



**Filipe Daniel Silva
Valente**

**Melhoria da Disponibilidade dos Equipamentos para
o Aumento do OEE**



**Filipe Daniel Silva
Valente**

**Melhoria da Disponibilidade dos Equipamentos para
o Aumento do OEE**

Relatório de projecto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Doutora Maria João Machado Pires da Rosa, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho a toda a minha família e amigos, por todo o apoio por eles demonstrado ao longo de todo o meu percurso académico.

o júri

Presidente

Professora Doutora Ana Maria Pinto de Moura
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

Professora Doutora Anabela Carvalho Alves
Professora Auxiliar da Universidade do Minho

Professora Doutora Maria João Machado Pires da Rosa
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Agradeço à Fábrica de Papel e Cartão da Zarrinha, S.A., pela oportunidade concedida para o desenvolvimento do presente projecto.

À minha orientadora da Universidade de Aveiro, Professora Doutora Maria João Machado Pires da Rosa, pela disponibilidade, apoio e orientação deste projecto.

À Universidade de Aveiro pelos conhecimentos e experiências adquiridas ao longo do meu percurso académico.

Aos meus pais, irmãos e amigos que sempre me apoiaram ao longo deste percurso.

palavras-chave

Lean Manufacturing, OEE, SMED, Ferramentas Básicas da Qualidade.

resumo

Este trabalho tem como tema central a eficiência global dos equipamentos (ou *Overall Equipment Efficiency - OEE*), um indicador que surgiu na metodologia TPM – *Total Productive Maintenance*. A utilização do OEE permite às empresas analisar as reais condições de utilização dos seus activos, através da identificação das seis grandes perdas dos equipamentos, reflectidas nos índices de disponibilidade, eficiência e qualidade. A multiplicação destes índices resulta no valor do OEE.

No presente trabalho é descrita a análise efectuada ao indicador OEE da empresa Zarrinha, com vista à melhoria da eficiência dos equipamentos, identificando o factor disponibilidade como o mais crítico. Com vista à melhoria da disponibilidade dos equipamentos procedeu-se à implementação da metodologia SMED, inicialmente numa máquina piloto, para diminuição dos tempos perdidos com actividades de *setup*. Com vista à identificação das paragens não programadas devido a falhas e/ou avarias recorreu-se às ferramentas básicas da qualidade, nomeadamente o diagrama de Pareto, por forma a identificar as principais causas destas paragens.

Não foi possível a implementação efectiva da metodologia SMED, o que impossibilitou a obtenção de melhorias reais no que diz respeito aos tempos de realização dos *setups*. No entanto, são apresentados valores esperados de possíveis melhorias obtidas com a implementação da metodologia, sendo sobre estes valores que no final do presente trabalho são retiradas conclusões.

keywords

Lean Manufacturing, OEE, SMED, Basic Quality Tools.

abstract

This work is focused on the Overall Equipment Efficiency (OEE), an indicator that appeared in TPM – Total Productive Maintenance. The use of OEE allows companies to analyze the actual conditions of use of their assets, through the identification of equipment's six big losses, as reflected in the rates of availability, efficiency and quality. The multiplication of these rates results in the value of OEE.

In this work we will describe the OEE indicator analysis in Zarrinha, to improve the efficiency of equipment, thus identifying the availability factor as the most critical. In order to improve the availability of equipment, the implementation of the SMED methodology was undertaken, initially in a pilot machine to reduce the setup time. In order to indentiffy unscheduled stoppages due to failures and/or damage, the basic tools of quality were appealed, namely the Pareto chart, in order to identify the main causes of these downtime.

The implementation of SMED methodology was unable to accomplish, which made impossible to obtain real improvements regarding to the time of setups' realization. However the expected values of possible improvements are calculated and presented in this work. The conclusions are based in these estimated values.

Índice

Índice	i
Índice de Figuras	iii
Índice de Tabelas	vi
Índice de Gráficos	viii
1. Capítulo I – Introdução.....	1
1.1. Problema Proposto e Objectivos.....	2
1.2. Metodologia Utilizada.....	2
1.3. Descrição da Empresa.....	3
1.3.1. Processo de fabrico do cartão canelado	6
1.3.2. Processo de fabrico das embalagens de cartão canelado	9
1.4. Estrutura do Relatório	13
2. Capítulo II – Enquadramento Teórico.....	15
2.1. A origem do <i>Lean Manufacturing</i>	15
2.2. Princípios do <i>Lean Manufacturing</i>	19
2.3. Fontes de Desperdício.....	21
2.4. Os Pilares do Lean Manufacturing	25
2.4.1. Just-in-Time – JIT	26
2.4.2. Jidoka	28
2.5. Ferramentas Lean Relacionadas com o âmbito do projecto.....	29
2.5.1. Total Productive Maintenance (TPM).....	30
2.5.2. Overall Equipment Efficiency – OEE.....	32
2.5.2.1. Componentes do OEE	35
2.5.2.2. Estratégias Para a Melhoria do OEE.....	38
2.5.3. Single-Minute Exchange of Die - SMED	40
2.5.3.1. Origem do SMED	42
2.5.3.2. Descrição da Metodologia SMED.....	43

2.5.3.3. Estratégias para as diferentes fases do SMED	46
2.6. Ferramentas Básicas da Qualidade	48
2.6.1. Fluxograma.....	50
2.6.2. Diagrama de Pareto.....	51
3. Capítulo III – Caso de Estudo.....	53
3.1. Análise do indicador OEE	54
3.2. Escolha da máquina piloto.....	56
3.2.1. Análise do OEE da máquina piloto	57
3.2.2. Caracterização da máquina piloto.....	61
3.3. Implementação da metodologia SMED	64
3.3.1. Diagnóstico Inicial - Análise do método de <i>setup</i> em vigor	65
3.3.2. Separação entre <i>setup</i> interno e externo e conversão de <i>setup</i> interno em externo	78
3.3.3. Optimização das actividades de <i>setup</i>	81
3.4. Avaliação das paragens por falhas e/ou avarias	85
3.4.1. Análise das causas mais significativas	90
4. Capítulo IV – Conclusão.....	95
Bibliografia.....	97
Anexo A: Fluxograma demonstrativo da produção de cartão canelado.....	100
Anexo B: Fluxograma demonstrativo da produção de caixas de cartão canelado.	101
Anexo C: Overall Equipment Efficiency Report.	102
Anexo D: Tempos das tarefas executadas em todos os <i>setups</i>	103
Anexo E: Tempos das tarefas cuja execução depende do tipo de caixa a produzir.	107
Anexo F: Valores utilizados para a construção dos Gráficos 6 e 7.....	110
Anexo G: Tempos de realização dos <i>setups</i>	111
Anexo H: Folha de verificação rápida e fluxograma da preparação do <i>setup</i>	113
Anexo I: Plano de acção para cada um dos operadores da máquina.....	115
Anexo J: Relatório “Resumo de Paragens” do software da empresa, PC-Topp.	117

Índice de Figuras

Figura 1 – Vista da empresa em estudo.....	3
Figura 2 – Organigrama da Zarrinha, S.A.	4
Figura 3 – Fluxo produtivo Zarrinha, S.A (Adaptado de: Manual Integrado da Qualidade e Ambiente da Zarrinha).	5
Figura 4 - Máquina caneladora.	6
Figura 5 – Face simples e face dupla respectivamente.....	6
Figura 6 – Pranchas de cartão canelado empilhado.	7
Figura 7 – Cartão duplo (ou dupla face).....	7
Figura 8 – Cartão duplo-duplo (ou dupla parede).....	8
Figura 9 – Paletes de cartão canelado que alimentam as máquinas transformadoras.	9
Figura 10 – Caixas de cartão canelado.....	9
Figura 11 – Paletes de caixas de cartão canelado depois de transformadas.	9
Figura 12 – Slotters impressores.	11
Figura 13 – Cilindros impressores.....	11
Figura 14 – Clichés de impressão.....	11
Figura 15 – Caixa com cortes simples.	12
Figura 16 – Caixa com cortes mais elaborados.	12
Figura 17 – Rolo de suporte para cortantes curvos.....	12
Figura 18 – Cortantes planos em cima e cortantes curvos em baixo.....	12
Figura 19 – Caixas de cartão canelado em armazém de produto acabado.....	12
Figura 20 – Princípios do Lean Manufacturing (Adaptado de: Womack e Jones, 2003)...	19
Figura 21 – As 7 fontes de desperdício (Adaptado de: http://www.ibm.com).....	22
Figura 22 – Benefícios da redução de desperdícios (Adaptado de: Werkema, 2006).	24
Figura 23 - A Casa do TPS (Adaptado de: Ghinato, 2000).....	25
Figura 24 – Tridimensionalidade do OEE (Fonte: Silva, 2009).....	32
Figura 25 – Representação do cálculo do OEE (Fonte: Cruz, 2009).....	35

Figura 26 – As quatro fases da metodologia SMED (Fonte: Shingo, 2000).....	44
Figura 27 - Metodologia SMED e as estratégias a utilizar (Fonte: Shingo, 2000).	46
Figura 28 –Ferramentas básicas da qualidade (Adaptado de: Brassard e Ritter, 1994)...	49
Figura 29 – Representação de um fluxograma (Fonte: Brassard e Ritter, 1994).....	51
Figura 30 – Diagrama de Pareto (Fonte: Selner, 1999).....	52
Figura 31 – Sistema de impressão (Fonte: Matos, 2010).....	62
Figura 32 – Transferir a tinta para o cilindro anilox (Fonte: Matos, 2010).....	62
Figura 33 – Transferência de tinta para o clichê (Fonte: Matos, 2010).....	63
Figura 34 – Entrada das paletes de cartão canelado (início máquina).	63
Figura 35 – Rampa entregadora de pranchas de cartão.	63
Figura 36 – Entregador de pranchas de cartão.	63
Figura 37 – Slotters impressores e cortantes.	63
Figura 38 – Zona de fecho de caixas.	64
Figura 39 – Receptor de caixas de cartão.....	64
Figura 40 – Colocador de cinta e paletizador.	64
Figura 41 – Zona de entrada de paletes (fim da máquina).	64
Figura 42 – Cozinha de tintas.	68
Figura 43 – Armazenamento dos cortantes da máquina.	68
Figura 44 – PC junto da máquina com informação do PC-Topp.....	69
Figura 45 – Ilustração dos constituintes do clichê.	81
Figura 46 – Ilustração dos orifícios que existem nos clichés.	82
Figura 47 – Ilustração de um gancho para suportar clichê.	82
Figura 48 – Exemplo de estrutura para suporte dos clichés.....	83
Figura 49 – Cabine de impressão de etiquetas.	84
Figura 50 – Tintas de retorno armazenadas na cozinha de tintas.	90
Figura 51 – Máquina de produzir tintas.	91
Figura 52 – Computador de controlo.....	91

Figura 53 – Bidões com tintas de cor primária.	91
Figura 54 – Exemplo de lineatura.	92

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Diferentes tamanhos de onda do ondulado do cartão duplo.....	8
Tabela 2 – Diferentes tamanhos de onda do ondulado do cartão duplo-duplo.....	8
Tabela 3 – Máquinas transformadoras da Zarrinha, S.A..	10
Tabela 4 – Relação entre as seis grandes perdas e os factores do OEE.....	34
Tabela 5 – Tempo de abertura planeado (Adaptado de: Bellgran e Safsten, 2009).	36
Tabela 6 – Tempo de produção efectivo (Adaptado de: Bellgran e Safsten, 2009).	37
Tabela 7 – Estratégias para a melhoria do indicador OEE (Fonte: Silva (2009)).	38
Tabela 8 – Rácio entre o tempo de mudança de formato e o tempo de produção.	40
Tabela 9 – Simbologia do fluxograma (Fonte: Brassard e Ritter, 1994).	50
Tabela 10 – Cálculo do OEE e dos seus factores.	54
Tabela 11 – Contributo de cada máquina para a produção total de 2011 (%).	55
Tabela 12 – Valores de OEE, disponibilidade, desempenho e qualidade em 2011.	56
Tabela 13 - Valores de disponibilidade por máquina para o ano de 2011.	57
Tabela 14 – Horas de produção, de paragem e horas disponíveis para produzir (2011)..	59
Tabela 15 – Percentagem de tempos de <i>setup</i> e paragens por falhas/avarias (2011).	60
Tabela 16 – Fases de implementação da metodologia SMED.	65
Tabela 17 – Tarefas executadas em todos os <i>setups</i>	71
Tabela 18 - Tarefas executadas ou não, dependendo do tipo de caixa a fabricar.	73
Tabela 19 – Duração média e desvios padrão dos diferentes tipos de <i>setups</i>	76
Tabela 20 – Plano de trabalhos actual numa operação de <i>setup</i>	77
Tabela 21 – Proposta de novo plano de tarefas a executar no <i>setup</i>	78
Tabela 22 – Plano de actividades depois da separar <i>setup</i> interno e externo.	79
Tabela 23 – Actividades que passam a <i>setup</i> externo e sua duração média.	80
Tabela 24 – Poupança média prevista separando <i>setup</i> externo e interno.	80
Tabela 25 – Melhoria média esperada com a criação de clichés “vazios”.	82
Tabela 26 – Melhoria do tempo de remoção do clichê.	83

Tabela 27 – Melhoria obtida a partir da optimização das actividades de <i>setup</i>	84
Tabela 28 – Causas mais significativas das paragens não programadas.	87
Tabela 29 – Causas mais significativas das paragens não programadas (2011).	88
Tabela 30 – Tempo real de paragens não programadas devido a limpeza (2011).	94

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Diagrama de Pareto da produção total para o ano de 2011.....	55
Gráfico 2 – Valores de OEE da máquina FFG 924 do ano de 2011.....	58
Gráfico 3 – OEE e os seus factores para o ano de 2011 (máquina FFG 924).....	58
Gráfico 4 – Variação das horas de produção e das horas de paragem (2011).....	59
Gráfico 5 – Tempos de produção, <i>setup</i> e paragens por falhas/avarias (2011).....	61
Gráfico 6 – Número de execuções da máquina com cortante e sem cortante (2011).....	75
Gráfico 7 – Número de placas produzidas sem cor e com cor (2011).....	75
Gráfico 8 – Gráfico de Pareto: paragens não programadas, Julho de 2011.....	86
Gráfico 9 – Gráfico de Pareto: paragens não programadas, Setembro de 2011.....	86
Gráfico 10 – Gráfico de Pareto: paragens não programadas, Novembro de 2011.....	87
Gráfico 11 – Gráfico de Pareto: paragens não programadas para o ano de 2011.....	89

1. Capítulo I – Introdução

A globalização veio colocar pressão sobre as empresas no sentido da necessidade de mudarem para sobreviver, porque, além do aumento elevado da concorrência, o perfil do consumidor também mudou, exigindo mais qualidade e variedade a um custo menor e em menos tempo (Womack *et. al.*, 1990).

Perante este cenário as empresas tiveram de aumentar a sua competitividade e rever a forma como conduziam os seus negócios e produziam os seus produtos. Com a intenção de melhorar o atendimento ao cliente, a produtividade, a agilidade de processos, reduzir os desperdícios e aumentar a qualidade dos produtos, as empresas têm procurado desenvolver novas técnicas ou usar ferramentas já existentes (Womack *et. al.*, 1990).

A melhoria contínua tem sido um grande desafio ao longo da história económica. Algumas melhorias tiveram como foco o produto e a forma como este era comercializado, outras tiveram como foco o processo e a melhoria da produção (Womack *et. al.*, 1990).

Algumas organizações conseguem alcançar e manter um elevado nível de produtividade a baixos custos de produção, pois muitas vezes adoptam abordagens para identificar as principais melhorias a fazer e dispõem de equipas para eliminar a causa raiz dos problemas, o que de certa forma, permite às organizações a busca contínua por elevados níveis de eficácia. Nesse sentido, as organizações trabalham com o objectivo de eliminar o desperdício, identificando as causas raízes dos problemas e as actividades que não agregam valor aos produtos, ou seja, procuram trabalhar apoiadas no conceito bastante explorado nos últimos anos do *Lean Manufacturing* (Hansen, 2001).

O *Lean Manufacturing* significa produzir sem desperdício. Segundo Taj e Berro (2006), desperdício é tudo aquilo que fica além da mínima quantidade de equipamentos, materiais, componentes e tempo de trabalho que são estritamente necessários para a produção. O *Lean Manufacturing* foca-se na redução do desperdício na cadeia de valor, objectivando não apenas na eliminação/redução dos produtos defeituosos, mas também todos os possíveis trabalhos ou actividades que não acrescentam valor ao produto final (Taj e Berro, 2006).

O desempenho de uma organização está directamente ligado à gestão simultânea dos seus recursos e será tanto melhor quanto mais integrado estiverem tais recursos dentro do próprio sistema. Como tal, deve ser dada especial atenção ao desempenho dos sistemas produtivos, que precisam de ser medidos e avaliados, permitindo que desta avaliação se possam gerar procedimentos que permitam a correcção de possíveis problemas (Slack *et. al.*, 1997).

A eficiência global dos equipamentos (OEE – *Overall Equipment Efficiency*) é um indicador que surgiu na metodologia TPM (*Total Productive Maintenance*). O TPM constrói uma relação estreita entre a manutenção e a produtividade, mostrando como a manutenção dos equipamentos resultará em maior produtividade. É um processo de gestão da manutenção que capacita as organizações com uma filosofia contínua e

progressiva, que leva todos os recursos humanos a trabalhar em conjunto para alcançar o objectivo mútuo da eficiência produtiva (Nakajima, 1988).

Por seu lado, o indicador OEE permite às organizações analisar as reais condições de utilização dos seus activos, a partir da identificação das perdas existentes em ambiente fabril, envolvendo índices de disponibilidade de equipamentos, desempenho e qualidade. A medição do OEE é uma forma eficaz de analisar a eficiência de uma única máquina ou de um sistema de produção integrado (Nakajima, 1988).

Segundo Hansen (2001), um sistema de medição correcto, aliado a uma gestão com parâmetros chave, contribuem para o aumento da produtividade das organizações. Segundo o mesmo autor, o método proposto pelo OEE ajuda a entender melhor como está o desempenho da área produtiva e identificar qual a máxima eficiência possível.

A maximização da eficiência dos equipamentos é obtida através de actividades quantitativas, tais como o aumento da disponibilidade do equipamento para produzir e da eficiência demonstrada durante a produção, e de actividades qualitativas, através da redução do número de produtos obtidos com defeito. O ponto de partida para o alcance da eficiência global é a identificação das perdas dos equipamentos, pois esta permite identificar a raiz dos problemas actuando sobre os mesmos, com o intuito de restabelecer as condições de eficiência máxima de funcionamento (Nakajima, 1988).

Desta forma, ao longo do presente projecto será analisado o indicador OEE da Fábrica de Papel e Cartão da Zarrinha, S.A., com o intuito de se proceder à implementação de ideias que permitam melhorar a eficiência dos equipamentos e corrigir possíveis problemas.

1.1. Problema Proposto e Objectivos

O presente trabalho tem como principal objectivo a análise do indicador OEE na empresa acolhedora, Fábrica de Papel e Cartão da Zarrinha, S.A.. Esta análise visa a identificação de possíveis pontos de melhoria, através da identificação das perdas dos equipamentos. Sendo que o objectivo final consiste em atingir um aumento na eficiência dos equipamentos (OEE) actuando sobre a raiz dos problemas.

1.2. Metodologia Utilizada

Numa primeira análise ao indicador OEE, verificou-se que este indicava baixos valores de eficiência dos equipamentos. Após analisar os três factores do OEE, com o intuito de perceber qual o principal responsável pelo baixo valor deste, verificou-se que o factor que se encontrava em pior situação era o da disponibilidade. Em seguida foi realizado um estudo das diferentes máquinas de transformação a fim de perceber quais as máquinas com maior carga de trabalho ao longo do ano e procedeu-se à escolha de uma como

máquina piloto para inicializar a aplicação do projecto. Ao analisar a máquina seleccionada verificou-se que esta apresentava percentagens elevadas de tempos de paragens não programadas. Destes tempos fazem parte as paragens devido às preparações da máquina (*setups*) e também paragens devido a falhas e/ou avarias. Com o intuito de diminuir estas paragens da máquina foi aplicada a metodologia SMED – *Single Minute Exchange of Die* para diminuição dos tempos de *setup* e, com o auxílio das ferramentas básicas da qualidade, foram encontradas as principais causas das paragens por falhas e/ou avarias, permitindo encontrar a raiz dos problemas, tentando sugerir medidas para diminuição destas.

1.3. Descrição da Empresa

A realização deste trabalho teve lugar numa indústria denominada Fábrica de Papel e Cartão da Zarrinha, S.A. (Figura 1), localizada na freguesia de Rio Meão, concelho de Santa Maria da Feira e distrito de Aveiro. Esta empresa tem como actividades a produção de bobines de papel reciclado, cartão canelado e embalagens de cartão canelado.



Figura 1 – Vista da empresa em estudo

Na gama de produtos comercializados encontram-se as placas de cartão canelado e as embalagens de cartão canelado, sendo que as bobines de papel reciclado servem apenas para consumo interno da empresa.

A laboração da empresa com o actual presidente do Concelho de Administração, Sr. Orlando Oliveira Santos, remonta a 1956, altura da sua aquisição. A empresa possui actualmente cerca de 190 trabalhadores (repartidos em vários turnos), e uma área fabril coberta de 32.877 m².

Na Figura 2 está patente o organigrama da empresa, tendo o presente trabalho sido desenvolvido na unidade de Direcção de Produção de Cartão (DPC). Esta unidade tem como funções a coordenação e elaboração dos programas de fabrico, bem como a projecção de acções que visem a evolução dos métodos de trabalho, de modo a garantir uma gestão eficaz, produzindo com maior qualidade e ao menor custo.

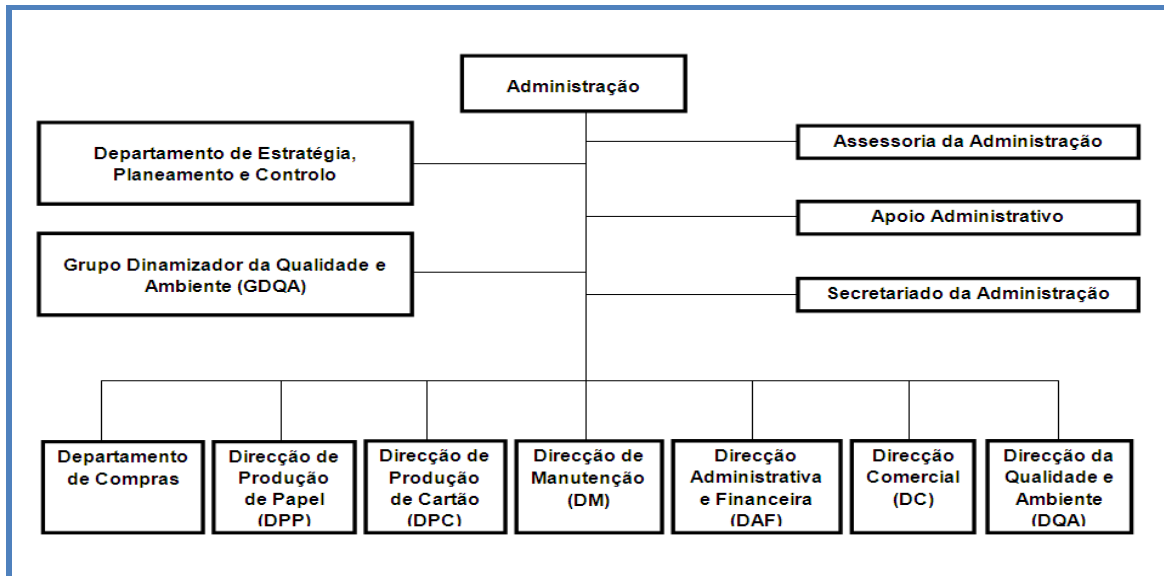


Figura 2 – Organigrama da Zarrinha, S.A..

As instalações da Zarrinha são constituídas essencialmente por dois edifícios. Um deles engloba a parte da produção de papel, parte administrativa, oficinas e armazenagem, e o outro engloba a parte da produção de cartão canelado, a parte da transformação do cartão em embalagens, escritórios do planeamento (DPC) e da qualidade, laboratório para controlo de produtos e matérias-primas, armazéns e gabinete de produção de protótipos e amostras.

O processo produtivo da fábrica está dividido em duas grandes unidades que dizem respeito à unidade de papel e unidade de cartão canelado (Figura 3). A unidade de cartão canelado, por sua vez, pode ser subdividida em duas partes, sendo elas a produção de cartão canelado (caneladora) e a produção das embalagens de cartão canelado (máquinas transformadoras).

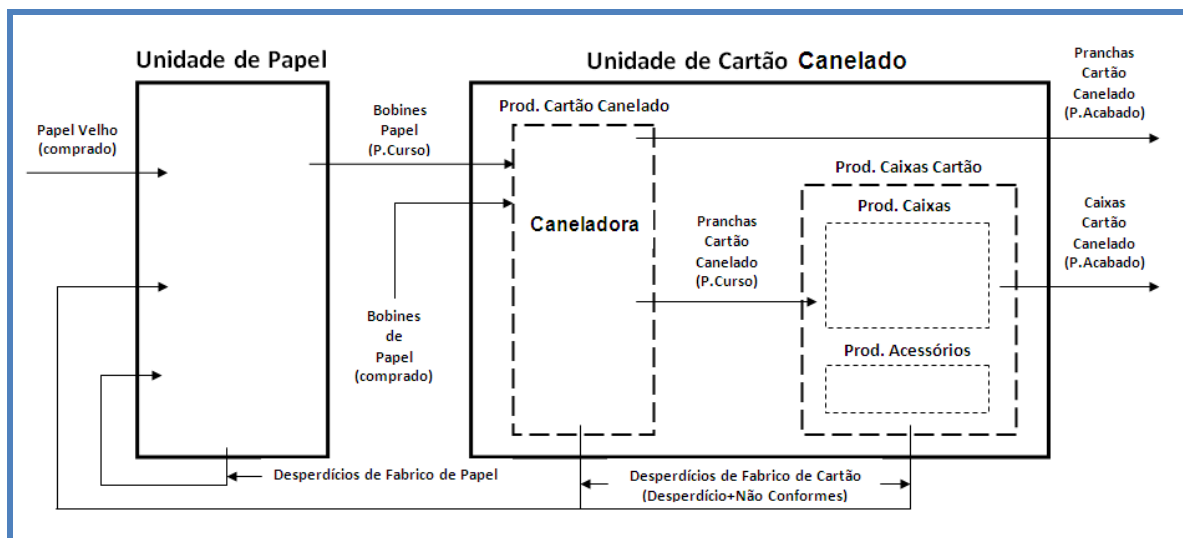


Figura 3 – Fluxo produtivo Zarrinha, S.A (Adaptado de: Manual Integrado da Qualidade e Ambiente da Zarrinha).

Todo o papel reciclado produzido na unidade de papel é utilizado no processo produtivo do cartão canelado. No entanto, por questões relacionadas com as exigências de melhor qualidade de cartão e impressão por parte dos clientes, e porque o papel produzido na própria fábrica não cobre todas as necessidades de matéria-prima da unidade de produção do cartão, parte dessa é obtida no exterior e acondicionada nos armazéns de bobines de papel. O processo de transformação do papel em embalagens de cartão canelado é composto pela produção de prancha de cartão, com posterior impressão, corte e fecho de acordo com os requisitos apresentados pelos clientes. No que concerne à expedição do produto acabado, este pode ser proveniente da caneladora, em forma de placas de cartão canelado, ou da produção de caixas de cartão canelado após transformação das placas provenientes da caneladora.

A Fábrica de Papel e Cartão da Zarrinha, S.A. tem as seguintes missão e visão:

Missão

“A Zarrinha afirma-se como elo fundamental na fileira do papel, centrando a sua actividade na produção de cartão canelado. Actuando ao nível da reciclagem de desperdícios possibilita a valorização de resíduos e a prestação de um serviço à sociedade, através de um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, contribuindo assim para a preservação do meio ambiente.”

Visão

“A nossa empresa pretende ser uma referência nacional no sector da reciclagem de resíduos de cartão e produção de embalagens de cartão recicláveis, distinguindo-se pela competência e pelo valor acrescentado que introduz na sociedade, assumindo-se como factor de desenvolvimento económico e ambiental do país.”

Nos subcapítulos seguintes serão apresentados os processos produtivos do cartão canelado e da transformação do cartão em embalagens.

1.3.1. Processo de fabrico do cartão canelado

O processo de produção de cartão realiza-se numa máquina denominada de caneladora, local onde se procede à transformação de papel em placas (ou pranchas) de cartão canelado (Figura 4).



Figura 4 - Máquina caneladora.

Nesta máquina são introduzidos dois tipos de papéis, os de cobertura para as faces interiores e exteriores da prancha a produzir e os de ondular para realização do canal pretendido. Os papéis responsáveis por formar a canelura do cartão fazem-se circular através de um conjunto de rolos de canelar que, através da acção do calor, vão dar a forma ondulada ao papel, com uma altura de onda que vai depender do tipo de canelura dos rolos utilizados (canelura E, B, C e N disponíveis). Em seguida, recorrendo à ajuda de uma prensa é conferida estabilidade ao ondulado através da sua colagem a uma folha de cobertura ou de separação, originando o módulo primário (ou face simples), como se pode verificar pela Figura 5. A face simples, em seguida, é transportada para uma unidade de colagem onde lhe é adicionada uma nova cobertura, formando a face dupla (Figura 5).



Figura 5 – Face simples e face dupla respectivamente.

Para finalizar o processo de produção de cartão é necessário proceder à sua secagem (solidificação do processo de colagem) e respectiva estabilização da temperatura (arrefecimento). Após estes processos, a folha de cartão já se encontra formada, procedendo-se de seguida ao corte e vinco longitudinal da folha, de forma a dividir esta em pranchas de cartão com o formato pretendido. Uma vez formadas as pranchas de cartão canelado, estas são encaminhadas e colocadas sobre paletes para posterior armazenagem em locais distintos consoante o fim a que estão destinadas, venda directa ou transformação (Figura 6). Com vista a uma melhor percepção do processo produtivo da caneladora pode verificar-se no anexo A o fluxograma representativo deste processo.



Figura 6 – Pranchas de cartão canelado empilhado.

O cartão canelado proveniente da caneladora, que resulta de combinações de uma ou mais folhas de papel planas (coberturas ou liners) com uma ou mais folhas de papel ondulado (caneluras), pode variar quanto ao número de coberturas e caneluras, e quanto ao tipo de canelura. Em seguida serão apresentados os diferentes tipos de cartão produzidos na empresa:

✓ **Cartão duplo (ou dupla face)**



Figura 7 – Cartão duplo (ou dupla face).

O cartão duplo, ou dupla face, (Figura 7) possui uma folha de papel plana colada a cada face da folha de papel ondulada. Este tipo de cartão oferece resistência e rigidez, servindo de “almofada” contra qualquer coisa com que entre em contacto. A prancha de cartão duplo permite vincos e dobras em ângulo recto, sem perda de resistência. É o tipo de cartão mais utilizado para a produção de caixas, e consoante o tamanho da onda da folha do ondulado, pode ter as designações presentes na Tabela 1.

Tabela 1 – Diferentes tamanhos de onda do ondulado do cartão duplo.

Canelura	Tamanho de onda do papel ondulado (mm)	Intervalo de variação (mm)
Micro - E	1,6	[1,2 ; 1,8]
Fino - B	3	[2,6 ; 3,1]
Largo - C	4	[3,7 ; 4,1]

✓ **Cartão duplo-duplo (ou dupla parede)**



Figura 8 – Cartão duplo-duplo (ou dupla parede).

O cartão duplo-duplo, ou dupla parede, (Figura 8) é constituído por três coberturas planas e dois elementos ondulados combinados da seguinte maneira: uma cobertura plana interior, uma folha ondulada, uma cobertura plana intermédia, outra folha ondulada e uma cobertura plana exterior. Este tipo de cartão oferece mais resistência que o cartão dupla face e, regra geral, é utilizado para produzir embalagens de maiores dimensões e para transporte de cargas com pesos brutos superiores. Dependendo do tipo de ondulado que é combinado em cada prancha de cartão dupla parede, este pode ter as designações e dimensões presentes na Tabela 2.

Tabela 2 – Diferentes tamanhos de onda do ondulado do cartão duplo-duplo.

Canelura	Tamanho de onda do papel ondulado (mm)	Intervalo de variação (mm)
Duplo fino – E+B	4,2	[4,0 ; 4,4]
Duplo largo – B+C	6,5	[6,2 ; 6,7]
Duplo micro – N+E	2,3	[2,0 ; 2,6]

Tanto no caso da produção do cartão dupla face, como no caso do cartão dupla parede existem duas cores possíveis para a cobertura plana exterior: branca ou castanha. A cor castanha é a mais utilizada e a cor branca é utilizada quando o comprador pretende passar uma imagem de limpeza e higiene dos seus produtos aos consumidores.

1.3.2. Processo de fabrico das embalagens de cartão onelado

As pranchas de cartão que resultam da oneladora e que não são expedidas, são normalmente encaminhadas para as secções de transformação e/ou secção de trabalhos gráficos (Figura 9), com vista à sua transformação em embalagens (Figura 10).



Figura 9 – Paletes de cartão onelado que alimentam as máquinas transformadoras.



Figura 10 – Caixas de cartão onelado.

No processo de transformação de pranchas de cartão em embalagens, as primeiras servem de matéria-prima para uma vasta gama de máquinas, onde se processa o fabrico das mesmas na sequência adequada ao produto a obter, para que este seja produzido de acordo com as especificações/requisitos dos clientes. Esta variedade de máquinas permite a impressão de um número máximo de seis cores numa única passagem, bem como executar cortes e vincos e proceder ao fecho da caixa utilizando agrafes ou cola. Posteriormente são formadas as paletes de produto acabado (caixas de cartão onelado) que seguem para armazém, para posterior envio para os clientes (Figura 11).



Figura 11 – Paletes de caixas de cartão onelado depois de transformadas.

No que diz respeito às máquinas responsáveis pela transformação do cartão em embalagens de cartão onelado, a Zarrinha, S.A. dispõe das máquinas descritas na Tabela 3.

Tabela 3 – Máquinas transformadoras da Zarrinha, S.A..

Máquinas	Nº Máquina	Descrição
SM 618	13	Permitem a impressão de um número máximo de seis cores, realizam cortes e vincos, efectuam o fecho da caixa utilizando cola, permitem a colocação de cinta nos molhos das caixas e procedem à paletização dos mesmos. Permitem a utilização de cortantes curvos para efectuar os cortes das caixas.
FFG 924	14	
FFG 1628	12	
SPO 160-A	42	Permitem a impressão de um máximo de seis cores, realizam cortes e vincos e procedem à paletização das caixas. No caso da máquina 42, esta utiliza cortantes planos para efectuar os cortes, ao contrário das outras que utilizam cortantes curvos. A máquina 44 permite ainda a colocação de verniz nas caixas.
DRO 1628	43	
DRO NTRS	44	
Masterflex	6	É uma impressora de alta qualidade, que permite apenas realizar a impressão das caixas.
Masterfold	71	Procede ao fecho das caixas utilizando cola.
Slotter	21, 22, 23	Permitem realizar impressão e cortes das caixas.
Rapidex	32	Procedem ao fecho das caixas através de cola ou agrafes.
Vega	31	
Semi-Automática	33	Procedem ao fecho das caixas utilizando agrafes.

