



Projeto

Mestrado em Engenharia Mecânica – Produção Industrial

***Implementação de Metodologia SMED para Redução
dos Tempos de Preparação do Equipamento Simon 350***

Raquel Palos dos Santos

Leiria, Setembro de 2015



Projeto

Mestrado em Engenharia Mecânica – Produção Industrial

***Implementação de Metodologia SMED para redução
dos tempos de preparação do equipamento Simon 350***

Raquel Palos dos Santos

Projeto de Mestrado realizado sob a orientação da Doutora Irene Sofia Carvalho Ferreira, Professora da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria e coorientação do Doutor Carlos Manuel da Costa Vieira, Professor da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria.

Leiria, Setembro de 2015

*À minha família, por todo o amor e compreensão
demonstrados, de forma incondicional, em todos os
momentos.*

Agradecimentos

É com imensa gratidão que expresso o meu profundo reconhecimento a todos os que contribuíram para a realização deste trabalho.

À empresa Europac por me ter proporcionado esta experiência, que em termos profissionais se revelou muito enriquecedora em todas as suas vertentes. Agradeço a abertura demonstrada por parte da direção para desenvolver este projeto, assim como a sua disponibilidade para colaborar e ajudar em todas as fases.

Ao Diretor de Produção, o Eng.º Ricardo Araújo pelo seu suporte no estudo da implementação da metodologia assim como pela abertura e incentivo para fazer mais e melhor. Também quero agradecer a todos os colaboradores da Europac, nomeadamente os funcionários da máquina em estudo que sempre colaboraram de forma muito positiva e se interessaram pelo trabalho desenvolvido.

Aos meus orientadores, pela forma como se dispuseram a prestar todo o apoio na elaboração deste trabalho.

A todos os docentes do Mestrado de Engenharia Mecânica – Produção Industrial pela valiosa transmissão de conhecimentos.

Aos meus pais e restante família, a uma pessoa muito especial, por todo o apoio e por tornarem possível o meu desenvolvimento enquanto pessoa e profissional.

A todos o meu sincero muito obrigado!

Resumo

O presente relatório foi elaborado no âmbito do Projeto Final de Mestrado em Engenharia Mecânica – Produção Industrial, na Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Leiria. Durante a experiência profissional na empresa Europac, que dedica a sua atividade a produzir embalagens de cartão canelado, foi identificada a necessidade de melhorar um dos indicadores-chave de performance, nomeadamente os tempos médios de preparação de encomendas.

Face à atual conjuntura económica não foram possíveis investimentos em novos e melhores equipamentos, pelo que a empresa procurou alternativas, como a aposta em ferramentas de melhoria contínua mantendo desta forma os equipamentos existentes. A aplicação do sistema SMED foi um dos projetos iniciados na empresa e é o foco deste relatório.

A máquina integrada *Simon 350*, objeto de estudo neste projeto, apresentava há algum tempo, tempos médios de preparação elevados e muito aquém do estipulado nos objetivos da empresa para 2014 e 2015. Como tal, foi efetuado um levantamento inicial da situação, que acabou por confirmar o grande potencial para redução dos mesmos. Através da aplicação das várias etapas do SMED, conseguiram-se elaborar várias propostas de redução dos tempos individuais de cada tarefa e também gerais, conduzindo a uma redução global do tempo de preparação das encomendas mais executadas, em vários cenários.

Palavras-chave: *SMED, Produção magra, Melhoria Contínua, Troca rápida de ferramenta, Produtividade, Tempos de Preparação, Cartão canelado, Tarefas.*

Abstract

This report was prepared under the Master's Final Project in Mechanical Engineering - Industrial Production in the School of Technology and Management of Leiria. During the work experience in Europac company, that dedicates its activity to produce corrugated board packaging, it was identified the need to improve one of the key performance indicators, the average time order preparation.

The current economic situation did not allow current investment in new and better equipments, so the company searches for alternatives, such as the focus on continuous improvement tools, keeping the existing equipment. The application of the SMED system was one of the projects started in the company and it is the focus of this report.

The integrated machine *Simon 350*, the case of study of this project, presented some time ago, high average times of preparation and far short of the company goals set out for 2014 and 2015. It was made a survey of the initial situation, that allowed to confirm the great potential of the time reduction.

By successive application of the various stages of SMED, it was possible to prepare several proposals to reduce the individual times of each task and general leading to an overall reduction in preparation time in various scenarios.

Keywords: *Single minute exchange of die, Lean Manufacturing, Continuous Improvement, Quick Mould Change, Setups, Corrugated Card, Tasks.*

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Objetivos do TPS – adoção de uma nova cultura (Fonte: Europac).	9
Figura 2.2 - Quatro princípios básicos do TPS (Fonte: Europac).	11
Figura 2.3 - Itens de identificação dos <i>Muda</i> ou desperdícios (Citeve, 2012).	13
Figura 2.4 - Metodologias de base do Pensamento <i>Lean</i>	18
Figura 2.5 - Razões para a redução dos tempos de <i>setup</i> (Lopes <i>et al.</i> , 2010).	22
Figura 2.6 - Passos envolvidos na metodologia SMED (Fonte: Europac).	23
Figura 2.7 - Exemplos de caixas de cartão canelado (Fonte: Europac).	25
Figura 2.8 - Esquema simplificado de produção de cartão duplo (Fonte: Europac).	26
Figura 2.9 - Grupo empalmador (porta bobine/cassete) (Fonte Europac).	27
Figura 2.10 - Formação de simples face (Alves, 2013).	28
Figura 3.1 - Estrutura de gestão da Europac – unidade de Leiria (Fonte: Europac).	31
Figura 3.2 - Tipos de cartão canelado comercializados pela empresa (Fonte:Europac).	32
Figura 3.3 - Pilhas de cartão canelado, prontas para a transformação (Fonte: Europac).	33
Figura 3.4 - Embalagem de cartão canelado - modelo americano (Fonte: Europac).	33
Figura 3.5 - Embalagem de cartão canelado - modelo especial (Fonte: Europac).	33
Figura 3.6 - Fluxo de execução de uma nova encomenda (Fonte: Europac).	34
Figura 3.7 - Fases do ciclo produtivo de embalagens de cartão canelado (Fonte: Europac).	35
Figura 3.8 - Esquema de “montagem” dos tipos de cartão canelado (Fonte: Europac).	36
Figura 3.9 - Moldes planos (A) e curvos (B) (Fonte: Europac).	37
Figura 3.10 - Unidades da <i>Simon 350</i> – fechada (Fonte: Europac).	38
Figura 3.11 - Unidades da <i>Simon 350</i> – aberta (Fonte: Europac).	39
Figura 3.12 - Mesa esquadadora e braço mecânico, após fase de fecho da caixa (Fonte: Europac). .	40
Figura 3.13 - Interface de controlo dos dados no <i>PcTopp</i> da <i>Simon 350</i> (Fonte:Europac).	41
Figura 3.14 - Os 4 indicadores de desempenho do equipamento.	42

