 21-22.
- Costa, G. V. (2008). *As objeções na implementação do programa 5S*. IESB-PREVE - Instituto de Ensino Superior de Bauru, Bauru.
- Demeter, K., & Matyszczak, Z. (2011). The impact of lean practices on inventory turnover. *International Journal of Production Economics*, 133(1), 154-163. doi: 10.1016/j.ijpe.2009.10.031
- Doolen, T. L., & Hacker, M. E. (2005). A review of lean assessment in organizations: An exploratory study of lean practices by electronics manufacturers. *Journal of Manufacturing Systems*, 24(1), 55-67. doi: 10.1016/s0278-6125(05)80007-x
- Dotoli, M., Fanti, M. P., Rotunno, G., & Ukovich, W. (2011, Oct 09-12). *A Lean Manufacturing Procedure using Value Stream Mapping and the Analytic Hierarchy Process*. Paper presented at the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC), Anchorage, AK.
- Fawcett, S. E., Magnan, G. M., & McCarter, M. W. (2008). Benefits, barriers, and bridges to effective supply chain management. *Supply Chain Management-an International Journal*, 13(1), 35-48. doi: 10.1108/13598540810850300
- Friedli, T., Goetzfried, M., & Basu, P. (2010). Analysis of the Implementation of Total Productive Maintenance, Total Quality Management, and Just-In-Time in Pharmaceutical Manufacturing. *Journal of Pharmaceutical Innovation*, 5(4), 181-192. doi: 10.1007/s12247-010-9095-x