Após o processo de formação das pranchas de cartão canelado na máquina caneladora e da sua colocação em paletes, estas são distribuídas por diferentes armazéns intermédios consoante a máquina transformadora que será utilizada para a operação de transformação.

Uma vez nas máquinas transformadoras, as pranchas de cartão, serão impressas nos slotter impressores da máquina (Figura 12), através da passagem por cilindros (Figura 13) que contêm clichés com o desenho de impressão pretendido (Figura 14).



Figura 12 – Slotters impressores.



Figura 13 – Cilindros impressores.

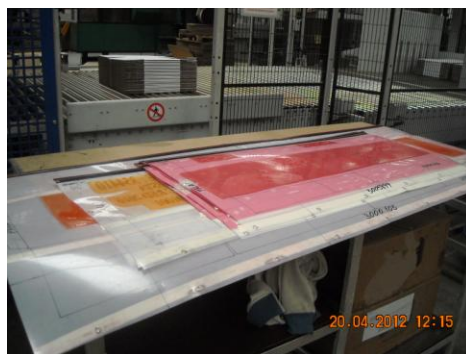


Figura 14 – Clichés de impressão.

No que concerne aos cortes e vincos das caixas, estes podem ser conseguidos através de duas formas. Podem conseguir-se através da passagem das pranchas de cartão por um slotter cortante que possui lâminas rotativas, permitindo apenas a realização de cortes simples (Figura 15). Quando o pretendido são cortes mais elaborados (Figura 16), estes são conseguidos através da passagem por cilindros que contêm o cortante necessário para os cortes e vincos pretendidos (Figura 17).

No que concerne aos cortantes, estes podem ser do tipo plano ou curvo (Figura 18). Os cortantes planos são mais precisos mas menos produtivos, ao contrário dos curvos que são mais produtivos mas menos precisos.

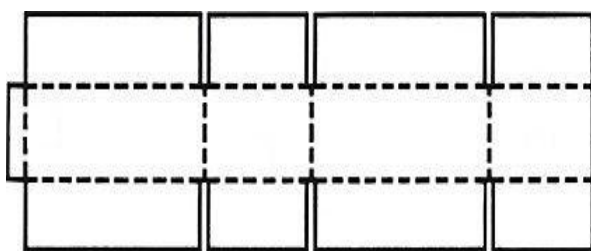


Figura 15 – Caixa com cortes simples.

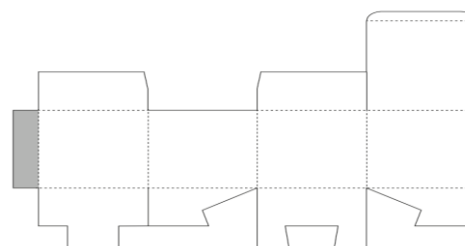


Figura 16 – Caixa com cortes mais elaborados.



Figura 17 – Rolo de suporte para cortantes curvos.



Figura 18 – Cortantes planos em cima e cortantes curvos em baixo.

Depois das operações anteriormente explicadas, e como referido anteriormente, as caixas são fechadas, paletizadas e encaminhadas para o armazém de produto acabado (Figura 19).



Figura 19 – Caixas de cartão canelado em armazém de produto acabado.

1.4. Estrutura do Relatório

O presente relatório encontra-se dividido em quatro capítulos. No primeiro capítulo é feita uma descrição do âmbito do projecto, através da explicação dos seus objectivos e da metodologia utilizada, apresentando-se também a empresa onde o presente projecto foi desenvolvido.

No segundo capítulo é realizada uma revisão bibliográfica de alguns conceitos relacionados com o âmbito do projecto, tais como: *Lean Manufacturing*, *Total Productive Maintenance - TPM*, *Overall Equipment Efficiency - OEE*, *Single Minute Exchange of Die - SMED* e Ferramentas Básicas da Qualidade.

No terceiro capítulo é descrito o projecto realizado na empresa, iniciando com a análise do indicador OEE da Fábrica de Papel e Cartão da Zarrinha, SA, o qual se encontrava bastante baixo. Procedeu-se ainda à descrição da fase de identificação das causas para o baixo valor do OEE através da análise detalhada de uma máquina piloto, tendo-se identificado o factor disponibilidade como o mais influente nos baixos valores de OEE. O factor disponibilidade está directamente relacionado com as paragens não programadas da máquina, como é o caso das paragens para *setup* e das paragens devido a falhas e/ou avarias. Por esse motivo, e com vista à melhoria deste factor, procede-se à aplicação da metodologia SMED e à utilização das ferramentas da qualidade (para identificação das causas para as paragens devido a falhas e/ou avarias), sendo que a aplicação destes procedimentos é também descrita neste capítulo.

No quarto e último capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho realizado, sendo expostas as apreciações sobre a metodologia utilizada e os resultados alcançados. São ainda apresentadas as perspectivas de desenvolvimento futuro, no sentido da melhoria contínua do processo de transformação de cartão canelado em embalagens na Zarrinha, S. A..

2. Capítulo II – Enquadramento Teórico

No presente capítulo são apresentados os principais conceitos e fundamentos teóricos que serviram de base para o desenvolvimento do presente projecto.

Inicialmente, neste capítulo, é apresentado o conceito *Lean Manufacturing*, sobre o qual é feita uma breve descrição dando a conhecer a sua origem, princípios, pilares (*Just-in-Time* e *Jidoka*) e principais ferramentas e técnicas utilizadas. No que concerne às ferramentas e técnicas utilizadas pelo *Lean Manufacturing*, faz-se uma descrição mais detalhada apenas daquelas que de alguma forma se encontram ligadas aos problemas e objectivos do presente projecto. As ferramentas e técnicas apresentadas em maior detalhe são o *Total Productive Maintenance* (TPM), que servirá de introdução para a apresentação do *Overall Equipment Efficiency* (OEE) e o *Single Minute Exchange of Die* (SMED).

Por fim, são ainda apresentadas as Ferramentas Básicas da Qualidade, com especial ênfase sobre o Diagrama de Pareto e o fluxograma, ferramentas utilizadas no decorrer do presente projecto.

2.1. A origem do *Lean Manufacturing*

Lean Manufacturing ou *Lean Production* foram designações que se tornaram populares com a publicação de Womack *et al* (1990), onde é demonstrada a superioridade da indústria japonesa em relação à indústria americana e europeia. O *Lean Production* surge no ocidente com base no sistema de produção da Toyota, o *Toyota Production System* (TPS), sendo uma tentativa de aproximação a este sistema japonês, visando, principalmente, reduzir os custos de operações sem valor acrescentado e melhorar a flexibilidade perante a variabilidade da procura (Womack e Jones, 2003).

Womack e Jones (2003) referem ainda que o *Lean Manufacturing* ou *Lean Production* consiste na maximização do quociente entre a quantidade produzida e o esforço humano, equipamento, tempo e espaço, tendo em vista o que o cliente quer, através da satisfação das suas necessidades e, se possível, a superação das suas expectativas em relação a um determinado bem ou serviço.

O *Lean Manufacturing* combina as vantagens da produção artesanal e em massa, sistemas de produção que lhe antecederam, conseguindo evitar os custos elevados da primeira e a rigidez do processo produtivo da segunda (Womack et al, 1990).

Produção artesanal

O produtor artesanal dispunha de trabalhadores altamente qualificados e ferramentas simples mas ao mesmo tempo flexíveis, de forma a conseguir fazer exactamente o que o consumidor pedia, produzindo um item de cada vez. Este produtor vendia produtos individualmente, com características específicas que necessitavam de encomendas de componentes específicos e de montagem final diferenciada (Womack *et al.*, 1990).

A produção artesanal era muito usada na indústria automóvel, sector no qual surgiram mais problemas. Uma vez que cada operador usava calibrações diferentes para as peças que produzia, no final estas precisavam de ser limadas de modo a encaixarem umas nas outras, de forma a obter um produto homogéneo. Não existiam, portanto, dois carros iguais, podendo diferir, entre outras características, em tamanho. Como tal a grande razão para este problema residia na falta de um sistema de calibragem padrão (Womack *et al.*, 1990).

Uma vez que, no caso da indústria automóvel, os carros diferiam de uns para os outros, cada carro produzido era um protótipo, levando a que a sua consistência e fiabilidade fossem esquivas. Os donos dos carros, motoristas e mecânicos tinham de realizar o seu próprio teste de condução. Ou seja, o sistema de fabrico falhava em fornecer qualidade ao produto devido à falta de testes sistemáticos (Womack *et al.*, 1990).

Outro dos pontos fracos do sistema de produção artesanal consistia na incapacidade das pequenas e independentes lojas, onde era realizada a maioria da produção, de desenvolver novas tecnologias. Os artesãos individualmente não tinham recursos para alcançar inovações fundamentais, sendo que para que conseguissem atingir avanços tecnológicos reais teriam necessitado de investigação sistemática em vez de apenas consertar (Womack *et al.*, 1990).

As restrições existentes na produção artesanal, como, por exemplo, os custos elevados, baixo volume de produção, falta de qualidade do produto, entre outros, e a revolução industrial foram os impulsionadores para o início de um novo sistema de produção, a produção em massa (Womack *et al.*, 1990).

Produção em massa

O sistema de produção em massa foi desenvolvido por Frederick Taylor e Henry Ford, como uma alternativa à produção artesanal, no início do século XX, e caracteriza-se pela utilização de profissionais altamente qualificados para o desenvolvimento dos produtos e de operadores sem nenhum conhecimento técnico para a sua produção (Womack *et al.*, 1990).

Neste sistema produtivo os operadores eram considerados como simples máquinas ou como o apoio das mesmas, sendo que qualquer problema que ocorresse em determinada linha de montagem seria da responsabilidade do contramestre e do engenheiro industrial (Womack e Jones, 2003).

Através deste sistema produtivo era possível a produção de produtos *standard* em grande volume, o que se traduzia em baixos custos de produção e conseqüentemente em baixos custos de aquisição para o cliente (Womack *et al.*, 1990).

Henry Ford conseguiu revolucionar a indústria com o seu Modelo T. Primeiro conseguiu criar um projecto para um carro focado no seu fabrico e, em segundo, criou um sistema produtivo no qual quase qualquer indivíduo seria capaz de conduzir e reparar o carro sem a ajuda de um motorista ou mecânico. O segredo da produção em massa não era a linha de montagem, mas sim a facilidade de permuta das peças e a simplicidade de as juntar. Com estes factores foi possível a criação da linha de montagem (Womack *et al.*, 1990).

No entanto, com o crescimento das expectativas dos clientes, surgiu a necessidade de diversificação dos produtos, o que originava grandes níveis de *stock* ao longo do processo produtivo, com conseqüente surgimento de complexos e burocráticos sistemas de controlo da produção e da qualidade. Devido à entrada de novos concorrentes com novos sistemas de produção, o sistema entrou em declínio por volta de 1970 (Womack *et al.*, 1990).

Sistema Toyota de Produção (Toyota Production System - TPS)

Após a segunda Guerra Mundial o Japão encontrava-se devastado e com necessidade de reconstruir o país. A Toyota, por seu lado, viu-se perante um colapso das vendas devido à crise pós guerra, o que a obrigou a despedir grande parte dos seus operadores (Womack e Jones, 2003).

Eiji Toyoda, o então presidente da Toyota Motor Company, decidiu que teria de existir uma ruptura na indústria automóvel japonesa que conduzisse a um aumento de produtividade, já que considerava inadmissível a discrepância entre o rendimento dos trabalhadores japoneses comparativamente a alemães e americanos (Ohno, 1997). Segundo Ohno (1997), foi o facto de se ter afirmado que eram precisos nove japoneses para fazer o trabalho de um americano que fez com que Toyoda comesse a investigar os métodos produtivos da sua empresa, lançando assim os princípios básicos que deram origem ao *Toyota Production System* (TPS).

Foi após uma visita de Toyoda às instalações fabris da Ford, em Detroit, que este percebeu que teria de adoptar uma filosofia de produção que fosse de encontro às especificidades do mercado japonês. De regresso ao Japão, Toyoda trabalhou em conjunto com Taiichi Ohno de forma a revolucionar os seus métodos produtivos com profundas alterações estruturais, assentes numa força de trabalho motivada para a mudança e melhoria contínua, nascendo assim o TPS (Ohno, 1997).

Esta necessidade de mudança deveu-se ao facto do mercado japonês no pós-guerra ser mais pequeno, obrigando à produção de vários veículos na mesma linha de montagem e

a uma conseqüente optimização dos recursos. Motivada por esta necessidade, a Toyota apercebeu-se que, através da redução dos *lead times*¹ e do aumento da flexibilidade, conseguia atender de forma mais satisfatória às necessidades dos clientes, com elevados índices de qualidade e produtividade, explicados, complementarmente, por um aumento da taxa de utilização dos equipamentos (Ohno, 1997).

Em suma, a produção em massa já tinha alguns dos princípios pelos quais o TPS se regia, tais como a criação de linhas de montagem, a redução dos deslocamentos e os cuidados com a ergonomia. No entanto, ainda faltavam outros princípios, essenciais para responder a todo o tipo de procura, como é o caso do excesso de *stock* e a falta de variabilidade. O TPS baseou-se na produção em massa e, tomando tudo o que era impacto, (elevado capital, elevados *stocks*, elevados tempos de *setup*, entre outros) como desperdício, foi possível a redução gradual desses impactos e o aumento da qualidade (Womack *et al.*, 1990).

Lean Manufacturing

O *Lean Manufacturing* surgiu a partir da criação do TPS, por Taiichi Ohno, tornando-se reconhecido internacionalmente como resultado do livro, “The Machine That Changed the World” de James Womack e Dan Jones (Womack e Jones, 2003).

O objectivo do *Lean Manufacturing* passa por produzir mais com menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço, sempre com um objectivo em vista, o de satisfazer as necessidades (desejos) dos clientes e, se possível, excedendo as suas expectativas em relação a determinado bem ou serviço. Esta filosofia visa a busca pela eliminação do desperdício, isto é, a exclusão de tudo o que não tem valor para o cliente, e procura imprimir velocidade à organização. Como o próprio nome indica, o *Lean* (magro) *Manufacturing* (produção) está focado no corte da “gordura” (desperdício) das actividades produtivas (Womack e Jones, 2003).

Embora originalmente concebido como sistema de produção, tem vindo gradualmente a ser aplicado em todas as áreas organizacionais dos mais variados tipos e sectores, alterando desta forma a sua designação de *Lean Production* para *Lean Thinking*. A designação *Lean Thinking* representa uma filosofia organizacional cujo principal foco é a identificação e a posterior eliminação de todo e qualquer tipo de desperdício ou muda (termo japonês para definir desperdício), com vista à redução dos custos e ao aumento da qualidade e da velocidade de entrega do produto aos clientes (Womack e Jones, 2003).

¹ *Lead Time* – é o tempo de processamento de determinada encomenda. Diz respeito ao tempo compreendido entre o momento em que é recebida a encomenda até ao momento em que o produto é entregue ao cliente.

O *Lean Thinking*, segundo Werkema (2006), consiste numa filosofia assente na busca incessante pela eliminação do desperdício ao longo da cadeia de valor, por intermédio da exclusão de tudo o que não acrescenta valor para o cliente; o valor é entendido como uma acção ou um processo pelos quais o cliente está disposto a pagar (Holweg, 2007).

2.2. Princípios do *Lean Manufacturing*

De forma a caminhar no sentido da excelência das organizações, foram identificados os cinco princípios do *Lean Manufacturing* (Figura 20). Estes princípios, que permitem resumir a filosofia *Lean*, têm o objectivo de facilitar o modo como as organizações produzem valor para os seus clientes, enquanto se procura eliminar todos os desperdícios. A estes princípios foi dada uma sequência que serve como linha orientadora para a implementação do *Lean* nas organizações (Womack e Jones, 2003).

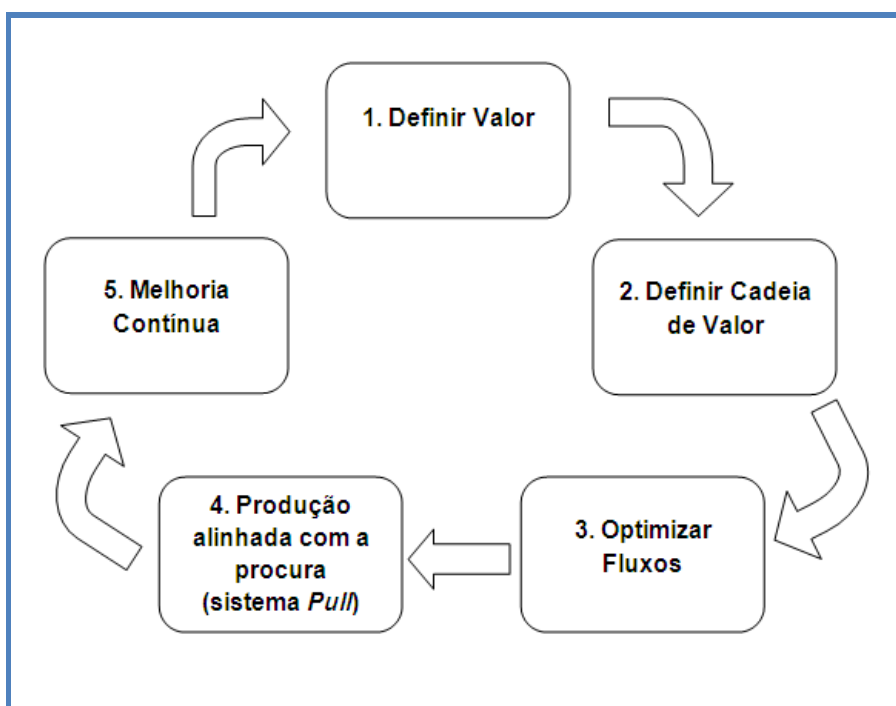


Figura 20 – Princípios do Lean Manufacturing (Adaptado de: Womack e Jones, 2003).

Os princípios essenciais do Lean Manufacturing são a definição de valor e cadeia de valor, com posterior eliminação de todo o desperdício de forma a criar um fluxo de valor. O fluxo de valor, por sua vez, permite o alinhamento da produção com a procura para que seja o cliente a puxar a produção, numa perspectiva *Pull* (Womack e Jones, 2003).

Aliado a estes princípios vem ainda o da melhoria contínua, que representa o comprometimento na busca continuada dos meios ideais para a criação de valor enquanto o desperdício é eliminado (Womack e Jones, 2003). Em seguida serão

apresentados de forma resumida os cinco princípios do *Lean Manufacturing* (Womack e Jones, 2003):

Valor

O consumidor é a entidade que compra o produto ou serviço pelo que é ele quem define o valor desse produto ou serviço. Ou seja, o valor identifica o que realmente importa para o consumidor, aquilo pelo qual ele está disposto a pagar.

Sendo o consumidor quem define o que é o valor para as organizações, através das suas necessidades, a estas cabe a responsabilidade de tomar conhecimento dessas necessidades, dando-lhes resposta de uma forma atempada, nas quantidades solicitadas, com a qualidade desejada e a um preço justo.

Cadeia de valor

Diz respeito à sequência de processos que permitem o desenvolvimento, produção e entrega dos produtos que vão de encontro às necessidades dos clientes. Deve ser feita uma análise da cadeia de valor a fim de se proceder à separação dos processos produtivos em três tipos:

- os que realmente acrescentam valor ao produto;
- os que não acrescentam valor ao produto, mas que são necessários para a manutenção dos processos e da qualidade;
- os que não acrescentam valor ao produto e que são desnecessários.

Através desta distinção é possível proceder à identificação dos desperdícios na cadeia de valor da organização (processos que não acrescentam valor e são desnecessários), procedendo à sua eliminação.

Fluxo

Uma vez eliminados da cadeia de valor todos os processos que não são necessários e que não acrescentam valor ao produto final, devem-se alinhar as etapas que criam valor num fluxo contínuo de materiais e informação. Pretende-se com a criação de fluxo evitar um grande número de componentes à espera de serem trabalhados, o que levaria a desperdício de tempo, ocupação desnecessária do espaço e ao aumento do número de peças em *stock*. O efeito imediato da criação de fluxos contínuos permite à organização a redução do *lead time*.

Alinhamento da produção com a procura

Este princípio tem o objectivo de produzir as quantidades estritamente necessárias e apenas quando solicitadas pelo cliente. Desta forma o cliente puxa o produto desejado (modelo produtivo *Pull*) em vez de ser a empresa a empurrar o produto para o cliente (modelo produtivo *Push*).

No modelo *Push* os materiais são empurrados de processo em processo, independentemente das necessidades dos clientes e da disponibilidade dos recursos necessários ao processamento. Neste modelo as necessidades de produto final que dão origem às ordens de produção na fábrica são obtidas através de previsões da procura.

Por outro lado, no modelo *Pull* as ordens de produção são originadas pelas necessidades dos clientes, permitindo desta forma que seja o cliente a puxar o produto desejado em vez de ser a empresa a empurrar o produto para o cliente. Este conceito de *Pull* permite extinguir com a previsão de vendas, reduzir os *stocks* e valorizar o produto.

Melhoria Contínua

Uma vez implementados os princípios da filosofia *Lean* anteriores, as organizações devem comprometer-se em, continuamente, procurar os meios ideais para criar valor enquanto o desperdício é eliminado. A procura contínua pela perfeição deve envolver esforços das organizações em manter processos transparentes, para que todos os membros da cadeia produtiva tenham conhecimento profundo do processo como um todo, podendo através do diálogo e da troca de ideias procurar continuamente melhores formas de criar valor.

Existe interacção entre os cinco princípios anteriores, uma vez que, ao ter o valor a começar a fluir, rapidamente o desperdício escondido na cadeia de valor fica mais exposto e, por outro lado, com o modelo produtivo *Pull* em vigor as entraves ao fluxo são reveladas e passam a poder ser removidas (Womack e Jones, 2003).

2.3. Fontes de Desperdício

A essência da filosofia *Lean* é a busca contínua pela eliminação de todo e qualquer tipo de desperdício. Desperdícios são todas as actividades que não acrescentam valor ao produto, e pelas quais o cliente não está disposto a pagar (Womack e Jones, 2003).

Womack e Jones (2003) afirmam que “muda” é a única palavra em japonês que realmente é necessário saber. “Muda” é a palavra japonesa para definir desperdício, caracterizando qualquer actividade humana que utiliza recursos mas que não cria qualquer valor.

O pensamento *Lean* surge como um antídoto ao “muda”, pois fornece uma maneira de especificar o valor, alinha as acções que criam valor na melhor sequência, conduz estas actividades sem interrupção sempre que alguém as requisita e realiza-as cada vez com mais eficácia (Womack e Jones, 2003).

Taiichi Ohno, referido por Womack e Jones (2003), identificou sete tipos de desperdício (Figura 21).



Figura 21 – As 7 fontes de desperdício (Adaptado de: <http://www.ibm.com>).

Em seguida serão apresentados de forma resumida os sete tipos de desperdício identificados por Taiichi Ohno (Womack e Jones, 2003):

Excesso de Stock

O facto de existir *stock* em maiores quantidades do que as necessárias para a satisfação das exigências dos clientes tem um impacto negativo no fluxo de caixa e utiliza espaço valioso. A criação de *stock* não acrescenta valor ao produto final, pelo contrário, provoca o aumento de custos com instalações e recursos para o controlo e gestão. A eliminação deste tipo de desperdício resulta da produção das quantidades necessárias, à “hora” desejada.

Produção de Defeitos

A produção de defeitos resulta da geração de produtos com alguma característica da qualidade que não se encontra de acordo com o especificado. Este desperdício resulta, por exemplo, em:

- Materiais que são consumidos na produção de peças que não correspondem às características especificadas;
- Mão-de-Obra utilizada que não é recuperável;
- Requisição de mão-de-obra para repetir/corrigir o trabalho;
- Recursos humanos necessários para dar resposta às queixas por não conformidade vindas dos clientes.

Em consequência, a produtividade diminui e aumentam os custos de produção do produto. A origem deste tipo de desperdício está muitas vezes relacionada com a falta de um padrão nas operações, falhas e erros humanos e a movimentação de materiais.

Produção em excesso

A produção em quantidades superiores às pedidas pelo cliente, ou demasiado cedo, provoca a utilização de recursos materiais e de mão-de-obra que poderiam estar a ser utilizados para dar resposta a outros pedidos. Este tipo de desperdício cria uma série de outros desperdícios, entre eles: *stocks* elevados, deterioração de produtos, custos de energia e manutenção de equipamentos.

Tempos de Espera

Este tipo de desperdício resulta do tempo que as pessoas e/ou os equipamentos perdem sempre que se encontram à espera de algo. Ocorre sempre que materiais, pessoas, equipamentos ou informações não se encontram disponíveis. Tem como consequências elevados *lead times*, o que resulta em atrasos nas entregas.

Transportes

Sendo o transporte o responsável por todo o fluxo de materiais e estando directamente ligado com todas as funções que acrescentam valor ao produto final, o pretendido não é a eliminação deste desperdício mas sim a sua optimização. Pretende-se evitar movimentações excessivas de pessoas, materiais e informação, pois não acrescentam qualquer tipo valor ao produto final e provocam um dispêndio desnecessário de capital, tempo e energia.

Movimentação Desnecessária

Relacionado com os movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de determinadas operações. As causas deste desperdício estão relacionadas com a falta de motivação dos trabalhadores, falta de formação dos mesmos e/ou instabilidade das operações (por exemplo: falta de normalização das operações e desorganização dos postos de trabalho).

Processos Inadequados

O processamento que não acrescenta valor ao produto final. São processos inadequados que não são realmente necessários e, em determinadas situações, verifica-se que poderiam nem existir. Um dos exemplos mais comuns deste tipo de desperdício é todo e qualquer produto ou serviço que não foi executado correctamente à primeira, e que por esse motivo tem de ser refeito. A necessidade de retocar ou reparar elementos do produto e a inspecção são outros exemplos de processos que não acrescentam valor.

Além das sete fontes de desperdício definidas por Taiichi Ohno, outras duas foram acrescentadas. Uma respeitante aos produtos e/ou serviços que não correspondem às necessidades e expectativas dos clientes e outra que está relacionada com a não utilização do talento humano (Womack e Jones, 2003).

Na Figura 22 podem verificar-se os benefícios da redução do desperdício.

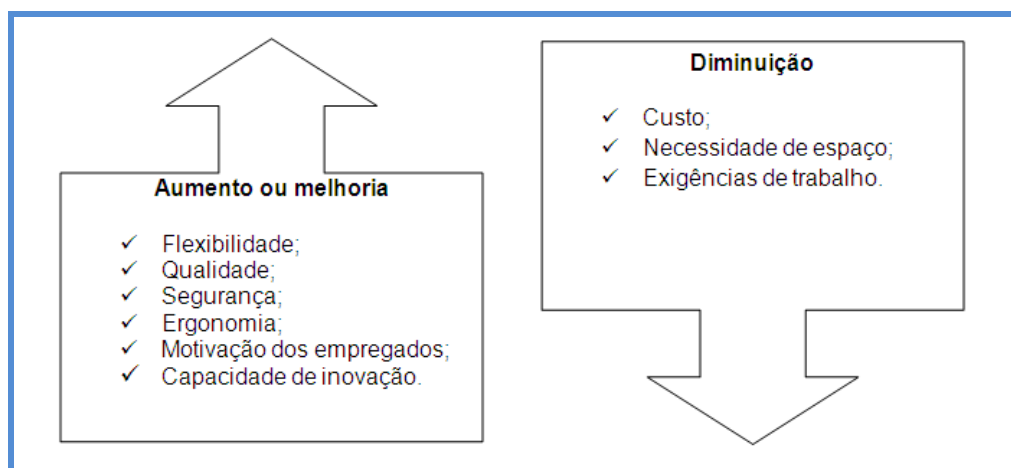


Figura 22 – Benefícios da redução de desperdícios (Adaptado de: Werkema, 2006).

O desperdício pode ser considerado como um ciclo vicioso, tendo em conta a sua facilidade em se “esconder” em vários locais ou momentos do processo produtivo. No sentido de o evitar, os gestores de produção e os seus supervisores devem conseguir perceber totalmente o que é o desperdício e quais são as suas causas. Segundo a filosofia *Lean* todos os desperdícios referidos anteriormente são considerados como inimigos da organização, bem como do próprio cliente, sendo essencial a sua eliminação (Ohno, 1997).

2.4. Os Pilares do Lean Manufacturing

Um grande número de ferramentas e técnicas foram desenvolvidas para apoiar a filosofia *Lean*, de forma a permitir às organizações a aplicação de conceitos e ideias, assim como a implementação da mudança, sendo que muitas delas são provenientes do TPS (Figura 23) (Womack e Jones, 2003).

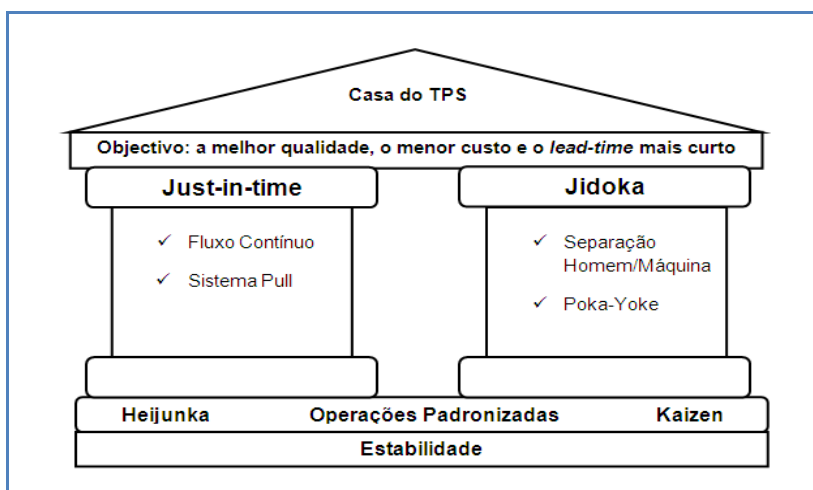


Figura 23 - A Casa do TPS (Adaptado de: Ghinato, 2000).

O *Lean Manufacturing* não é apenas um conjunto de ferramentas de produção “Lean” (magra), sendo também um sistema integrado em que todas as partes contribuem para o todo. O todo, por sua vez, tem como base o estímulo das pessoas para melhorar continuamente os seus métodos de trabalho. O objectivo das ferramentas perde-se quando não existe envolvimento de todas as pessoas (Liker, 2004).

A redução da variabilidade (*Heijunka*²), normalização processual (operações padronizadas) e a compreensão inequívoca da filosofia *Lean* são elementos onde a casa *Lean* tem necessariamente de assentar. Para que se consiga atingir a excelência organizacional através do incremento dos índices de qualidade e de satisfação dos clientes, há necessidade de que “as pessoas que habitam a casa” (organizações que se regem pelos princípios da filosofia *Lean*) adoptem uma cultura de melhoria contínua (*Kaizen*³), com o objectivo de aumentar a eficiência organizacional através da redução do desperdício (Liker, 2004).

² Palavra de origem japonesa que significa tornar estável, nivelar. É uma ferramenta que pretende nivelar a produção e permitir que se produza diariamente em quantidades semelhantes, garantindo que a procura seja satisfeita.

³ Palavra japonesa que significa melhoria contínua. O *kaizen* é baseado nos fundamentos de análises científicas, ou seja, os elementos do processo devem ser analisados de modo a compreender-se o seu funcionamento, sendo assim possível descobrir modos de melhoria (The Productivity Press, 2002).

A ideia subjacente ao *Lean* passa pela manutenção de um fluxo contínuo de produtos em linha que facilmente se possa adaptar a alterações da procura. Como tal, o *Lean* assenta em dois pilares: *Just-in-Time* e *Jidoka*, também eles fundamentais para o saudável crescimento da organização *Lean* (Ohno, 1997). Estes dois pilares podem ser visualizados na casa *Lean* (Figura 23) e serão desenvolvidos nos subcapítulos seguintes.

2.4.1. Just-in-Time – JIT

O JIT foi considerado por Ohno (1997) como um dos pilares necessários para suportar o *Lean*. A tradução directa para português da expressão “Just-in-Time” é “no momento certo”, no entanto, o termo significa mais do que a concentração no tempo de entrega, significando que cada processo deve ser abastecido com os itens necessários, na quantidade necessária e no momento necessário (Shingo, 1996).

Este pilar tem como objectivo o ajuste do ritmo das operações às necessidades dos clientes. Concentra-se na redução dos níveis de *stock* ao longo de toda a cadeia de abastecimento, como forma de obter retornos acima da média. Com a criação de um sistema em fluxo, onde o cliente é quem despoleta a ordem de produção, numa lógica *pull*, a empresa aspira conseguir atingir o cenário óptimo de *stock* nulo (Ohno, 1997).

O JIT visa administrar os sistemas produtivos de uma forma simples e eficiente, otimizando o uso dos recursos de capital, equipamento e mão-de-obra. Daqui resulta um sistema produtivo capaz de atender às exigências de qualidade e prazos de entrega dos clientes ao menor custo (Shingo, 1996).

Foi devido à implementação do JIT ao longo de toda a linha de produção, que todos os colaboradores começaram a encarar o processo seguinte como sendo um “cliente”, tendo desta forma de responder às suas necessidades (Liker, 2004).

As principais características do JIT são (Shingo, 1996):

- O *layout* do processo de produção deve ser celular, dividindo-se os componentes produzidos em famílias, com determinadas gamas de operações de produção. Desta forma montam-se pequenas linhas de produção (células) de modo a tornar o processo mais eficiente, reduzindo-se as movimentações e os tempos consumidos com a preparação das máquinas e equipamentos.
- A gestão da produção não deve aceitar erros, parando a linha de produção, se for necessário, até que os erros sejam eliminados.
- Deve existir uma produção baseada em grupos de trabalho, com trabalhadores multifuncionais capazes de efectuar várias tarefas.

- A responsabilidade pela qualidade é transferida para a produção e é dada ênfase ao controlo da qualidade na origem, adoptando os princípios da qualidade total (TQM).
- Redução dos tempos do processo produtivo através da redução e/ou eliminação dos tempos consumidos em actividades que não acrescentam valor ao produto, de forma a ganhar maior flexibilidade.
- No sistema JIT o fornecimento de materiais deve ser uma extensão dos princípios aplicados dentro da fábrica, tendo por objectivos o fornecimento de lotes de pequenas dimensões, frequentes e confiáveis, *lead times* curtos e altos níveis de qualidade.