Figura 3.15 - Colaborador alocado à saída da colagem das caixas (Fonte: Europac).....	45
Figura 3.16 - Tipos de encomendas mais passadas – estatísticas do <i>PcTopp</i>	47
Figura 3.17 - Percentagem de preparações mais efetuadas durante o período de estudo.	48
Figura 3.18 - N° de ocorrências para cada tipo de preparações mais executadas.	48
Figura 4.1 - Evolução dos tempos de preparação - ano 2014 e 1º semestre de 2015.	51
Figura 4.2 - Tempo médio despendido, em minutos, em cada tarefa do <i>setup</i>	52
Figura 4.3 - N° de horas despendido nas tarefas por cada operador.	53
Figura 4.4 - Tempos médios de preparação de cada tarefa - 2 turnos.....	54
Figura 4.5 - Etiqueta já impressa e colocada na palete.	60
Figura 4.6 - Proposta de substituição de chave de bocas (A) por umade roquete (B).	60
Figura 4.7 - Operador a acoplar as navalhas de escatelar nos discos.....	61
Figura 4.8 - Proposta para gravar escala no cilindro de fixação do molde.	61
Figura 4.9 - Proposta de criação de um dispositivo de fixação rápida de carimbos.	62
Figura 4.10 - Gestão visual das tintas das próximas três encomendas.	65
Figura 4.11 - Layout do equipamento, com as zonas tipicamente afetas a cada operador.	66
Figura 4.12 - Modo Operatório do tipo de preparação nº3.	68
Figura 4.13 - Modo Operatório do tipo de preparação nº6	68
Figura 4.14 - Modo Operatório do tipo de preparação nº9.	69
Figura 4.15 - Modo Operatório do tipo de preparação nº12.	69

Índice de Tabelas

Tabela 3.1 - Descrição das unidades constituintes da integrada <i>Simon 350</i>	39
Tabela 3.2 - Tarefas dos operadores em 3 grupos gerais de preparações.....	44
Tabela 3.3 - Tempos médios de de preparação das quatro tipologias de encomenda. ...	49
Tabela 4.1 - Situação inicial e classificação das tarefas.....	55
Tabela 4.2 - Proposta de conversão de tarefas internas para externas.....	56
Tabela 4.3 - Impacto da conversão das tarefas internas para externas - cor.....	58
Tabela 4.4 - Impacto da conversão das tarefas internas para externas - molde.....	59
Tabela 5.1 - Resultados do tempo de poupança obtidos pela proposta.	72

Lista de Acrónimos

APA – Armazém de Produto Acabado

CAD – *Computer Aided Design*

CTV – Corpo Técnico de Vendas

IT – Instrução de Trabalho

JIT – *Just-in-Time*

NS – Nível de Serviço

PNP – Paragens Não Programadas

SAP – Sistemas Aplicativos de Produtos para o processamento de dados

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

TPS – *Toyota Production System*

UP – Unidade de Produção

WIP – *Work in Progress*

Índice Geral

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 ENQUADRAMENTO E MOTIVAÇÃO	2
1.2 OBJETIVOS E ORIENTAÇÃO METODOLÓGICA.....	3
1.3 ORGANIZAÇÃO DO PROJETO	4
2 REVISÃO DO ESTADO DA ARTE	7
2.1 PANORAMA ATUAL DAS EMPRESAS	7
2.2 TPS – TOYOTA PRODUCTION SYSTEM.....	7
2.3 LEAN THINKING	11
2.4 FILOSOFIA KAIZEN.....	19
2.5 METODOLOGIA SMED	20
2.7 O MERCADO DO CARTÃO CANELADO	25
2.7.1 A origem do papel e do cartão canelado	25
2.7.2 Processo de fabrico do cartão canelado.....	26
3 ENQUADRAMENTO DO PROBLEMA.....	29
3.1 A EMPRESA: EUROPAC	30
3.1.1 A produção de cartão canelado da empresa	31
3.1.2 Fluxo de execução de uma nova encomenda	34
3.1.3 Processo Produtivo de Europac.....	35
3.1.4 Características do equipamento – Simon 350	38
3.2 ANÁLISE DA SITUAÇÃO INICIAL	40
3.2.1 Indicadores de Performance	41
3.2.2 Equipas e Tarefas	43
3.2.3 Equipamento	45
3.2.4 Informação para a Produção.....	46
3.2.5 Tipologia das encomendas	46
4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SMED.....	51
4.1 PASSO 1 - RECOLHA DE TEMPOS INICIAIS	51
4.2 PASSO 2 – DISTINÇÃO DE TAREFAS INTERNAS DAS EXTERNAS.....	54
4.3 PASSO 3 - CONVERTER TAREFAS INTERNAS EM EXTERNAS	56
4.4 PASSO 4 - SIMPLIFICAÇÃO DAS TAREFAS INTERNAS	60
4.5 PASSO 5 – SIMPLIFICAÇÃO DAS TAREFAS EXTERNAS	64
4.6 PROPOSTA DE EXECUÇÃO DAS PREPARAÇÕES	65

5 ANÁLISE DOS DADOS RECOLHIDOS.....	71
5.1 REDUÇÃO DE TEMPOS	71
6 CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS	75
6.1 CONCLUSÕES GERAIS	75
6.2 AVALIAÇÃO DE IMPACTO E MELHORIAS	76
6.3 PERSPETIVAS FUTURAS.....	78
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79

“The ideal setup change is no change at all. As long as a setup changes are necessary, however, they should be designed to be performed with a one touch motion.” Shingeo Shingo (1985)

1 Introdução

A atual conjuntura económica que se vive, pautada por uma grave crise em muitos setores conduz inevitavelmente as empresas à reformulação das suas estratégias face ao mercado em que atuam. Segundo Filipe (2006) é necessária uma constante diferenciação dos produtos com foco nas necessidades e aspirações dos consumidores, bem como a retenção de clientes com mais valor.

Simões (2011) afirma que o lento crescimento dos mercados e o inerente aumento da intensidade concorrencial resulta na centralização dos negócios no consumidor. Esta crescente complexidade e imprevisibilidade dos mercados impulsiona as empresas, independentemente do sector em que atuam, a uma adaptação contínua para sobreviverem neste ambiente.

A constituição de grandes lotes e *stocks* de armazenamento tornou-se cada vez mais uma tarefa inconcebível, quer a nível logístico quer a nível financeiro. Neste contexto, Filipe (2006) afirma que para uma organização conseguir dar resposta a um mercado que exige variedade e capacidade de resposta atempada aos pedidos dos clientes, aposta-se em ferramentas que contribuam para uma maior flexibilidade de produção. Tudo isto deve refletir-se na excelência dos seus produtos e/ou serviços, sempre a par da exigência de redução de custos.

De acordo com Pereira (2012), existe a frequente tendência de associar produtividade exclusivamente com capacidade de produção. No entanto, é necessário ter em conta que, para se definir capacidade de produção é necessário avaliar a capacidade de resposta a encomendas, uma vez que a capacidade produtiva do equipamento de linha, poderá corresponder a uma realidade completamente desfasada.

No mercado atual, a capacidade de produção está intrinsecamente relacionada com a capacidade de adaptação de uma empresa, gerindo paragens e constrangimentos de produção (situações de gargalo de processo) e a também da capacidade de produzir dentro das exigências do cliente, garantindo um bom Nível de Serviço (NS). A redução dos tempos de preparação das encomendas é uma das chaves para a redução de constrangimentos, melhoria da capacidade de resposta ao cliente e da noção de

qualidade de serviço que este percebe. Tudo isto terá impacto nos custos de produção e na produtividade esperada (Gan *et al.*, 2014).