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

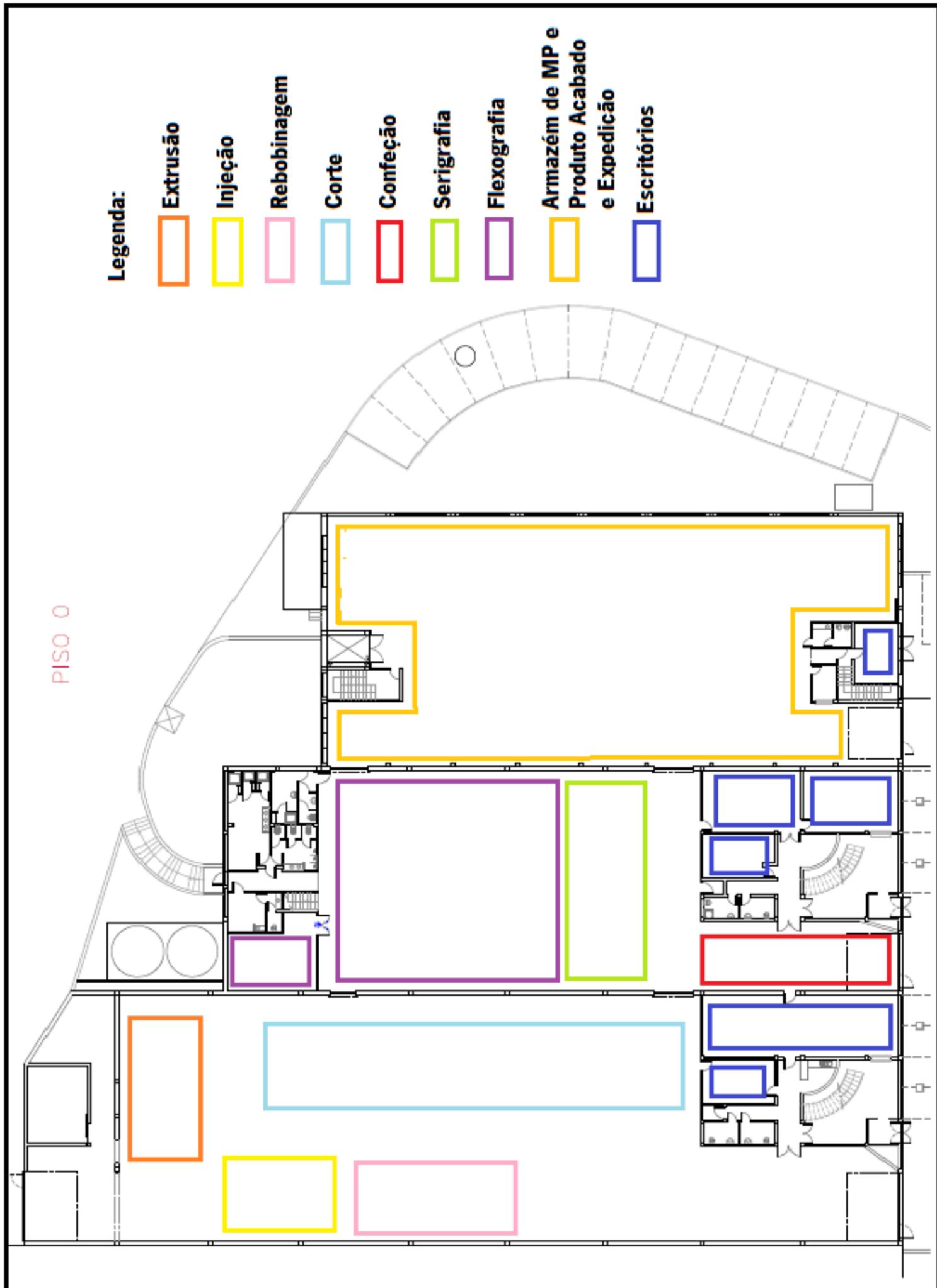
- Fuentes, J. M., & Diaz, M. S. (2012). Learning on lean: a review of thinking andresearch. *International Journal of Operations & Production Management*, 32(5), 551-582.
- Gadre, A., Cudney, E., & Corns, S. (2011). Model Development of a Virtual Learning Environment to Enhance Lean Education. *Complex Adaptive Systems*, 6. doi: 10.1016/j.procs.2011.08.020
- Gapp, R., Fisher, R., & Kobayashi, K. (2008). Implementing 5S within a Japanese context: an integrated management system. *Management Decision*, 46(3-4), 565-579. doi: 10.1108/00251740810865067
- Grzybowska, K., & Gajdzik, B. (2012). Optymisation of Equipment Setup Processes in Enterprises. *Metalurgia*, 51, 555-558.
- Guzman, G. A. C., & Trivelato, L. F. L. (2003). *Porque os Processos de Melhoria Continua Dificilmente Atingem os Resultados Esperados?* Paper presented at the XXIII Encontro Nacional de Eng. de Produção, Brasil.
- Hajek, J. (2009). *Whaddaya Mean I Gotta Be Lean? Building the Bridge from Job Satisfaction to Corporate Profit*. Paperback.
- Hicks, B. J. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*, 233-249.
- Hines, P., Found, P., Griffiths, G., & Harrison, R. (2011). *Staying Lean - Thriving, Not Just Surviving* (2nd ed.). New York: CRC Press
- Kanzawa, C. T. (2006). *Aplicação do SMED em um indústria farmacêutica*. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Keif, M., G. (2008). Pre-registering print cylinders on press. *NarroWebTech*, 6-8.
- Keif, M. G. (2009). What Lean Means for Printers - Reducing Setups and Makereadies is Just the Begining. *Flexo*, 49-52.
- Ketkamon, K., & Teeravaraprug, J. (2009). *value and Non-value Added Analysis of Incoming Order Process*. Paper presented at the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists, Hong Kong.
- Lippolt, C. R., & Furmans, K. (2008). Sizing of heijunka-controlled production systems with unreliable production processes. *Lean Business Systems and Beyond*, 257, 11-19.
- Lopez, P. R. d. A., Santos, J. F., & Arbós, L. C. (2013). Lean manufacturing: costing the value stream. *Emerald*, 113, 647-668.
- Maia, C. L., Alves, A. C., & Leão, C. P. (2011). Metodologias para Implementar Lean Production: Uma Revisão Critica de Literatura, in "A Engenharia como Alavanca para o Desenvolvimento e Sustentabilidade", J. F. S. Gomes, C. C. António, C. F. Afonso & A. S. Matos (Eds.). 6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME'2011), Maputo - Moçambique, Edições INEGI 2011
- McIntosh, R. I., Culley, S. J., Mileham, A. R., & Owen, G. W. (2000). A critical evaluation of Shingo's SMED (Single Minute Exchange of Die) methodology. *International Journal of Production Research*, 38(11), 2377-2395.
- Melton, T. (2005). *The Nenefits of Lean Manufacturing - What Lean Thinking has to Offer the Process Industries*. Paper presented at the World Congress of Chemical Engineering.
- Michalska, J., & Szewieczek, D. (2007). The 5S methodology as a tool for improving the organisation. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engeneering*, 24, 211-214.
- Monden, Y. (1998). *Toyota Production System* (3rd ed. ed.): Industrial Engineering and Managment Press.