Segundo Ohno (1997) o JIT envolve várias ferramentas, sendo as mais significativas descritas em seguida:

- **Kanban:** significa cartão ou sinal, sendo uma ferramenta de controlo de fluxo de materiais, baseada no princípio de que nenhum posto de trabalho produz sem que o seu cliente (posto seguinte) autorize.
- **Total Quality Management (TQM):** dá ênfase ao conceito de qualidade na fonte. O objectivo principal é eliminar a inspecção, através da criação de processos e sistemas à prova de erros e responsabilizando as pessoas para a melhoria contínua dos métodos de trabalho.
- **Controlo visual:** informação visual que apoia as pessoas no *gemba* (chão da fábrica), como alarmes luminosos ou a delimitação e identificação de áreas.
- **Sistema Pull:** A produção e distribuição são feitas com base nas necessidades reais dos clientes.
- **Total Productive Maintenance (TPM):** engloba todas as metodologias que melhoram a eficiência e fiabilidade dos equipamentos. Garante a autonomia e a responsabilização do operador nas tarefas de manutenção dos equipamentos.
- **Redução dos tempos de setup:** o tempo perdido na mudança de ferramenta não acrescenta valor ao produto, devendo portanto ser reduzido e/ou eliminado. A metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*) tem como principal objectivo a redução dos tempos de *setup*, sendo uma das principais metodologias utilizadas para este efeito.

Apesar de a ideia do JIT parecer simples, a sua implementação é extremamente complicada, uma vez que ao eliminar praticamente todos os *stocks* intermédios, quando um simples processo pára, toda a linha de produção é obrigada a parar. Por outro lado, o poder do conceito está aqui localizado, uma vez que desta forma todos os trabalhadores são obrigados a trabalhar com o objectivo de prevenir o erro (Womack *et al.*, 1990).

2.4.2. Jidoka

O outro pilar do TPS, indicado por Ohno (1997), é o *Jidoka*, frequentemente definido como “automação inteligente”. Uma máquina quando associada ao princípio *Jidoka*, consegue evitar a produção defeituosa, já que possui mecanismos que alertam para a existência de condições anormais de produção, despoletando, através da gestão visual, procedimentos que permitem a rápida resolução do problema, em primeira instância pelo operador (Ohno, 1997).

A origem do *Jidoka* remonta à altura da máquina de tear fabricada por Sakichi Toyoda (1867-1930). O problema do tear automático era o facto de a máquina continuar a funcionar mesmo quando rompia um fio e o efeito só era detectado quando o processo estivesse concluído, tendo produzido muito tecido defeituoso. Para evitar a produção do tecido com defeito havia a necessidade de ter um operador a vigiar o processo, que em caso de identificação de anomalia deveria parar a máquina (Ghinato, 2000).

Em 1924, Sakichi, inventou e colocou em prática uma máquina de tear com um dispositivo capaz de parar a máquina sempre que se (Ghinato, 2000):

- Detectasse o rompimento da linha;
- Detectasse o fim da linha;
- Detectasse a quantidade programada atingida.

Através da invenção de Sakichi o operador que antes estava incumbido da tarefa de vigiar o processo, parando a máquina sempre que identificasse uma anomalia para que não fosse produzido tecido com defeito, estava agora liberto (Ghinato, 2000).

Surgiu desta forma o conceito *Jidoka*, que consiste em facultar ao homem ou à máquina a autonomia de interromper a produção sempre que algo anormal seja detectado ou quando a quantidade planeada tenha sido atingida. A autonomação, tradução para português de *jidoka*, dota a máquina de inteligência semelhante à humana, sendo esta capaz de prever problemas e evitar que peças com defeito sejam produzidas (Ghinato, 2000). Através deste processo (Ghinato, 2000):

- Evita-se que peças com defeitos avancem no processo produtivo;
- Facilita-se a localização das causas dos defeitos;
- Elimina-se a fase de inspecção no final do processo;
- Torna-se possível a redução do número de operadores ao longo do processo produtivo.

A autonomação permite a exposição dos problemas que ocorrem no processo produtivo, permitindo encontrar a sua verdadeira causa e possibilitando desta forma evitar a ocorrência da mesma através da melhoria das máquinas (Ghinato, 2000).

Para que determinado equipamento possa operar de forma independente do trabalhador, este deve estar dotado de sistemas de detecção de falhas para que efectue o alerta para o trabalhador, rejeite o produto não conforme produzido, se desligue ou corrija automaticamente a falha verificada. Para tal procede-se à instalação de sistemas à prova de erros e detectores de erros denominados de *poka-yoke*, que permitam evitar a continuação dos defeitos no fluxo produtivo (Ghinato, 2000).

O *poka-yoke* é um mecanismo de detecção de erros que impede que uma operação seja realizada de forma irregular. Um exemplo de *poka-yoke* são as entradas de um computador, que possuem formas distintas para evitar que se cometa o erro de utilizar a entrada errada (Ghinato, 2000).

Num sistema produtivo, esta ferramenta pára o processo produtivo aquando da detecção de um erro e até que o mesmo acabe de ser corrigido (Ghinato, 2000). Existem dois métodos de uso do *poka-yoke* (Ghinato, 2000):

- Método de controlo: a máquina ou linha de produção pára para que se corrija o erro;
- Método de advertência: liga um alarme, ou faz ligar uma luz para avisar o operador. Utilizado quando se pretende que a produção não pare.

O *Andon* é outro elemento pertencente à lógica do *Jidoka*, e diz respeito a um sistema de sinalização que permite, através da gestão visual, transmitir informação sobre o estado da linha de produção na tentativa de diminuir o tempo de resposta a perturbações que tenham ocorrido, evitando desta forma que estas fiquem ocultas no seio da linha (Liker, 2004).

2.5. Ferramentas Lean Relacionadas com o âmbito do projecto

Nos subcapítulos seguintes serão apresentadas as ferramentas *Lean* relacionadas, directa ou indirectamente, com o desenvolvimento do presente projecto. Será apresentado o TPM como introdução ao indicador OEE e ainda a metodologia SMED, uma das ferramentas *Lean* utilizadas na melhoria do OEE.

2.5.1. Total Productive Maintenance (TPM)

No início da década de 70, Seiichi Nakajima, introduziu o conceito de *Total Productive Maintenance* (TPM) como sendo uma manutenção produtiva da responsabilidade de todos os trabalhadores, através da realização de um pequeno grupo de actividades. Inerentes a este conceito estão as ideias de reforço da eficácia dos equipamentos e providência de uma abordagem de grupo organizacional para a realização de actividades de manutenção do sistema (Wang, 2006).

O TPM constrói uma relação estreita entre a manutenção e a produtividade, mostrando como a manutenção dos equipamentos resultará em maior produtividade. É um processo de gestão da manutenção que capacita as organizações com uma filosofia contínua e progressiva, que leva todos os recursos humanos a trabalhar em conjunto para alcançar o objectivo mútuo da eficiência produtiva (Nakajima, 1988).

Segundo Suzuki (1994), a designação TPM deve-se ao envolvimento de toda a organização, para além dos departamentos directamente ligados aos equipamentos e à produção, na busca pela eficiência. As sinergias resultantes desta interacção levam a uma manutenção dos equipamentos que optimiza a sua eficiência, através da eliminação das avarias e da promoção da manutenção diária por parte do operador, explorando o facto de que é ele quem trabalha com a máquina e, por consequência, é quem melhor a conhece, criando nele um sentimento de posse sobre a mesma.

Segundo Nakajima (1988), o TPM tem três características importantes, relacionadas com os três significados da palavra “Total”:

Eficácia total – procura contínua pela eficácia económica ou rentabilidade, baseada na manutenção preditiva e preventiva;

Manutenção preventiva total – prevenção da manutenção ou manutenção preventiva, entende-se pelo estabelecimento de um plano de manutenção para toda a vida útil dos equipamentos, que inclui a prevenção da manutenção;

Participação total – manutenção autónoma realizada pelos operadores, ou pequenos grupos, em cada nível e em cada departamento, característica exclusiva do TPM.

Nakajima (1988) define como principais objectivos do TPM os seguintes:

- Maximizar a eficiência e eficácia dos equipamentos (OEE – *Overall Equipment Efficiency*);
- Desenvolver um sistema de manutenção preventiva para a vida útil dos equipamentos, através da criação de uma meta de acções preventivas e preditivas, com o intuito de atingir os seguintes objectivos: zero acidentes, zero defeitos e zero falhas;

- Envolver na implementação do TPM os departamentos que planeiam, projectam e executam a manutenção dos equipamentos;
- Envolver todos os colaboradores da empresa, desde os membros da direcção ao mais baixo nível hierárquico da mesma;
- Utilizar a gestão da motivação como forma de promover a TPM, realizando actividades autónomas em pequenos grupos.

O objectivo principal das unidades fabris, regra geral, consiste em maximizar o *output*, utilizando para isso, o mínimo *input* possível. Têm-se como *inputs* os colaboradores, os equipamentos e os materiais, e como *outputs* a maximização da produtividade, melhoria da qualidade, diminuição dos custos, entregas atempadas, melhoria da higiene e segurança industrial, moral mais elevada e melhor ambiente de trabalho (Nakajima, 1988).

Com o incremento da automatização das tarefas produtivas, com conseqüente redução de pessoal, as máquinas e equipamentos passam a ser os factores mais importantes a contribuir para o aumento do *output*, logo as condições dos equipamentos vão influenciar de forma considerável tanto a produtividade, como também a qualidade, custos, entrega, segurança, ambiente e moral (Nakajima, 1988).

Tendo o TPM como meta o aumento da eficiência e eficácia dos equipamentos e a maximização do seu *output*, torna-se bastante importante manter os equipamentos a funcionar nas melhores condições possíveis, para, desta forma, evitar falhas imprevistas, perdas de velocidade e defeitos de qualidade (Nakajima, 1988).

Para que seja possível a uma empresa evoluir, é necessário conseguir avaliar a real situação em que se encontra, para poder descobrir os pontos fracos e atacá-los, estabelecendo metas futuras (ambiciosas) a atingir. Para que tal aconteça, são necessárias medidas de desempenho que permitam essa mesma avaliação, não só da situação actual, como de alterações futuras, permitindo assim uma comparação entre os diferentes momentos (Nakajima, 1988).

No âmbito do TPM é utilizada a Eficácia Global dos Equipamentos (*Overall Equipment Efficiency - OEE*), como forma de avaliar a capacidade de produção dos mesmos. O OEE é um indicador que permite medir e melhorar a eficiência do processo produtivo, através da análise das reais condições dos equipamentos, indicando áreas onde devem ser desenvolvidas melhorias (Nakajima, 1988).

No subcapítulo seguinte será feita uma abordagem mais detalhada ao OEE, explicando no que consiste, como se obtém e de que forma se pode melhorar.

2.5.2. Overall Equipment Efficiency – OEE

Uma das metas do TPM é aumentar a eficiência dos equipamentos como um todo, ou seja, cada parte dos equipamentos deve ser trabalhada e mantida procurando atingir o seu potencial máximo (Nakajima, 1988).

O cálculo do OEE, originalmente definido e difundido por Nakajima, tem um papel fundamental na obtenção da máxima eficiência dos equipamentos, uma vez que se trata de um indicador que não só gera o resultado da eficiência, como também permite análises mais detalhadas das perdas através do desdobramento do seu cálculo. A sua utilização permite a análise das reais condições de utilização dos equipamentos, indicando áreas onde devem ser desenvolvidas melhorias e, permitindo também a quantificação das melhorias desenvolvidas ao nível dos equipamentos ao longo do tempo (Nakajima, 1988).

Segundo Silva (2009), um modo simples de apresentar o OEE é através da definição de “Máquina Perfeita”:

“Se durante um determinado período de tempo não existirem perdas de nenhum tipo, isto é, o equipamento esteve sempre apto a produzir quando necessário e produziu sempre produtos sem defeitos à primeira e à velocidade máxima definida, então diz-se que operou com 100% de eficácia global.” (Silva, 2009 – pág. 4/15)

O OEE é um indicador que tem em consideração o tempo útil que o equipamento tem para produzir, a eficiência da produção e a qualidade do produto obtido, permitindo uma medida do desempenho de forma “tridimensional” (Figura 24).

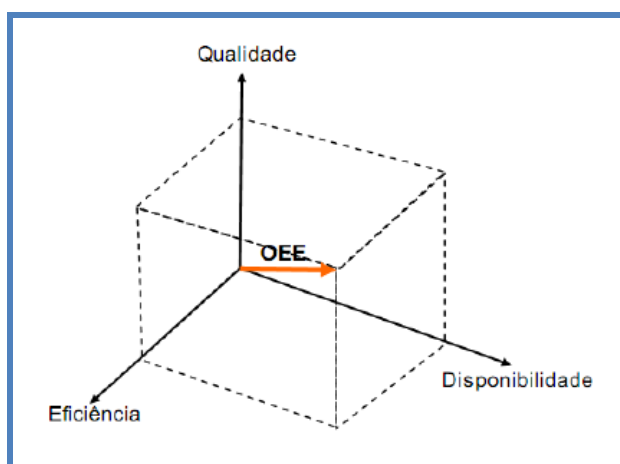


Figura 24 – Tridimensionalidade do OEE (Fonte: Silva, 2009).

Segundo Chand e Shirvani (2000) o OEE é a medida do valor acrescentado na produção através do equipamento, sendo função dos índices de disponibilidade, eficiência e qualidade. É calculado da seguinte forma:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Eficiência} \times \text{Qualidade} \times 100\%$$

A maximização da eficiência dos equipamentos é obtida através de actividades quantitativas, tais como o aumento da disponibilidade do equipamento para produzir e da eficiência demonstrada durante a produção, e de actividades qualitativas, através da redução do número de produtos obtidos com defeito. O ponto de partida para o alcance da eficiência global é a identificação das perdas dos equipamentos, pois esta permite-nos identificar a raiz dos problemas actuando sobre a mesma, com o intuito de restabelecer as condições de eficiência máxima de funcionamento (Nakajima, 1988).

Nakajima (1988) definiu seis grandes perdas existentes nos equipamentos, que têm influência directa sobre a sua produtividade:

1. **Falhas/avarias** – o equipamento fica indisponível por determinado período de tempo, até que se consiga repor a condição inicial de funcionamento.
2. **Setups e afinações** – tipicamente associadas a mudanças de produtos.
3. **Pequenas paragens** – definidas originalmente pela palavra japonesa *Chokotei*, dizem respeito a interrupções nos ciclos dos equipamentos provocadas por quebras intermitentes nas linhas de produção, resultando em paragens e arranques constantes. Estas paragens, ao contrário das falhas/avarias, não necessitam de mais de 5 minutos para que a sua verdadeira causa seja encontrada e eliminada.
4. **Redução de velocidade** – caracteriza-se pela diferença entre a velocidade real e a teórica (velocidade real inferior à teórica). Ocorre quando a velocidade de trabalho do equipamento é reduzida de forma a encobrir as reais causas do problema, sem que se pare o equipamento.
5. **Defeitos/retrabalho** – relativas à produção de produto não conforme, causadas pelo mau funcionamento dos equipamentos.
6. **Perdas no arranque** – relacionadas com as restrições técnicas de alguns equipamentos, que obrigam à ocorrência de determinado período de tempo até à estabilização das condições de produção na altura do arranque.

As seis grandes perdas dos equipamentos estão directamente associadas aos três índices do cálculo do OEE, como se pode verificar pela Tabela 4 e pela descrição feita em seguida (Nakajima, 1988).

Tabela 4 – Relação entre as seis grandes perdas e os factores do OEE.

Seis Grandes Perdas	Tipo de Perdas	Factores do OEE
Falha / Avaria	Perdas de Disponibilidade	Disponibilidade
Setup / Ajustagens		
Pequenas Paragens	Perdas de Velocidade	Eficiência
Redução de Velocidade		
Defeitos / Retrabalhos	Perdas de Qualidade	Qualidade
Perdas no Arranque		

O índice de disponibilidade tem em conta qualquer evento que possa ocorrer e que leve à paragem da produção planeada durante um período de tempo considerável. Estes eventos podem ser, por exemplo, falhas nos equipamentos, falta de material e os tempos de *setup*. Relativamente aos tempos de *setup*, estes são considerados no cálculo da disponibilidade da máquina, uma vez que durante esse tempo a máquina está parada quando podia efectivamente estar a trabalhar. Estes tempos, embora na maioria das vezes não possam ser eliminados, regra geral podem ser reduzidos (Nakajima, 1988).

No que diz respeito ao índice de eficiência este entra em ordem de conta com as perdas de velocidade dos equipamentos. Ou seja, tem em consideração qualquer factor que obrigue a que o equipamento funcione a menos da velocidade máxima possível durante o tempo de produção. Estas perdas de velocidade podem ter a ver, entre outras coisas, com o desgaste da máquina e a ineficiência do operador (Nakajima, 1988).

As perdas de qualidade estão relacionadas com a produção de produtos que não cumprem com os parâmetros da qualidade estabelecidos pela empresa ou, ainda, com os produtos que necessitam de retrabalho (Nakajima, 1988).

Ainda que a organização deva ter como ambição elevar todos os dias o OEE, muitos autores apresentam valores tidos como de classe mundial, ainda que não haja uniformidade entre eles (Dal *et al.*, 2000). Nakajima (1988) sugere que os valores ideais para os três componentes são:

- Disponibilidade – 90%;
- Eficiência – 95%;
- Qualidade – 99%;
- OEE – 85%.

Ljungberg (1998), num estudo por si realizado, concluiu que a maioria das empresas labora com um índice de eficiência a rondar os 70%, sendo que apenas uma atingiu o valor de 95% estabelecido por Nakajima (1988). Relativamente ao índice de qualidade, o valor médio apurado foi de 99%, o que corresponde ao valor objectivado por Nakajima (1988). No que concerne ao índice de disponibilidade, foi apurado um valor de 80%, significativamente abaixo dos 90% sugeridos por Nakajima (1988), inviabilizando, à partida, um valor de OEE de 85%.

Devido à variedade entre os diferentes ambientes industriais e às normas que podem estar estabelecidas, torna-se difícil estabelecer um objectivo unânime para o valor do OEE (Dal *et al.*, 2000).

2.5.2.1. Componentes do OEE

Os valores dos três factores que constituem o OEE, disponibilidade, eficiência e qualidade, permitem a identificação das fraquezas do sistema produtivo, indicando os pontos onde necessitarão de ocorrer melhorias. Daqui resulta a importância de se analisar não apenas o valor do OEE, mas também os valores individuais dos índices que o constituem (Tsarouhas, 2007).

No que concerne ao cálculo do OEE, esta regra geral não tem em conta as paragens planeadas, uma vez que estas não fazem parte do conceito das seis grandes perdas dos equipamentos, reflectidas nos três factores de cálculo do OEE (disponibilidade, eficiência e qualidade). No entanto, segundo Silva (2009), alguns autores optam por considerar alguns dos tempos de paragens planeadas, nomeadamente as intervenções de manutenção planeada, dentro das seis grandes perdas, considerando neste caso essas paragens no cálculo do OEE. A razão para esta opção é a de não perder o foco neste tipo de paragens, no sentido de reduzir a sua duração.

Como se pode verificar pela Figura 25, onde é apresentado de forma simplificada o cálculo do OEE, após retirar as paragens planeadas, manutenção e outras actividades, deveríamos ficar com um valor de OEE de 100%, o que representaria uma situação ideal. No entanto podem ocorrer perdas não planeadas (seis grandes perdas dos equipamentos), que vão influenciar o valor de OEE de forma negativa.

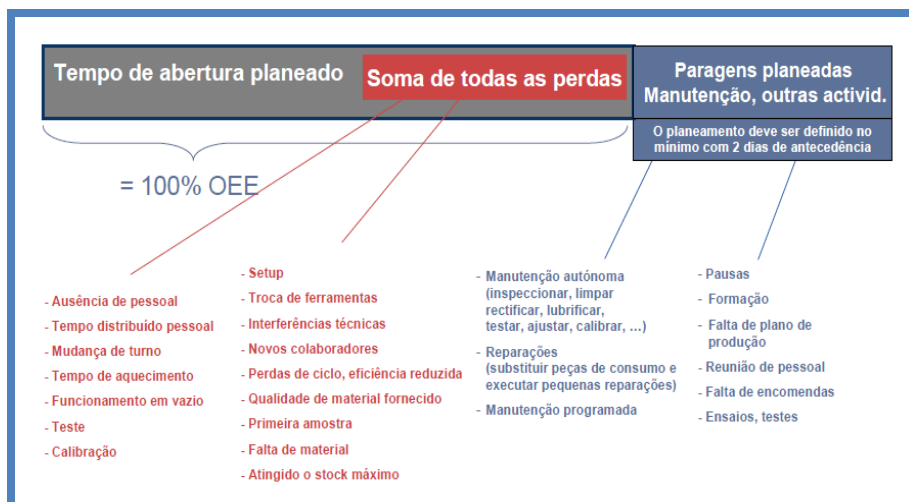


Figura 25 – Representação do cálculo do OEE (Fonte: Cruz, 2009).

Em seguida serão apresentados de forma mais detalhada os diferentes passos para o cálculo do OEE, assim como para o cálculo dos índices de disponibilidade, eficiência e qualidade.

Tempo de Abertura Planeado

O primeiro cálculo a realizar é a subtracção dos tempos de paragem planeados ao tempo total disponível para a produção, que diz respeito ao tempo em que a fábrica está aberta e disponível para o funcionamento dos equipamentos. Deste cálculo resulta o tempo de abertura planeado (Tabela 5).

Tabela 5 – Tempo de abertura planeado (Adaptado de: Bellgran e Safsten, 2009).

Tempo Total Disponível Para Produção		
Tempo de Abertura Planeado	Manutenção Planeada	Paragens Previstas

O OEE tem como ponto de partida para o cálculo dos seus componentes o tempo de abertura planeado. A partir deste tempo são consideradas as perdas de disponibilidade, eficiência e qualidade que vão sendo sucessivamente subtraídas até se obter como resultado o tempo que a máquina passa efectivamente a produzir (Bellgran e Safsten, 2009), como se pode verificar em seguida.

Tempo de Abertura Efectivo

Está relacionado com a quantidade de tempo que a máquina está a produzir, não tendo em conta as paragens não programadas da máquina. Resulta da subtracção das perdas de disponibilidade ao tempo de abertura planeado (Bellgran e Safsten, 2009).

Tempo de Produção

Diz respeito ao tempo em que a máquina se encontra a produzir, não tendo em conta nem as paragens não planeadas nem as perdas de velocidade. Resulta da subtracção das perdas de velocidade ao tempo de abertura efectivo (Bellgran e Safsten, 2009).

Tempo de Produção Efectivo

Entende-se como sendo o tempo que a máquina passa efectivamente a produzir, não tendo em consideração nenhuma das perdas (disponibilidade, velocidade e qualidade). Resulta da subtracção das perdas de qualidade ao tempo de produção (Bellgran e Safsten, 2009).

Na Tabela 6 podemos verificar o processo sistematizado do cálculo do OEE, sendo apresentadas em seguida as fórmulas de cálculo dos seus componentes.

Tabela 6 – Tempo de produção efectivo (Adaptado de: Bellgran e Safsten, 2009).

Tempo de Abertura Planeado		Manutenção Planeada	Paragens Previstas
Tempo de Abertura Efectivo		Perdas de Disponibilidade	
Tempo de Produção	Perdas de Velocidade		
Tempo de Produção Efectivo	Perdas de Qualidade		

Disponibilidade

A disponibilidade de uma máquina está relacionada com a quantidade de tempo que esta se encontra disponível para produzir, permitindo medir o total das perdas de tempo por inactividade. Este índice é calculado da seguinte forma (Adaptado de: Bellgran e Safsten, 2009):

$$\text{Disponibilidade} = \text{Tempo de Abertura Efectivo} / \text{Tempo de Abertura Planeado}$$

Eficiência

A eficiência com que a máquina transforma *input* em *output*, comparando o tempo de produção real com o teórico. Este índice é calculado da seguinte forma (Adaptado de: Bellgran e Safsten, 2009):

$$\text{Eficiência} = (\text{N}^\circ \text{ Total de Produtos Produzidos} / \text{Tempo de Abertura Efectivo}) / \text{Tempo de ciclo Ideal}$$

O tempo de ciclo ideal utilizado na fórmula de cálculo do índice “eficiência” diz respeito ao tempo de ciclo mínimo que é esperado atingir, para determinado processo produtivo, em circunstâncias óptimas de funcionamento.

Qualidade

O índice da qualidade tem em consideração a taxa de produtos rejeitados devido a defeitos de qualidade e calcula-se da seguinte forma (Adaptado de: Bellgran e Safsten, 2009):

$$\text{Qualidade} = \text{N}^\circ \text{ de Produtos Bons} / \text{N}^\circ \text{ Total de Produtos}$$

2.5.2.2. Estratégias Para a Melhoria do OEE

Através da análise do indicador OEE é possível a tomada de decisão sobre acções correctivas e de melhoria com base em factos e dados reais, dando prioridade às acções que resultarão em maiores e mais rápidos resultados. É possível ainda o acompanhamento dessas acções através da evolução positiva do OEE e dos seus factores. Uma vez que a melhoria do OEE se trata de um processo contínuo, ele é normalmente enquadrado nos programas de manutenção produtiva total (TPM) ou na implementação de conceitos *Lean* na gestão das unidades produtivas (Silva, 2009).

Interessa assim identificar e definir estratégias que possibilitem a eliminação ou mitigação das perdas associadas a cada um dos seus componentes (Tabela 7), adoptando para esse efeito estratégias de prevenção, numa óptica de médio/longo prazo, através da aplicação de algumas ferramentas associadas ao *Lean Manufacturing* e à Gestão da Qualidade (Silva, 2009).

Tabela 7 – Estratégias para a melhoria do indicador OEE (Fonte: Silva (2009)).

Factores do OEE	Seis Grandes Perdas	Estratégias de Eliminação / Redução	Estratégias de Prevenção	Ferramentas Aplicáveis
Disponibilidade	Falha / Avaria	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reparar rápida e eficazmente; ✓ Detectar e corrigir as causas das avarias; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Manutenção preventiva; ✓ Manutenção predictiva; ✓ Manutenção autónoma; ✓ Manutenção centrada na fiabilidade 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 5S ✓ FTA – Análise da árvore de falhas ✓ Diagrama Ishikawa
	Setups / Afições	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reduzir o tempo de mudança; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conceber ou alterar equipamentos incorporando técnicas SMED; ✓ Equipamentos monoproduto (sem necessidade de mudança); 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ SMED ✓ <i>Poka-Yoke</i> ✓ Gestão Visual ✓ Sistemas no local de utilização ✓ Lições de tema único ✓ Trabalho padronizado

Performance	Pequenas Paragens	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Eliminação das pequenas paragens; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Manutenção centrada na fiabilidade; ✓ Automação; ✓ Autonomia; ✓ Modificar equipamentos para alimentação contínua; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 5S ✓ FTA – Análise da árvore de falhas ✓ Análise P-M ✓ <i>Kaizen</i> ✓ Diagrama Ishikawa ✓ Formação e treino ✓ Lições de tema único ✓ Trabalho padronizado ✓ Diagrama de pareto
	Redução de Velocidade	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Balanceamento das linhas de produção; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Engenharia da fiabilidade; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 5S ✓ FTA – Análise da árvore de falhas ✓ <i>Kaizen</i>
Qualidade	Defeitos / Retrabalho	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Detectar e corrigir as causas dos problemas de qualidade; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Manutenção da qualidade; ✓ Acções preventivas; ✓ Autonomia; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cep - Controlo estatístico do processo e do produto ✓ Qualidade na origem ✓ Seis Sigma ✓ <i>Poka-Yoke</i> ✓ Trabalho padronizado ✓ <i>Kaizen</i>
	Perdas no Arranque	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Detectar e corrigir as causas das perdas; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estudar e implementar as condições ideais de arranque; ✓ Modificar equipamentos e ferramentas; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ SMED ✓ Formação e treino ✓ Lições de tema único ✓ Trabalho padronizado ✓ <i>Kaizen</i>

No subcapítulo seguinte procede-se à descrição da metodologia SMED, uma das ferramentas associadas ao *Lean Manufacturing*, que será utilizada para a melhoria do factor disponibilidade do indicador OEE no decorrer do presente projecto.

2.5.3. Single-Minute Exchange of Die - SMED

À mudança de produto, ferramenta ou ajuste realizados durante o processo produtivo dá-se o nome de *setup* (Lopes *et al.*, 2006). O tempo de *setup* diz respeito ao intervalo de tempo compreendido entre a produção da última peça boa de um produto e a produção da primeira peça boa de um outro produto (Min e Pheng, 2007).

A metodologia desenvolvida por Shigeo Shingo - SMED (*Single-Minute Exchange of Die*) é a principal referência para a redução dos tempos de *setup* dos equipamentos, (Lopes *et al.*, 2006).

O conceito nasceu nos finais da década de 50, inícios da década de 60, quando Shigeo Shingo, engenheiro na Toyota, pretendia calcular a quantidade ideal de produtos que cada lote deveria ter, de maneira a reduzir os custos (Shingo, 2000).

Até à data, a melhor forma de minimizar os custos da inactividade das máquinas devido aos *setups* era produzir grandes lotes, permitindo assim obter uma percentagem de tempo perdido em *setups*, o mais baixo possível (Shingo, 2000). A quantidade ideal de cada produção obtinha-se quando os custos de armazenamento igualavam os custos de paragem da linha ou célula produtiva para realização dos *setups* (Min e Pheng, 2007).

A quantidade óptima de produção (EOQ, Economic Order Quantity) engloba o tempo de produção de cada lote e o tempo de preparação da linha. Se os *setups* forem muito demorados, então os lotes produzidos têm de ser de maiores dimensões, de maneira a que cada peça seja produzida num menor tempo possível (Min e Pheng, 2007).

À medida que a quantidade de lote aumenta, o tempo de produção unitário desce, devido à dissolução do tempo perdido na realização do *setup* por um maior número de peças produzidas (Shingo, 2000). Na Tabela 8 pode verificar-se a relação entre a quantidade do lote e o tempo de produção unitário, assim como o rácio entre o tempo de operação do equipamento e o tempo de *setup* (Shingo, 2000).

Tabela 8 – Rácio entre o tempo de mudança de formato e o tempo de produção.

Tempo de Setup	Dimensão do lote	Tempo de produção unitário	Tempo de operação unitário	Rácio
8 Hrs	100	5,8 min	1 min	580%
8 Hrs	10.00	1,48 min	1 min	48%
8 Hrs	10.000	1,048 min	1 min	5%

As actividades de *setup* não acrescentam qualquer tipo de valor ao produto, sendo por este motivo consideradas como desperdício. Como tal interessa reduzir estas actividades. Quando nos deparamos com um cenário onde os tempos de *setup* são elevados, vamos ter, conseqüentemente, grandes lotes de produtos produzidos, o que

resulta em *stocks* elevados. Assim sendo, se conseguirmos reduzir estes tempos vamos também conseguir a redução dos custos com *stocks* e ganhar a possibilidade de produzir em menores quantidades (Lopes *et. al.*, 2006).

Actualmente a necessidade de baixos tempos de *setup* é muito superior ao que era antigamente, devido à necessidade imperiosa das empresas introduzirem maior variedade de produtos e em menores quantidades. Desta forma as empresas sentem necessidade de aderir à filosofia de produção do *Lean Manufacturing*, sendo que a redução dos tempos de *setup* é parte integrante de um dos pilares (JIT) deste sistema produtivo (Shingo, 2000).

Da redução dos tempos de *setup* resultam, regra geral, os seguintes tipos de benefícios (Shingo, 2000):

- Aumento da flexibilidade da empresa, devido à eliminação ou amenização dos gargalos⁴;
- Redução drástica dos tempos de paragem dos equipamentos;
- Redução de *stocks* devido ao facto da produção em pequenos lotes se tornar mais económica;
- Diminuição do *lead time* como consequência do aumento da flexibilidade e da produção em pequenos lotes;
- Aumento do grau de confiança nos processos produtivos;
- Redução da necessidade de mão-de-obra e também de mão-de-obra qualificada;
- Aumento da qualidade dos produtos.

Em seguida será feita uma pequena descrição de como surgiu esta metodologia e em que consiste de forma mais pormenorizada.

⁴ Gargalos são todos os pontos dentro de um sistema produtivo industrial que limitam a capacidade final de produção (Carvalho, 2004).

2.5.3.1. Origem do SMED

Um dos vários métodos utilizados com vista à redução dos tempos de setup é o SMED - Single-Minute Exchange of Die, conceito desenvolvido no grupo Toyota por Shigeo Shingo (Shingo, 2000). Segundo Shingo (2000), o desenvolvimento da metodologia SMED teve uma duração de 19 anos e o seu desenvolvimento esteve dividido em três etapas, descritas em seguida.

Etapa 1

Numa primeira etapa, que teve lugar na fábrica da Mazda localizada na cidade de Hiroshima em 1950, Shingo fez a distinção entre *setup* externo e *setup* interno. A empresa, que na altura fabricava veículos com três rodas, pretendia a eliminação dos gargalos causados pelas grandes prensas de estampagem (Shingo, 2000). Após analisar as actividades de troca de matrizes da prensa, Shingo identificou e classificou dois tipos de *setup* (Shingo, 2000):

- *Setup* interno - referente às actividades que só podem ser realizadas quando a máquina se encontra parada;
- *Setup* externo - referente às actividades que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento.

Com a distinção clara entre *setup* externo e interno, a fábrica teve um aumento de 50% de eficiência e o gargalo, da máquina estudada por Shingo, desapareceu (Shingo, 2000).

Etapa 2

Foi em 1957 na fábrica da Mazda, localizada em Hiroshima, que teve lugar a segunda etapa do desenvolvimento da metodologia SMED. Foi proposto por Shingo a duplicação de ferramentas, para que o *setup* fosse feito separadamente, conseguindo com esta medida um aumento de 40% na produção. Segundo Shingo, se ele tivesse tomado consciência da importância da conversão do *setup* interno em *setup* externo por esta altura, o conceito SMED teria sido aperfeiçoado uns anos mais cedo (Shingo, 2000).

Etapa 3

No que concerne à terceira e última etapa, que teve lugar na fábrica da Toyota no Japão em 1969, o pretendido era a redução do tempo de *setup* das prensas de 1000 toneladas, que inicialmente exigia 4h de trabalho. Uma prensa semelhante na Volkswagen alemã exigia apenas 2h de trabalho, metade do exigido na Toyota. Perante isto a gestão de topo tinha dado ordens para que fossem melhorados estes tempos de preparação (Shingo, 2000).

Numa primeira fase e após a clara separação do *setup* externo do interno e da melhoria de cada um deles em separado, Shingo conseguiu reduzir o tempo de *setup* para 90 minutos. Ainda assim a direcção da fábrica não ficou totalmente satisfeita e propôs a redução dos 90 minutos para apenas 3 minutos (Shingo, 2000).