Neste sentido, a aplicação de um sistema SMED proporciona a criação de várias metodologias que reduzem significativamente os tempos gastos em processos de mudança de linha/encomenda sem haver prejuízo do produto final. Isto surge devido ao facto de elevados níveis de *stock* acarretarem custos elevados e devido à tendência de o cliente realizar encomendas cada vez mais frequentes e de baixas dimensões. Este seu comportamento contribui bastante para a degradação dos níveis de produtividade das unidades de produção (UP), uma vez que estão constantemente a produzir produtos diferentes. Neste sentido a Europac não foi exceção, pelo que, para se adaptar a esta tendência de mercado, apostou na aplicação destas ferramentas, sendo este projeto parte da estratégia adotada pela unidade de Leiria (Fonte: Europac).

1.1 Enquadramento e Motivação

O projeto que vai ser descrito ao longo deste relatório surgiu no âmbito da conclusão do Mestrado de Engenharia Mecânica – Produção Industrial da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Leiria para atribuição do grau de Mestre. Foi desenvolvido e implementado um projeto com base numa metodologia de melhoria contínua, numa UP de embalagens de cartão canelado da empresa Europac, SA.

Dentro da empresa, a unidade produtiva alvo deste projeto de melhoria foi uma máquina que se designa por integrada que é um equipamento responsável por todas as operações necessárias à produção de uma caixa de cartão canelado, dentro da unidade fabril. É uma unidade que apesar de não ser propriamente nova (quase 30 anos) caracteriza-se pela sua robustez e pelo grande papel e potencial dentro da empresa, principalmente por suas características que permitem a redução do *lead time*, com impacto direto no cumprimento dos prazos do cliente (Fonte: Europac).

Vivemos numa época em que a competitividade no setor empresarial se tem intensificado devido, em parte, à discrepância entre a oferta e a procura, às constantes necessidades dos clientes, à rápida evolução tecnológica e à diminuição do ciclo de vida dos produtos. Conforme referido anteriormente, uma vez que elevados níveis de *stock* acarretam custos, a tendência do cliente para fazer encomendas pequenas e frequentes

tem crescido, tendo um grande impacto na produtividade das máquinas, uma vez que se encontram em percentagens cada vez maiores de tempo, em preparações.

O equipamento alvo deste estudo não foi exceção ao refletir nos seus indicadores, esta tendência de mercado. A crescente diminuição dos lotes e o aumento da variabilidade dos produtos tem impacto nas preparações de encomendas não só ao nível do aumento dos tempos, mas também no aumento da variabilidade de tarefas desempenhadas num *setup*, da formação necessária dos colaboradores e também ao nível do trabalho dos colaboradores responsáveis pelo planeamento.

Em vista do crescimento das exigências do mercado em relação à variabilidade de produtos, a empresa Europac adotou como estratégia responder através da diversificação da sua gama de produtos, alargando a sua atuação para mercados ainda por explorar. Assim, surgiu a necessidade de aumentar a capacidade produtiva e a flexibilidade da empresa para responder a esses novos requisitos. Uma das maneiras seria, por exemplo, a substituição dos equipamentos existentes por novos equipamentos, com mais capacidade, fiabilidade e eficiência (Fonte: Europac).

Face à crise instalada em 2008, foi delegado para segundo plano esta estratégia da empresa, optando-se por uma forte aposta em metodologias de melhoria contínua, nomeadamente na implementação de metodologias japonesas, para incremento da produtividade, mantendo-se os equipamentos originais, o tanto quanto possível.

Os tempos médios de preparação foram alvo de foco para melhorar a produtividade da máquina integrada em estudo, pelo que através da metodologia SMED se estudou e propôs melhorias para a redução dos mesmos.

1.2 Objetivos e orientação metodológica

O projeto descrito neste relatório, foi elaborado com o objetivo principal de incrementar a produtividade de uma máquina integrada na unidade de Leiria da empresa Europac, designada por *Simon 350*. Esta máquina opera há largos anos e possui uma elevada importância no fluxo dos processos internos da empresa, sendo um equipamento cujo potencial de melhoria da produtividade é relevante.

Para o incremento dessa produtividade houve um foco em diminuir os tempos de preparação das encomendas de forma a reduzir os tempos improdutivo do equipamento. O que se pretende atingir com esta redução de tempos, sem valor

acrescentado, é tornar económicos os lotes de produção curtos, traduzindo-se numa redução de *stocks* e numa clara melhoria do serviço ao cliente em termos de prazos e quantidades. Outra mais valia pretendida, consiste no aumento da capacidade real da máquina, sendo essa melhoria responsável pela redução dos custos de investimento e de produção.

A fim de se atingirem os objetivos mencionados, foi proposto neste projeto a implementação da metodologia SMED através das suas 5 fases, nomeadamente, levantamento da situação inicial; separação de tarefas internas e externas; conversão das internas em externas; redução das tarefas internas e por fim, redução das tarefas externas. Com a aplicação de todas as fases da metodologia, efetuou-se uma proposta de atribuição e ordenação das tarefas de cada operador, para as encomendas mais executadas.

Essas propostas de modo operatório dos colaboradores para as preparações mais efetuadas, teve como base, as tarefas comuns a todas elas, com o acréscimo de algumas variações. Assim foi possível obter proposta de redução dos tempos de preparação, através de mudanças na ordem e atribuição simultânea de tarefas e ainda efetuar propostas para simplificação das mesmas, sempre na direção de um patamar mais rigoroso de redução de tempos.

1.3 Organização do Projeto

Este projeto encontra-se organizado em seis capítulos.

No capítulo 1 é efetuada uma apresentação e um enquadramento do projeto, assim como a motivação para o seu desenvolvimento. Na orientação metodológica são identificados ainda os objetivos e as formas adotadas para os alcançar.

No capítulo 2 é apresentada uma revisão do estado da arte, ao descrever a base das ferramentas *Lean* e com especial enfoque na metodologia SMED. Ainda é feita uma revisão sobre o mercado do cartão canelado e a sobre a atual tecnologia de fabrico e as soluções oferecidas pelo mesmo em termos de produtos.

No capítulo 3 é realizado um enquadramento do trabalho desenvolvido, com base na posição assumida pela empresa na aposta em ferramentas de melhoria contínua. É efetuada uma descrição da empresa, do cenário atual em termos de indicadores de

performance para o equipamento em estudo, da tipologia de encomendas mais executadas, assim como do funcionamento dos processos internos.

No capítulo 4 descreve-se a aplicação da metodologia SMED, passo a passo, apresentando os resultados do levantamento da situação, propondo e justificando a conversão de tarefas e realizando propostas de simplificação das mesmas. São ainda apresentadas propostas de atribuição e reordenação das tarefas dos *setups* mais executados, para cada elemento de equipa.

No capítulo 5 é efetuada uma análise dos resultados obtidos, em termos de poupanças que se podem obter nos tempos de preparação.