- Mota, P. M. P. (2007). *Estudo e Implementação da Metodologia SMED e o seu Impacto numa Linha de Produção*. (Mestrado), Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- Nahm, A. Y., Vonderembse, M. A., Rao, S. S., & Ragu-Nathan, T. S. (2006). Time-based Manufacturing Improves Business Performance - Results form a Survey. *International Journal of Production Economics, 101*, 213-229.
- Nordin, N., Deros, B. M., Wahab, D. A., & Rahman, M. N. A. (2012). A Framework for Managing Change in Lean Manufacturing Implementation. *International Journal of Services and Operations Managment, 12*(1), 101-117.
- O'Brien, R. (1998). *An Overview of the Methodological Approach of Action Research*. Toronto: Faculty of Information Studies. University of Toronto.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production system: Beyond Large-Scale Production*. New york: Productivity Press.
- Oliveira, P. M. S. (2011). *Aplicação do Lean Manufacturing na Indústria das Embalagens Plásticas - Estudo de Caso*. Universidade Fernando Pessoa, Porto.
- Parry, G. C., & Turner, C. E. (2006). Application of lean visual process management tools. *Production Planning & Control, 17*(1), 77-86. doi: 10.1080/09537280500414991
- Pinto, J. P. (2008). *Lean Thinking - Introdução ao pensamento magro*. Comunidade Lean Thinking.
- Ribeiro, D., Braga, F., Sousa, R., & Carmo-Silva, S. (2011). An Application of teh SMED Methodology in an Electric Power Controls Company.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to see: Value Stream Mapping to add value and elimintae Muda*. Massachusetts: The Lean Enterprise Institute.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2007). *Research Methods for Business Students* (4th ed.): Financial Times.
- Serrano, I., Ochoa, C., & De Castro, R. (2008). Evaluation of value stream mapping in manufacturing system redesign. *International Journal of Production Research, 46*(16), 4409-4430. doi: 10.1080/00207540601182302
- Shingo, S. (1985). *A revolution in Manufacturing: The SMED System*.
- Shingo, S. (1989). *A study of the Toyota Production System*. Productivity Press.
- Silva, J. P. A. R. (2009). OEE - A forma de medir a eficácia dos equipamentos.
- Simões, A., & Tenera, A. (2010). improving setup in a Press Line - Application of the SMED methodology. *IFAC, 297-302*.
- Singh, B., Garg, S. K., & Sharma, S. K. (2011). Value stream mapping: literature review and implications for Indian industry. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 53*(5-8), 799-809. doi: 10.1007/s00170-010-2860-7
- Soares, J. C. (2001). O "5S" num Supermercado de Pequeno Porte.
- Sousa, R. M., Lima, R. M., Carvalho, J. D., & Alves, A. C. (2009). An Industrial Application of ressource Constrained Scheduling for Quick Changeover.
- Sugai, M., McIntosh, R. I., & Novaski, O. (2007). Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. *Gestão Produção, 14*(2), 323-335.
- Tereso, A. (2012). Slides das Aulas da Unidade Curricular de Metodologias de Investigação. Guimarães: Departamento de produção e Sistemas. Universidade do Minho.
- Timasani, R., Mahesh, N. S., & Doss, K. (2011). Reducing the set-up time in a CNC Machining Line using QCO-Methods *SASTECH, 10*(2), 56-62.