Foram então aplicados mais esforços e após 3 meses de trabalho, através da conversão de *setup* interno para *setup* externo, conseguiram atingir o objectivo. Foi desta forma que Shingo criou uma abordagem científica para redução dos tempos de *setup*, que podia ser aplicada em qualquer fábrica e em qualquer máquina (Shingo, 2000).

O conceito foi baptizado com o nome SMED – *Single-Minute Exchange of Die* na esperança de que qualquer *setup* pudesse ser realizado em menos de 10 minutos. A metodologia SMED foi mais tarde implementada em todas as fábricas da Toyota, continuando a evoluir como um dos principais elementos do sistema produtivo da Toyota (*Toyota Production System - TPS*) (Shingo, 2000).

O método SMED tem sofrido constantes alterações e evoluções ao longo do tempo, tendo o conceito sido alargado e evoluído para o método OTED (*One Touch Exchange of Die*) que se caracteriza pela restrição máxima possível de intervenção humana. Mais recentemente a evolução deste método passa por efectuar a mudança de série em tempo nulo, sem qualquer intervenção humana. Este novo método é designado por NTED (*No Touch Exchange of Die*) (Courtois et al., 2006).

2.5.3.2. Descrição da Metodologia SMED

A metodologia SMED tem como objectivo a redução dos tempos de preparação das máquinas (*setups*), minimizando desta forma os períodos não produtivos. É uma metodologia que, quando aplicada, possibilita a produção de pequenos lotes de forma mais económica, permitindo assim que a empresa possa responder mais rapidamente às mudanças de mercado. Não implica a necessidade de investimentos significativos, pois está assente no treino das equipas e na racionalidade dos processos. Um dos benefícios do SMED é a redução dos *lead times* o que permite o aumento da competitividade da empresa, permitindo o estabelecimento da produção JIT (Shingo, 2000).

Segundo Shingo (2000) a metodologia SMED deve ser aplicada faseadamente, sendo composta pelas quatro fases apresentadas na Figura 26 e descritas em mais pormenor em seguida.

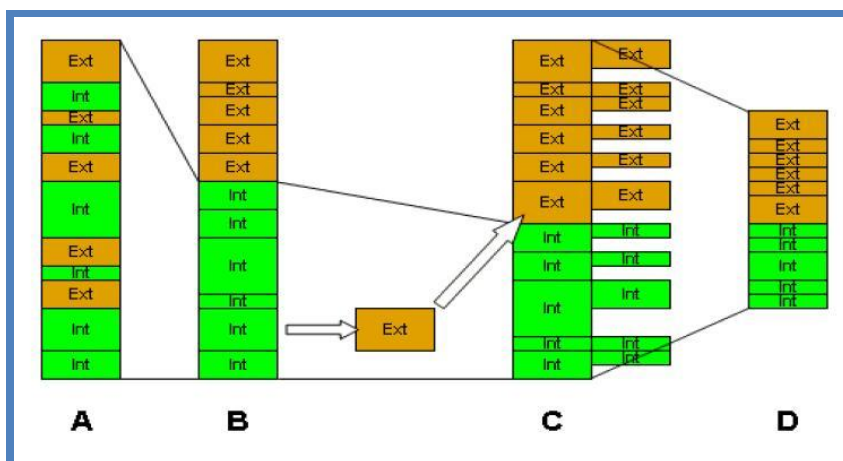


Figura 26 – As quatro fases da metodologia SMED (Fonte: Shingo, 2000).

Fase Inicial (ou Fase A na Figura 26): Não há distinção entre *setup* interno e externo

Nesta fase o *setup* ainda não é planeado, sendo portanto realizado de forma desorganizada e não planeada. Das várias actividades que integram o *setup* algumas implicam a paragem da máquina (*setup* interno) e outras podem ser realizadas com a máquina em funcionamento (*setup* externo).

Devem ser estudadas em pormenor todas as actividades realizadas durante os tempos de *setup*. Para a obtenção dos tempos das diferentes actividades. Shingo (2000) indica a possibilidade da utilização de cronómetro, do estudo do tipo amostragem de trabalho (*work sampling*⁵), de entrevistas aos operadores ou da análise da filmagem da operação.

Fase 1 (ou Fase B na Figura 26): Separação entre *setup* interno e externo

Nesta fase realiza-se uma das etapas mais importantes da metodologia SMED que diz respeito à clara separação entre *setup* interno e *setup* externo. Deve-se assegurar que as operações externas são realizadas com a máquina em funcionamento e que o máximo possível da operação de *setup* é realizado como *setup* externo.

Segundo Shingo (2000), com a concentração de esforços para a realização de o máximo de operações de *setup* como *setup* externo, o tempo necessário para a realização do *setup* interno pode ser reduzido de 30% a 50%.

⁵ Work Sampling – técnica estatística para determinar a proporção de tempo gasto pelos trabalhadores em várias categorias definidas de trabalho.

Fase 2 (ou Fase C na Figura 26): Converter operações internas em externas

Pretende-se converter o máximo de operações internas em operações externas e desenvolver acções que permitam reduzir o tempo das operações internas. A redução do tempo de *setup* interno conseguida na fase 1 não é suficiente para atingir a meta de tempo proposta pelo SMED (redução do tempo de *setup* a menos de 10 minutos).

É necessário nesta fase voltar a examinar as actividades realizadas a fim de verificar se alguma se encontra erroneamente alocada, bem como, fazer um esforço para encontrar meios de converter as actividades em *setup* externo.

Fase 3 (ou Fase D na Figura 26): Redução contínua dos tempos de *setup* interno e externo

Apesar de por vezes se conseguir chegar a tempos inferiores a 10 minutos ao fim da fase 2, na maioria dos casos isto não se verifica. É então necessário nesta fase a concentração de esforços na melhoria contínua de cada um dos *setups* (externo e interno), desenvolvendo para isso soluções para a realização das diferentes actividades de um modo mais rápido, fácil e seguro.

Em suma, os procedimentos que devem ser seguidos na implementação da metodologia SMED são (Shingo, 2000):

- Observar o procedimento utilizado inicialmente;
- Classificar as várias operações efectuadas em internas e externas;
- Converter operações internas em externas;
- Desenvolver soluções que permitam reduzir o tempo das operações internas;
- Desenvolver soluções que permitam reduzir o tempo das operações externas;
- Criar procedimentos rigorosos de modo a reduzir falhas na realização dos *setups*;
- Voltar ao início do processo, repetindo todo o procedimento, de forma a conseguir novas reduções nos tempos de realização dos *setups*.

Para que se consiga obter bons resultados com a implementação desta metodologia é necessário realizar uma análise contínua do processo, para que de cada vez que se aplique o método sejam implementadas novas soluções, permitindo obter ganhos produtivos (Shingo, 2000).

Com o intuito de facilitar e melhorar a implementação da metodologia SMED existe um conjunto de procedimentos e ferramentas que foram sendo definidos ao longo do tempo, os quais se encontram descritas no subcapítulo seguinte.

2.5.3.3. Estratégias para as diferentes fases do SMED

Na Figura 27 pode-se verificar quais as estratégias e técnicas a adoptar para cada uma das fases de implementação da metodologia SMED, segundo Lopes *et. al.* (2006), e em seguida encontra-se uma descrição pormenorizada destas.

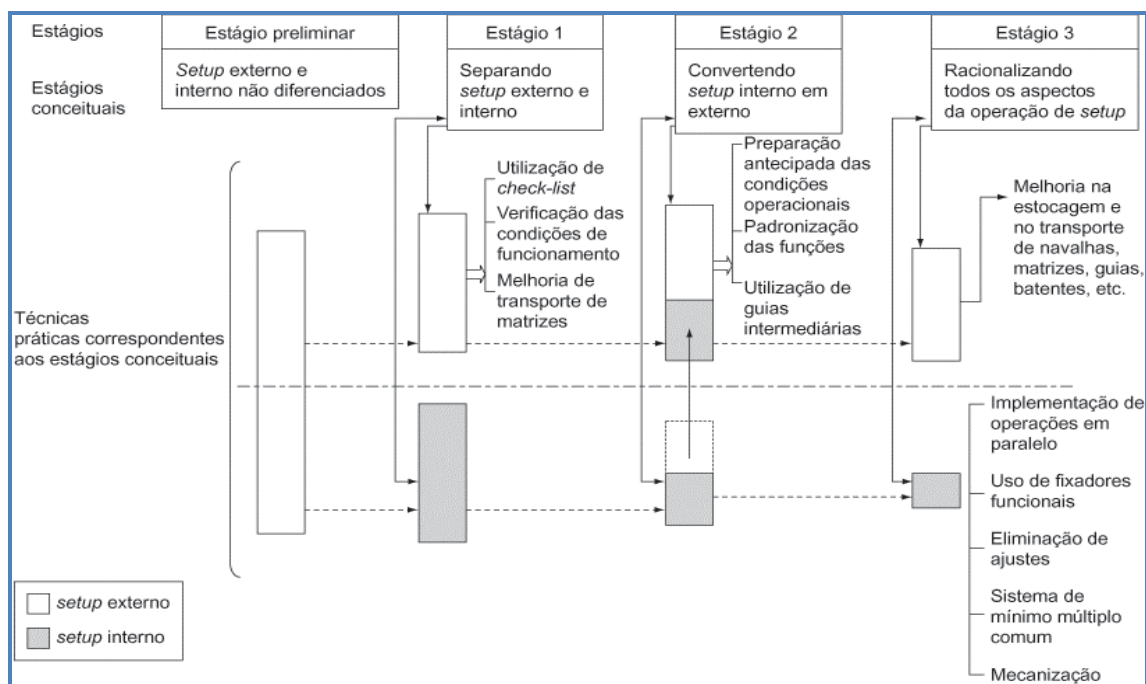


Figura 27 - Metodologia SMED e as estratégias a utilizar (Fonte: Shingo, 2000).

Fase 1: Separação entre *setup* interno e externo

Nesta fase são facilmente identificáveis actividades que podem ser realizadas antes de a máquina parar ou depois de a máquina iniciar a produção. Para ajudar a esta identificação deve ser criada uma *check list*, a qual deve conter a listagem de todos os elementos necessários para a realização do *setup*, entre eles os seguintes (Lopes *et. al.*, 2006):

- Ferramentas, especificações e operadores necessários;
- Parâmetros de operação dos equipamentos. Por exemplo, temperatura, pressão e velocidade de alimentação;
- Dimensões e cotas necessárias para instalação de ferramentas e moldes.

Além das *check list* podem-se adoptar outras técnicas para alcançar melhorias nesta fase de implementação, como por exemplo (Lopes *et. al.*, 2006):

- Garantir que as ferramentas necessárias ao *setup* se encontram onde deveriam estar e em perfeitas condições de funcionamento, bem como próximas do posto de trabalho;
- Utilização de um abastecedor, para que o operador não necessite de se deslocar do seu local de trabalho para ir buscar algum tipo de ferramenta necessária ao *setup*;

Fase 2: Converter operações internas em externas

A conversão de *setup* interno em externo pode ser alcançada do seguinte modo (Lopes *et. al.*, 2006):

- Através da preparação das condições de operação antecipadamente, para que o máximo de condições de funcionamento do molde/ferramenta estejam preparadas previamente.
- Através da uniformização das operações de *setup* por via de estudos de engenharia e da formação e treino dos operadores. Utilizando, por exemplo, o mesmo sistema de fixação para todos os moldes e ferramentas.
- Ou ainda, utilizando *jigs* e fixadores intermédios. Os *jigs* são elementos que permitem a adaptação dos moldes ou ferramentas às máquinas, sendo possível montar o molde num *jig* igual antes da paragem da máquina. Estes elementos permitem tornar o processo de substituição de um conjunto por outro muito mais rápido e simples.

Fase 3: Redução contínua dos tempos de *setup* interno e externo

Nesta etapa o pretendido é a optimização dos *setups*, interno e externo, e nesse sentido deve-se procurar desenvolver as seguintes actividades (Lopes *et. al.*, 2006):

- **Setup externo**
 - Optimizar armazenagem e transporte de peças e ferramentas;
 - Organizar o transporte de ferramentas e moldes para a máquina e no sentido inverso até ao ponto de armazenagem;
 - Organizar o *stock* das ferramentas e moldes para que seja fácil identificar o posicionamento das mesmas, bem como para uma mais fácil recolha e recolocação nas estantes ou locais de arrumação.

- **Setup interno**

- Executar o máximo de operações em paralelo, dando aos operadores instruções de trabalho para coordenar as tarefas de execução em paralelo;
- Utilização de fixações funcionais, de forma a facilitar o aperto das ferramentas e moldes;
- Eliminação de ajustes através da utilização, por exemplo, de escalas numeradas sobre as máquinas;
- Optar por mecanizar e/ou automatizar algumas das operações. Esta opção deve ser considerada apenas após a aplicação das técnicas anteriores e quando para estas não forem obtidos resultados satisfatórios, uma vez que representam alguns investimentos elevados.

Segundo Waller (2003) em geral os tempos de *setup* podem ser reduzidos através de:

- Localização do inventário necessário e ferramentas perto da área de trabalho;
- Padronização das funções de *setup* das máquinas;
- Melhoria dos processos de preparação de ferramentas;
- Eliminação de ajustes desnecessários das máquinas;
- Sincronização de postos de trabalho.

2.6. Ferramentas Básicas da Qualidade

Neste subcapítulo procede-se à apresentação e descrição das ferramentas básicas da qualidade utilizadas no decorrer do presente projecto com o objectivo de melhorar o factor disponibilidade, com conseqüente melhoria do valor do indicador OEE.

Para que se proceda à resolução de determinado problema é necessário, antes de mais, identificar claramente o problema que se pretende resolver e caracterizá-lo convenientemente (Ishikawa, 1982).

As ferramentas básicas da qualidade revelam ser de uma importância fundamental na análise estruturada de dados e factos disponíveis, sendo de aplicação generalizada a quase todos os níveis das organizações. São ferramentas de simples utilização, mas capazes de fornecer informação útil para o estudo, compreensão e controlo de processos, permitindo analisar a solução para um determinado problema (Ishikawa, 1982).

As ferramentas básicas da qualidade são (Feigenbaum, 1991):

1. Fluxograma – ferramenta de análise e representação gráfica do método ou procedimento envolvido no processo⁶;
2. Diagrama de Pareto – forma de descrição gráfica que procura identificar quais os itens que são responsáveis pela maior parcela dos problemas;
3. Diagrama de causa-efeito (ou Ishikawa) – forma gráfica que permite identificar a relação entre um efeito e as possíveis causas que podem estar a contribuir para que ele ocorra;
4. Histograma – forma de descrição gráfica de dados quantitativos, agrupados por classes de frequência;
5. Carta de controlo – método gráfico que permite avaliar o comportamento de um processo, em termos de variação;
6. Diagrama de dispersão – permite identificar se existe, ou não, uma tendência de variação conjunta (correlação) entre duas variáveis;
7. Folha de verificação – ferramenta de auxílio à recolha de informação e dados, num formato fácil e sistemático, para compilação e análise.

A fase em que cada uma das sete ferramentas básicas da qualidade, mencionadas acima, intervém está identificada na Figura 28.

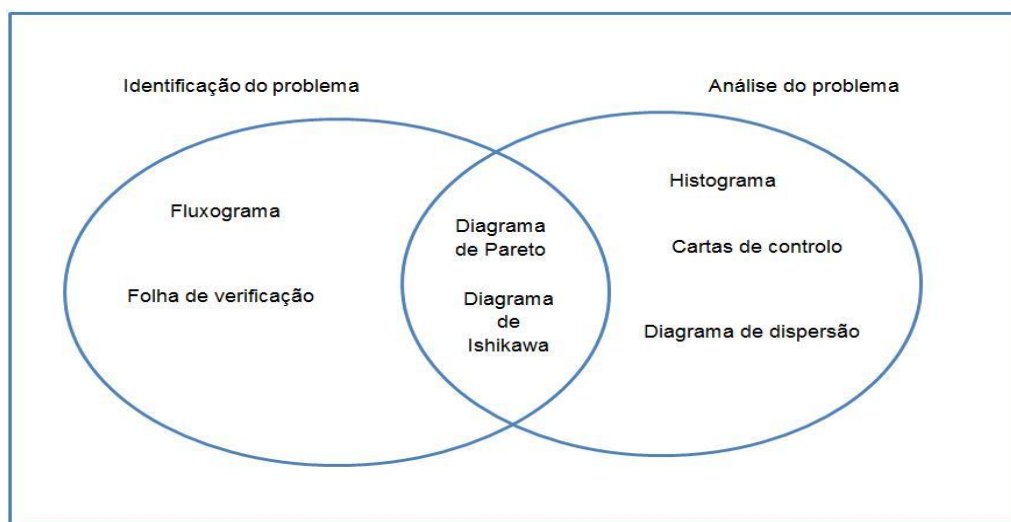


Figura 28 –Ferramentas básicas da qualidade (Adaptado de: Brassard e Ritter, 1994).

⁶ Processo – combinação de equipamentos, pessoas, métodos, ferramentas e matéria-prima, que gera um produto ou serviço (Brilman, 1998).

Nos subcapítulos seguintes serão descritas, em mais pormenor, as ferramentas básicas da qualidade utilizadas no âmbito do presente projecto: o fluxograma e o diagrama de Pareto.


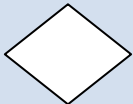

2.6.1. Fluxograma

O fluxograma, uma das primeiras ferramentas a utilizar quando se pretende estudar um processo, permite a representação de qualquer procedimento, processo de fabrico, funcionamento de sistemas ou equipamentos, etc., através da ilustração das suas várias etapas, ordenadas sequencialmente. É uma ferramenta de cariz essencialmente gráfico, que possibilita um melhor conhecimento dos processos, a identificação de causas para alguns problemas e de actividades que não acrescentam valor (Brilman, 2000).

Segundo Brilman (2000), a grande vantagem do uso desta ferramenta é o de permitir uma identificação clara de todos os passos de execução de determinado processo, tornando perceptível o método. Outra vantagem, de acordo com o mesmo autor, é que através da realização de um fluxograma se podem identificar variações no processo, quando este é executado por pessoas ou equipas diferentes.

O fluxograma é constituído por passos sequenciais de acção e decisão, cada um dos quais representados por simbologia própria, como se pode verificar pela Tabela 9 e Figura 29.

Tabela 9 – Simbologia do fluxograma (Fonte: Brassard e Ritter, 1994).

	Simboliza a execução de uma tarefa ou de um passo no processo.
	Representa um ponto de decisão do processo.
	Identifica pontos de início e conclusão de um processo.

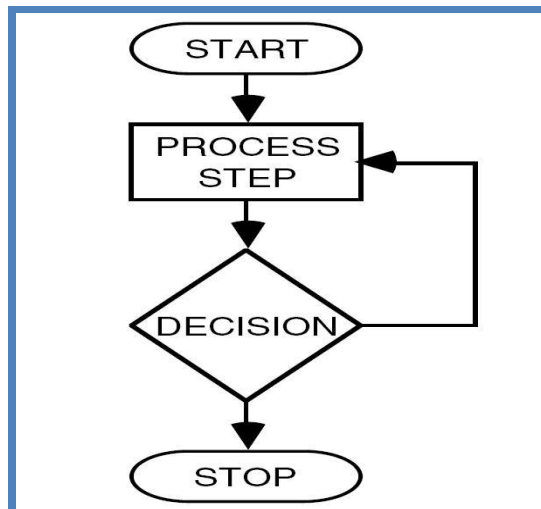


Figura 29 – Representação de um fluxograma (Fonte: Brassard e Ritter, 1994).

2.6.2. Diagrama de Pareto

Esta ferramenta designa-se por diagrama de Pareto, pois foi desenvolvida a partir de uma constatação do economista italiano Vilfredo Pareto, que identificou as seguintes características em problemas socioeconómicos (Santos, 2008):

- Poucas causas principais influíam fortemente no problema;
- E havia um grande número de causas comuns (pouco importantes) que pouca influência tinham no problema.

Nos processos industriais e na administração em geral comprovou-se que o comportamento dos problemas é semelhante. Importa, assim, identificar as principais causas dos problemas, tentando solucioná-las, de modo a obter o máximo ganho em termos de solução para o problema em estudo (Santos, 2008).

O diagrama de Pareto tem o aspecto de um diagrama de barras, onde cada causa é identificada em termos da sua contribuição para o problema e colocada em ordem decrescente de influência ou ocorrência, ilustrando também a curva de percentagens acumuladas (Santos, 2008), como se pode verificar na Figura 30.

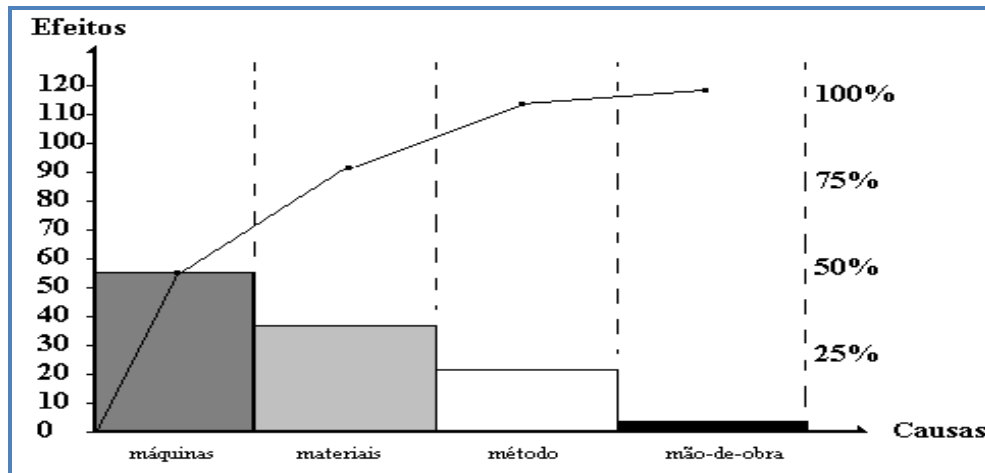


Figura 30 – Diagrama de Pareto (Fonte: Selner, 1999).

O diagrama de Pareto é uma forma de descrição gráfica que permite identificar quais as causas que são responsáveis pela maior parcela do problema. Uma das suas maiores utilidades é a de permitir uma fácil visualização e reconhecimento dessas causas, ou problemas relevantes, permitindo a centralização de esforços de melhoria sobre os mesmos (Ryan, 2000).

Uma vez apresentados os conceitos teóricos que servem de base para a realização do presente projecto, é apresentado, no capítulo seguinte, a implementação prática de alguns destes conceitos.

3. Capítulo III – Caso de Estudo

No presente capítulo é apresentado o projecto desenvolvido na Fábrica de Papel e Cartão da Zarrinha ao longo dos oito meses de estágio curricular. Numa primeira instância será apresentada a situação actual do indicador OEE da empresa, constatando-se o baixo valor do mesmo devido, maioritariamente, ao baixo valor de disponibilidade das máquinas.

Com vista a um melhor entendimento do porquê dos baixos valores de disponibilidade apresenta-se ainda o processo de selecção realizado para a escolha de uma máquina piloto, a fim de realizar uma análise mais pormenorizada da mesma. Ainda no presente capítulo é exposto o processo de implementação da metodologia SMED, na máquina piloto, com vista à melhoria do factor disponibilidade da máquina, com conseqüente melhoria do valor do OEE desta. Com o mesmo objectivo, apresenta-se ainda a análise das paragens não programadas devido a falhas e/ou avarias da máquina piloto. Para tal, utilizaram-se algumas das ferramentas básicas da qualidade (por exemplo: diagrama de Pareto) que permitiram perceber quais as causas mais significativas para as paragens não programadas da máquina, tentando desta forma actuar sobre as mesmas de maneira a reduzir a sua ocorrência.

Todos os dados apresentados neste capítulo, com excepção dos valores presentes nas tabelas 17 e 18, são baseados no *software* PC-Topp, um *software* para a programação da produção na indústria do cartão canelado. O PC-Topp permite a junção entre todas as partes da produção, fazendo com que as informações relativas à produção estejam disponíveis em toda a fábrica, através de terminais de recolha de dados em todas as máquinas. Tem como principais funções o planeamento da caneladora e o planeamento dos trabalhos nas máquinas da transformação.

Os terminais de recolha de dados que se encontram junto das diferentes máquinas transformadores detectam automaticamente os tempos de início de *setup*, início de produção e fim de produção. As quantidades produzidas pela máquina são gravadas automaticamente pelo terminal, recorrendo para isso a um contador que se encontra ligado à máquina. Para a determinação das quantidades de produtos bons produzidos, são introduzidos pelo operador da máquina o número de paletes a produzir, as quantidades por palete e a quantidade na última palete.

As paragens não programadas das máquinas devido a falhas e/ou avarias são também detectadas e registadas automaticamente pelo terminal, sendo que as causas para as paragens são seleccionadas pelo operador a partir de uma lista de possíveis causas claramente estruturada.

Paragens não programadas, *setups* e os tempos e contagens da produção, são gravados e arquivados no PC-Topp, formando a base para os relatórios de produção, produzidos pelo *software*, e disponíveis instantaneamente e para qualquer período de tempo.

Um dos relatórios de produção produzidos pelo Pc-Topp e passível de ser consultado, permite verificar o desempenho da área de transformação da fábrica, fornecendo dados relativos aos valores do indicador OEE e dos seus factores: disponibilidade, desempenho e qualidade. O factor apresentado no capítulo anterior como sendo a eficiência, neste capítulo vai ser designado por desempenho, uma vez que é esta a sua designação na empresa. No anexo B pode-se verificar a informação que o relatório de desempenho disponibiliza (*Overall Equipment Efficiency Report*). Os cálculos efectuados pelo *software* Pc-Topp para a obtenção dos valores do OEE e dos seus factores encontram-se descritos na Tabela 10.

Tabela 10 – Cálculo do OEE e dos seus factores.

Disponibilidade	=	<i>Run Hours</i> / Horas trabalho	X 100%
Desempenho	=	Velocidade real / Velocidade objectivo	
Qualidade	=	Nº placas boas produzidas / Nº total de placas produzidas	
OEE	=	Disponibilidade x Desempenho x Qualidade	

Os valores das parcelas utilizadas no cálculo do OEE e dos seus factores (Tabela 10) encontram-se no relatório “*Overall Equipment Efficiency Report*”, com excepção do valor da velocidade objectivo. Este valor corresponde à velocidade ideal estipulada para cada máquina e encontra-se memorizado no *software* Pc-Topp.

3.1. Análise do indicador OEE

Numa fase inicial do desenvolvimento do projecto procedeu-se à análise do indicador OEE presente na empresa, com o intuito de perceber se este indicava necessidade de melhoria e, em caso afirmativo, perceber de que forma se poderia proceder à melhoria do mesmo.

Com o intuito de realizar uma análise mais detalhada do indicador foram seleccionadas algumas das máquinas da transformação, com base na sua influência na produção total da fábrica. Neste sentido, foi construído um diagrama de Pareto com os valores de produção de cada máquina e a percentagem acumulada da produção de cada uma em

relação à produção total, para o ano de 2011, como se pode verificar pela Tabela 11 e Gráfico 1.

Tabela 11 – Contributo de cada máquina para a produção total de 2011 (%).

Máquina	Nº da Máquina	Frequência relativa	Frequência relativa acumulada
SM 618	13	29,65%	29,65%
FFG 924	14	17,91%	47,57%
SPO 160-A	42	12,35%	59,91%
FFG 1628	12	12,22%	72,14%
DRO 1628	43	8,70%	80,84%
DRO NTRS	44	8,35%	89,19%
Masterflex	6	5,11%	94,29%
Masterfold	71	4,33%	98,63%
Slotter 3,60	23	0,71%	99,33%
Semi-Aut.	33	0,23%	99,57%
Rapidex	32	0,16%	99,72%
Slotter 1,60	21	0,11%	99,84%
Vega	31	0,10%	99,94%
Slotter 2,60	22	0,06%	100,00%

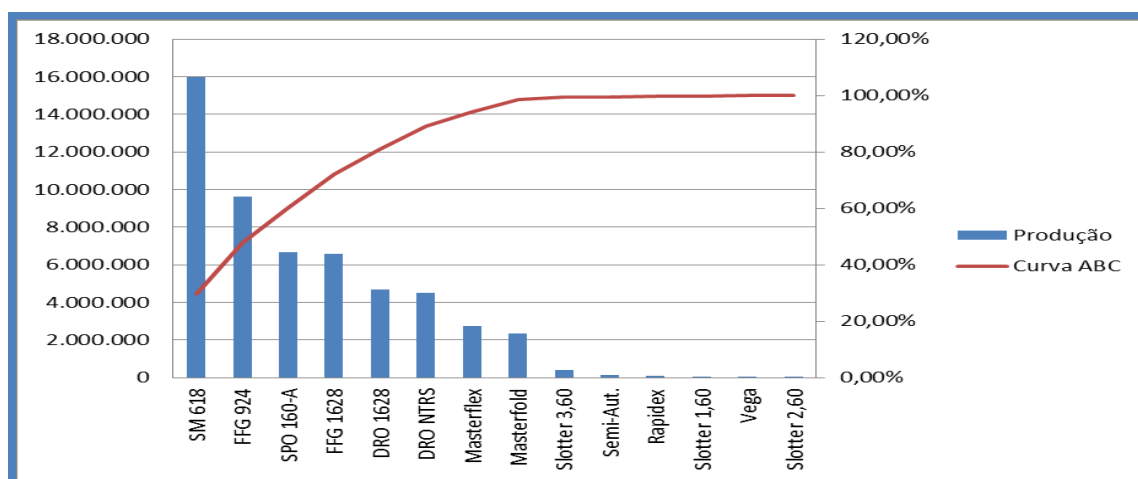


Gráfico 1 – Diagrama de Pareto da produção total para o ano de 2011.

A partir da análise dos valores presentes na Tabela 11 e no Gráfico 1 conclui-se que 89,19% da produção total do ano de 2011 foi produzida por 6 máquinas (43% das máquinas). Como tal a análise mais aprofundada do indicador OEE e dos seus factores vai ter por base as máquinas SM 618, FFG 924, SPO 160-A, FFG 1628, DRO 1628 e DRO NTRS. Na Tabela 12 apresentam-se os valores de disponibilidade, desempenho, qualidade e OEE das máquinas referidas anteriormente, para o ano de 2011, bem como os respectivos valores ideais estipulados por Nakajima (1989).

Tabela 12 – Valores de OEE, disponibilidade, desempenho e qualidade em 2011.

Máquinas	Nº da Máquina	Disponibilidade	Desempenho	Qualidade	OEE
FFG 1628	12	51,9 %	89,7 %	99,6 %	46,4 %
SM 618	13	61,3 %	83,9 %	99,8 %	51,3 %
FFG 924	14	49,5 %	77,3 %	99,8 %	38,2 %
SPO 160-A	42	57,0 %	88,8 %	99,9 %	50,6 %
DRO 1628	43	54,6 %	74,1 %	99,7 %	40,3 %
DRO NTRS	44	42,4 %	83,8 %	99,7 %	35,5 %
Nakajima (1989)		90,0 %	95,0 %	99,9 %	85,0 %

Como se verifica a partir da Tabela 12 os valores do indicador OEE e do factor disponibilidade, obtidos através do relatório “*Overall Equipment Efficiency Report*”, para o ano de 2011 encontram-se bastante abaixo dos valores sugeridos como ideais por Nakajima (1989). Pode-se verificar ainda que apenas duas das máquinas apresentadas na Tabela 12 têm um valor de OEE superior a 50%, sendo que as restantes se encontram abaixo desse valor. Desta forma é possível afirmar que o baixo valor de OEE indica necessidade de melhoria. É possível ainda constatar que o factor que mais influencia o baixo valor do OEE é a disponibilidade das máquinas. Como tal, foi sobre este factor que se concentraram esforços com vista à melhoria do mesmo e conseqüente melhoria do indicador OEE.

3.2. Escolha da máquina piloto

Após análise dos valores de OEE das várias máquinas transformadoras da empresa Zarrinha, verificou-se que estes valores estavam bastante baixos e que esse baixo valor era maioritariamente influenciado pelo factor disponibilidade. Esse factor é influenciado, como referido anteriormente neste trabalho (subcapítulo 2.5.3.), pelas paragens não programadas da máquina, ou seja, tempos de paragem por falhas e/ou avarias e tempos de *setup*. Como tal, decidiu-se estudar em pormenor estes tempos numa máquina em específico, tentando concluir quais os mais influentes no baixo valor de disponibilidade da mesma e sugerindo algumas melhorias na tentativa de aumentar o tempo produtivo desta, com conseqüente aumento do factor em análise.

Para a escolha da máquina piloto teve-se em atenção tanto o baixo valor para o factor disponibilidade da máquina, como também a influência desta na produção total da fábrica no ano de 2011. Desta forma, na tentativa de encontrar qual a máquina com o valor mais baixo de disponibilidade, procedeu-se à recolha desses valores, para cada uma das máquinas em análise até agora, relativos a cada mês do ano de 2011. Calculou-se em seguida a média do valor da disponibilidade para cada uma das máquinas, como se pode verificar na Tabela 13.

Tabela 13 - Valores de disponibilidade por máquina para o ano de 2011.

	Máquinas	FFG 1628	SM 618	FFG 924	SPO 160-A	DRO 1628	DRO NTRS
Disponibilidade	Janeiro	53,5 %	62,6 %	52,1 %	55,5 %	53,3 %	47,1 %
	Fevereiro	49,8 %	64,4 %	49,9 %	55,8 %	55,8 %	42,8 %
	Março	53,7 %	64,6 %	51,8 %	56,5 %	52,0 %	41,3 %
	Abril	53,0 %	57,6 %	47,2 %	55,2 %	55,1 %	38,6 %
	Maiο	50,3 %	67,4 %	51,6 %	55,9 %	55,2 %	34,4 %
	Junho	51,8 %	63,2 %	53,6 %	56,2 %	56,2 %	45,8 %
	Julho	52,1 %	62,4 %	51,5 %	60,1 %	58,6 %	54,0 %
	Agosto	56,2 %	61,5 %	51,5 %	61,4 %	53,2 %	48,4 %
	Setembro	50,0 %	58,5 %	50,0 %	59,4 %	56,5 %	36,4 %
	Outubro	52,4 %	57,6 %	48,1 %	56,6 %	51,7 %	40,5 %
	Novembro	50,1 %	57,5 %	44,8 %	57,9 %	52,8 %	42,2 %
	Dezembro	51,2 %	58,1 %	38,7 %	52,7 %	54,4 %	37,6 %
	Média	52%	61%	49%	57%	55%	42%

Analisando as médias de disponibilidade de cada máquina do ano de 2011 verificou-se que existiam duas com um valor médio abaixo dos 50%, FFG 924 e DRO NTRS. O que significa que nestes dois casos as horas de paragem são superiores às horas de produção, sendo estas máquinas as mais críticas. Das duas máquinas, a que apresentava maior peso na produção total era a FFG 924 (Tabela 11 e Gráfico 1), tendo sido esta a seleccionada como máquina piloto para dar início à realização do projecto.