No capítulo 6 são efetuadas as conclusões gerais, descrita a avaliação de impacto e melhorias em termos de produtividade, equipas e ambiente de trabalho, assim como orientações para futuros desenvolvimentos do tema

2 Revisão do Estado da arte

Este capítulo tem como objetivo descrever o estado atual da indústria em termos da utilização de ferramentas de melhoria contínua com especial enfoque na metodologia SMED. É realizada uma descrição da evolução histórica do TPS e algumas das metodologias Lean, assim como do paradigma atual da sua utilização nas empresas. Ainda é elaborada uma abordagem do mercado do cartão canelado, desde o processo geral de fabrico até à variedade de oferta de produtos existentes no mercado.

2.1 Panorama atual das empresas

Cada vez mais as empresas operam num ambiente caracterizado por uma grande variedade de produtos e um baixo volume de produção. Segundo Conceição *et al.* (2009), para estas se manterem competitivas, estas têm de adaptar a sua estratégia de forma a oferecer aos seus clientes, essa variedade em quantidades cada vez mais frequentes e pequenas. Como tal, as empresas vêm-se obrigadas a serem flexíveis para poderem acompanhar o dinamismo do mercado atual.

Apesar de o pensamento *Lean* ter tido origem na indústria automóvel oriental, hoje em dia este já se expandiu à generalidade das organizações a nível mundial. De acordo com Ferreira (2015), as ferramentas *Lean*, dentre as quais o SMED, destacado neste projeto, fazem parte da estratégia de muitas organizações, uma vez que têm como foco um fluxo contínuo de produção, elevados níveis de qualidade e redução de custos, o que exige das empresas agilização na troca de encomenda. Todos estes fatores desejáveis para enfrentar a realidade, contribuem para o incremento da flexibilidade das empresas, tornam os processos mais eficazes e rentáveis e geram ações que criam valor.

2.2 TPS – Toyota Production System

O Sistema de Produção da Toyota (TPS) é um modelo de produção que teve origem na construtora de automóveis com o mesmo nome, cujo foco reside na eficiência operacional dos processos. Existem quatro conceitos base nos quais assenta este sistema, nomeadamente, que todas as operações devem ser devidamente especificadas relativamente ao conteúdo, sequência e resultados; a relação cliente/fornecedor deve ser

direta e inequívoca no envio de solicitações e recepção de respostas (sim/não); o fluxo de cada produto deve ser simples e direto; qualquer melhoria deve ser feita de acordo com o método científico, sob a supervisão de um responsável ao mais baixo nível da hierarquia da empresa (Fonte: Europac).

A sua origem e evolução

O TPS surgiu na fábrica japonesa da Toyota, logo após a 2ª Guerra Mundial. Nessa altura, a indústria japonesa tinha uma produtividade muito baixa e uma enorme falta de recursos, o que naturalmente a impedia de adotar o modelo de produção em massa. A criação do sistema se deve a três pessoas: o fundador da Toyota e mestre de invenções, Toyoda Sakichi, o seu filho Toyoda Kiichiro e o principal executivo, o engenheiro Taiichi Ohno. Este sistema tinha como objetivo, aumentar a eficiência da produção através da eliminação contínua de desperdícios.

O sistema de Produção em massa desenvolvido por Frederick Taylor e Henry Ford no início do século XX, predominou no mundo até à década de 90. Este sistema procurava reduzir os custos unitários dos produtos através da produção em larga escala, da especialização e da divisão do trabalho. Como consequência, operava com *stocks* e lotes de produção muito elevados, sendo até então encarado como um mal necessário, não existindo grande preocupação com a qualidade do produto.

Por outro lado, no TPS os lotes de produção são pequenos, permitindo uma maior variedade de produtos. Os operadores são multifacetados, ou seja, desenvolvem mais do que uma única tarefa e operam mais do que uma única máquina e a preocupação com a qualidade do produto é extrema.

De acordo com Taiichi Ohno, os valores sociais foram mudando. A oferta cresceu, e a venda de produtos só é feita se o cliente desejar mesmo o produto e este tem de satisfazer cada vez mais os requisitos a que se propõe, pelo que o TPS proporcionou essa adaptação, pela combinação dos três fatores demonstrados na Figura 2.1 (Fonte: Europac).



Figura 2.1 - Objetivos do TPS – adoção de uma nova cultura (Fonte: Europac).

Com o objetivo de reduzir os custos, sem abdicar da melhoria contínua da qualidade e do desempenho, o TPS potenciou o valor aos clientes, orientando a sua ação no sentido de eliminação dos 3M. O 1º M - *Muri*, que significa excesso ou insuficiência é eliminado através da adoção do sistema *Just-in-Time* (JIT), procurando apenas satisfazer o necessário quando solicitado.

O JIT que teve origem no TPS, é uma estratégia para eliminar continuamente o desperdício de um sistema e mantê-lo dentro do programado. Significa quantidade e qualidade exatas e a qualidade correta no tempo certo. Acarreta alguns desafios, já que implica poucos recursos, nomeadamente, mão de obra, materiais, equipamentos, tempo e utilidades, sempre com o desafio do custo mais baixo para obter o máximo benefício.

Através do sistema *pull* deixa-se o cliente a “puxar” os produtos ou serviços. O *Mura*, que significa as irregularidades ou inconsistências é eliminado através da uniformização do trabalho, garantindo que todos seguem os mesmos procedimentos, tornando os processos mais previsíveis e controláveis. O *Muda*, ou desperdício significa que tudo o que não acrescenta valor é considerado como desperdício e deve ser eliminado (Fonte: Europac).

Os princípios de gestão do TPS envolvem:

- Basear as decisões de gestão numa filosofia de longo-prazo, mesmo que à custa de resultados financeiros no curto-prazo;
- Criar processos e/ou fluxos contínuos de forma a tornar os problemas evidentes;
- Usar o sistema *pull* para evitar os excessos de produção;
- Nivelar a carga de trabalho;
- Criar o hábito de interromper os processos para resolver os problemas, *to get quality right the first time*;
- A uniformização é a base da melhoria contínua e o *empowerment* das pessoas;
- Usar controlos visuais para que os problemas não se escondam.
- Usar apenas tecnologia fiável e já testada que suporte as pessoas envolvidas e os processos;
- Facilitar o desenvolvimento de líderes que verdadeiramente conheçam o trabalho, vivam a filosofia e ensinem outros;
- Desenvolver pessoas e equipas excecionais que sigam a filosofia da empresa;
- Respeitar e estender isto à rede de parceiros incluindo os fornecedores, desafiando-os e apoiando-os a melhorar;
- “Vá e veja por si e verdadeiramente perceba a situação” (Genchi Genbutsu);
- Tomar decisões consensuais – considerando todas as opiniões; implementar decisões rapidamente;
- Fomentar a criação de uma *Learning Organization* através da reflexão segura e da Melhoria Contínua.

O modelo Toyota trouxe uma grande revolução às empresas, sendo os seus princípios de gestão oriundos de quatro conceitos básicos intitulados de 4P's, conforme mostra a Figura 2.2. São eles: o facto da empresa ter de se reger por esta *filosofia* (“p” de *philosophy*) em todos os patamares, ser considerada em todos os *processos*, envolver todas as *pessoas* e parceiros e ser aplicada na resolução de *problemas*, sempre com vista à melhoria contínua e aprendizagem das organizações (Fonte: Europac).