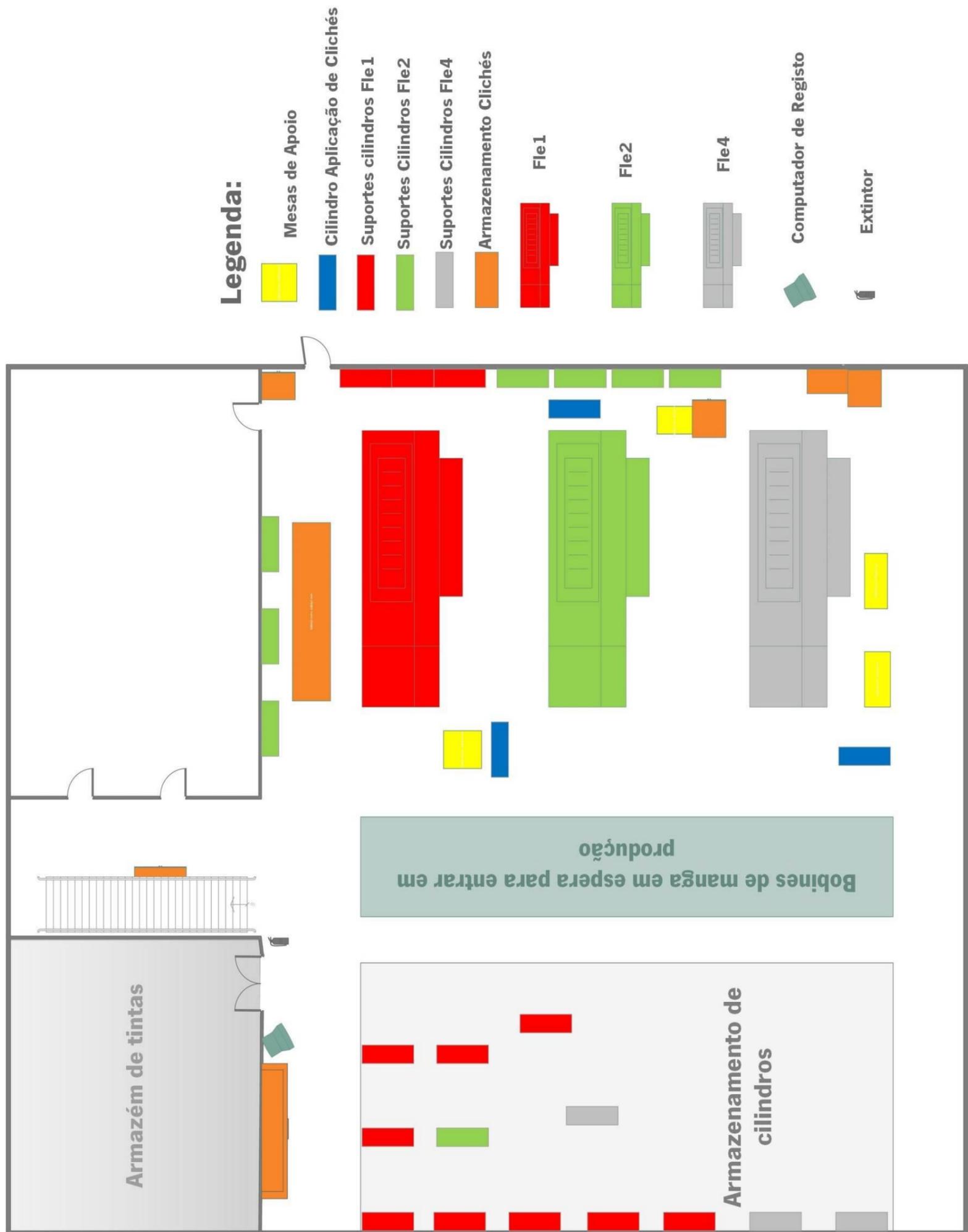
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ulutas, B. (2011). An application of SMED Methodology (Vol. 55, pp. 100-103): World Academy of Science, Engineering and Technology.
- Wauters, F., & Mathot, J. (2002). *OEE - Overall Equipment Effectiveness*.
- Womack, J., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. New York: Rawson Associates.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking - Banish Waste and Create wealth in Your Corporation* (2003 ed.): Simon and Schuster.
- Zammori, F., Braglia, M., & Frosolini, M. (2011). Stochastic overall equipment effectiveness. *International Journal of Production Research*, 49(21), 6469-6490. doi: 10.1080/00207543.2010.519358