3.2.1. Análise do OEE da máquina piloto

Tendo-se seleccionado como máquina piloto a FFG 924, procedeu-se à análise da mesma no que diz respeito ao indicador OEE e aos seus factores (disponibilidade, desempenho e qualidade). Com esta análise pretendiam-se encontrar os motivos principais para os baixos valores de disponibilidade, para que se conseguisse de alguma forma colmatar esses motivos.

No que concerne aos valores de OEE da máquina, como se pode verificar no Gráfico 2, estes encontram-se abaixo dos 40% em quase todos os meses do ano, excepto em Janeiro, Março e Outubro. No entanto mesmo nestes meses os valores encontram-se sempre abaixo dos 50%, sendo o valor mais elevado 43,4%, no mês de Outubro.

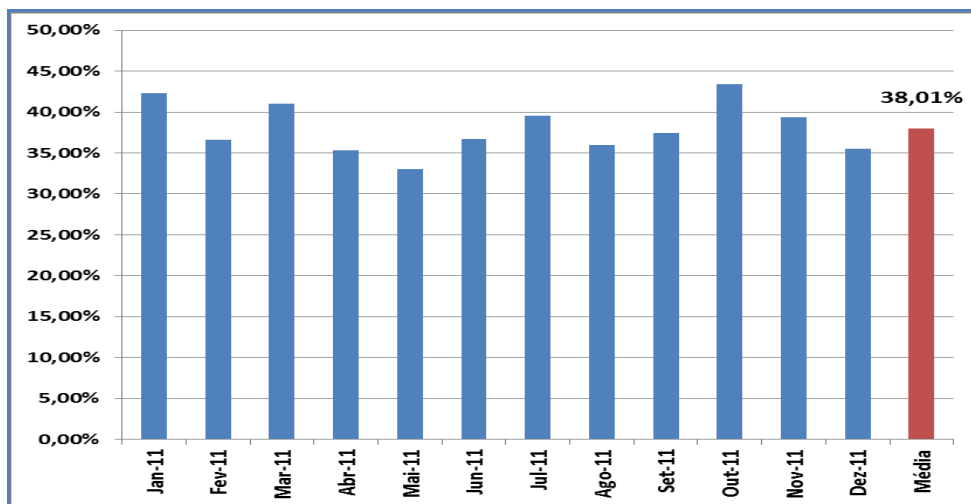


Gráfico 2 – Valores de OEE da máquina FFG 924 do ano de 2011.

Como já tinha sido constatado anteriormente, a razão principal para os baixos valores do indicador OEE estão relacionados com o factor disponibilidade das máquinas. Sendo que a FFG 924 não é excepção como se pode verificar no Gráfico 3, que mostra a evolução do OEE e dos factores durante o ano de 2011.

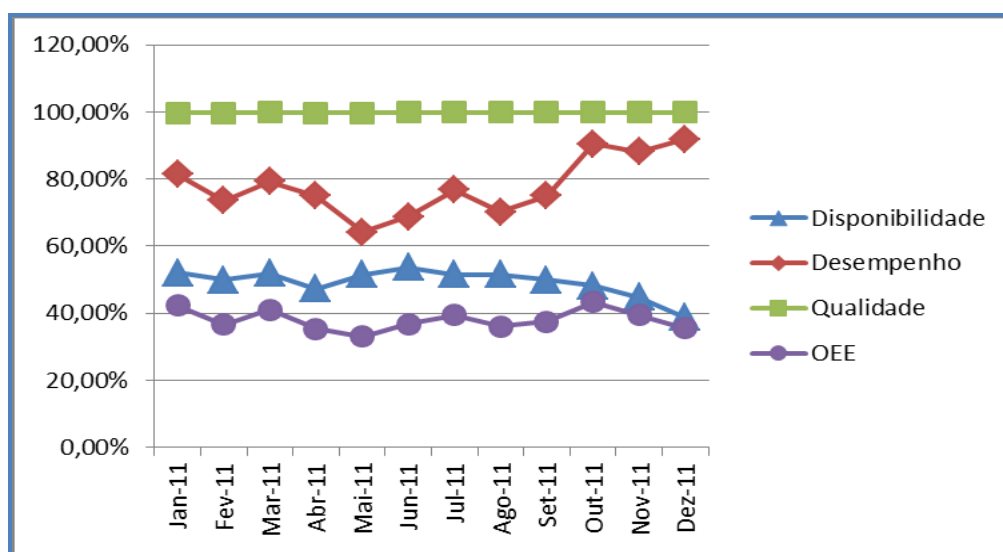


Gráfico 3 – OEE e os seus factores para o ano de 2011 (máquina FFG 924).

Analisando o Gráfico 3 pode-se verificar que o factor qualidade se encontra sempre muito próximo dos 100%, logo não é este o factor com maior influência no baixo valor do OEE.

No que diz respeito ao factor desempenho, este ronda sempre os 80%, sendo que nos últimos meses do ano se verificou uma ligeira tendência para o aumento do mesmo, pelo que este apesar de ter alguma influência sobre o baixo valor de OEE não será o mais influente.

Ainda relativamente ao desempenho, foi possível perceber que os meses em que este valor se encontra mais baixo coincidem com meses onde as encomendas produzidas pela máquina, que necessitam da utilização de cortante, são em maior número. Sabe-se à partida que a sua utilização obriga a máquina a trabalhar a uma velocidade inferior à normal, o que origina valores mais baixos de desempenho.

No que concerne aos valores de disponibilidade da máquina, como já foi referido anteriormente, este é o factor que apresenta os valores mais baixos ao longo do ano. Procedeu-se em seguida à análise das paragens não programadas da máquina piloto. Nesse sentido analisaram-se os dados apresentados na Tabela 14 e no Gráfico 4, que mostram a percentagem de tempo que a máquina usa para produzir e a percentagem de tempo em que está parada, devido a paragens não programadas, em relação ao total de tempo disponível para produção.

Tabela 14 – Horas de produção, de paragem e horas disponíveis para produzir (2011).

	Horas disponíveis para produzir	% Horas de produção	% Horas de paragem
Jan-11	309	52,15%	47,85%
Fev-11	306	49,86%	50,14%
Mar-11	329	51,80%	48,20%
Abr-11	279	47,20%	52,80%
Mai-11	318,3	51,62%	48,44%
Jun-11	281,3	53,65%	46,42%
Jul-11	343	51,52%	48,48%
Ago-11	199,3	51,57%	48,54%
Set-11	344,3	50,01%	50,04%
Out-11	288,3	48,10%	51,97%
Nov-11	335,3	44,86%	55,20%
Dez-11	215,3	38,77%	61,33%

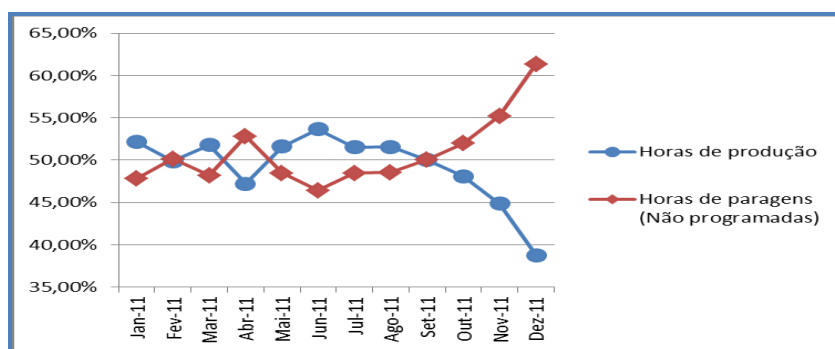


Gráfico 4 – Variação das horas de produção e das horas de paragem (2011).

Em relação aos tempos de paragens não programados da máquina, como se pode verificar pela Tabela 14 e pelo Gráfico 4, estes dizem respeito, em média, a metade do tempo disponível para produzir. Ou seja, se retirarmos às horas de abertura da máquina (8h x 2 turnos = 16h/dia) os tempos relativos a paragens programadas, ficamos com o tempo que a máquina tem para produzir. Desse tempo, apenas metade está a ser utilizado efectivamente para produzir.

Tendo-se percebido a elevada percentagem de tempo que a máquina passava parada devido a paragens não programadas, decidiu-se analisar as paragens individualmente para tentar perceber quais as principais razões para a sua ocorrência. Nesse sentido analisaram-se os dados contidos na Tabela 15 e no Gráfico 5 que apresentam, além da percentagem de tempo que a máquina passa efectivamente a produzir, a percentagem de tempos de paragem devido a *setups* e a falhas e/ou avarias, ao longo do ano, em relação às horas totais disponíveis para produção.

Tabela 15 – Percentagem de tempos de *setup* e paragens por falhas/avarias (2011).

	Horas disponíveis para produzir	% Produção	% <i>Setup</i>	% Falhas/Avarias
Jan-11	309	52,15%	27,34%	20,52%
Fev-11	306	49,86%	31,71%	18,43%
Mar-11	329	51,80%	28,32%	19,88%
Abr-11	279	47,20%	33,33%	19,47%
Mai-11	318,3	51,62%	32,57%	15,87%
Jun-11	281,3	53,65%	27,31%	19,11%
Jul-11	343	51,52%	32,57%	15,90%
Ago-11	199,3	51,57%	32,05%	16,49%
Set-11	344,3	50,01%	32,45%	17,59%
Out-11	288,3	48,10%	34,42%	17,55%
Nov-11	335,3	44,86%	31,91%	23,29%
Dez-11	215,3	38,77%	34,03%	27,30%
Total	3548,1	49,47%	31,42%	19,14%

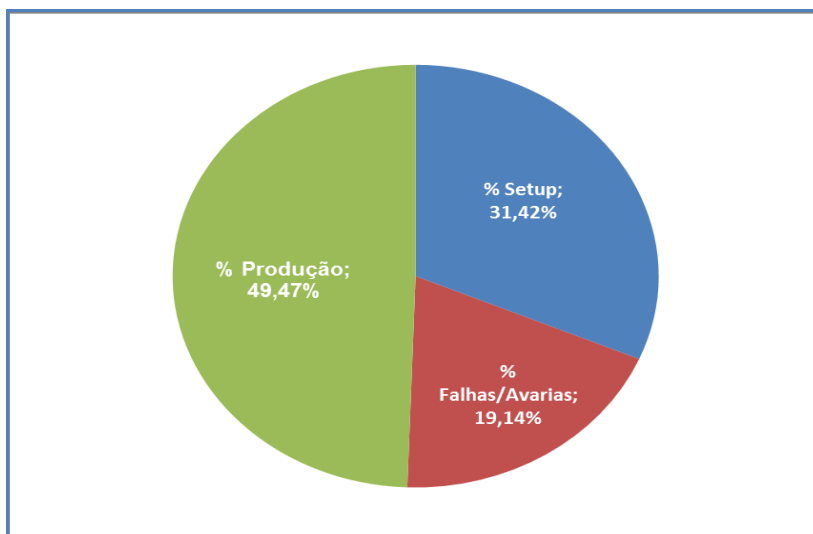


Gráfico 5 – Tempos de produção, *setup* e paragens por falhas/avarias (2011).

Após a análise da Tabela 15 e do Gráfico 5 pode concluir-se que o tempo de paragens não programadas da máquina diz respeito, na sua maioria, aos tempos de *setup*, sendo no entanto, a percentagem de tempos de paragens por falhas e/ou avarias também bastante considerável.

Foi com base nestes dados que se decidiu utilizar a metodologia SMED com vista à diminuição dos tempos de *setup* e as ferramentas da qualidade para analisar as falhas/avarias, tentando encontrar a raiz do problema e sugestões para a diminuição destes tempos. A descrição da aplicação da metodologia SMED, assim como a identificação das causas para as paragens por falhas/avarias será feita nos subcapítulos 3.3. e 3.4. respectivamente.

No subcapítulo seguinte será realizada uma descrição mais pormenorizada da máquina seleccionada como máquina piloto, para que se possa dar a conhecer as várias partes constituintes da máquina, por forma a facilitar a compreensão dos termos usados nos subcapítulos que descrevem as metodologias de melhoria desenvolvidas no decorrer do presente projecto.

3.2.2. Caracterização da máquina piloto

A máquina seleccionada como máquina piloto para dar início à realização do projecto, na qual se desenvolveu a implementação da metodologia SMED e se realizou a análise das paragens devido a falhas e/ou avarias, foi a FFG 924 (máquina 14). Esta máquina permite a impressão de um número máximo de seis cores numa única passagem, bem como executar cortes e vincos e proceder ao fecho da caixa utilizando cola. Uma vez formada a caixa, a máquina procede ao agrupamento das caixas produzidas em atados, com posterior colocação de cinta e colocação em palete segundo uma disposição definida pelo operador da máquina.

No que diz respeito aos cortes das caixas, a máquina em questão permite a utilização de cortantes curvos, através da passagem por cilindros que suportam os cortantes, ou permite ainda proceder aos cortes através da passagem por lâminas rotativas (Slotter cortante), que permitem efectuar cortes simples nas caixas.

Em relação ao processo de impressão das caixas, este funciona por flexografia, um método de impressão relevográfico rotativo, que utiliza clichês de borracha e tintas líquidas de secagem rápida. O sistema de impressão é constituído por um cilindro de pressão, um cilindro porta clichê, um cilindro anilox e uma calandra (Figura 31).

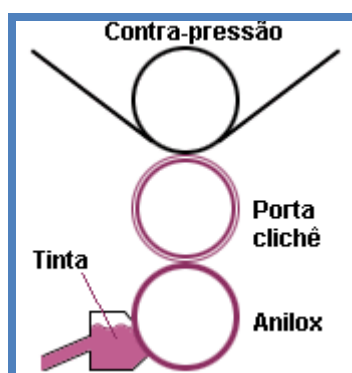


Figura 31 – Sistema de impressão (Fonte: Matos, 2010).

O cilindro de pressão serve, como o próprio nome indica, para criar pressão entre a superfície a ser impressa (exemplo: caixa de cartão) e o clichê, para que ocorra a impressão. O cilindro porta clichê serve de suporte ao clichê e o cilindro anilox funciona como o doseador da quantidade de tinta a ser depositada no clichê. A calandra, por seu lado, é a responsável por fornecer tinta ao cilindro anilox.

O cilindro anilox dispõe de células (ou alvéolos) onde é depositada a tinta fornecida pela calandra (Figura 32), para posterior transferência para o clichê (Figura 33), permitindo a impressão.

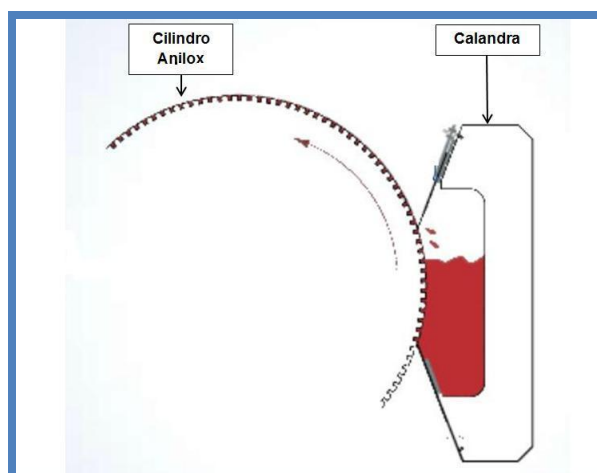


Figura 32 – Transferir a tinta para o cilindro anilox (Fonte: Matos, 2010).

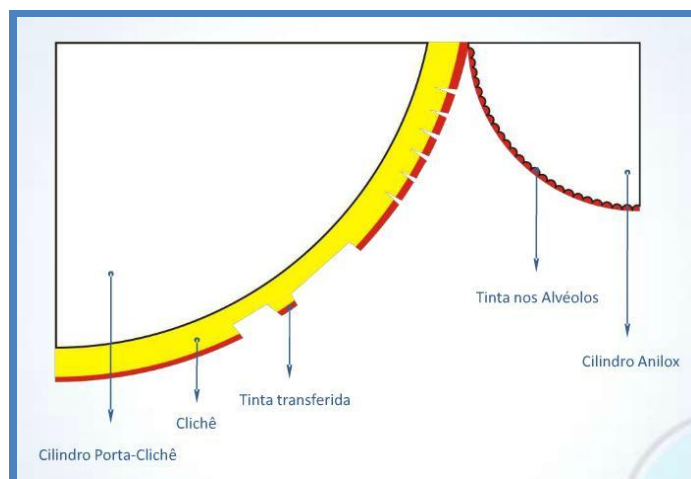


Figura 33 – Transferência de tinta para o clichê (Fonte: Matos, 2010).

Em seguida serão apresentadas algumas imagens caracterizadoras das diferentes partes constituintes da máquina em estudo (Figuras 34 a 41).



Figura 34 – Entrada das paletes de cartão canelado (início máquina).



Figura 35 – Rampa entregadora de pranchas de cartão.



Figura 36 – Entregador de pranchas de cartão.



Figura 37 – Slotters impressores e cortantes.



Figura 38 – Zona de fecho de caixas.



Figura 39 – Receptor de caixas de cartão.



Figura 40 – Colocador de cinta e paletizador.



Figura 41 – Zona de entrada de paletes (fim da máquina).

A FFG 924 é operada por dois operadores, o chefe de máquina (operador 1) e o ajudante (operador 2). Durante a produção nesta máquina o operador 1 é responsável pelo controlo da qualidade das caixas, podendo actuar sobre a mesma sempre que achar necessário a correcção de algum parâmetro. Relativamente ao operador 2, este é responsável pela alimentação da máquina com as placas necessárias à produção.

Uma vez apresentada a máquina seleccionada, nos subcapítulos seguintes serão apresentados o desenvolvimento da metodologia SMED e a análise das paragens por falhas/avarias com o auxílio das ferramentas básicas da qualidade.

3.3. Implementação da metodologia SMED

Para a implementação da metodologia SMED na Zarrinha foram seguidas as quatro fases descritas por *Shigeo Shingo*, abordadas no Capítulo 2, subcapítulo 2.5.4. Essas fases encontram-se especificadas na Tabela 16.

Tabela 16 – Fases de implementação da metodologia SMED.

Fase inicial	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Diagnóstico inicial	Separar <i>setup</i> interno e externo	Converter <i>setup</i> interno em externo	Optimização das actividades de <i>setup</i>

Os subcapítulos seguintes dizem respeito às diferentes fases de implementação da metodologia SMED. Como tal, primeiramente foi realizado um diagnóstico ao procedimento de *setup* actual da máquina em análise, procedendo-se à recolha de informação, tal como: as actividades necessárias à realização do *setup*, a sua sequência de realização, a duração das diferentes actividades e as ferramentas necessárias para a realização destas.

Numa segunda fase, e uma vez definido e compreendido o procedimento actual, procedeu-se à separação das actividades em *setup* externo e interno, ou seja, identificaram-se as actividades que podiam ser executadas com a máquina a produzir e aquelas que tinham obrigatoriamente de ser realizadas com a máquina parada. Posto isto, o passo seguinte consistiu na procura de formas de realização do *setup* de maneira mais fácil, rápida e segura, com vista à diminuição dos tempos de realização das diferentes actividades que constituem o *setup*. Estas diferentes fases são apresentadas em seguida de forma mais detalhada.

3.3.1. Diagnóstico Inicial - Análise do método de *setup* em vigor

Numa fase inicial tentou-se realizar um diagnóstico do procedimento em vigor para realização do *setup* na máquina em estudo, recolhendo-se, para isso, o máximo de informação possível relativa aos *setups*, tais como:

- as actividades necessárias;
- a sequência das actividades efectuadas;
- os tempos das diferentes actividades realizadas;
- as ferramentas e equipamentos necessários à realização do *setup*.

Antes de iniciar as observações ao método utilizado constatou-se a existência de um plano definido em papel para a realização do *setup*. Esse plano encontrava-se em local próximo da máquina, estando no entanto guardado numa capa em conjunto com outros documentos. O facto de o plano definido estar guardado e não afixado em local onde pudesse ser facilmente visualizado pelos operadores, levou a pensar que este não estaria a ser seguido à risca. Nesse plano encontravam-se as actividades enumeradas em seguida, descritas pela seguinte ordem:

1. Assinalar o início da preparação no Pc-Topp.
2. Imprimir etiquetas de identificação para as caixas a produzir. Se for a primeira vez que a referência é produzida, preencher campos de definição da paletização (quantidade por atado, nº de atados por nível e nº de níveis).
3. Se não houver cartão nos rolos de alimentação da máquina, pedir ao empilhador para efectuar o abastecimento.
4. Verificar cartão nos rolos encaminhadores.
5. Verificar identificação dos clichés e/ou cortantes e tintas. Se estiver aplicado no croqui um autocolante circular laranja, ir buscar tinta à cozinha de tintas.
6. Abastecer máquina com tintas.
7. Retirar etiquetas de identificação das paletes de alimentação. Se a encomenda se encontrar em curso de transformação e tiver que ser posteriormente transformado noutra máquina, dever-se-ão colocar etiquetas de produção em curso (vêm junto com croqui e Nota de Fabrico) nas paletes de produção transformada.
8. Alimentar máquina com cartão a transformar.
9. Consultar o *software* da máquina (MPC) para verificar se a referência a produzir tem dados armazenados:
 - a. Se sim - accionar execução;
 - b. Se não - introduzir dados e accionar execução depois.
10. No PC paletizador procurar referência que introduziu no MPC e seleccionar a mesma.
11. Acertar as variáveis do paletizador:
 - a. Medidas das Caixas;
 - b. Quantidade de caixas por molho;
 - c. Quantidade de molhos por paletes;
 - d. Registo de paletes;
 - e. Formatar o percurso de acordo com a paletização pretendida.
12. Verificar a existência de paletes na alimentação do paletizador, bem como a existência de placas para travar e para a base da palete.
13. Colocar cliché de impressão e/ou colocar cortante.
14. Colocar o bico da cola e acertar a dosagem da cola.
15. Produzir uma caixa de cada vez durante o acerto (acerto de cores, fecho, vincos e impressão).
16. Quando se obtiver a primeira caixa conforme registar no “Auto-Controlo” e dar início à encomenda.
17. Arrancar com a máquina na velocidade mínima.

Constatou-se analisando este plano que não existia referência a qual o operador que deveria realizar determinada tarefa, assim como também não existia qualquer distinção entre as tarefas que deveriam ser realizadas com a máquina parada e as que deveriam ser realizadas com a máquina em funcionamento.

Através das observações realizadas, junto da máquina, ao método utilizado para preparação desta pelos operadores, foi possível constatar que não existia um método específico que fosse realizado por ambos os turnos. Cada turno fazia a preparação da maneira que achava ser a melhor. Na preparação da máquina não havia distinção entre *setup* interno e externo e, embora algumas vezes fossem realizadas algumas das actividades em *setup* externo, regra geral eram realizadas com a máquina parada.

Relativamente aos materiais e ferramentas necessários à realização do *setup*, estes por vezes não se encontravam junto da máquina na altura devida, sendo necessário aguardar pela chegada de determinado material, ou então havia a necessidade do operador da máquina se deslocar desta para os ir buscar. Os materiais necessários à realização do *setup* são os seguintes:

- Clichê;
- Cortante;
- Tintas;
- Placas de cartão para transformar;
- Paletes;
- Placas de cartão para a base das paletes;
- Fita adesiva normal e dupla face;
- Carimbos soltos;
- Fita métrica;
- Chaves de aparafusar e martelo.

Dos materiais identificados anteriormente como essenciais para a execução do *setup*, os que se verificou serem mais críticos, no que diz respeito a encontrarem-se junto da máquina na altura da preparação da mesma, foram as tintas. No que diz respeito às tintas, estas encontravam-se armazenadas na cozinha de tintas (Figura 42), local esse que fica bastante longe da máquina, e o responsável por ir buscá-las era o operador da máquina, o que obrigava a que este se ausentasse da mesma durante o tempo de *setup*. Os carimbos encontravam-se numa mesa junto da máquina, assim como as chaves de aparafusar, o martelo e as fitas adesivas simples e dupla face.



Figura 42 – Cozinha de tintas.

Existe um operador responsável pela entrega atempada dos clichês junto da máquina, pelo que, salvo raras exceções, estes encontravam-se junto da máquina na altura da preparação. Os cortantes estão armazenados a poucos metros da máquina (Figura 43) e é da responsabilidade do operador desta ir buscar o cortante e voltar a arrumá-lo.



Figura 43 – Armazenamento dos cortantes da máquina.

As placas de cartão para transformar e as paletes são entregues na máquina pelos condutores dos empilhadores. Estes tomam conhecimento do tipo de palete que devem fornecer à máquina e do tipo de cartão para alimentar a mesma através de informação do operador da máquina ou deslocando-se até ao PC com *software* PC-Topp (Figura 44) que se encontra junto desta.



Figura 44 – PC junto da máquina com informação do PC-Topp.

O ecrã que se vê na Figura 44 é utilizado pelos operadores para assinalar o início/fim da produção de determinada encomenda, para assinalar as causas/motivos das paragens não programadas, para ver a sequência de encomendas a produzir e para ter acesso a informações sobre as encomendas a produzir.

As observações efectuadas permitiram também a identificação das actividades realizadas pelos dois operadores, bem como a ordem e os tempos de realização das mesmas. Essas actividades variam em função do tipo de caixa a produzir na encomenda seguinte. Existiam actividades que eram realizadas em todos os setups (Tabela 17), no entanto, existiam outras cuja realização ou não era decidida pelo tipo de caixa a produzir na encomenda seguinte (Tabela 18).

No que concerne aos tempos médios de duração e respectivos desvios padrão das diferentes actividades, foram obtidos através de um número de amostras mínimo, calculado tendo em conta um nível de confiança de 95% e uma precisão de 10%. Foi escolhido este nível de confiança por ser o mais usual no tratamento de amostras e no que concerne à precisão, esta foi seleccionada tendo em conta o compromisso entre o número razoável de amostras que seria necessário registar e o tempo necessário para efectuar esse registo.

Para a determinação do número mínimo de amostras a registrar, para atingir os objectivos de precisão e confiança, utilizou-se a seguinte fórmula de cálculo (Stevenson, 2002):

$$n = \left(\frac{z \times s}{a \times \bar{x}} \right)^2$$

n = Tamanho da amostra necessário.
z = Número de desvios padrão normais necessários para a confiança desejada.
s = Desvio padrão da amostra.
a = percentagem da precisão desejada.
x = Média da amostra.

As amostras registadas para a obtenção dos valores apresentados para as tarefas executadas em todos os *setups* (Tabela 17 e 18) encontram-se nos anexos D e E, respectivamente.

Na Tabela 17 são descritas as actividades que são efectuadas em todos os *setups*, bem como o operador da máquina que as realiza. As actividades da tabela em que na coluna do “Operador” se encontra “1 ou 2” significa que por vezes são realizadas por um deles e outras vezes são realizadas pelo outro. Como tal pode-se constatar que existem actividades que não têm uma atribuição fixa de determinado operador para as realizar.

Ainda em relação à Tabela 17, a actividade “prepara carimbo(s)”, é uma actividade executada em todos os *setups*, pois mesmo quando as caixas não levam impressão (não é necessário utilizar cliché), é sempre impresso na caixa pelo menos um carimbo, que corresponde ao símbolo e/ou referência da empresa Zarrinha e/ou da empresa cliente.

No caso do símbolo da Zarrinha basta a colocação deste numa fita adesiva com cola dos dois lados (fita adesiva dupla face) para posterior colocação no cilindro do *slotter* impressor. Relativamente às referências, estas são formadas pela colocação dos números individuais segundo uma ordem específica, de maneira a formar o número de referência pretendido, sobre a fita adesiva dupla face.

Os carimbos podem ser colocados directamente no cilindro do *slotter* impressor, em caso da não utilização do cliché, caso contrário são aplicados no cliché e posteriormente é colocado o conjunto no *slotter* impressor. No caso da colocação directa dos carimbos no cilindro, estes têm de ser colocados segundo distâncias específicas entre eles para que aquando da impressão na caixa estes sejam impressos nos locais pretendidos.

Tabela 17 – Tarefas executadas em todos os *setups*.

Actividades de <i>Setup</i>	Operador	Duração Média (min)	Desvio Padrão	Descrição da Actividade
Vai buscar clichê/carimbo à mesa	2	0,67	0,22	O operador 2 desloca-se até uma mesa para ir buscar o carimbo ou o cliché a utilizar. Esta mesa encontra-se a alguns metros de distância do local onde o clichê/carimbo vai ser colocado.
Prepara carimbo(s)	1	1,30	0,31	O operador 1 prepara os carimbos necessários para a nova encomenda. Estes carimbos dizem respeito, regra geral, ao símbolo da Zarrinha, referência da Zarrinha e a referência do cliente. Quando necessário são colocados os carimbos soltos no cliché.
Eleva rampa do entregador	2	0,5	0,08	Para poder abrir a máquina, o operador 2, tem de elevar a rampa do entregador.
Pára máquina	2	-	-	O operador 2 pára a máquina para iniciar a preparação da mesma para a encomenda seguinte. Esta actividade tem uma duração mínima que não justificava a sua medição.
Abre a máquina	2	-	-	Diz respeito à abertura dos <i>slotters</i> , impressores e cortantes, para proceder à remoção dos materiais da encomenda anterior e colocação dos materiais necessários à encomenda seguinte. Esta actividade tem uma duração mínima que não justificava a sua medição.
Termina paletização da encomenda anterior	1	2,19	0,67	Encaminha os últimos molhos das caixas da encomenda anterior para a palete, termina encomenda anterior no Pc-Topp e preenche papéis relativos à produção.
Fecha Máquina	1 ou 2	-	-	Procede ao fecho dos <i>slotters</i> , por vácuo, para poder iniciar nova encomenda. Esta actividade tem uma duração mínima que não justificava a sua medição.
Baixa rampa entregador	1 ou 2	0,5	0,08	Baixa rampa do entregador para alimentação do mesmo.

Ajusta entregador	1 ou 2	1,18	0,39	Alimenta a máquina com placas necessárias à produção e ajusta o entregador ao tamanho das placas de cartão para a nova encomenda.
Inicia máquina	1 ou 2	-	-	Inicia o funcionamento da máquina. Esta actividade tem uma duração mínima que não justificava a sua medição.
Introduz na máquina parâmetros de Cortes/Fecho/Vincos/Impressão	1	0,99	0,46	Consulta o <i>software</i> da máquina para verificar se a referência a produzir tem dados armazenados, em caso afirmativo aplica definições, caso contrário introduz parâmetros da caixa a produzir.
Ajusta Receptor	1	0,39	0,09	Ajusta receptor para as medidas da caixa a produzir.
Ajusta Paletizador	1	0,70	0,34	Procura no computador do paletizador a referência introduzida no software da máquina seleccionando-a e, em seguida, acerta as variáveis relativas ao paletizador, tais como, quantidade de caixas por molho, quantidade de molhos por paletes, registo de paletes e formatação do percurso de acordo com a paletização pretendida.
Acerto de Cortes/Fecho/Vincos/Impressão	1	4,16	1,84	Operador produz uma caixa de cada vez, verificando características de corte, fecho, vincos e impressão da caixa e corrigindo as mesmas se necessário.
Ajusta cintadeira	1	0,43	0,08	Ajusta cintadeira para as medidas da caixa a produzir.
Preenche papel	1	1,23	0,37	Preenchimento de “Mapa de Produção de Transformação” e “Auto-controlo”, dois documentos que acompanham a produção.
Imprime etiquetas	1	1,49	0,68	Cada palete segue com uma etiqueta que identifica o cliente da encomenda, bem como as etapas, seguinte e anterior, a seguir pela encomenda, as quantidades de caixas por paletes e, contém ainda, informação relativa à forma de paletização da mesma.

Na Tabela 18 estão descritas as actividades que serão efectuadas ou não dependendo do tipo de caixa a produzir na nova encomenda. Existem actividades que estão a ser executadas indeterminadamente quer por um quer por outro operador, tal como acontecia em algumas actividades da Tabela 17. Além disso, neste conjunto de actividades existem algumas que obrigam à ausência do operador 2 durante parte do *setup*, tais como, ir buscar tintas e ir buscar cortante. Ainda em relação à Tabela 18, inclui-se nesta as actividades “prepara paletes” e “prepara placas para base das paletes”, pois são actividades que podem ou não ser executadas, dependendo se já existe ou não na máquina as placas e as paletes pretendidas.

Tabela 18 - Tarefas executadas ou não, dependendo do tipo de caixa a fabricar.

Actividades de Setup	Operador	Duração Média (min)	Desvio Padrão	Descrição da Actividade
Vai buscar tinta(s)	2	6,44	1,34	Em caso de a nova encomenda necessitar de tintas, o operador dois tem de as ir buscar à cozinha de tintas.
Vai buscar cortante	2	0,95	0,22	Quando a encomenda a produzir necessita de cortante, o operador tem de ir buscar o cortante à estante de cortantes.
Remove tinta(s)	2	2,09	0,23	Quando na encomenda anterior foram utilizadas tintas é necessário que o operador 2 proceda à sua remoção, sendo esta precedida por um tempo dedicado à recuperação da tinta e à lavagem dos rolos sempre que necessário.
Coloca Tinta(s)	2	2,04	0,69	Sempre que seja necessário tintas para a produção da nova encomenda, estas são colocadas pelo operador 2 e, antes das mesmas estarem prontas a utilizar, é necessário que a tinta complete o circuito.
Remove/Coloca Clichê(s)	1	0,89/1,35	0,45/0,47	O(s) clichê(s) necessários para a nova encomenda são colocados na máquina e são removidos os clichês da encomenda anterior.
Remove/Coloca carimbo(s)	1	0,50/2,08	0,18/0,78	O(s) carimbo(s) necessários para a nova encomenda são colocados na máquina e são removidos os da encomenda anterior.
Remove/Coloca Slot (cortante)	2	1,55	0,04	O <i>slotter</i> no qual se coloca o cortante pode estar introduzido na máquina ou fora da mesma, o operador 2 procede à sua colocação ou remoção conforme necessário.
Remove/Coloca Cortante	1 ou 2	0,64/1,09	0,22/0,39	Se a encomenda anterior utilizou cortante este é removido e procedesse à colocação de novo cortante para encomenda seguinte, sempre que necessário.