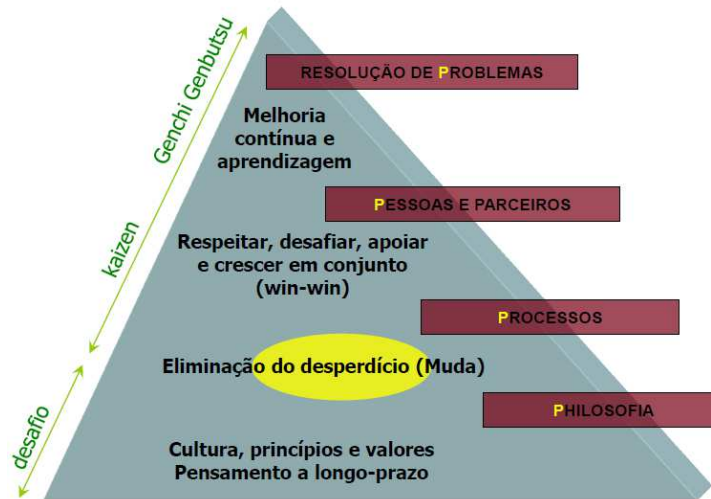


Figura 2.2 - Quatro princípios básicos do TPS (Fonte: Europac).

2.3 Lean Thinking

O *Lean Thinking* ou pensamento magro é uma abordagem inovadora às práticas de gestão, orientando a sua ação para a eliminação gradual do desperdício, como meio de otimização de resultados através de procedimentos simples. Esta abordagem foi usada pela primeira vez por Womack *et al.* (2007), na sua obra de referência intitulada *The machine that changed the world*. Desde então, o termo é mundialmente aplicado para se referir à filosofia de liderança e gestão, que tem por objetivo, a sistemática eliminação do desperdício e a criação de valor. A indústria automóvel foi o berço da filosofia *Lean*, sendo aplicada nesta área durante muito tempo, acabando por evoluir para outros setores. Ter pensamento *Lean* é dar ênfase à satisfação do cliente (Ferreira, 2015).

De acordo com Nabais (2012) é importante destacar o papel que estas metodologias desempenham na eliminação do desperdício, caracterizando como atividade que não acrescenta valor, recursos usados indevidamente e que contribuem para o aumento dos custos, do tempo e da insatisfação do cliente ou dos *stakeholders* no negócio. Ou seja ter pensamento *Lean* é criar mais valor com menos recursos.

O valor é tipicamente definido pelo cliente e refere-se às características dos produtos ou serviços que satisfazem as necessidades e/ou expectativas dos clientes. Apenas o valor justifica o preço, o esforço, a atenção e o dinheiro do cliente. Valor é o que se leva e o preço é o que se paga, ou seja, as empresas têm de ter presente que, o

que o cliente pretende é que o preço que paga seja justificado pelo valor que este leva, ou seja um preço justo. Segundo Shingo (1985), o grave problema a combater nas empresas com o *Lean Thinking* é que grande parte dos *inputs* se transforma em desperdício, comprometendo seriamente a competitividade da empresa.

Womack *et al.* (2007) sugeriram cinco princípios para esta filosofia, no entanto estes não consideravam tanto a importância de criar valor através da inovação, quer seja de produtos, serviços ou processos. A Comunidade do *Lean Thinking* (2008) acrescentou mais dois, nomeadamente o conhecimento dos stakeholders e a inovação constante. Assim, de acordo Rodrigues (2009) os princípios para esta filosofia são os seguintes.

- **Conhecimento dos stakeholders:** envolve conhecer todos os *stakeholders* com o objetivo de focar no cliente final e não apenas no adjacente da cadeia;
- **Definição de valor:** envolve conhecer o valor do produto ou serviço para o cliente e ter a capacidade de o oferecer. É importante identificar sempre oportunidades de melhoria, para a satisfação e deleite do cliente;
- **Definição da cadeia de valor:** envolve conhecer e avaliar todo o ciclo de vida do produto de forma a racionalizar cada etapa do processo e a poder produzir dentro das exigências do cliente;
- **Otimizar o fluxo:** envolve criar um fluxo contínuo onde os produtos ou serviços são realizados ao ritmo dos pedidos do cliente;
- **Sistema pull:** existe a procura por um fluxo em que o cliente é que puxa o fornecedor, consoante as necessidades, evitando a criação de *stocks*;
- **Perfeição:** procura a eliminação de desperdício, usando sistematicamente os quatro princípios anteriores, numa perspetiva de melhoria contínua;
- **Inovação contínua:** procura constante da inovação em novos produtos ou processos.

Os desperdícios, ou *Muda* em japonês, conforme referido anteriormente, podem ser muitos e para os ajudar a identificar, devem ser analisados, os seguintes itens da Figura 2.3.

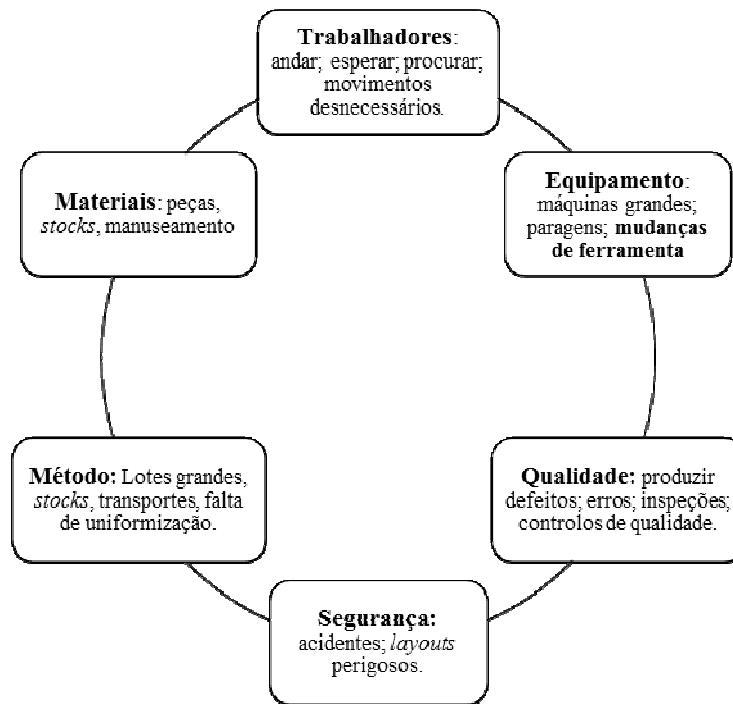


Figura 2.3 – Itens de identificação dos *Muda* ou desperdícios (Citeve, 2012).

De acordo com Citeve (2012), existem fundamentalmente dois grupos de desperdício, o puro desperdício e o desperdício que é necessário. O primeiro grupo, envolve atividades que são totalmente dispensáveis, como por exemplo reuniões onde “tudo” é abordado e nada se decide, ainda deslocações, paragens e avarias. As empresas têm a obrigação de eliminar totalmente este tipo de *muda*, uma vez que este puro *muda* pode chegar a representar 65% do *muda* das organizações. O segundo grupo, embora não acrescente valor envolve tarefas que têm de ser realizadas. Atividades como inspeção de matéria-prima adquirida ou realização de *setups* devem ser encarados como um mal a reduzir, através de, por exemplo adquirir materiais junto de fornecedores mais fiáveis ou até mesmo colaborar com estes para melhorar a qualidade dos mesmo. Com estas medidas é possível reduzir e até mesmo eliminar a necessidade de inspeção e controlo.