ANEXO A – Layout da Empresa PoliBagTCI



ANEXO B – Layout da Secção de Impressão por Flexografia



ANEXO C – Folha de Auditoria 5S

PoliBagTCI		Auditoria 5S (Check List)					
Secção:		Responsável:					
Nome(s) Auditor(es):		Data:					
Legenda 1 - Mau 2 - Razoável 3 - Bom 4 - Excelente N.A - Não Aplicável							
1º Senso - Triagem	Itens a avaliar	Nota:	1	2	3	4	N.A
	1 - No local de trabalho existem apenas materiais e/ ou outros bens necessários para a execução do trabalho?						
	2 - Existe material não conforme no local de trabalho?						
	3 - O acesso a itens necessários para o dia-a-dia de trabalho está adequado?						
	4 - Existem fugas de óleo ou tintas?						
		Média da Pontuação:					
2º Senso - Arrumação	Itens a avaliar	Nota:	1	2	3	4	N.A
	5 - Existem materiais e/ ou outros bens espalhados nos corredores, chão, mesas, etc?						
	6 - Os materiais e/ ou outros bens estão bem armazenados, livres de deterioração, oxidação, humidade, quedas, etc?						
	7 - Os materiais e/ ou outros bens estão em locais próprios bem localizados e com acesso facilitado?						
	8 - Materiais, produtos, equipamentos e/ ou outros bens estão corretamente identificados?						
		Média da Pontuação:					
3º Senso - Limpeza	Itens a avaliar	Nota:	1	2	3	4	N.A
	10 - Existem equipamentos, ferramentas, materiais e/ ou outros bens sujos ou em mau estado de conservação?						
	11 - Existe óleo, tinta ou outros produtos derramados pelo chão?						
	12 - Os produtos e/ ou materiais existentes no processo estão sujos a ponto de prejudicar ou comprometer a qualidade?						
	13 - É possível ler os indicadores das máquinas?						
	14 - Paredes e/ ou equipamentos em geral necessitam de pintura ou limpeza?						
		Média da Pontuação:					
4º Senso - Normalização	Itens a avaliar	Nota:	1	2	3	4	N.A
	17 - O documento Fotos 5S com as fotos do "antes" e do "depois" está atualizado?						
	18 - O documento padrão do 5S foi definido com fotos e está atualizado? Os operadores e responsáveis conhecem-no e respeitam-no?						
	19 - Todos os padrões estabelecidos pelo responsável de melhoria contínua são respeitados?						
		Média da Pontuação:					
5º Senso - Disciplina	Itens a avaliar	Nota:	1	2	3	4	N.A
	21 - Todos os documentos do 5S estão preenchidos, atualizados e são respeitados?						
	22 - Os operadores seguem os procedimentos tal como estes se encontram definidos nas <i>Standard Work Combination Sheets</i> ?						
		Média da Pontuação:					
23 - Em geral a área encontra-se limpa e organizada?							
		Média da Pontuação:					

ANEXO D – Standard Work Combination Sheet da Operação Colar Clichés Tipo Símbolo

Seção: Flexografia		Standard Work Combination Sheet																		
		Nº de Operadores: 1		Tempo de Ciclo 7,78 min								Elaborado por: Elisa Gonçalves Data: 18 - 09 - 2013								
Operação: Colar Clichés tipo Símbolos		Nº de Procedimentos: 11		Tempo de procedimento (min)																
Nº	Descrição	Tempo																		
		Man.	Auto Desl.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	Analisar OF	0,40	—	0,40																
2	Ir buscar cilindros do tamanho correspondente	0,50	—	0,50																
3	Definir local de colocação do cliché (fita métrica)	0,47	—	0,47																
4	Colar Fita Adesiva	1,20	—	1,20																
5	Conferir colocação da Fita adesiva	—	—																	
6	Colar clichés	2,63	—	2,63																
7	Confirmar medidas (compasso)	1,00	—	1,00																
8	Colar cliché do ponto célula	0,33	—	0,33																
9	Fixar clichés com fita cola	1,08	—	1,08																
10	Limpar cliché e cilindro	—	—																	
11	Colocar Cilindro perto da máquina	0,17	—	0,17																
Tempo de Ciclo (min)		7,78	0	0																

Manual: —

Automático: —

Deslocamento: •••••

ANEXO E – Standard Work Combination Sheet da Operação Colar Clichés Simples

Secção: Flexografia Operação: Colar Clichés Simples		Nº de Operadores: 1		Tempo de Ciclo		Elaborado por: Elsa Gonçalves												
		Nº de Procedimentos: 11		9,04 min		Data: 18 - 09 - 2013												
Nº	Descrição	Tempo		Tempo de procedimento (min)														
		Man.	Auto / Desl.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	Analisar OF	0,30	—	0,30														
2	Ir buscar cilindros do tamanho correspondente	0,50	—	0,50														
3	Definir local de colocação do cliché (fita métrica)	1,74	—	1,74														
4	Colar Fita Adesiva	1,25	—	1,25														
5	Conferir colocação da Fita adesiva	0,65	—	0,65														
6	Colar clichés	1,00	—	1,00														
7	Confirmar medidas (compasso)	1,00	—	1,00														
8	Colar cliché do ponto célula	0,25	—	0,25														
9	Fixar clichés com fita cola	1,35	—	1,35														
10	Limpar cliché e cilindro	0,75	—	0,75														
11	Colocar Cilindro perto da máquina	0,25	—	0,25														
Tempo de Ciclo (min)		9,04	0	9,04														