Remove/Coloca Slotter	2	1,55	0,04	O <i>slotter</i> pode estar introduzido na máquina ou fora da mesma, sendo que o operador 2 procede à sua remoção ou colocação conforme necessário.
Ajusta Slotter	1	3,95	0,95	Por vezes é necessário proceder ao ajuste das lâminas do <i>slotter</i> . Quando as dimensões dos cortes das caixas variam é necessário acrescentar ou remover lâminas.
Prepara Paletes	1	1,60	0,15	Verifica se a máquina paletizadora tem as paletes necessárias para a nova encomenda a produzir, bem como, a existência de placas para travar e para a base das paletes.
Prepara placas para base das paletes	1	-	-	Verifica se existem placas de cartão para travar as paletes. Esta actividade tem uma duração mínima que não justificava a sua medição.
Lava clichê(s) e zona de baldes tintas	2	1,10	0,12	Depois de retirados os clichês da máquina, estes são lavados pelo operador 2, junto da máquina. Depois da utilização de tintas nos <i>slotter</i> s impressores, o operador 2 lava a zona de colocação dos baldes de tinta e a sua envolvente.

No que diz respeito à forma de planejar o serviço nas máquinas, este era feito tendo em atenção, sempre que possível, a junção de encomendas com cortante e sem cortante respectivamente, bem como a junção de encomendas com cores semelhantes, juntando encomendas com cores claras e com cores escuras, respectivamente. Esta forma de planeamento é uma mais-valia para a redução dos tempos de *setup*, pois desta forma permite juntar *setups* parecidos de forma a facilitar a realização dos mesmos. No entanto, nem sempre era possível este método de organização de encomendas na máquina, o que se devia ao curto prazo de entrega que algumas encomendas apresentavam, obrigando a tornar estas prioritárias sobre as outras independentemente do tipo de caixa.

Os diferentes tipos de caixas produzidos eram muito variados, o que resultava em tempos de *setup* diferentes consoante o tipo de caixa, bem como em diferentes conjuntos de actividades a realizar. Pode-se verificar, no entanto, que o tipo de encomendas produzidas com mais frequência e em maiores quantidades dizia respeito a caixas que não necessitavam da utilização de cortante e que necessitavam apenas de uma cor, como se pode verificar nos Gráfico 6 e Gráfico 7 (os dados utilizados para a construção destes gráficos podem ser consultados no Anexo F).

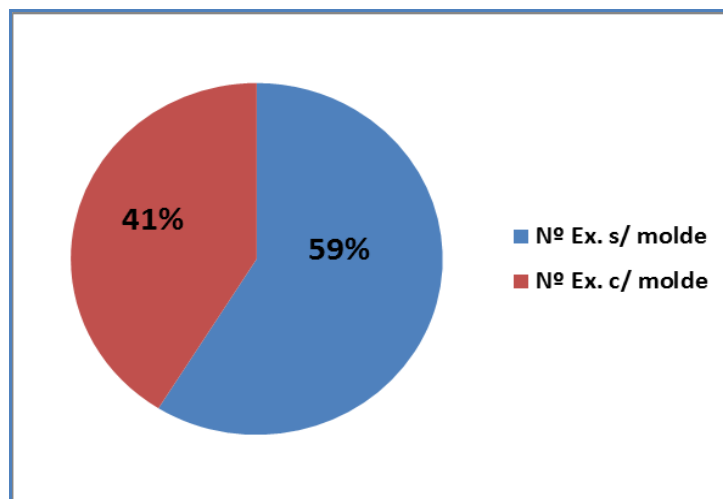


Gráfico 6 – Número de execuções da máquina com cortante e sem cortante (2011).

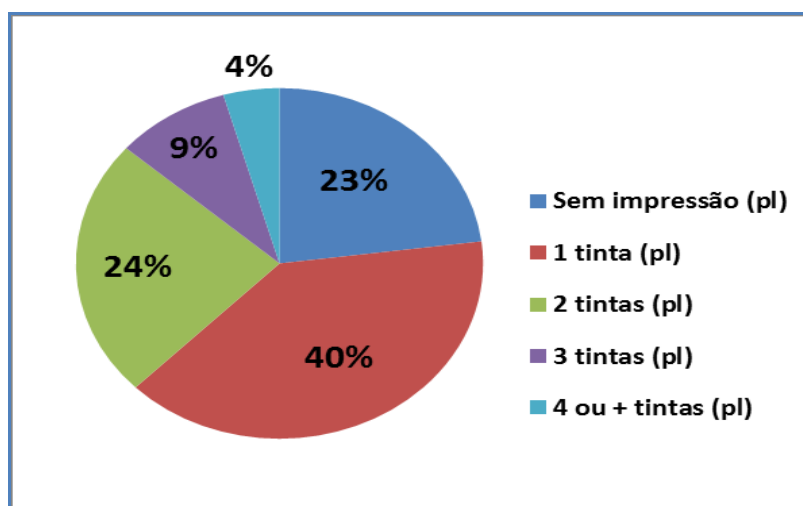


Gráfico 7 – Número de placas produzidas sem cor e com cor (2011).

Pela análise do Gráfico 6 pode-se afirmar que mais de metade das encomendas produzidas na máquina, no ano de 2011, não necessitou de utilização de cortante. No entanto soube-se que o número de encomendas com cortante tem vindo a aumentar, o que pode vir a alterar esta situação no futuro. No que concerne ao Gráfico 7, pode-se verificar que a maior fatia representa encomendas com a necessidade de apenas uma tinta (uma cor), sendo as segundas maiores, duas tintas e sem impressão, respectivamente. Verifica-se ainda que a utilização de três ou mais tintas nesta máquina é pouco frequente, quando comparada com as situações citadas anteriormente.

Para o tipo de encomendas mais frequentes nesta máquina foram observados e registados os tempos de realização dos respectivos *setups*, como se pode verificar na Tabela 19. Os tempos presentes na tabela dizem respeito à média e desvio padrão dos tempos observados, sendo que para a obtenção desta média foram utilizadas o número de amostras mínimo calculado tendo em conta um nível de confiança de 95% e uma precisão de 10%. As amostras registadas para a obtenção dos valores apresentados na Tabela 19 encontram-se em anexo (Anexo G).

Tabela 19 – Duração média e desvios padrão dos diferentes tipos de *setups*.

Número de cores	Utilização ou não do cortante	Duração Média (min)	Desvio Padrão
Sem impressão	Com cortante	27,21	10,30
	Sem cortante	19,19	7,05
1 cor	Com cortante	27,34	8,86
	Sem cortante	21,03	6,08
2 cores	Com cortante	32,81	12,77
	Sem cortante	26,57	10,48

A título de exemplo e com base nas informações recolhidas sobre as características mais recorrentes das caixas produzidas, foi possível redigir um plano actual de actividades para a realização do *setup*, quando as encomendas a produzir não necessitam de cortante e apenas utilizam uma tinta (supondo que a cor utilizada é sempre a mesma). Na Tabela 20 pode verificar-se a sequência de actividades realizadas na execução do tipo de *setup* referido anteriormente, bem como o operador que as efectua.

Tabela 20 – Plano de trabalhos actual numa operação de *setup*.

		Operador		
		1	2	
Actividades do <i>setup</i>			Eleva rampa do entregador	
	Pára máquina			
		Termina paletização da encomenda anterior		Abre a máquina
		Preenche papel		Remove Clichê/Carimbo
		Prepara carimbo		Vai buscar clichê/carimbo à mesa
		Introduz na máquina parâmetros de Cortes/Fecho/Vincos/ Impressão		Coloca Clichê/Carimbo
		Imprime etiquetas		Fecha Máquina
		Baixa rampa do entregador		
		Ajusta entregador		
		Inicia máquina		
		Ajusta paletizador		Lava clichê/carimbo
		Prepara Paletes		Lava zona de baldes de tintas
		Prepara placas para base das paletes		
		Acerto de Cortes/Fecho/Vincos/ Impressão		
		Ajusta Receptor		
		Ajusta cintadeira		
	Inicia produção da nova encomenda			

Pela Tabela 20 pode verificar-se que antes da paragem da máquina apenas a actividade de levantar a rampa do entregador é efectuada. Todas as restantes só são realizadas após a paragem da máquina. Ou seja, praticamente todo o *setup* está a ser realizado em actividades internas, o que indica que a separação entre *setup* interno e externo pode resultar em melhorias significativas. Como se verifica pela Tabela 19 este tipo de *setup* (1 cor e sem cortante) tem uma duração média de 21,03 minutos.

Em suma, os *setups* realizados são muito variados, dependendo do número de tarefas a executar e do tipo de caixa a produzir. Não existe um método de trabalho específico do conhecimento dos operadores que defina o que cada operador deve fazer nas operações de *setup*. Além disso, o abastecimento do material necessário, tais como tintas e cortante, obriga à ausência do operador 2 durante o *setup*. Como tal, pode verificar-se que existem alguns pontos que podem e devem ser melhorados de forma a conseguir atingir um método mais rápido e prático para a preparação da máquina para uma nova encomenda por parte dos operadores, diminuindo desta forma os tempos de execução dos *setups* como pretendido.

3.3.2. Separação entre *setup* interno e externo e conversão de *setup* interno em externo

Uma vez concluída a primeira fase de implementação da metodologia SMED, analisaram-se as actividades identificadas tentando especificar-se e separar as actividades que têm obrigatoriamente de ser realizadas com a máquina parada daquelas que podem e devem ser realizadas com a máquina em funcionamento. Para este efeito procedeu-se à construção de um plano de actividades a realizar nas operações de *setups*, especificando as tarefas de cada operador e evidenciando as que são realizadas em *setup* externo (E) e as realizadas em *setup* interno (I), como se pode ver pela Tabela 21.

Tabela 21 – Proposta de novo plano de tarefas a executar no *setup*.

Ordem	Actividades		Setup I/E
	Operador1	Operador2	
1	Prepara Carimbo(s)	Vai buscar tinta(s)	E
2	Prepara paletes	Vai buscar cortante	E
3	Prepara placas para base das paletes	Vai buscar clichê/carimbo à mesa	E
4		Coloca tinta(s) pronta(s) a ser utilizada(s)	E
5		Eleva entregador	E
6	Pára máquina		
7	Termina paletização enc. Anterior	Remove tinta(s)	I
8	Programa Máquina	Abre máquina	I
9	Ajusta receptor	Remove/Coloca Clichê(s)	I
10	Ajusta cintadeira	Remove/Coloca carimbo(s)	I
11	Ajusta paletizador	Remove/Coloca cortante	I
12		Remove/Coloca slot (cortante)	I
13		Remove/Coloca <i>Slotter</i>	I
14		Ajusta <i>slotter</i>	I
15		Fecha máquina	I
16		Baixa entregador	I
17		Ajusta entregador	I
18	Inicia máquina		I
19	Acerto de Cortes/Fecho/Vincos/Impressão		I
20	Inicia produção da nova encomenda		
21	Preenche papel	Lava clichê(s)	E
22	Imprime etiquetas	Lava zona de baldes tintas	E

Para que se conseguisse implementar e manter este plano de tarefas a funcionar de forma eficiente foram sugeridas algumas medidas, tais como a criação de uma folha de verificação rápida (*check list*), acompanhada de um fluxograma representativo do processo de preparação dos *setups*, para garantir que as actividades externas são realizadas antes da máquina parar (Anexo H). Para o mesmo efeito foi criado um plano de acção para cada um dos operadores (Anexo I). Estes planos identificam as diferentes actividades a desenvolver por cada um deles, bem como a sua sequência de realização, identificando ainda as actividades realizadas em *setup* externo e interno.

Os planos criados seriam para colocação junto da máquina, assim como a *check list* e o fluxograma, de forma a poderem ser utilizados e consultados pelos operadores de uma forma rápida e prática.

Por esta altura já se conseguiu construir um plano de actividades que especifica o que cada operador deve fazer e quando o deve fazer (*setup* interno ou externo), ou seja, concluiu-se a segunda fase de implementação da metodologia SMED. A fase seguinte, segundo *Shigeo Shingo*, seria a conversão de *setup* interno em externo. No entanto, ao realizar a separação entre *setup* interno e externo já se definiu como *setup* externo todas as actividades passíveis de serem realizadas com a máquina a produzir. Assim sendo, as fases 1 e 2 da metodologia SMED foram realizadas em simultâneo.

Como não foi possível a implementação destas medidas não se obteve dados reais representativos das melhorias obtidas com a separação entre *setup* interno e externo e a conversão de *setup* interno em externo. Pode-se, no entanto, tentar perceber em média quanto tempo se pouparia aplicando as medidas sugeridas. Utilizando como exemplo o tipo de *setup* com utilização de 1 cor e sem cortante (Tabela 20) podemos verificar que existem actividades que passam agora a ser realizadas com a máquina em funcionamento (Tabela 22), o que resulta na diminuição de tempo do procedimento total de preparação da máquina.

Tabela 22 – Plano de actividades depois da separar *setup* interno e externo.

		Operador		
		1	2	
Actividades do Setup	Prepara Carimbo			
	Prepara paletes		Vai buscar clichê/carimbo à mesa	
	Prepara placas para base das paletes		Eleva rampa do entregador	
	Pára máquina			
	Termina paletização da encomenda anterior		Abre a máquina	
	Introduz na máquina parâmetros de Cortes/Fecho/Vincos/ Impressão		Remove Clichê/Carimbo	
	Ajusta paletizador		Coloca Clichê/Carimbo	
	Prepara Paletes		Fecha Máquina	
	Ajusta Receptor		Baixa rampa do entregador	
	Ajusta cintadeira		Ajusta entregador	
	Inicia máquina			
	Acerto de Cortes/Fecho/Vincos/ Impressão			
	Inicia produção da nova encomenda			
	Preenche papel		Lava clichê/carimbo	
	Imprime etiquetas		Lava zona de baldes de tintas	

Em seguida pode verificar-se o tempo de realização de cada uma das actividades que passam a ser realizadas em *setup* externo (Tabela 23) e ainda a poupança de tempo resultante no *setup* total (Tabela 24).

As actividades “Lava cliché/carimbo” e “Lava zona de baldes de tinta” não foram consideradas para o cálculo da melhoria média que se poderá vir a obter, pois o tempo de realização destas actividades é inferior às actividades realizadas em paralelo pelo operador 1. As actividades “prepara paletes” e “prepara placas para a base das paletes” também não foram contabilizadas na previsão de melhoria em termos de poupança de tempo de *setup*, pois são actividades que podem ou não ser realizadas. Como tal, apenas as actividades “Prepara carimbo(s)”, “Vai buscar carimbo/clichê à mesa”, “Preenche papel” e “Imprime etiquetas” foram contabilizadas nas previsões de melhoria calculadas.

Tabela 23 – Actividades que passam a *setup* externo e sua duração média.

Actividades	Duração média (min)
Prepara carimbo(s)	1,30
Vai buscar carimbo/clichê à mesa	0,67
Preenche papel	1,23
Imprime etiquetas	1,49
Total	4,69

Tabela 24 – Poupança média prevista separando *setup* externo e interno.

	Tempo antes (min)	Tempo depois (min)	Poupança %
Setup (1 cor/ sem cortante)	21,03	16,34	22,30 %

Com base na estimativa feita nas Tabela 23 e Tabela 24 é possível verificar uma poupança em termos de duração de *setup* de 22,30% (4,69 min). As actividades analisadas anteriormente são realizadas em todos os *setups*, como tal prevê-se esta poupança, em termos absolutos, em todos os *setups* realizados. No ano de 2011 verificou-se uma média de 215 *setups* por mês, o que resultaria numa poupança média de 16,81 horas/mês (4,69 min x 215 *setups*), equivalente a 201,72 horas/ano (16,81 h/mês x 12 meses).

Como referido no subcapítulo 1.3.2, onde são apresentadas as diferentes máquinas de transformação que a empresa detém, a máquina em análise (FFG 924) tem um método operatório semelhante às máquinas SM 618 e FFG 1628. Este facto permite a extrapolação da poupança em termos de tempo de *setup* para as duas máquinas mencionadas anteriormente.

As máquinas SM 618 e FFG 1628 têm uma média de *setups* por mês de 319 e 240, respectivamente, o que resultaria numa poupança média de 43,70 horas/mês (4,69 min x (319 + 240) *setups*), equivalente a 524,34 horas/ano (43,70 h/mês x 12 meses). Juntando a poupança da máquina FFG 924 com a poupança nas outras duas máquinas, obteríamos uma poupança média de 60,41 horas/mês, equivalente a 726,06 horas/ano.

No que concerne à poupança traduzida em termos de custos, esta não foi possível ser calculada por falta de informação. Quando se questionou o engenheiro da produção sobre a possibilidade de se incluir o custo/máquina no presente relatório, este achou melhor a não inclusão destes custos por motivos de confidencialidade.

3.3.3. Optimização das actividades de *setup*

Nos subcapítulos anteriores, que dizem respeito à descrição do trabalho desenvolvido no sentido de concluir as primeiras fases da metodologia SMED, apresentou-se a criação de um plano de acção que deve ser seguido nas operações de *setup* pelos dois operadores. Nesse plano está bem especificado o que cada operador deve fazer, quando o deve fazer e se o deve fazer com a máquina parada ou em funcionamento.

Nesta fase final da implementação da metodologia SMED, pretendia-se conseguir a diminuição dos tempos de *setup* interno e externo através da optimização das actividades que os constituem. Em seguida são enumeradas algumas sugestões de melhoria, que em princípio permitiriam a realização mais simples, rápida e segura de algumas actividades do *setup*.

Criação de clichês “vazios”

Um clichê é constituído por uma parte em fotorpolímero, que contém em relevo a imagem que se pretende imprimir na caixa, e por uma chapa em plástica que serve de base ao fotorpolímero e facilita a sua colocação no cilindro impressor, como se pode verificar pela Figura 45.

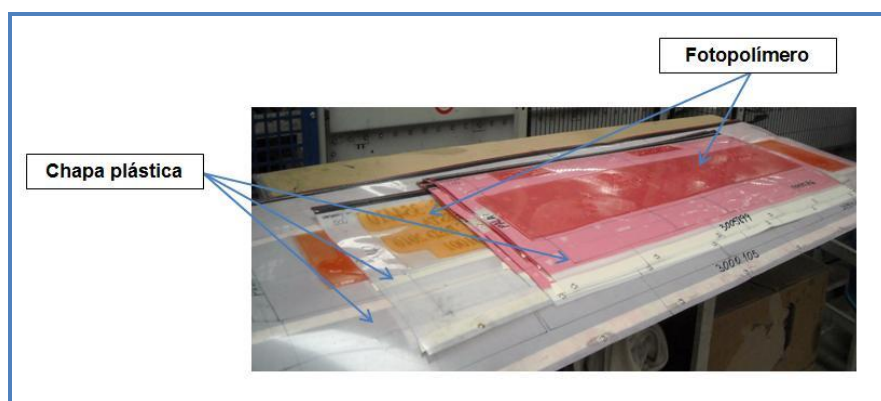


Figura 45 – Ilustração dos constituintes do clichê.

O cliché “vazio” diz respeito apenas à chapa plástica que constitui o cliché, pretendendo-se com a sua criação tornar a colocação de carimbos soltos mais fácil e rápida. Este cliché deveria ter uma escala numerada que permitisse ao operador a colocação dos carimbos no mesmo, sem necessitar da utilização da fita métrica, para que não necessitasse de efectuar as medidas das distâncias entre carimbos durante o *setup* interno. Desta forma, podendo colocar os carimbos já distanciados entre si conforme necessário durante o *setup* externo, quando ocorresse a paragem da máquina para preparação só seria necessário colocar o cliché no cilindro do *slotter* impressor.

Com a implementação desta medida o tempo de colocação dos carimbos seria reduzido, passando a ser igual ao tempo de colocação de um cliché, como se pode verificar na Tabela 25, que apresenta a duração desta actividade antes da criação do cliché “vazio”, depois da sua criação e a melhoria de tempo conseguida.

Tabela 25 – Melhoria média esperada com a criação de clichés “vazios”.

	Duração média antes (min)	Duração média depois (min)	Melhoria (min)
Colocação do carimbo	2,09	1,36	0,73

Criação de cabides para clichês

Todos os clichês possuem uns orifícios que permitem pendura-los num gancho, como se pode verificar nas Figura 46 e Figura 47, que representam os orifícios do cliché e um exemplo de um gancho de suporte, respectivamente.

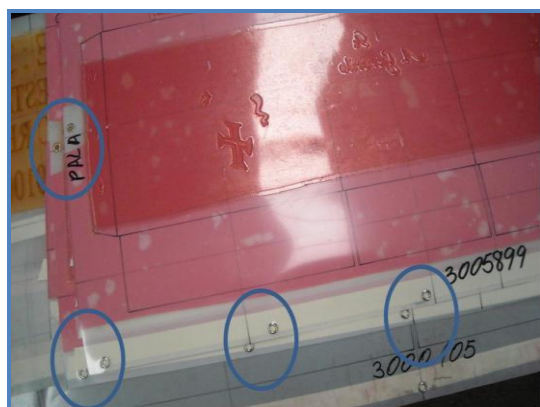


Figura 46 – Ilustração dos orifícios que existem nos clichês.



Figura 47 – Ilustração de um gancho para suportar cliché.

Os cabides para cliché dizem respeito à criação de estruturas em metal (Figura 48) que permitissem, com o auxílio de ganchos, servir de suporte aos clichés que saem da máquina e aos que vão ser introduzidos na encomenda seguinte.



Figura 48 – Exemplo de estrutura para suporte dos clichés.

A criação de cabides para clichés iria permitir uma mais fácil e rápida troca de cliché na máquina. Estes cabides seriam colocados junto dos *slotters* de impressão da máquina, para que quando terminasse a encomenda, os clichés da nova encomenda já se encontrassem no cabide, prontos a ser colocados no respectivo cilindro impressor. Serviria ainda para que os clichês da encomenda anterior fossem colocados nos cabides de forma simples e rápida. Desta forma possibilitando que a fita adesiva (dupla-face) dos clichés retirados da máquina, só fosse removida destes depois de a máquina arrancar, o que diminuiria o tempo de remoção do clichê. Isto porque, o tempo despendido para a remoção da fita adesiva dupla-face do clichê, que até agora era considerado como parte integrante do tempo da actividade “remover clichê” (*setup* interno), passa a ser realizado em *setup* externo. Na Tabela 26 pode-se verificar o tempo antes de implementação da ideia e o tempo previsto depois de implementação para a actividade de *setup* em causa.

Tabela 26 – Melhoria do tempo de remoção do clichê.

	Duração média antes (min)	Duração média depois (min)	Melhoria (min)
Colocação do carimbo	0,89	0,64	0,25

Esta ideia serve também para que haja um local fixo junto da máquina onde se possa guardar e armazenar os clichés já utilizados e os ainda por utilizar de uma forma mais prática do que a existente.

Colocação de impressora de etiquetas perto da zona de saída das paletes

Sempre que é dado início a uma nova encomenda, é necessário a impressão de um número de etiquetas igual ao número de paletes a produzir durante essa encomenda. Essa etiqueta identifica, entre outras coisas, a encomenda a ser produzida (referência encomenda), o cliente dessa encomenda (referência cliente) e as quantidades de caixas por palete.

A impressão das etiquetas é realizada numa cabine (Figura 49), equipada com um computador e uma impressora, localizada a alguns metros da máquina, o que obriga o operador a ausentar-se da máquina sempre que tem de imprimir etiquetas.



Figura 49 – Cabine de impressão de etiquetas.

Colocando a impressora de etiquetas junto do local de saída de paletes da máquina evitava-se a deslocação do operador da máquina até à cabine para a impressão das mesmas, permitindo desta forma reduzir o tempo de execução desta actividade. Esta medida já tinha sido pensada pelo engenheiro responsável pela área do planeamento, no entanto por ser uma medida que requer um investimento monetário significativo não foi ainda implementada.

Com as ideias sugeridas podemos estimar uma melhoria global na duração das actividades de *setup* interno. Na Tabela 27 podemos verificar quanto se conseguiria diminuir em média no tempo de *setup* interno.

Tabela 27 – Melhoria obtida a partir da optimização das actividades de *setup*.

	Melhoria (min)	Total (min)
Criação de clichês “vazios”	0,73	0,98
Criação de cabides para clichês	0,25	

As ideias referidas neste subcapítulo permitiriam a redução de alguns tempos de realização de actividades de *setup* interno, no que diz respeito à criação de clichés “vazios” e de cabides para clichés, e ainda tornar algumas das actividades mais rápidas e fáceis de realizar.

3.4. Avaliação das paragens por falhas e/ou avarias

Com a aplicação da metodologia SMED pretendia-se a diminuição dos tempos de *setup* da máquina, com conseqüente melhoria do factor disponibilidade. No entanto, o factor disponibilidade não é só influenciado pelos tempos de *setup*, mas também pelas paragens devido a falhas e/ou avarias. Como tal, neste subcapítulo pretende-se analisar estes tempos de paragens não programadas da máquina devido a falhas e/ou avarias.

Quando ocorrem paragens não programadas da máquina os operadores assinalam no PC-Topp a causa da paragem. As causas das paragens estão divididas em diferentes categorias: avaria mecânica, avaria eléctrica, materiais auxiliares, problemas do cartão, paragens do processo, problemas de organização, problemas de pessoal, limpeza e diversos. Estas categorias por sua vez encontram-se divididas em várias subcategorias que são seleccionadas pelo operador na altura de indicar o motivo da paragem da máquina.

Com o intuito de perceber quais as principais fontes causadoras das paragens por falhas e/ou avarias da máquina piloto, foram realizados diagramas de Pareto que permitissem a percepção de quais as causas mais significativas para estas paragens (Gráfico 8, Gráfico 9 e Gráfico 10). Os valores dos gráficos foram obtidos através de um dos relatórios de produção produzidos pelo PC-Topp, o “Resumo de Paragens” (Anexo J). Nos gráficos estão representadas as causas das paragens não programadas para os meses de maior produção, Julho, Setembro e Novembro, do ano de 2011. Na Tabela 28 é possível verificar as três causas mais significativas para cada um dos meses em análise.

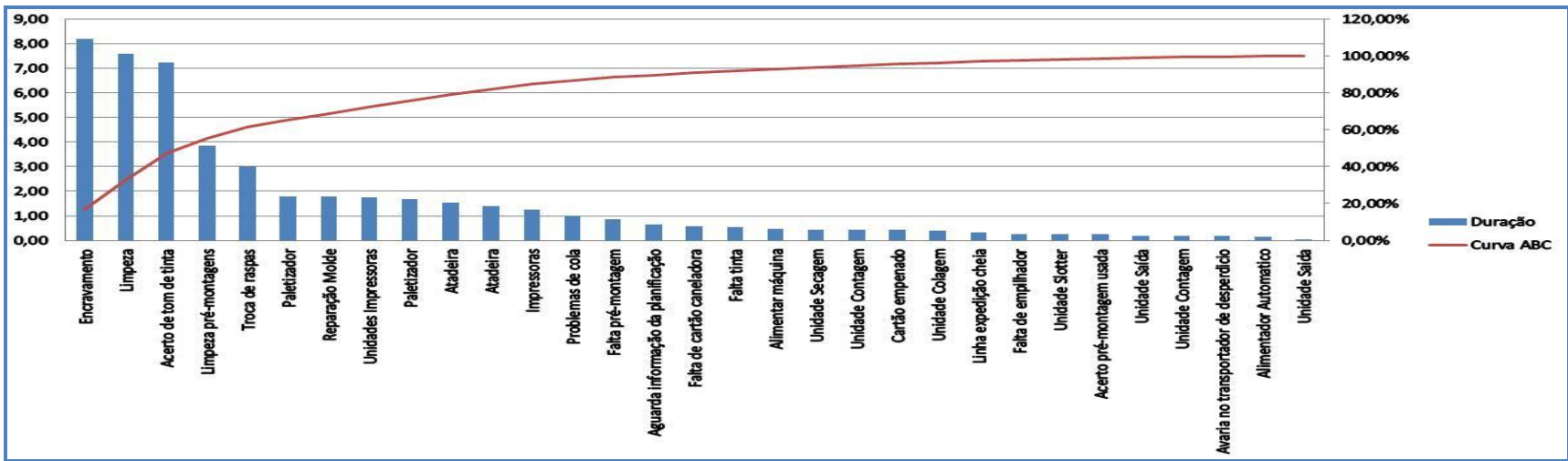


Gráfico 8 – Gráfico de Pareto: paragens não programadas, Julho de 2011.

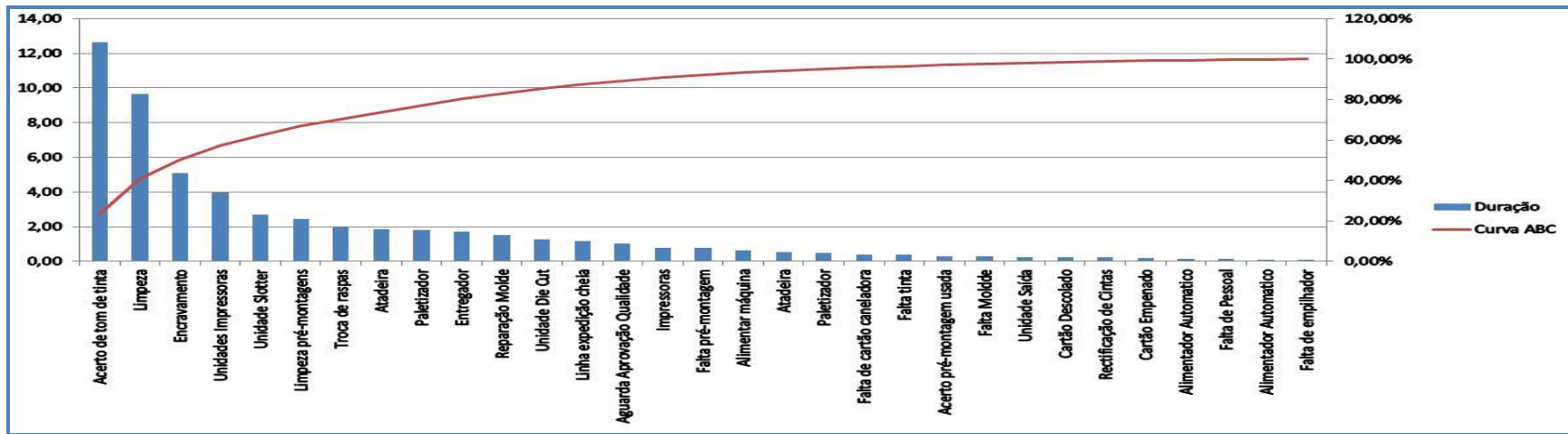


Gráfico 9 – Gráfico de Pareto: paragens não programadas, Setembro de 2011.

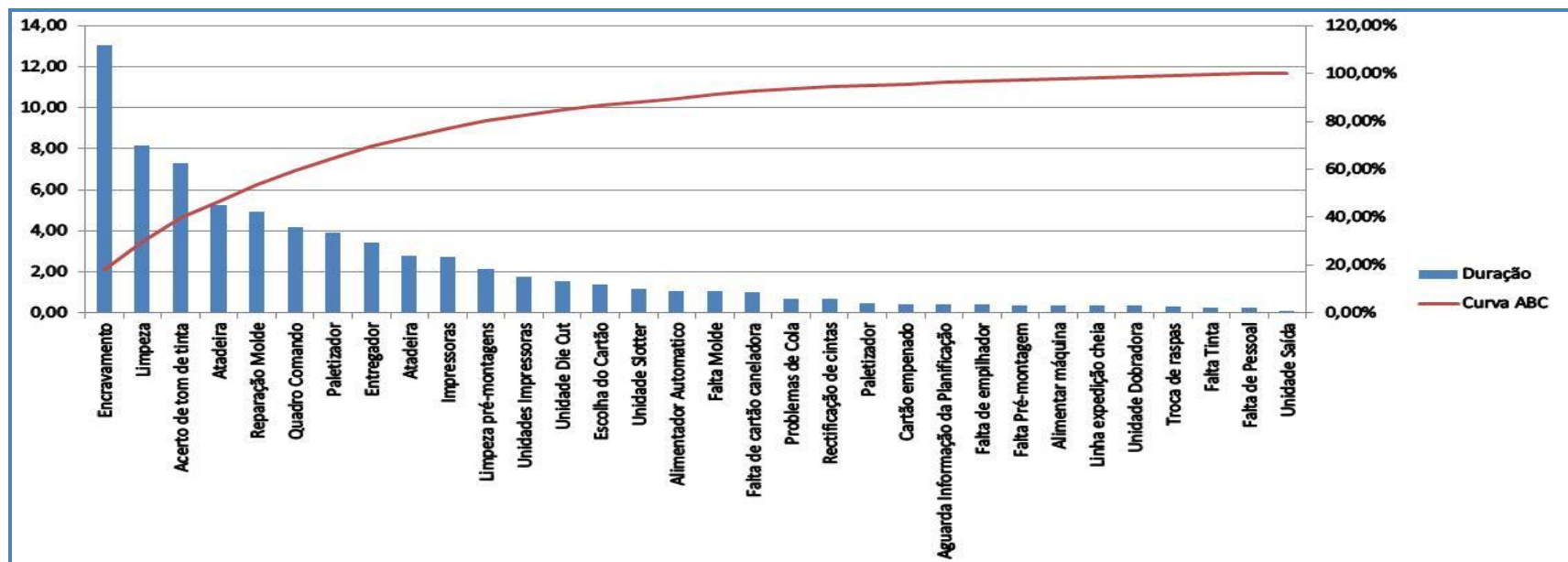


Gráfico 10 – Gráfico de Pareto: paragens não programadas, Novembro de 2011.

Tabela 28 – Causas mais significativas das paragens não programadas.

Mês	Causa	Duração (h)	%	% Acumulada
Julho	Encravamento	8,20	16,89%	47,44%
	Limpeza	7,60	15,65%	
	Acerto de tom de tinta	7,23	14,90%	
Agosto	Acerto de tom de tinta	12,62	23,12%	50,16%
	Limpeza	9,67	17,72%	
	Encravamento	5,08	9,32%	
Novembro	Encravamento	13,07	18,10%	39,50%
	Limpeza	8,13	11,27%	
	Acerto de tom de tinta	7,32	10,13%	

Como se pode verificar pela Tabela 28 as principais causas para o elevado tempo de paragens não programadas, para os três meses analisados, são o encravamento da máquina, o acerto de tom de tinta e a limpeza. Para o mês de Julho verifica-se que 10% das causas (3 em 31) são responsáveis por 47,44% dos tempos de paragem da máquina; no mês de Agosto 10% das causas (3 em 31) são responsáveis por 50,16% dos tempos de paragem; e em Novembro 9% das causas (3 em 32) são responsáveis por 39,50% dos tempos de paragem.

Com vista a perceber se este facto se repetiu ao longo de todo o ano de 2011 foi feita a soma das paragens de todos os meses do ano, e construído um diagrama de Pareto com o total das paragens para o ano de 2011 (Gráfico 11).

Através da análise do Gráfico 11 pode-se verificar que existem três causas que se destacam ao nível da influência nas paragens não programadas das máquinas. Essas três causas estão representadas na Tabela 29, bem como as respectivas percentagens de cada uma no tempo total de paragens não programadas e a percentagem acumulada das três.

Tabela 29 – Causas mais significativas das paragens não programadas (2011).