De acordo com Shingo (1985), existem *sete típicas fontes de desperdício* nas organizações, nomeadamente, as movimentações, os transportes, os defeitos, os *stocks*, as esperas, os excessos e o próprio processo em si.

1. Movimentações desnecessárias - Envolve quaisquer movimentações efetuadas pelos operadores que não acrescentem valor ao produto ou serviço, devendo ser eliminadas. São exemplos disso: procurar, andar, flexionar, elevar, abaixar e outros movimentos corporais desnecessários. Os trabalhadores cometem este tipo de desperdício quando, procuram ferramentas ou documentos ou quando o seu local de trabalho se encontra cheio ou desorganizado. Muitas vezes o desperdício de movimento atrasa o início dos trabalhos e interrompe o fluxo das atividades.

Causas:

- *Layout* mal planeado e um ambiente de trabalho desorganizado;
- *Stock* ou células de trabalho desorganizados;
- Instruções de trabalho (IT) não *standardizadas* ou não compreendidas;
- Fluxo de materiais no processo pouco claro.

Para reduzir a movimentação dos operadores é necessário analisar em primeiro lugar, a sua necessidade. As desnecessárias devem ser imediatamente trabalhadas, enquanto que as necessárias são avaliadas para ver se se podem tornar mais práticas para o operador. Uma das maneiras consiste em reorganizar o local de trabalho e/ou reestruturar o layout da linha de produção.

2. Transportes - Envolve quaisquer movimentações desnecessárias ou excessivas de pessoas, materiais ou ferramentas/equipamentos. É o designado *turismo industrial* e é um exemplo de desperdício. Existe, por exemplo, o transporte de peças erradas, envio de materiais para o local errado ou na hora errada ou ainda o envio de documentos para lugares que não deviam. Dificulta o fluxo dos produtos, aumenta a probabilidade de acidente e pode aumentar o nº de defeituosos, por causa do risco de danificação dos materiais ou produtos durante as movimentações.

Causas:

- *Layout* mal planeado dos equipamentos ou células;
- Local de trabalho desorganizado;
- Fluxo complexo de materiais;
- Fornecedores distantes da produção;
- Planeamento das rotas do produto ineficiente.

Uma das formas de reduzir o desperdício de transporte é criar *layouts* eficientes onde o cliente é atendido pelo fornecedor adjacente. Células que trabalham entre si ou servindo umas às devem ser alocadas em proximidade para reduzir este desperdício. Materiais e ferramentas de células de trabalho podem ser movidas, realocadas ou posicionadas ao lado ou em proximidade dos utilizadores de outras células de trabalho ou clientes internos. Deve-se ter em conta que transportar recursos no ambiente fabril é necessário, mas na ausência de planeamento e estudos de forma a minimizar estes tempos, há o aumento do risco de estas atividades que não agregam valor ao produto se multiplicarem. É preciso acompanhar de perto para perceber se existe alguma lacuna que necessite de ser ajustada.

3. Defeitos - Tempo e recursos utilizados a processar produtos defeituosos, assim como o processamento devido ao retrabalho de produtos defeituosos são exemplos de desperdícios.

Causas:

- Falta de objetividade na especificação do cliente com relação ao produto;
- Processos incapazes;
- Falta de controlo do processo;
- Incapacitação de pessoas ou pessoas não qualificadas;
- Setorização ou departamentalização ao invés de qualidade total;
- Fornecedores desqualificados.

O modo de atuação deve ter como base a prevenção e planeamento e não a correção e inspeção, de forma a minimizar os desperdícios. Qualidade é fazer bem à primeira. As consequências da não-qualidade resultam na insatisfação do cliente e danos à imagem da empresa, assim como também resulta em desperdícios devido a custos e tempo envolvido em repor o produto defeituoso. A melhoria contínua e as medidas de prevenção são os meios mais eficazes para reduzir os desperdícios causados pelos defeitos.

4. Stocks - Quantidades excessivas de produtos e matérias-primas acarreta elevados níveis de manuseamento e dificuldades de controlo.

Causas:

- Produção excessiva;
- Desequilíbrio da linha;
- Grandes lotes de produção;
- *Lead time* muito elevado;
- Elevada taxa de retrabalho;
- Falta de disciplina na requisição de materiais e nos padrões de compras.

Os desperdícios de *stock* geram-se na compra e armazenamento de excedentes de materiais e outros recursos. Também possuem origem no excesso de materiais em processamento, ou *Work in Progress* (WIP) acumulados. A principal causa é devido à falta de planeamento ou desconhecimento do departamento de compras do consumo real ou taxa de utilização de um determinado recurso. Elevado *stock* acarreta custos, espaço e manutenções. Eleva a possibilidade de armazenar produtos obsoletos. Para evitar este desperdício deve-se planear as compras de forma eficiente e após o processamento do produto, este deve ser expedido o mais rapidamente para o cliente.

5. Esperas - O tempo, como recurso importante e irrecuperável que é, deve ser bem gerido. Tempos de espera de pessoas ou equipamentos, são fontes de desperdício e devem ser eliminados.

Causas:

- Desequilíbrios das linhas de produção (situação de gargalo de processo);
- Força de trabalho inflexível;
- Sobredimensionamento de equipas;
- Tempos de setup muito elevados;
- Faltas ou atrasos no material;
- Avarias nos equipamentos.

Este tipo de desperdício surge quando as pessoas ou equipamentos são obrigados a esperar desnecessariamente em virtude de atrasos na chegada de materiais ou disponibilidade de outros recursos, inclusive informação.

6. Produção em excesso - Surge quando se produz mais do que é necessário ou mais rápido.

Causas:

- Incentivos e metas de volume (vendas, compras, pagamentos);
- Aumento da capacidade de um equipamento;
- Desequilíbrio na linha de produção a nível do planeamento ou mudanças de encomenda.

Este tipo de desperdício ocorre quando há mais produção do que aquilo que a empresa pode vender, acabando por criar um desperdício de tempo, matéria-prima, pessoas e sistemas de armazenamento. Acarreta ainda, um elevado nível de *stock* e tipicamente é considerado como um ativo de valor, podendo a maioria tornar-se obsoleto e implicar custos para os manter até que sejam expedidos. O JIT e as regras do *Kanban* são ferramentas que ajudam a evitar este desperdício.

7. Processamento inapropriado - Surge quando existe uma discrepância entre os requisitos do cliente e os do produto. Muitas vezes, pode haver a tendência de querer fabricar os produtos com requisitos superiores aos exigidos pelo cliente, pelo que acabam por ser tarefas que não acrescentam valor ao produto, sendo também desperdício.

Causas:

- Falta de clareza nas especificações do cliente;
- Mudanças frequentes na engenharia do produto;
- Qualidade excessiva e não pedida;
- Análise inadequada de valor;
- Instruções de trabalho (IT) mal elaboradas ou não compreendidas.

Em suma, os desperdícios são processamentos que não acrescentam valor ao produto, realizados pelos operadores ou pelos equipamentos. Documentação desnecessária é também uma forma de desperdício de processamento.

Para eliminarmos os desperdícios é necessário efetuar uma análise criteriosa, identificando atividades e tarefas dentro do processo que são irrelevantes e que afetam diretamente a produtividade e o custo da operação. É necessário analisar e identificar

em cada etapa do processo, a existência de gargalos de processo e tomar decisões para eliminá-los.