Manual: —

Automático: —

Deslocamento: •••••

ANEXO F – Standard Work Combination Sheet da Operação Colar Clichés Complexos

Seção: Flexográfica		Nº de Operadores: 1		Standard Work Combination Sheet												Elaborado por: Elsa Gonçalves		
Operação: Colar Clichés Complexos		Nº de Procedimentos: 11		Tempo de Ciclo (min) 14,10												Data: 18 - 09 - 2013		
Nº	Descrição	Tempo		Tempo de procedimento (min)												Manual	Automático	Deslocamento
		Man.	Auto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	Analisar OF	0,33	-	0,33														
2	Ir buscar cilindros do tamanho correspondente	0,33	-	0,33														
3	Definir local de colocação do cliché (fita métrica)	0,75	-	0,75														
4	Colar Fita Adesiva	2,25	-	2,25														
5	Conferir colocação da Fita adesiva	0,83	-	0,83														
6	Colar clichés	3,70	-	3,70														
7	Confirmar medidas (compasso)	1,40	-	1,40														
8	Colar cliché do ponto célula	0,43	-	0,43														
9	Fixar clichés com fita cola	3,08	-	3,08														
10	Limpar cliché e cilindro	0,83	-	0,83														
11	Colocar Cilindro perto da máquina	0,17	-	0,17														
Tempo de Ciclo (min)		14,10	0	14,10														

ANEXO G – Standard Work Combination Sheet da Operação Mudar Manga de Entrada

Standard Work Combination Sheet																				
Secção: Flexografia		Nº de Operadores: 1		Tempo de Ciclo (min)								Elaborado por: Elsa Gonçalves								
Operação: Mudar Manga de Entrada		Nº de Procedimentos: 8		6,59								Data: 18 - 09 - 2013								
Nº	Descrição	Tempo		Tempo de procedimento (min)								Manual: ■■■■	Automático: ■■■■	Deslocamento: ●●●●						
		Man.	Auto Desl.	1	2	3	4	5	6	7	8									
1	Controlar final da bobine e parar a máquina	1,00	—	■																
2	Analisar OF	0,50	—	■	■															
3	Ir buscar bobine de entrada	0,67	—	■	■	■														
4	Testar tratamento corona	0,42	—	■	■	■	■													
5	Retirar bobine de entrada anterior	0,67	—	■	■	■	■	■												
6	Colocar bobine de entrada na posição correta no eixo	1,00	—	■	■	■	■	■	■											
7	Efetuar a emenda nas bobines	1,25	—	■	■	■	■	■	■	■										
8	Arrumar eventuais sobras	1,08	—	■	■	■	■	■	■	■	■									
Tempo de Ciclo (min)		6,59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ANEXO H – Standard Work Combination Sheet da Operação Mudar Manga de Saída

Standard Work Combination Sheet																		
Seção: Flexografia		Nº de Operadores: 1		Tempo de Ciclo (min)								Elaborado por: Elsa Gonçalves						
Operação: Mudar Manga de Saída		Nº de Procedimentos: 6		5,27								Data: 18 - 09 - 2013						
Nº	Descrição	Tempo		Tempo de procedimento (min)								Manual:	Automático:	Deslocamento:	Página 1/1			
		Man.	Auto	1	2	3	4	5	6	7	8							
1	Ir buscar novo tubo e colocar junto à máquina	0,50	—															
2	Retirar filme resultante da impressão dos testes da OF anterior	1,00	—															
3	Retirar bobine anterior de saída	1,10	—															
4	Colocar novo tubo no eixo	1,67	—															
5	Marcar, eventualmente, início de impressão conforme	0,50	—															
6	Arrumar bobine anterior de saída (impressa)	0,50	—															
Tempo de Ciclo (min)		5,27	0	0	0													