	Causa	Duração total 2011 (h)	%	% Acumulada
2011	Acerto de tom de tinta	93,70	15,18%	43,60%
	Encravamento	88,20	14,29%	
	Limpeza	87,17	14,13%	

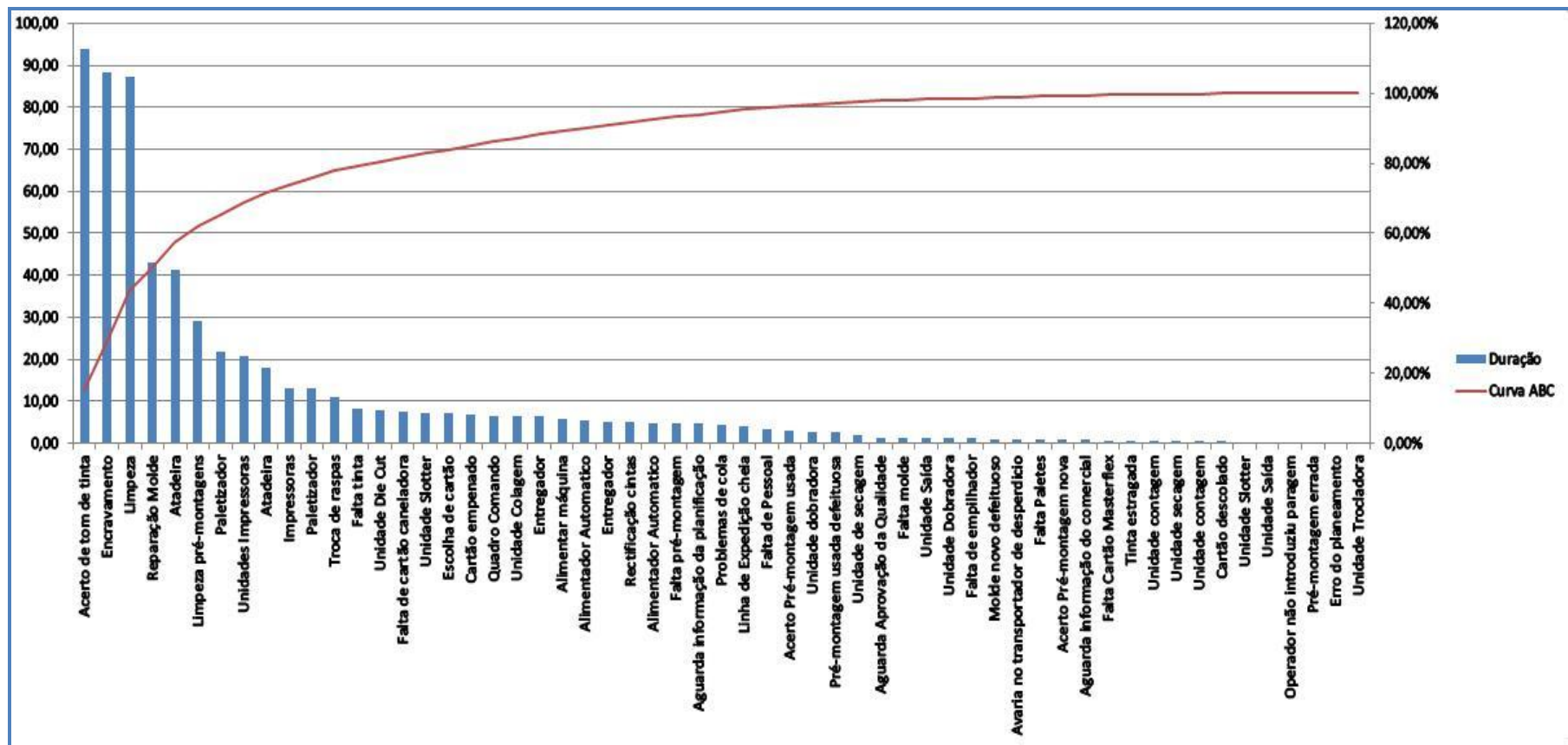


Gráfico 11 – Gráfico de Pareto: paragens não programadas para o ano de 2011.

Pode, então, concluir-se que as causas mais relevantes ao longo do ano de 2011 para as paragens não programadas da máquina devido a falhas e avarias têm a ver com o acerto do tom de tinta, o encravamento da máquina e a limpeza da mesma. Verifica-se que 5% das causas (3 em 57) são responsáveis por 43,60% dos tempos de paragem totais da máquina em 2011.

3.4.1. Análise das causas mais significativas

Depois de encontradas as causas mais significativas para as paragens da máquina devido a falhas e/ou avarias, com o intuito de se perceber o porquê destas causas ocorrerem, analisou-se cada uma individualmente. Esta análise, descrita em seguida, teve como objectivo, além de encontrar a raiz dos problemas, tentar encontrar soluções para diminuir a sua ocorrência.

Acerto de tom de tinta

Relativamente às paragens não programadas da máquina devido ao acerto de tom de tinta, estas devem-se à recuperação das tintas usadas. Ou seja, quando os baldes de tinta vão para a máquina, as tintas não são totalmente gastas. As sobras de tinta eram anteriormente deitadas fora, o que resultava em quantidades exorbitantes de tintas desperdiçadas, o que se repercutia em despesa para a empresa. Para colmatar este problema a empresa começou a aproveitar as tintas que sobram para fazer novas tintas.

Na Figura 50 podem ver-se os baldes de tinta de retorno armazenados na cozinha de tintas, prontos para serem utilizados na obtenção de nova tinta, dispostos por cor.



Figura 50 – Tintas de retorno armazenadas na cozinha de tintas.

No entanto, o aproveitamento das tintas traz uma contrapartida. É que na altura de criar uma tinta de uma determinada cor com as tintas reutilizadas, as cores podem não ficar exactamente no tom pretendido, o que resulta em perdas de tempo na altura da utilização

das tintas na máquina, para afinação da cor, com conseqüente aumento do tempo de paragens não programadas da máquina devido ao acerto da cor da tinta.

A produção das tintas com determinada cor é realizada na cozinha de tintas, na máquina representada na Figura 51. O balde contendo a tinta de retorno é colocado na máquina e esta, programada no computador de controlo (Figura 52), vai acrescentando cores primárias (Figura 53) à tinta do balde até atingir a cor e a quantidade pretendida.



Figura 51 – Máquina de produzir tintas.



Figura 52 – Computador de controlo.



Figura 53 – Bidões com tintas de cor primária.

Uma vez na máquina, após uma primeira impressão de teste, a cor pode apresentar um tom mais escuro ou mais claro do que o pretendido. Em caso de um tom mais escuro o operador da máquina, ao detectar esta situação, procede ao acrescento de água à tinta de forma a chegar ao tom pretendido. No que concerne às situações em que o operador detecta que o tom da tinta é mais claro que o pretendido, o caso é mais complicado e acarreta uma maior perda de tempo. Nestes casos o operador tem de se dirigir à cozinha de tintas, para que o responsável pelas tintas produza concentrado da cor a utilizar, o qual é depois levado para a máquina e acrescentado à tinta para chegar ao tom desejado.

A diferença entre o tom de tinta pretendido e o obtido pode estar relacionado com alguns aspectos do cilindro anilox. Os cilindros anilox das diferentes máquinas variam em termos de lineatura e capacidade volumétrica. Entende-se por lineatura a quantidade de células por unidade de comprimento, apresentado em linhas/centímetro (L/cm), como se pode verificar no exemplo da Figura 54. A capacidade volumétrica, por seu lado, diz respeito à soma dos volumes das células ocupadas numa determinada área, apresentada em centímetros cúbicos/metro quadrado (cm³/m²).

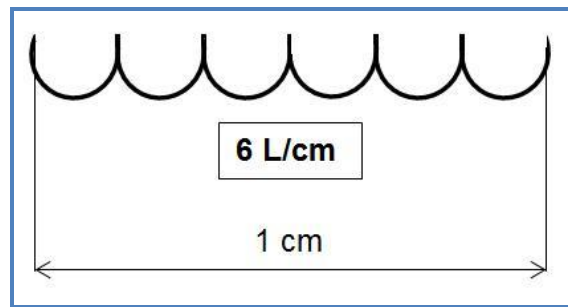


Figura 54 – Exemplo de lineatura.

O facto de uma máquina dispor de um cilindro anilox com maior ou menor lineatura e capacidade volumétrica do que outra, vai fazer com que a mesma cor apresente diferentes tons (mais claro ou mais escuro), dependendo da máquina onde é utilizada. Como as tintas de retorno são armazenadas e reutilizadas com base na sua cor, apenas, e não na máquina na qual são utilizadas, por vezes acontece este tipo de situações.

Outras questões que podem estar relacionadas com a paragem não programada em análise podem ter a ver com a limpeza dos rolos anilox e do sistema de tinta. O slotter impressor permite realizar a limpeza do sistema de tintas, fazendo passar por este àgua quente, que pode conter detergente para atingir melhores resultados. Se o sistema de tintas não for devidamente limpo, por exemplo, quando se passa de imprimir uma cor escura para imprimir uma cor clara, a nova cor vai apresentar um tom diferente do pretendido. No que concerne aos cilindros anilox, estes com a utilização vão ficando com resíduos de tinta nas células, o que vai diminuir a sua capacidade volumétrica, levando a que seja fornecida menos tinta ao cliché de impressão, o que origina um diferente tom de tinta impresso.

Concluiu-se, então, que existem uma série de factores que podem influenciar o tom da tinta na altura da sua utilização na máquina. Os elevados tempos de paragens não programadas devido ao “acerto de tom de tinta”, podem ser devidos à reutilização das tintas, à diferença entre os cilindros anilox das diferentes máquinas e à falta de limpeza do sistema de tintas e dos rolos anilox.

Neste sentido os operadores já são alertados para o facto de terem de manter o sistema de tintas limpo e, no caso dos cilindros anilox, estes são limpos por uma entidade externa periodicamente. No entanto, com vista à redução dos tempos de paragem, podia-se ainda tratar as tintas de retorno com base na cor e na máquina na qual foram utilizadas, na tentativa de colmatar a diferença entre os cilindros anilox das diferentes máquinas. Desta forma, reutilizando as tintas sempre na mesma máquina, evita-se que as diferenças de lineatura e capacidade volumétrica dos vários cilindros anilox influenciem negativamente o tom da cor pretendida.

Encravamento

As paragens da máquina devido a “encravamento” são assinaladas pelo operador em várias situações. Uma das situações em que o operador assinala este tipo de paragem resulta de placas para alimentação da máquina defeituosas. O defeito nas placas de cartão pode ter origem na sua produção na caneladora ou ser devido a deterioração durante a sua armazenagem e manuseamento.

Os defeitos originados na caneladora têm a ver com o facto de algumas placas apresentarem uma ligeira curvatura longitudinal, o que origina na altura de alimentar a máquina uma introdução da placa enviusada, resultando em encravamento. No que concerne aos defeitos provocados durante o manuseamento e armazenamento das mesmas, estes dizem respeito a placas amassadas, e por vezes até rasgadas, que se encontram no fundo da palete e que se não forem detectadas pelo operador antes de serem introduzidas na máquina vão também resultar em encravamento.

Por vezes a origem para o encravamento da máquina está também na zona de recepção das placas e deve-se ao facto de não ter sido devidamente preparada pelo operador. Nesta zona da máquina existem uns tubos sopradores cuja função é a de obrigar a caixa já formada a cair para a zona de recepção da máquina. Quando por algum motivo o ar emitido por esses tubos não é o suficiente para ter o efeito pretendido, a caixa não cai para o receptor e as caixas que a precedem vão embater umas nas outras originando o encravamento da máquina.

Acontece ainda, por vezes, os operadores assinalarem como causa da paragem “encravamento”, quando efectivamente a causa real do problema não é essa. Ao questionar os operadores da máquina sobre quais as situações em que eles assinalavam como causa de paragem o “encravamento”, estes referiram que era assinalado, entre outras situações, quando a cinta da máquina cintadeira acabava e esta tinha de ser parada para colocação de novo rolo de cinta. Nestas situações as paragens estão a ser contabilizadas como paragens devido a encravamento, quando na realidade o motivo de paragem é outro.

Na tentativa de reduzir a ocorrência da paragem “encravamento” devem-se alertar os operadores da máquina para ter especial atenção com as placas que a alimentam, evitando a entrada de placas defeituosas, e ainda incentivá-los para uma cuidadosa preparação da máquina, evitando os encravamentos devido a falhas na preparação. Deve ainda ter-se em atenção as causas assinaladas como “encravamento” pelos operadores, de forma a evitar assinalar esta causa em situações que não representem o encravamento, efectivo, da máquina.

Limpeza

A limpeza das máquinas é efectuada todos os dias da semana ao final do dia, com duração de cerca de 15 minutos por dia. É também realizada aos sábados de manhã uma limpeza mais pormenorizada da máquina e ainda durante a semana, quando

ocorrem situações de falta de serviço na máquina. Nos 15 minutos ao final do dia e nas situações em que há falta de serviço para a máquina o operador assinala paragem não programada devido a limpeza, apesar de os 15 minutos serem uma paragem programada.

Como se pode verificar pela Tabela 30, se ao tempo total de paragens devido a “limpeza” se subtrair o tempo despendido todos os dias nos 15 minutos de limpeza ao final do dia (paragens programadas), ficamos com o tempo real de paragens não programadas devido a limpeza, o que representa, aproximadamente, 24% do valor inicial.

Tabela 30 – Tempo real de paragens não programadas devido a limpeza (2011).

Total de 2011	
Paragens devido a limpeza (h)	87,17
Paragens de limpeza de final de dia (h)	66
Tempo real de paragens não programadas devido a limpeza (h)	21,17

Concluiu-se, então, que as paragens assinaladas como “limpeza” apenas são das mais significativas pois incluem o tempo planeado de limpeza ao final do dia. De outra forma, se fosse apenas contabilizado o tempo real de limpeza da máquina, não planeada, apesar de apresentar um tempo relativamente elevado, não seria uma das causas mais significativas das paragens não programadas da máquina.

Uma vez concluído o capítulo de descrição de toda a parte prática desenvolvida na empresa Zarrinha, é em seguida apresentado o capítulo respeitante às conclusões do presente trabalho.

4. Capítulo IV – Conclusão

Com o presente trabalho pretendia-se a consolidação de ensinamentos adquiridos na Universidade de Aveiro, através da aplicação de metodologias de melhoria contínua à realidade empresarial. No caso concreto da Fábrica de Papel e Cartão da Zarrinha, S.A., o pretendido era a melhoria da eficiência global dos equipamentos (OEE), através da redução dos tempos de paragens não programadas das máquinas.

A análise efectuada no início do presente trabalho ao indicador OEE da empresa em estudo permitiu verificar que os equipamentos não estavam a trabalhar na sua total eficiência, existindo casos em que o valor do OEE se encontrava abaixo dos 50%. A análise mais aprofundada do indicador, nomeadamente dos seus factores desempenho, disponibilidade e qualidade, levou a que se concluisse que as causas para os baixos valores de OEE estavam relacionadas com os elevados tempos de paragens não programadas das máquinas.

Com o intuito de colmatar estes problemas procedeu-se à implementação da metodologia SMED e análise das paragens devido a falhas e/ou avarias, numa máquina piloto pré seleccionada com base na sua contribuição para a produção total da fábrica e no seu baixo valor de OEE e disponibilidade. O pretendido era, no caso de obtenção de bons resultados na máquina piloto, uma posterior aplicação dos mesmos procedimentos às restantes máquinas.

A implementação da metodologia SMED não se pôde concretizar na sua totalidade, pelo que não se obtiveram resultados reais em termos de redução dos tempos de paragens não programadas da máquina piloto. No entanto, tendo por base o estudo realizado aos procedimentos de *setup* da máquina, foi possível sugerir melhorias com vista à redução do tempo de realização dos *setups* e também calcular uma estimativa do tempo que se poderia reduzir com a aplicação das melhorias sugeridas.

A análise realizada aos procedimentos de *setup* em vigor na empresa em estudo permitiu concluir que existem *setups* muito variados, em resultado dos vários tipos de caixa produzidos, e a inexistência de um método de trabalho definido para todos os operadores da máquina. Os *setups* são realizados de diferentes formas pelos diferentes operadores, sendo que cada um o realiza da forma que achava ser a melhor. As actividades integrantes do *setup* são na sua maioria realizadas com a máquina parada, não existindo distinção entre *setup* externo e interno.

Com a diferenciação entre *setup* interno e externo e a criação de planos de trabalhos para realização dos *setups*, para os dois operadores da máquina, prevê-se uma redução média de 22,30% no tempo de realização de cada *setup*, o que resultaria numa poupança de 201,72 horas/ano. Sendo que a aplicação destas melhorias nas duas máquinas de funcionalidades semelhantes, FFG 1628 e SM 618, permitiria atingir uma melhoria total média de 726,06 horas/ano. Com estas medidas acredita-se que se conseguiriam obter tempos de realização de *setup* mais uniformes e melhorias ao nível das condições de trabalho dos operadores.

Outro dos aspectos importantes a ter em atenção para a redução dos tempos de *setup* está relacionado com o fornecimento de tinta à máquina, que é realizado pelo operador da máquina em tempo de *setup* interno. A sua alteração de *setup* interno para externo permitiria uma redução de 6,44 minutos, o tempo despendido pelo operador para ir buscar as tintas necessárias à produção. Outra solução para este problema seria a atribuição desta tarefa a um operador responsável pela entrega e recolha de tintas nas máquinas, pelo que já não seria necessário a ausência do operador da máquina.

Outras sugestões de melhoria propostas, como é o caso da criação de clichês “vazios”, cabides para clichês e colocação de impressoras perto de local de saída das paletes, permitiriam pequenas melhorias em termos de tempo, mas consideráveis melhorias ao nível das condições de trabalho dos operadores.

No que concerne à análise efectuada às paragens devido a falhas e/ou avarias, a mais crítica está relacionada com o acerto de tom de tinta e uma das sugestões seria o acondicionamento da tinta por cor e por máquina de utilização, por forma a evitar as diferenças de lineatura e capacidade volumétrica dos diferentes cilindros anilox.

Em suma, este trabalho permitiu efectuar o diagnóstico do actual método de realização de *setup* na Zarrinha, levando à identificação dos aspectos mais críticos e sugestão de melhoria destes aspectos. Acredita-se que a implementação das melhorias sugeridas seria uma mais-valia para a empresa, possibilitando a diminuição dos tempos de *setup*, e permitindo a utilização do tempo poupado para realização de manutenção preventiva ou para produção.

Em termos de trabalho futuro seria recomendável a efectiva implementação das melhorias sugeridas, bem como a implementação da metodologia SMED às restantes máquinas transformadoras, com vista não só à melhoria em termos de tempos de realização de *setups*, mas também a melhoria da eficiência global dos equipamentos, tornando a empresa mais competitiva.

Bibliografia

Bellgran, M., Safsten, K. (2009). Production Development - Design and Operations of Production Systems. London, Springer.

Brassard, M. a. R., D. (1994). The memory Jogger – A Pocket Guide of Tools for Continuous Improvement. New Hampshire, GOAL/QPC.

Brilman, J. (2000). As Melhores práticas de Gestão: no Centro do Desempenho. Lisboa, Edições Sílabo, Lda.

Courtois, A., M. Pillet e C. Martin-Bonnefous (2006). Gestão da Produção. Lisboa, Lidel.

Cruz, L. (2009). Manutenção Produtiva Total: Implementação numa fundição de alumínio, Relatório de projecto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial.

Dal, B., Tugwell, P., Greatbanks, G. (2000). "Overall Equipment Effectiveness as a measure of operational improvement." International Journal of Operations & Production Management 20(12): 1488-1502.

Feigenbaum, A. V. (1991). Total Quality Control. Massachusetts, Macgraw-Hill.

Ghinato, P. (2000). Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção. Recife, UFPE.

Hansen, R. C. (2001). Overall equipment effectiveness: a powerful production/maintenance tool for increased profits. New York, Productivity Press.

Harrington, H. J. (1988). O Processo do Aperfeiçoamento. São Paulo, McGraw-Hill.

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

Ishikawa, K. (1982). Guide to Quality Control. Tokyo, Asian Productivity Organization.

Liker, J. K. (2004). The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. New York, McGraw-Hill.

Ljungberg, O. (1998). "Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities." International Journal of Operations & Production Management 18(5): 495-507.

Lopes, R., Neto, C., Pinto, J. P. (2006). "Quick Changeover: Aplicação prática do método SMED."

Matos, P. (2010). "Flexografia". Consultado a 8 de Fevereiro de 2012, em <http://www.slideshare.net/paulomatosjr/flexografia-apresentao>.

McIntosh, R., Culley, S., Gest, G., Mileham, T., Owen, G. (1996). "An assessment of the role of design in the improvement of changeover performance." International Journal of Operations & Production Management 16(9): 5-22.

- Mcintosh, R., Owen, G., Culley, S., Mileham, T. (2007). "Changeover Improvement: Reinterpreting Shingo's "SMED" Methodology." IEEE Transactions on Engineering Management 54(1): 98-111.
- Min, W., Pheng, L.S. (2007). "Modeling Just-in-Time Purchasing in the Ready Mixed Concrete Industry." International Journal of Production Economics 107(1): 190-201.
- Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM: Total Productive Management. Massachusetts, Productivity Press.
- Ohno, T. (1997). O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre, Bookman.
- Ryan, T. P. (2000). Statistical Methods for Quality Improvement. New York, John Wiley & Sons.
- Santos, C. (2008). Manual de Auto Aprendizagem - Estatística Descritiva. Lisboa, Edições Sílabo.
- Selner, C. (1999). Análise de Requisitos para Sistemas de Informações, Utilizando as Ferramentas da Qualidade e Processos de Software. Dissertação submetida à universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do grau de Mestre em Engenharia.
- Shingo, S. (1996). O sistema Toyota de Produção – Ponto de vista de engenharia da produção. Porto Alegre, Bookman.
- Shingo, S. (2000). Sistemas de Troca Rápida de Ferramentas: Uma revolução nos sistemas produtivos. Porto Alegre, Bookman.
- Silva, J. (2009). "OEE – A forma de medir a eficácia dos equipamentos." Consultado a 11 de Janeiro de 2012, em <http://pt.scribd.com/doc/15122575/OEE-A-FORMA-DE-MEDIR-A-EFICACIA-DOS-EQUIPAMENTOS>.
- Slack, N., Chambers, S., Harland, C., Harrison, A., Johnston, R. (1997). Administração da Produção. São Paulo, Atlas.
- Stevenson, William J. (2002). Operations Management. New York, Macgraw-Hill.
- Suzuki, T. (1994). TPM in process industries. Portland, Productivity Press.
- Taj, S., Berro, L. (2006). "Application of constrained management and lean manufacturing in developing best practices for productivity improvement in an auto-assembly plant." International Journal of Productivity and Performance Management 55(3): 332-345.
- Tsarouhas, P. (2007). "Implementation of total productive maintenance in food industry: a case study." Journal of Quality in Maintenance Engineering 13(1): 5-18.
- Waller, D. (2003). Operations Management: A Supply Chain Approach. London, Business Press.

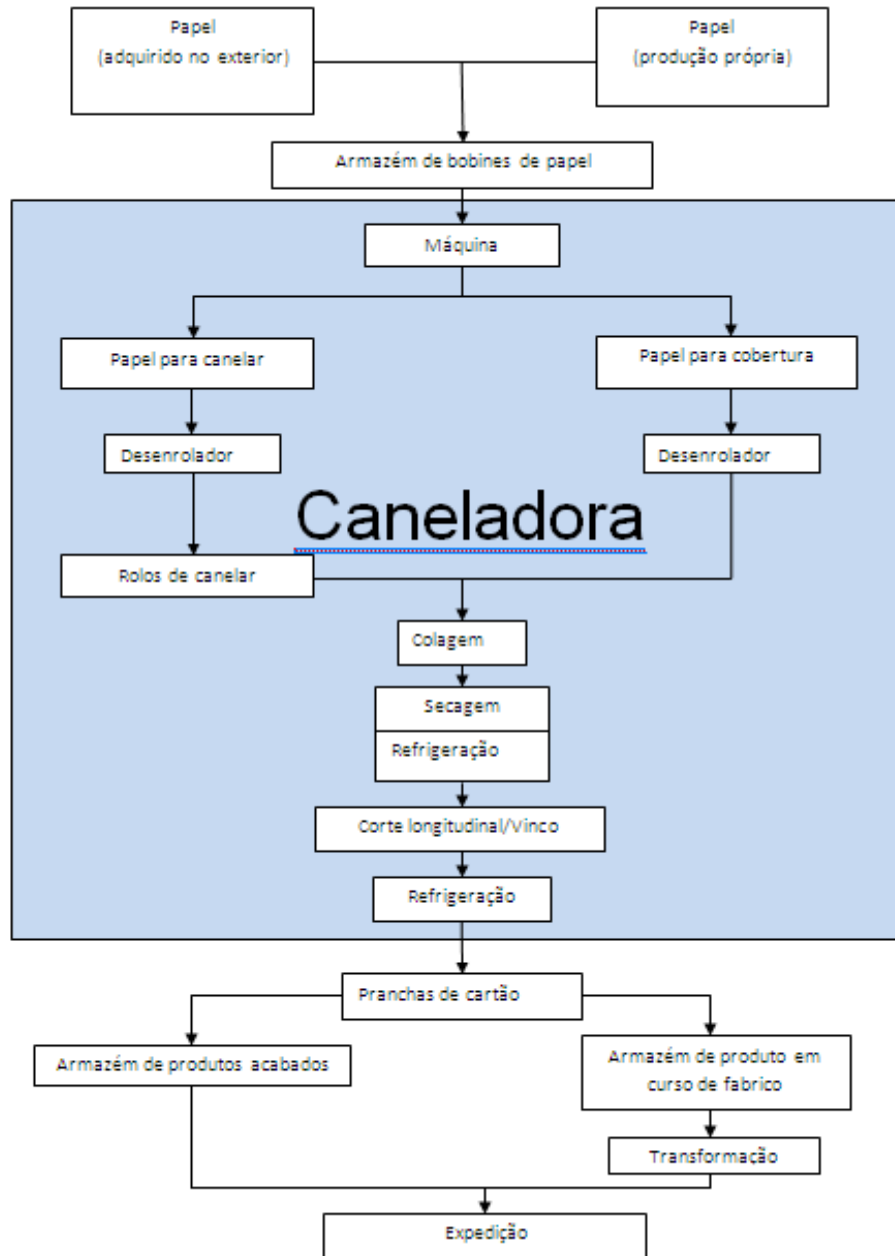
Wang, F. (2006). "Evaluating the efficiency of implementing total productive maintenance." *Total Quality Management & Business Excellence* 17(5): 655-667.

Werkema, M. C. C. (2006). *Lean Seis Sigma: Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing*. Belo Horizonte, Werkema Editora.

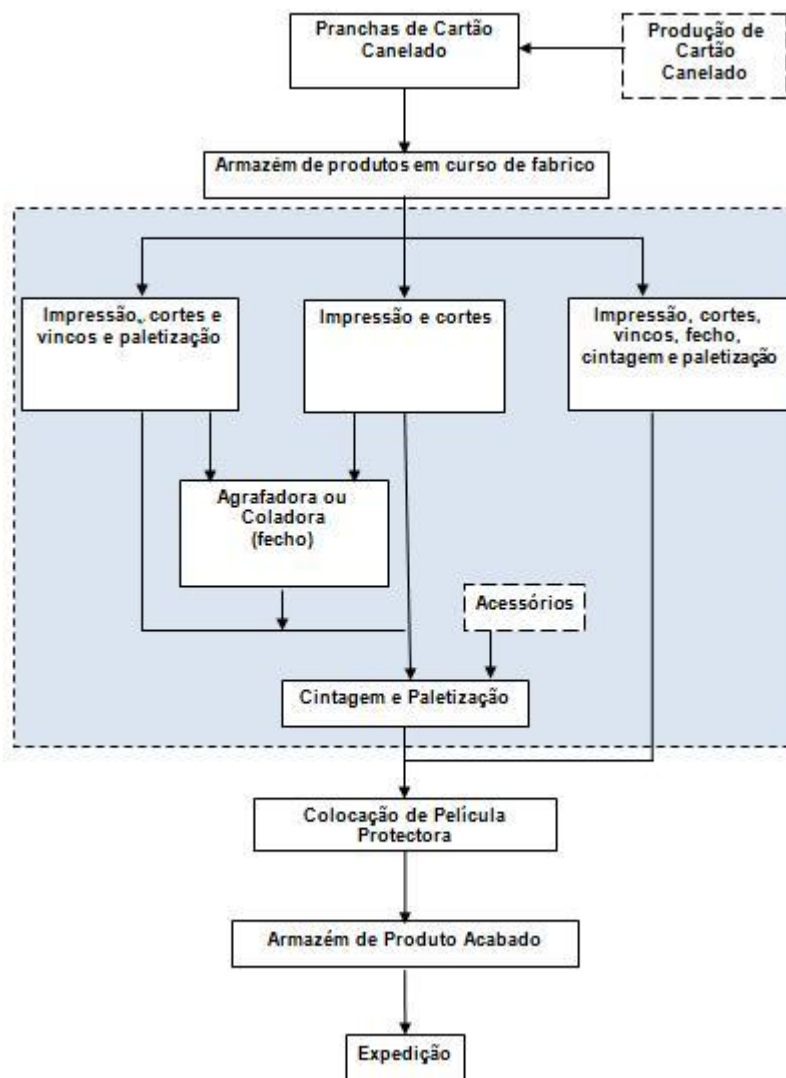
Womack J. P., J. D. e. R. D. (1990). *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*. New York, Rawson Associates.

Womack, J. P., Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking – Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Londres, Simon & Schuster.

Anexo A: Fluxograma demonstrativo da produção de cartão canelado.



Anexo B: Fluxograma demonstrativo da produção de caixas de cartão canelado.



Anexo C: Overall Equipment Efficiency Report.

Overall Equipment Efficiency Report

PC-Topp.net

14 FFG 924

Velocidade objectivo: 7000

Julho 2011

Data	Horas abertura		Horas trabalho		Paragens		Stopped		Run		Produção ²		Desp.		Ø Order Size			Preparação		OEE (Overall Equipment Efficiency) ¹			
	Interv.		Horas	%	Prep.	Hours	Hours	pl.	pl / h	pl.	%	m ² / sht.	pl.	m ²	No.	Out	No.	Ø h	Disponib.	Desempenho ³	Qualidade	OEE	
01-07	18'00	5'00	11'00	2'50	17,7 %	3'39	11'29	4'31	18,111	4,010	35	0,2 %	0,64	3,622	2,325	1,00	5	0'44	41,1 %	56,8 %	99,8 %	23,3 %	
02-07	6'00	0'00	6'00	0'42	11,7 %	2'30	3'12	2'48	10,261	3,665	22	0,2 %	0,61	2,565	1,554	1,00	4	0'38	46,7 %	51,2 %	99,8 %	23,8 %	
04-07	16'00	2'00	14'00	2'44	17,1 %	3'07	7'51	8'09	49,505	6,074	50	0,1 %	0,83	7,072	5,868	1,00	7	0'27	58,2 %	85,9 %	99,9 %	49,9 %	
05-07	16'00	1'00	15'00	2'26	15,2 %	4'28	7'54	8'06	35,882	4,430	97	0,3 %	0,72	2,990	2,167	1,00	12	0'22	54,0 %	62,1 %	99,7 %	33,5 %	
06-07	16'00	1'00	15'00	2'13	13,9 %	4'28	7'41	8'19	46,772	5,624	78	0,2 %	0,83	3,118	2,592	1,00	15	0'18	55,4 %	78,8 %	99,8 %	43,6 %	
07-07	18'00	1'00	17'00	1'09	6,4 %	6'49	8'58	9'02	38,399	4,251	93	0,2 %	0,76	2,954	2,235	1,00	13	0'31	53,1 %	59,2 %	99,8 %	31,4 %	
08-07	16'00	1'00	15'00	1'31	9,5 %	5'17	7'48	8'12	38,883	4,742	112	0,3 %	0,67	2,777	1,861	1,00	14	0'23	54,7 %	66,5 %	99,7 %	36,2 %	
09-07	8'00	1'00	7'00	0'37	7,7 %	0'48	2'25	5'35	41,571	7,446	25	0,1 %	0,84	41,571	35,039	1,00	1	0'48	79,8 %	106,3 %	99,9 %	84,7 %	
11-07	16'00	1'00	15'00	3'04	19,2 %	5'17	9'21	6'39	24,507	3,685	74	0,3 %	0,99	2,042	2,014	1,00	12	0'26	44,3 %	51,4 %	99,7 %	22,7 %	
12-07	16'00	1'00	15'00	1'16	7,9 %	5'56	8'12	7'48	36,012	4,617	62	0,2 %	1,10	3,001	3,308	1,00	12	0'30	52,0 %	65,0 %	99,8 %	33,7 %	
13-07	16'00	1'00	15'00	3'46	23,5 %	2'32	7'18	8'42	72,397	8,321	57	0,1 %	0,85	18,099	15,353	1,00	4	0'38	58,0 %	118,4 %	99,9 %	68,6 %	
14-07	18'00	1'00	17'00	3'03	16,9 %	6'58	11'01	6'59	52,846	7,567	58	0,1 %	0,63	7,549	4,767	1,00	7	1'00	41,1 %	107,2 %	99,9 %	44,0 %	
15-07	16'00	1'00	15'00	2'27	15,3 %	4'07	7'34	8'26	36,017	4,271	74	0,2 %	0,68	5,145	3,492	1,00	7	0'35	56,2 %	60,3 %	99,8 %	33,8 %	
16-07	3'00	0'00	3'00	0'01	0,6 %	0'58	0'59	2'01	7,418	3,678	52	0,7 %	0,82	3,709	3,057	1,00	2	0'29	67,2 %	52,1 %	99,3 %	34,8 %	
18-07	16'00	1'00	15'00	2'13	13,9 %	6'14	9'27	6'33	34,242	5,228	88	0,3 %	0,84	3,113	2,619	1,00	11	0'34	43,7 %	73,3 %	99,7 %	31,9 %	
19-07	16'00	1'00	15'00	3'04	19,2 %	5'15	9'19	6'41	38,910	5,822	62	0,2 %	0,82	3,537	2,905	1,00	11	0'29	44,6 %	81,5 %	99,8 %	36,3 %	
20-07	16'00	1'00	15'00	1'33	9,7 %	5'39	8'12	7'48	37,715	4,835	105	0,3 %	1,00	2,219	2,210	1,00	17	0'20	52,0 %	67,5 %	99,7 %	35,0 %	
21-07	18'00	1'00	17'00	4'34	25,4 %	4'35	10'09	7'51	49,517	6,308	37	0,1 %	0,47	6,190	2,924	1,00	8	0'34	46,2 %	88,7 %	99,9 %	40,9 %	
22-07	16'00	1'00	15'00	3'14	20,2 %	4'52	9'06	6'54	44,266	6,415	46	0,1 %	0,72	4,427	3,167	1,00	10	0'29	46,0 %	90,3 %	99,9 %	41,5 %	
25-07	16'00	1'00	15'00	2'55	18,2 %	4'16	8'11	7'49	60,888	7,790	161	0,3 %	0,79	12,178	9,674	1,00	5	0'51	52,1 %	110,9 %	99,7 %	57,6 %	
26-07	16'00	1'00	15'00	1'44	10,8 %	4'34	7'18	8'42	41,205	4,736	90	0,2 %	0,86	4,121	3,559	1,00	10	0'27	58,0 %	66,9 %	99,8 %	38,7 %	
27-07	16'00	1'00	15'00	2'14	14,0 %	6'32	9'46	6'14	32,849	5,270	79	0,2 %	0,69	3,285	2,266	1,00	10	0'39	41,6 %	74,1 %	99,8 %	30,7 %	
28-07	18'00	1'00	17'00	2'03	11,4 %	6'20	9'23	8'37	40,953	4,753	125	0,3 %	0,73	3,150	2,296	1,00	13	0'29	50,7 %	66,7 %	99,7 %	33,7 %	
29-07	16'00	1'00	15'00	2'46	17,3 %	3'52	7'38	8'22	52,090	6,226	75	0,1 %	0,72	8,682	6,232	1,00	6	0'39	55,8 %	88,6 %	99,9 %	49,4 %	
30-07	10'00	1'00	9'00	0'24	4,0 %	2'41	4'05	5'55	20,301	3,431	53	0,3 %	0,68	5,075	3,468	1,00	4	0'40	65,7 %	48,7 %	99,7 %	32,0 %	
Total	371'00	28'00	343'00	54'33	14,7 %	111'44	194'17	176'43	961,517	5,441	1,810	0,2 %	0,77	4,371	3,383	1,00	220	0'30	51,5 %	76,7 %	99,8 %	39,5 %	
Ø	14'50	1'07	13'43	2'10		4'28	7'46	7'04	38,461		72						8.8						

Anexo D: Tempos das tarefas executadas em todos os setups.