Existem várias ações que podem ser tomadas para eliminar o desperdício, nomeadamente, tornar todos os desperdícios visíveis, estar consciente da dimensão dos mesmos, assumir responsabilidades pelo desperdício, medi-los e por fim eliminá-los ou reduzi-los ao máximo possível. Quando um desperdício é ignorado não é possível extingui-lo e quando há recusa de aceitar a responsabilidade do desperdício, então não se vai trabalhar para eliminá-lo. Por fim, quando o desperdício não é medido, há a tendência de o tomar como trivial e portanto não haverá motivação para eliminá-lo (Citisystems, 2013).

Neste projeto são abordadas algumas das metodologias que estão na base do pensamento *Lean*, como o Kaizen, o 5S e com especial enfoque no SMED, conforme ilustra a Figura 2.4 (Ferreira, 2015).

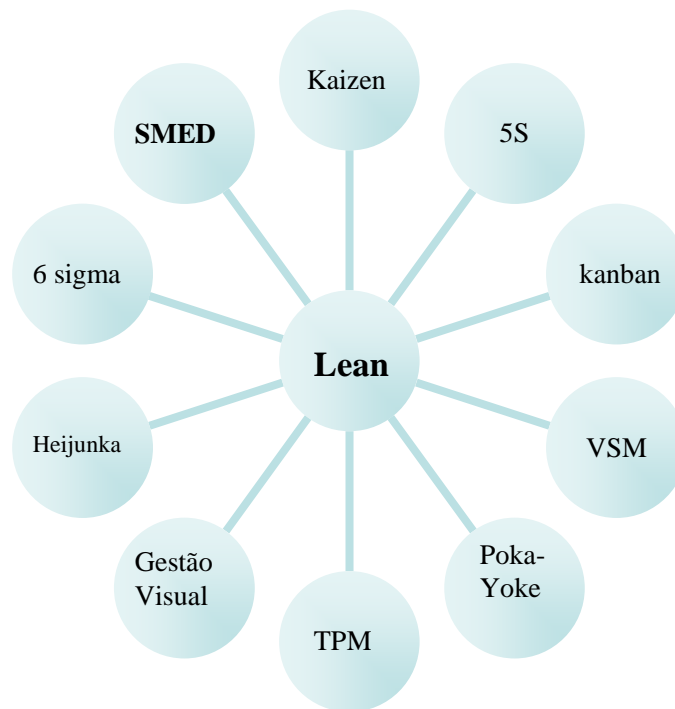


Figura 2.4 - Metodologias de base do Pensamento *Lean*.

2.4 Filosofia Kaizen

A filosofia Kaizen é uma das metodologias do *Lean* e significa melhoria contínua das organizações, ou seja, defende que não deve passar nenhum dia sem que alguma melhoria seja implementada. São melhorias do tipo *step by step* que visam o aperfeiçoamento dos processos dentro da organização, tendo como principais características o baixo custo e o tempo reduzido de implementação. Os resultados não se obtêm de uma vez só, mas sim através da soma de pequenas melhorias.

O Kaizen ou Melhoria Contínua, baseia-se na filosofia e nos princípios socioculturais orientais e exige o envolvimento de todos os elementos estruturais de uma empresa, desde os operários aos gestores. Foca-se na maximização da produtividade e da rentabilidade, não implicando um aumento de custos significativo. Estas atividades não envolvem apenas os processos produtivos, mas também área comercial, técnica, manutenção e financeira (Kaizen Institute, 2005).

A Melhoria Contínua foca-se nas pessoas (*humanware*), pois sem estas não é possível ter sucesso, existindo a necessidade de um envolvimento ativo das mesmas em todos os projetos a que a empresa se propõe. Shingo (1985) afirmou que é preciso criar um bom ambiente de comunicação de forma a não haver o foco em quem errou, mas sim em como se pode melhorar, e não repetir o erro e também para que os problemas não sejam escondidos com receio de represálias. Este medo existe por causa do conceito de que um chefe tem de ser autoritário e que só consegue impor respeito com opressão. Para uma empresa implementar esta filosofia, tem de enfrentar uma grande mudança cultural neste e outros níveis.

Prevalece a ideia de que para haver melhorias significativas é necessário ter o estado da arte da tecnologia e os equipamentos mais avançados para melhorar. Embora a inovação seja parte importante do progresso, é apenas uma das componentes. O Kaizen e a *standardização* são igualmente importantes para manter um negócio de sucesso (Shingo, 1985).

Muitos dos sistemas Kaizen surgem da prática e não de teorias ou tecnologias. A ideia associada é: “faça-o e faça-o agora no chão de fábrica”, que é onde o produto agrega valor, sendo este processo uma aprendizagem que se obtém por colocá-lo em prática. É importante também, não haver só foco na procura da última geração de tecnologia a todo o instante, mas sim ter uma dedicação contínua, ter o foco de fazer

bem à primeira e procurar constantemente eliminar desperdícios. Com a conjuntura atual que se vive, uma iniciativa ou uma inovação ao sabor do tempo não é suficiente.

A crise económica mundial que se instalou, limitou o crescimento das empresas e a manutenção dos recursos existentes tornou-se atrativo para os gestores. A concorrência é grande na maioria dos mercados e é necessário fazer melhor uso dos recursos disponíveis, sendo que o Kaizen ajuda muito neste sentido (Kaizen Institute, 2005).

2.5 Metodologia SMED

Shingo (1985) afirma que de uma forma geral, uma das maiores dificuldades que as empresas enfrentam é causada por uma produção muito diversificada associada a um baixo volume. Uma das razões pela qual isto constitui um problema é porque este padrão de produção acarreta um elevado tempo de *setup*. Durante o *setup* o processo não produz valor, apenas aumenta o custo e o tempo. Assim, este deve ser entendido como desperdício e como tal deve ser eliminado.

Para produzir uma grande variedade de lotes é necessário que a linha de produção esteja constantemente em preparações. De acordo com Lopes *et al.* (2010), independentemente da indústria, mesmo que o número de preparações não possa ser diminuído, é possível a redução do tempo da preparação em si, daí o elevado potencial desta ferramenta.

As técnicas de mudança rápida de ferramenta, vulgarmente conhecidas por *quick changeover* têm vindo a ser desenvolvidas e aplicadas na generalidade das organizações industriais para dar resposta às pressões do mercado, mas a mais popular das técnicas é, o SMED, em que uma das definições é apresentada de seguida.

O SMED, mais popularmente conhecido como sistema SMED é um acrónimo para Single Minute Exchange of Die, sendo aplicado para analisar e melhorar o tempo utilizado nas preparações de encomendas. A definição original defende que uma mudança de encomenda deverá ser feita em menos de 10 minutos e envolve operações como mudanças de ferramentas, ajustes, correções, mudanças de fabrico do produto, preparação de máquinas e processos. O tempo de preparação é contado desde a última referência boa de um produto até à primeira referência boa do lote seguinte (Shingo, 1985).

De acordo com Fogliatto e Fagundes (2003), a redução do tempo gasto em *setups* permite a diminuição do custo unitário para preparação. Tal redução revela-se muito importante, devido a três razões, nomeadamente: quando o custo de *setup* é alto, os lotes são grandes e os custos de *stock* são elevados; quando técnicas rápidas e simples de preparação diminuem a probabilidade de ocorrência de erros na regulação de equipamentos e quando a diminuição destes tempos improdutivos resulta no aumento do tempo operacional do equipamento.