ANEXO I – Standard Work Combination Sheet da Operação Lavar Tinteiro

Standard Work Combination Sheet									
Secção: Flexografia		Nº de Operadores: 1		Tempo de Ciclo (min)		Elaborado por: Elisa Gonçalves			
Operação: Lavar Tinteiro		Nº de Procedimentos: 7		3,41		Data: 18 - 09 - 2013			
Nº	Descrição	Tempo		Tempo de procedimento (min)					
		Man.	Auto	1	2	3	4	5	
1	Levar tinteiro para armazem	1,75	—	—	—	—	—	—	—
2	Colocar equipamento de proteção	0,17	—	—	—	—	—	—	—
3	Encher garrafa de diluente	0,33	—	—	—	—	—	—	—
4	Colocar diluente no tinteiro	0,25	—	—	—	—	—	—	—
5	Esfregar o tinteiro	0,50	—	—	—	—	—	—	—
6	Deitar fora a sujidade	0,33	—	—	—	—	—	—	—
7	Reservar tinteiro	0,08	—	—	—	—	—	—	—
Tempo de Ciclo (min)		3,41	0	0					

ANEXO J – Standard Work Combination Sheet da Operação Retirar Cliché Tipo Símbolo

Standard Work Combination Sheet																					
Secção: Flexografia		Nº de Operadores: 1		Tempo de Ciclo (min)				Elaborado por: Elsa Gonçalves													
Operação: Retirar Clichés tipo Símbolo		Nº de Procedimentos: 8		1,59				Data: 18 - 09 - 2013													
Nº	Descrição	Tempo		Tempo de procedimento (min)																	
		Man.	Auto	1		2		3		4		5									
		Man.	Auto	Desl.																	
1	Ir buscar cilindro	0,33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	Retirar fita cola	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	Retirar cliché	0,30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	Retirar Papel Autocolante	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	Limpar Cilindro	0,38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	Arrumar cilindro no suporte correspondente	0,33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	Limpar Clichés	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	Colocar clichés na mesa	0,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tempo de Ciclo (min)		1,59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Manual: ■■■■		Automático: ■■■■		Deslocamento: ●●●●										Página 1/1					

ANEXO K – Standard Work Combination Sheet da Operação Retirar Cliché Simples

Standard Work Combination Sheet																			
Secção: Flexografia		Tempo de Ciclo (min)			Elaborado por: Elsa Gonçalves														
Operação: Retirar Clichés Simples		3,10			Data: 18 - 09 - 2013														
Nº de Operadores: 1																			
Nº de Procedimentos: 8																			
Nº	Descrição	Tempo		Tempo de procedimento (min)															
		Man.	Auto	1	2	3	4	5											
1	Ir buscar cilindro	0,33	—																
2	Retirar fita cola	0,42	—																
3	Retirar cliché	0,77	—																
4	Retirar Papel Autocolante	0,20	—																
5	Limpar Cilindro	0,20	—																
6	Arrumar cilindro no suporte correspondente	0,33	—																
7	Limpar Clichés	0,60	—																
8	Colocar clichés na mesa	0,25	—																
Tempo de Ciclo (min)		3,10	0	0	0	Manual: — Automático: — Deslocamento: ●●●					Página 1/1								

ANEXO L – Standard Work Combination Sheet da Operação Retirar Cliché Complexos

Standard Work Combination Sheet										
Secção: Flexografia		Nº de Operadores: 1		Tempo de Ciclo (min)		Elaborado por: Elsa Gonçalves				
Operação: Retirar Clichés Complexos		Nº de Procedimentos: 8		4,79		Data: 18 - 09 - 2013				
Nº	Descrição	Tempo		Tempo de procedimento (min)						
		Man.	Auto	Desl.	1	2	3	4	5	
1	Ir buscar cilindro	0,33	—	—	—	—	—	—	—	—
2	Retirar fita cola	1,00	—	—	—	—	—	—	—	—
3	Retirar cliché	0,75	—	—	—	—	—	—	—	—
4	Retirar Papel Autocolante	0,75	—	—	—	—	—	—	—	—
5	Limpar Cilindro	0,58	—	—	—	—	—	—	—	—
6	Arrumar cilindro no suporte correspondente	0,33	—	—	—	—	—	—	—	—
7	Limpar Clichés	0,80	—	—	—	—	—	—	—	—
8	Colocar clichés na mesa	0,25	—	—	—	—	—	—	—	—
Tempo de Ciclo (min)		4,79	0	0						

Manual:  Automático:  Deslocamento: 