	Vai buscar Clichê/Carimbo à mesa	Prepara Carimbo(s)	Termina paletização da encomenda anterior	Baixa rampa entregador	Ajusta Entregador	Introduz na máquina parâmetros de cortes/fecho/vincos/impressão	Ajusta Receptor	Ajusta paletizador	Acerto de cortes/fecho/vincos/impressão	Ajusta cintadeira	Preenche papel	Imprime etiquetas
1	0,63	1,35	2,4	0,4	1,42	0,88	0,53	0,4	6,72	0,5	0,95	1,72
2	0,45	0,7	2,17	0,3	0,6	0,67	0,33	0,78	4,78	0,38	0,53	2,3
3	0,67	1,33	2,73	0,5	0,97	1,25	0,32	0,62	8,15	0,33	2,33	0,82
4	0,55	1,72	2,18	0,4	0,9	0,92	0,57	0,87	7,9	0,55	1,23	1,68
5	0,92	1,03	1,83	0,47	1,05	1,23	0,46	1,38	2,32	0,38	1,4	1,87
6	0,5	1,28	2,35	0,45	0,63	1,38	0,52	0,6	4,28	0,34	1,77	3
7	0,33	1,85	3,5	0,53	1	0,6	0,38	0,98	6,87	0,5	1,18	1,2
8	0,67	1,55	3,63	0,47	0,82	1,7	0,29	1,23	8	0,46	2,23	1,5
9	0,85	1,27	3	0,58	0,38	1,48	0,36	0,79	7,65	0,34	1,33	1,48
10	0,68	1,23	0,73	0,6	1	1,12	0,4	0,37	3	0,52	1,55	0,6
11	1	1,35	1,88	0,55	1,25	0,13	0,42	0,47	3	0,38	1,22	1,63
12	0,57	1	1,73	0,53	1,42	1	0,36	0,43	3,62	0,41	1	2
13	0,3	0,95	4,49	0,53	1,93	1,2	0,5	1,17	8	0,31	0,72	0,73
14	1	1,45	2,97	0,53	1,58	0,42	0,31	0,93	5	0,52	1,43	1,97
15	0,47	1,08	3,92	0,4	0,8	0,13	0,3	0,72	3	0,44	0,87	1,53
16	1	1,26	2,27	0,43	0,67	1,27	0,47	1	8	0,37	0,55	2,47
17	0,35	1,67	1,88	0,45	1,13	0,92	0,35	0,31	4,92	0,54	0,93	1,53
18	0,53	1,42	1,98	0,48	0,85	1,57	0,32	0,34	7,15	0,37	0,82	2,57
19	1,03	1,28	2	0,7	1,35	2,62	0,5	0,57	4,62	0,59	0,92	0,65
20	0,62	1,52	1,78	0,43	1,47	1,01	0,52	0,5	2,32	0,47	0,67	0,7
21	0,68	0,58	2,17	0,55	1	0,38	0,33	0,57	2,5	0,34	1,42	1,73
22	0,73	1,33	0,83	0,65	1,25	0,72	0,42	1	6,3	0,38	0,96	0,9
23	1	1,5	0,83	0,78	0,77	0,78	0,3	0,67	3,57	0,5	0,95	0,67
24	0,6	1	2,73	0,52	0,4	0,75	0,46	0,54	7,43	0,47	1,17	0,9
25	0,68	1,77	2	0,47	1,18	2	0,34	0,78	5,92	0,36	1,18	1,67
26	0,73		2,83	0,43	1,4	1,48	0,36	0,88	2,6	0,51	1,23	1,33
27	0,97		2	0,83	2,33	1,35	0,41	0,82	6,57	0,45	1,11	2,03
28	0,78		2,45	0,6	0,92	1,68	0,35	0,78	4,87	0,39	1,29	0,75
29	0,68		1,92	0,6	0,82	2	0,44	0,67	4,1		1,03	1,5
30	0,32		1,92	0,53	1,18	0,88	0,46	1,32	7		1,09	3,1

31	0,6		2,25	0,47	1,22	1,28	0,37	0,87	7,55		1,1	3,18
32	0,37		2,5	0,55	1,33	0,77	0,4	0,57	3,25		1,18	1,87
33	0,23		2	0,58	1,78	1,22	0,36	1,43	6,5		1,18	3,38
34	0,77		1,65	0,45	1,2	0,52	0,18	0,47	6,5		1,2	1,52
35	1		2,22	0,5	1,57	1,6	0,2	1	4,47		1,83	2,25
36	0,9		1,82	0,53	1,37	2,1		1,25	4,45		1,19	0,58
37	1		2,53	0,6	1,07	0,93		1,27	6,54		1,05	2,23
38	0,75		2	0,65	1,15	1,97		1,17	3,67		1,24	0,88
39	1		2,17	0,53	1,78	0,66		0,69	3,58		1,08	4,87
40	0,78		1,88	0,6	1,05	1,04		0,78	3,8		1,34	2
41	0,75		1,78	0,58	0,85	0,73		0,59	2,82		1,79	1,42
42	0,67		2	0,52	0,5	1,31		1,02	2,53		1,95	1
43	0,67		1,6	0,43	0,8	1,3		0,84	6,38		1,75	1,1
44	0,5		2,3	0,48	1,78	1,2		0,68	2,67		1,37	0,47
45	1		2	0,5	0,75	0,83		0,54	2,27		1,23	1,37
46	0,8		2,25	0,48	1,05	0,67		0,94	3,57		1,65	1,12
47	0,45		2,17	0,42	0,67	1,42		0,73	6,3		1,33	0,58
48	0,5		2,12	0,52	1	1,31		0,59	3,04		0,95	0,67
49	0,4		1,78	0,6	1,5	0,68		1,17	1,77		1,63	1,88
50	0,52		2,33	0,57	1,03	0,4		0,64	4,7		1,25	1,82
51	1		2,58	0,48	0,83	1,13		0,93	3,17		1,02	2
52	0,4		2,17	0,5	0,67	0,92		0,67	2,67		1,83	0,92
53	0,73		1,78	0,5	0,62	1,7		0,82	5,9		1,36	1,5
54	0,4		2	0,5	0,95	1		0,94	4,2		1,17	1,65
55	0,6		1,4	0,4	0,95	1,6		0,76	2,42		1,02	1,62
56	0,68			0,5	1,17	0,35		0,84	3,2		1,38	1
57	0,63			0,52	1,42	0,53		0,64	1,53		0,52	2,25
58	0,5			0,4	1,3	0,73		0,37	2,5		0,93	0,77
59	0,4			0,43	1,25	0,3		0,45	4,3		0,93	0,67
60				0,48	1,68	1,63		0,57	3,27		1,12	0,97
61				0,38	1,45	1,37		0,42	2,87		1,17	1,48
62				0,28	1,18	1,08		1,68	5,95		1,25	1
63				0,57	1,28	1,03		1,04	3,83			1,65
64				0,45	1,4	0,63		1,35	6,5			1,67
65				0,37	1	0,53		0,95	3,2			1,75
66				0,51	0,75	0,62		0,32	4,22			2
67				0,48	0,75	0,63		0,65	5,39			1,43
68				0,43	1	0,62		0,37	6,28			1,63
69				0,43	0,9	0,57		1,23	2,43			1,52
70				0,52	1,72	0,87		0,7	1,78			1,72
71				0,48	1,45	0,53		0,55	2,65			1,37
72				0,33	1,73	0,98		0,67	1,3			0,82
73				0,51	1,1	0,56		0,38	3,52			0,85

74				0,52	1,3	0,78		0,22	6			0,75
75				0,47	1,92	0,59		0,3	5,24			0,7
76				0,57	0,67	1,06		1,3	5,76			0,7
77				0,43	0,82	1,26		0,55	4,33			1,05
78				0,52	1	0,89		0,62	5,97			1,52
79				0,42	1,06	0,46		0,97	4,25			1,27
80				0,5	1,2	0,59		1,08	5,45			1,83
81				0,45	1,15	1,12		1	5,03			1,47
82				0,6	0,7	0,78		0,35	2,71			1,5
83				0,52	1,15	0,67		0,23	2,03			1,87
84				0,55	1,22	1,09		0,28	2,78			1,5
85				0,5	1,17	0,87		0,32	3,61			1,52
86				0,47	1,28	0,95		0,2	2,97			1,6
87				0,57	1,67	1,05		0,22	2,17			1,87
88				0,43	1,12	1,47		0,35	5,75			1,63
89				0,42	1,8	0,47		1	2,4			0,85
90				0,52	2	0,65		0,83	3,17			1,92
91				0,42	1,45	1		0,23	3,93			1,45
92				0,47	0,58	0,47		0,17	2,45			1,17
93				0,54	0,78	0,75		0,22	3,95			1,7
94				0,52	1,3			0,52	5,7			1,2
95				0,42	1,8			0,57	4,8			1,58
96				0,53	1,59			0,25	5,21			1,8
97				0,52	1,58			0,95	5,93			1,53
98				0,57	1,08			0,2	1,72			1,33
99				0,42	1,67			0,25	4,8			1,38
100				0,4	1,93			0,35	3,1			1,22
101				0,55	1,33			0,45	1,33			0,85
102				0,5	0,72				5,1			1,25
103				0,6	1,33				2,22			0,83
104				0,47	0,65				1,18			1
105				0,42	1,4				2			
106				0,47	1,05				1,63			
107				0,45	1,07				1,88			
108				0,45	1,25				2,15			
109				0,5	1				1,5			
110				0,57	1,33				3,17			
111				0,5	1,32				4,01			
112				0,6	1,97				4,33			
113				0,5	1,85				2,17			
114				0,53	1				1,53			
115				0,58	1				3,33			

	Vai buscar Cliché/Carimbo à mesa	Prepara Carimbo(s)	Termina paletização da encomenda anterior	Baixa rampa entregador	Ajusta Entregador	Introduz na máquina parâmetros de cortes/fecho/vincos/impressão	Ajusta Receptor	Ajusta paletizador	Acerto de cortes/fecho/vincos/impressão	Ajusta cintadeira	Preenche papel	Imprime etiquetas
Média	0,67	1,30	2,19	0,50	1,18	0,99	0,39	0,70	4,16	0,43	1,23	1,49
Desvio Padrão	0,22	0,31	0,67	0,08	0,39	0,46	0,09	0,34	1,84	0,08	0,37	0,68

Anexo E: Tempos das tarefas cuja execução depende do tipo de caixa a produzir.

	Vai buscar Tintas	Vai buscar Cortante	Remove Tinta(s)	Coloca Tinta(s)	Remove cliché	Coloca Cliché(s)	Remove Carimbo(s)	Coloca Carimbo(s)	Remove/Coloca Slotter cortante	Remove Cortante	Coloca Cortante	Ajusta Slotter	Prepara paletes	Lava Cliché e zona de baldes de tinta
1	6,17	1,58	1,95	2,07	1,05	0,95	0,68	1,72	1,5	0,7	1,5	2,68	1,88	0,85
2	5,3	1,37	2	1,4	0,57	1,37	0,6	2,3	1,65	0,3	1,1	3,57	1,53	1,05
3	9	1,03	2,63	3,75	1,42	0,98	0,25	1,82	1,42	0,55	0,67	4,52	1,52	1,15
4	6,9	1,15	2,25	1,73	0,87	2,35	0,65	1,9	1,55	0,9	0,93	5,76	1,40	1
5	4,13	1,17	1,83	3,08	0,6	1,28	0,67	1,67	1,58	0,43	0,78	3,35	1,77	0,98
6	5,38	0,85	2	1,95	3,2	0,72	0,57	3,4	1,53	0,73	0,53	5,12	1,65	1,2
7	5,4	0,72	2,13	2,62	1,25	0,45	0,55	3,1	1,55	0,92	0,83	2,63	1,50	1,18
8	8,15	1,03	1,86	2,4	1,07	1,17	0,47	3	1,53	0,68	1,9	2,65	1,52	1,05
9	4,53	0,94	1,94	2,25	0,68	1,12	0,33	1,8	1,53	0,28	0,75	5,15	1,54	1,16
10	8	0,94	1,79	2,17	0,67	0,93	0,2	1,23	1,57	0,73	1,4	5,08	1,39	0,89
11	7,37	0,7	2,15	1,52	0,67	1,18	0,6	2,05	1,55	0,25	1,3	5,33	1,45	0,8
12	4,58	0,9	2,38	1,52	0,67	2,84	0,5	1,45	1,57	0,75	0,43	3,75	1,54	1,09
13	8	0,7	1,97	1,57	0,67	0,83	0,33	2,5	1,53	0,62	0,3	2,87	1,63	1,22
14	5,63	0,87	2,43	1,53	0,58	1,77	0,38	3,07	1,55	0,85	1,5	3,33	1,78	1,17
15	5,47	0,75	2	1,33	1,07	2,31	0,27	2,05	1,52	0,98	0,43	3,55	1,80	1,19
16	8,38	1,05	1,87	1,22	1,2	2,76	0,23	1,75	1,52	0,17	1,3	4,95	1,43	1,1
17	5,54	0,7	2,26	2,7	1,14	1,09	0,73	1,5	1,53	0,85	1,5	2,83	1,87	0,98
18	6,38	0,87	2,35	2,9	2,39	2,09	0,53	1	1,53	0,74	1,3	3,57	1,34	1,2
19	6,54	0,95	1,94	1,89	2	0,92	0,58	1,68	1,57	0,92	0,53	2,96	1,67	1,16
20	8,32	0,75	2	3,7	0,5	1,42	0,4	1,93	1,55	0,32	0,87	3,49	1,49	1,13
21	6,45	1,07		2,86	1,32	1,95	0,78	1,55	1,55	0,6	0,74	4,56	1,57	1,07
22	5,78	0,6		2,5	1,39	1,95	0,38	1,63	1,6	0,4	1,3	3,76	1,69	1,23
23	7,4	0,97		1,58	0,69	1,33	0,85	3,7	1,55	0,3	0,58	2,78	1,80	1,2
24	5,89	1,08		1,1	1,71	1,48	0,58	1,53	1,53	0,45	1,55	4,15	1,71	1,18
25	6,24	0,95		2,57	1,72	1,03	0,58	1,75	1,55	0,5	0,38	3,95	1,54	1,09
26		0,88		1,37	1,67	1,28	0,38	1,37	1,57	0,37	1,18	5,06	1,55	1,2
27				3,4	1,12	1,37	0,68	3,33	1,55	0,25	0,67	4,78		0,99
28				1,35	0,45	0,87	1	2,57	1,6	0,45	0,67	4,38		1,18
29				1,34	0,38	1,73	0,63	3,08		0,53	0,68			1,19
30				2,4	0,52	0,88	0,28	2,83		0,87	1,6			1,03
31				2,82	1,05	0,83	0,37	1,45		0,56	0,9			1,23
32				1,23	0,45	2,41	0,3	1,23		0,35	1,47			

33				1,54	1,1	1,29	0,32	1,93		0,55	1,22			
34				1,26	0,86	1,1	0,63	1,47		0,45	1,17			
35				1,65	1	1,4	0,43	3,2		0,82	1,07			
36				1,39	1,30	1,14	0,43	3,82		0,38	1,53			
37				3,15	0,63	1,15	0,25	1,92		0,59	1,53			
38				2,58	0,57	0,93	0,23	1,25		0,67	1,3			
39				2,44	1	1,86	0,37	2,33		0,78	1,3			
40				1,1	1,5	1,77	0,48	1,75		0,87	0,89			
41				2,15	1,45	1,55	0,56	3,65		0,54	1,52			
42				2,03	1,27	1,47	0,67	2,38		0,96	0,98			
43				1,91	0,83	1,16	0,5	1,33		0,67	1,09			
44				1,74	1	0,92	0,62	1,2		0,74	1,45			
45				1,67	0,52	0,75	0,54	2,43		0,86	0,76			
46				2,77	0,6	1,81	0,39	1,57		0,69	1,39			
47				1,62	1	1,25	0,45	2,5		0,77	1,25			
48				1,94	0,53	0,92	0,67	1,38		0,92	1,06			
49				1,62	0,48	2,4	0,74	3,15		0,76	0,89			
50				1,62	0,58	1,64	0,59	1,45		0,82	1,28			
51					0,88	1,53	0,53	1,87		0,65	1,37			
52					0,72	1,63	0,3	2,1		0,86	1,47			
53					2,35	1,55	0,58	1,38		0,94	1,55			
54					1,12	0,65		3,67		0,76				
55					1,09	2,37		1,58						
56					0,7	1		1,58						
57					0,55	1,85		0,72						
58					0,78	0,97								
59					0,82	1,17								
60					1,15	1,53								
61					0,8	0,82								
62					0,82	0,93								
63					0,72	1,03								
64					0,97	1,05								
65					0,4	0,98								
66					0,45	1,48								
67					0,67	1,2								
68					0,78	1								
69					0,71	0,92								
70					0,93	1,2								
71					0,68	1,37								
72					0,95	1,77								
73					0,63	0,73								
74					1,17	1,8								
75					1,25	1,32								

76					1,12	1,83								
77					0,73	2,17								
78					0,6	2,28								
79					0,73	1,53								
80					0,55	1,27								
81					0,78	1,18								
82					0,63	1,43								
83					0,67	1,22								
84					0,68	0,77								
85					1,17	1,93								
86					0,57	2,1								
87					0,5	1,97								
88					0,5	1								
89					0,38	0,88								
90					0,63	1,53								
91					0,48	1,72								
92					0,45	1,05								
93					0,73	1								
94					0,62	1,36								
95					0,55	1,17								
96					0,72	0,77								
97					0,53	0,97								
98					0,73	1,22								
99					0,63	1,22								
100					0,78	1,18								
101					0,69	1,67								
102					0,82	1,47								
103					0,87	1								
104					1,15	1,18								

	Vai buscar Tintas	Vai buscar Cortante	Remove Tinta(s)	Coloca Tinta(s)	Remove cliché	Coloca Cliché(s)	Remove Carimbo(s)	Coloca Carimbo(s)	Remove/Coloca Slotter cortante	Remove Cortante	Coloca Cortante	Ajusta Slotter	Prepara paletes	Lava Cliché e zona de baldes de tinta
Média	6,44	0,95	2,09	2,04	0,89	1,35	0,50	2,08	1,55	0,64	1,09	3,95	1,60	1,10
Desvio Padrão	1,34	0,22	0,23	0,69	0,45	0,47	0,18	0,78	0,04	0,22	0,39	0,95	0,15	0,12

Anexo F: Valores utilizados para a construção dos Gráficos 6 e 7.

Mês/Ano	Jan-11	Fev-11	Mar-11	Abr-11	Mai-11	Jun-11	Jul-11	Ago-11	Set-11	Out-11	Nov-11	Dez-11
Nº Execuções s/ cortante	123	137	144	113	177	97	121	86	181	121	160	61
Nº Execuções c/ cortante	101	93	94	90	78	75	99	52	100	95	105	81
Nº total de ex.	224	230	238	203	255	172	220	138	281	216	265	142

Mês/Ano	S/ impressão (pl)	1 tinta (pl)	2 tintas (pl)	3 tintas (pl)	4 ou + tintas (pl)	Total de placas produzidas
Jan-11	288.305	392.658	171.304	62.129	14.873	929.269
Fev-11	239.895	309.956	158.131	74.931	13.593	796.506
Mar-11	125.076	438.738	229.085	129.842	34.805	957.546
Abr-11	170.318	263.312	210.711	28.307	29.140	701.788
Mai-11	182.844	315.088	167.135	57.337	28.142	750.546
Jun-11	172.948	273.450	203.897	55.837	28.929	735.061
Jul-11	188.414	411.707	219.762	66.691	74.943	961.517
Ago-11	73.971	261.469	108.070	53.952	14.340	511.802
Set-11	219.771	373.613	229.372	75.347	20.556	918.659
Out-11	216.899	292.987	203.623	116.114	60.169	889.792
Nov-11	243.725	351.034	245.225	94.901	7.730	942.615
Dez-11	94.427	124.766	159.204	64.683	101.663	544.743

Anexo G: Tempos de realização dos setups.

Nº de Observações	Tempos de Realização dos setups (minutos)					
	0 Tintas		1 Tinta		2 Tintas	
	Com cortante	Sem cortante	Com cortante	Sem cortante	Com cortante	Sem cortante
1	27	22	41	28	81	21
2	34	13	34	17	37	16
3	22	13	28	24	55	41
4	19	14	33	16	20	34
5	27	40	17	24	33	24
6	36	11	22	18	36	17
7	37	20	19	28	19	17
8	28	15	21	12	21	30
9	16	13	24	27	14	36
10	24	16	25	20	17	30
11	74	11	37	26	34	18
12	26	17	25	20	16	13
13	27	35	14	16	40	49
14	30	26	29	13	25	33
15	22	21	41	26	28	42
16	26	27	32	21	30	22
17	22	19	32	13	41	13
18	30	34	31	14	30	21
19	21	15	18	41	32	44
20	18	18	26	26	16	21
21	20	19	11	23	23	23
22	15	16	32	25	21	12
23	49	12	20	13	31	28
24	36	33	23	21	21	46
25	31	12	27	21	40	38
26	30	19	19	26	30	27
27	36	22	22	18	23	15
28	31	18	36	24	36	19
29	19	15	34	23	32	27
30	22	18	22	18	40	14
31	19	20	51	24	30	35
32	11	16	35	16	32	22
33	20	27	30	12	31	33
34	32	37	12	30	32	32
35	28	12	34	16	37	13
36	21	16	20	18	28	16
37	39	14	46	20	48	21

38	35	22	28		52	22
39	25	15	23		33	31
40	25	16	19		29	26
41	21	12	28		21	14
42	44	12			20	33
43	38	14			22	24
44	29	14			14	31
45	13	15			32	47
46	20	17			77	52
47	30	31			45	19
48	27	20			24	30
49	11	11			28	22
50	25	30			39	19
51	26	16			38	18
52	27	16			28	34
53	46	15			31	37
54	24	30			27	46
55	20	17			40	18
56	19	21			24	18
57	21	21			55	21
58		23			33	14
59		18			25	34
60					35	14
61					33	34
62					49	
63					46	

	0 Tintas		1 Tinta		2 Tintas	
	Com cortante	Sem cortante	Com cortante	Sem cortante	Com cortante	Sem cortante
Nível de Confiança (95%)	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96
Precisão (10%)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Nº observações Teórico	55	52	40	32	58	60
Nº observações Real	57	59	41	37	63	61
Média (min)	27,21	19,19	27,34	21,03	32,81	26,57
Desvio Padrão (min)	10,30	7,05	8,86	6,08	12,77	10,48

Anexo H: Folha de verificação rápida e fluxograma da preparação do *setup*.

Máquina 14 - FFG 924

Preparação do *setup*

Setup Externo

A nova encomenda necessita de carimbos soltos (Zarrinha e Ref.)?

- ✓ Certificar que o carimbo está pronto a colocar no slotter cortante.

A nova encomenda necessita pré-montagem?

- ✓ Certificar que a pré-montagem tem o carimbo necessário à nova encomenda.
- ✓ Certificar que se encontra junto da máquina a pré-montagem da nova encomenda pronta a ser introduzida no slotter impressor.

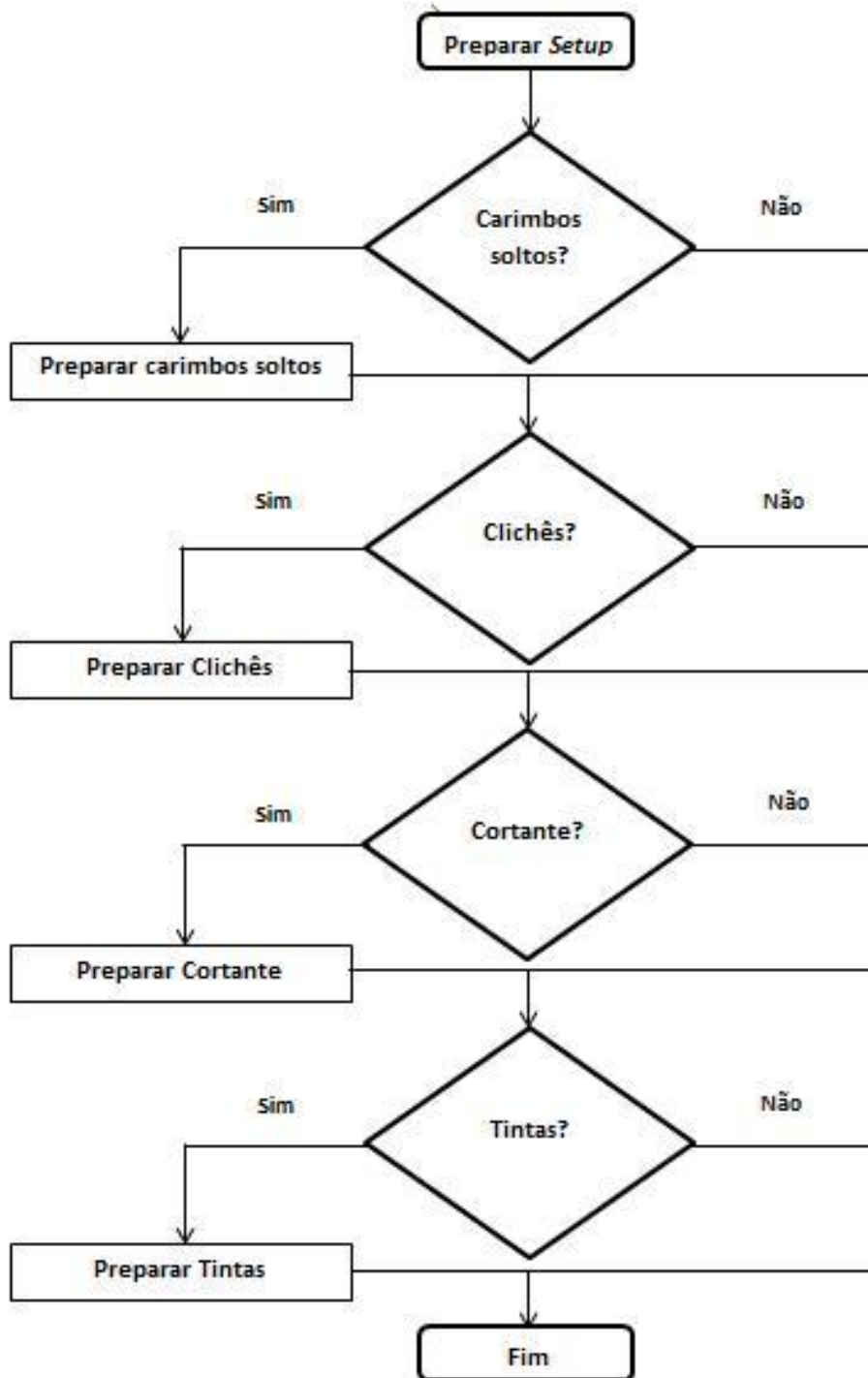
A nova encomenda necessita cortante?

- ✓ Certificar que se encontra junto da máquina o cortante necessário para a nova encomenda, pronto a ser introduzido no slotter cortante.

A nova encomenda necessita tintas?

- ✓ Certificar que a(s) tinta(s) necessárias para a nova encomenda se encontram junto da máquina prontas para colocar no respectivo slotter impressor.⁷
- ✓ Em caso de disponibilidade de slotters impressores colocar tintas prontas a utilizar.

⁷ Pode ser realizado pelo operador da máquina, ou por operador responsável pela entrega e recolha de tintas pelas máquinas transformadoras.



Anexo I: Plano de acção para cada um dos operadores da máquina.

Operador 1: Chefe de máquina

Setup Externo

- Prepara carimbo da próxima encomenda;
- Coloca carimbo no cliché (quando necessário);
- Leva para junto do operador 2 carimbo e/ou cliché;
- Verificar se máquina tem paletes para a nova encomenda;
- Verificar a existência de placas para a base das paletes;

Setup Interno

- Termina a paletização da encomenda anterior;
- Introduzir dados de nova encomenda no MPC;
- Introduzir dados no PC paletizador;
- Proceder ao acerto da máquina (cortes, fecho, vincos, impressão e cor) produzindo uma caixa de cada vez;
- Conferir nota de encomenda;
- Iniciar Produção;

Setup Externo

- Preenchimento de “Auto-controlo” e “Mapa de Produção da Transformação”;
- Impressão de etiquetas.

Operador 2: Ajudante

Setup Externo

- Confere parâmetros da *Check List* de preparação de *setup*;
- Eleva rampa do entregador e vaza entregador;

Setup Interno

- Pára Máquina;
- Recupera tinta(s) da encomenda anterior e se possível coloca tinta(s) para nova encomenda;
- Abre máquina;
- Coloca/Remove *Slotter(s)* cortante(s);
- Coloca/Remove Cortante;
- Coloca/Remove cliché ou carimbo;
- Fecha máquina;
- Baixa rampa do entregador;
- Coloca cartão no entregador;
- Ajusta entregador;
- Inicia máquina;

Setup Externo

- Lava clichés da encomenda anterior;
- Lava zona dos baldes de tinta da encomenda anterior.

Anexo J: Relatório “Resumo de Paragens” do software da empresa, PC-Topp.

Resumo de paragens

PC-Toppnet

14 FFG 924

Todos os turnos
Todos os Equipam

Julho 2011

Horas estrutura		Mini paragens		Horas Paragens		Horas produção			
37'1'00		0'00		40'33		288'27			
Intervalos		Horas Paragens		Horas produção					
20'00		40'33		288'27					
Horas trabalho		Horas Paragens		Horas produção					
343'00		40'33		288'27					
				84,1%					
No.	Causa	Dur.		IIT		Order Related	Machine Related	Operat. Related	Not Def.
		Total	%	243'00	50'33				
18	Limpeza	7'36	0'25	2,2%	13,8%				7'36
18	LIMPEZA	7'36	0'25	2,2%	13,8%				7'36
3	Unidades Impressoras	1'45	0'35	0,5%	3,2%				1'45
9	Atadeira	1'32	0'08	0,4%	2,0%				1'32
16	Atadeira	1'32	0'08	0,4%	2,0%				1'32
1	Unidade secagem	0'26	0'26	0,1%	0,8%				0'26
2	Unidade Slotter	0'15	0'00	0,1%	0,5%				0'15
1	Unidade Contagem	0'10	0'10	0,0%	0,3%				0'10
1	Alimentador Automatico	0'09	0'09	0,0%	0,2%				0'09
1	Unidade Saída	0'03	0'03	0,0%	0,1%				0'03
31	AVARIA MECANICA	5'58	0'12	1,7%	10,9%				5'58
0	Paletizador	1'47	0'13	0,5%	3,3%				1'47
17	Atadeira	1'24	0'05	0,4%	2,8%				1'24
5	Impressoras	1'16	0'15	0,4%	2,3%				1'16
1	Unidade Contagem	0'25	0'25	0,1%	0,8%				0'25
1	Unidade Colagem	0'24	0'24	0,1%	0,7%				0'24
2	Unidade Saída	0'11	0'08	0,1%	0,3%				0'11
34	AVARIA ELECTRICA	5'27	0'10	1,6%	10,0%				5'27
23	Acerto de tom da tinta	7'14	0'19	2,1%	13,3%				7'14
5	Reparação Molde	1'47	0'21	0,5%	3,3%				1'47
1	Problemas de oola	1'01	1'01	0,3%	1,0%				1'01
3	Falta Pré-Montagem	0'51	0'17	0,2%	1,0%				0'51
1	Falta Tinta	0'33	0'33	0,2%	1,0%				0'33
1	Acerto pré-montagem usada	0'15	0'15	0,1%	0,5%				0'15
34	MATERIAIS AUXILIARES	11'41	0'21	3,4%	21,4%				11'41
4	Cartao Empenado	0'25	0'06	0,1%	0,8%				0'25
4	PROBLEMAS DO CARTÃO	0'25	0'06	0,1%	0,8%				0'25
100	Enrroamento	8'12	0'06	2,4%	16,0%				8'12
35	Limpeza Pré Montagens	3'50	0'07	1,1%	7,0%				3'50
5	Tintas de reserva	3'00	0'38	0,9%	5,8%				3'00
6	Alimentar maquina	0'27	0'05	0,1%	0,8%				0'27
146	PARAGENS DO PROCESSO	15'29	0'06	4,5%	28,4%				15'29
1	Aguarda Informacao da Planificacao	0'30	0'30	0,2%	1,2%				0'30
3	Falta de Cartao Caneladora	0'34	0'11	0,2%	1,0%				0'34
2	Falta de Empilhador	0'16	0'08	0,1%	0,5%				0'16
6	PROBLEMAS DE ORGANIZACAO	1'28	0'15	0,4%	2,7%				1'28
2	Linha expedição cheia	0'19	0'10	0,1%	0,6%				0'19
1	Avaria no Transportador de Desperdicio	0'10	0'10	0,0%	0,3%				0'10
3	DIVERSOS	0'29	0'10	0,1%	0,9%				0'29