Evolução histórica

A evolução desta metodologia ocorreu em três etapas, ao longo de 19 anos. A primeira etapa ocorreu na fábrica da Mazda Toyo Kogyo em 1950, na cidade de Hiroshima. Ao analisar as atividades de troca de matrizes da prensa, Shingo identificou e classificou como *setup* interno, o conjunto das atividades realizadas com a máquina parada e como *setup* externo, o conjunto das operações realizadas com a máquina em funcionamento.

A segunda etapa foi na Mitsubishi Heavy Industries, em Hiroshima em 1957, na qual foi realizada a duplicação das ferramentas para que o *setup* fosse realizado separadamente, originando um aumento de 40% na produtividade (Couto, 2008).

A terceira etapa, ocorreu em 1969 na Toyota Motors Company, em que cada operação de *setup* de uma prensa de 1.000 toneladas, exigia quatro horas de trabalho enquanto uma prensa similar na Volkswagen exigia apenas duas horas. Numa primeira fase de trabalho de consultadoria, Shingo conseguiu reduzir esse tempo para noventa minutos, mas a Toyota exigiu uma redução ainda maior. No seguimento desta exigência, surgiu o conceito de conversão do *setup* interno em *setup* externo, ou seja a transferência de algumas atividades realizadas com o equipamento parado para quando este já se encontrasse em funcionamento. Assim, conseguiu-se reduzir os noventa minutos para apenas três, apenas por aplicação deste método.

De acordo com Lopes *et al.* (2010), numa época em que imperava o conceito de lote económico, não era difícil argumentar os benefícios da redução da quantidade e tempos de *setup*, conforme ilustrado na Figura 2.5.

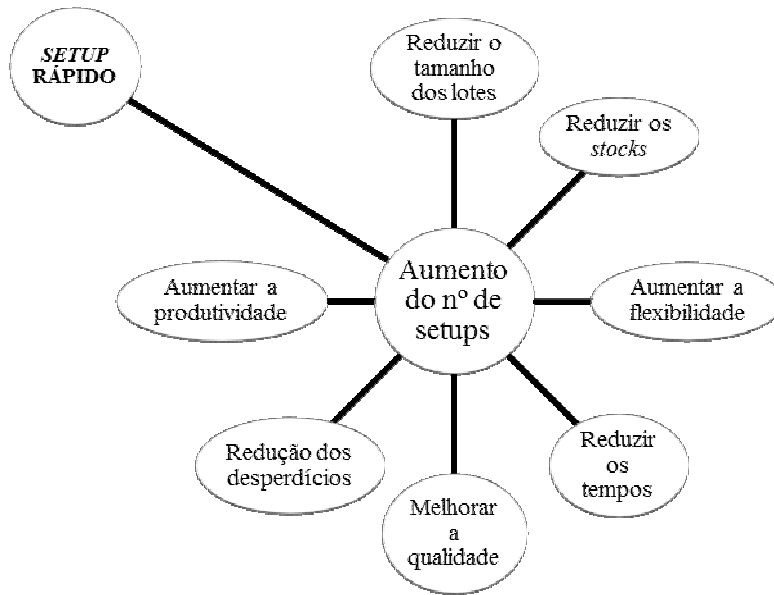


Figura 2.5 – Razões para a redução dos tempos de *setup* (Lopes *et al.*, 2010).

Durante o desenvolvimento da sua metodologia, Shingo (1985), apontou ideias que se encontram por detrás da melhoria dos tempos de *setup*. A primeira assume que as competências adquiridas para realizar as operações de *setup* são resultado de muita habilidade e experiência. A segunda afirma que a produção em grandes lotes tem efeitos na diminuição dos tempos de preparação e na mão-de-obra. No entanto, lotes de produção grandes aumentam os níveis de inventário, portanto o ideal é produzir em lotes económicos para se ter um melhor controlo do *stock*. Por fim, combinar operações de *setup* permite poupar tempo e conduz a um aumento da eficiência e da capacidade produtiva.

Numa fase inicial o número de *setups* pode ser elevado, no entanto se houver foco no *setup* em si, poderá aí ser identificado um grande potencial de melhoria. Em primeiro lugar devem ser identificados elementos comuns a todos os *setups*. Apesar de se fabricarem produtos com características diferentes existem ferramentas iguais e procedimentos que se repetem. Nestas situações, os problemas de *setup* apresentam grande potencial de melhoria. Em segundo lugar, podem ser identificados elementos semelhantes transversais a todos os *setups*. Apesar de os produtos serem diferentes, podem existir características comuns, como por exemplo, as dimensões, ou no caso do fabrico de caixas, escatéis posicionados no mesmo sítio do produto. Situações deste tipo, permitem simplificar as operações de *setup*.

De acordo com Shingo (1985), através do foco em operações de *setup* comuns ou semelhantes, classificando-as ou escolhendo o equipamento adequado para cada tarefa é possível reduzir os tempos desperdiçados em mudanças de encomenda, mesmo que o número de *setups* não possa ser reduzido.

De acordo com a Figura 2.6, a implementação da metodologia SMED, para redução dos tempos de preparação, faz-se em 5 passos fundamentais (Fonte: Europac).

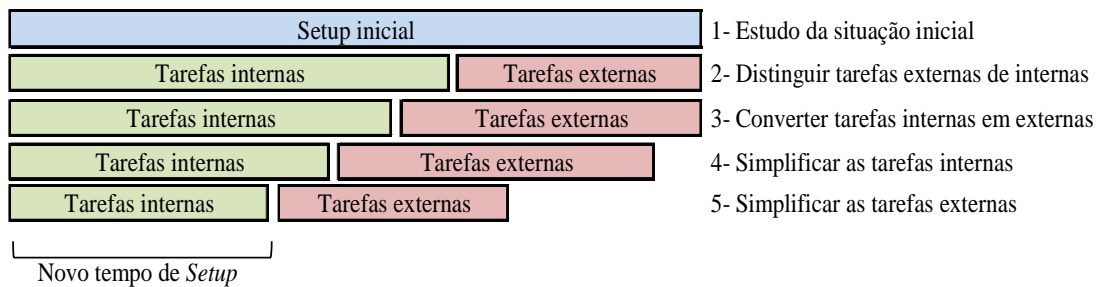


Figura 2.6 – Passos envolvidos na metodologia SMED (Fonte: Europac).

1. Estudo da situação inicial – Nesta primeira fase é efetuado um levantamento do estado da situação através da filmagem de todo o trabalho de preparação e também através da cronometragem individual e coletiva das tarefas envolvidas. Há um registo das tarefas envolvidas numa folha de cálculo e a sua categorização como internas e externas. Também se classificam as tarefas em diferentes categorias como por exemplo, transporte, afinação e montagem. Há ainda a identificação de desperdícios e o cálculo dos tempos totais e subtotais por categoria de tarefa. Neste sentido é essencial sensibilizar os operadores para o trabalho que está a ser desenvolvido e envolvê-los, uma vez que estes entendem e conhecem bem os equipamentos e podem sempre sugerir novas ideias para inovar no processo de preparação das encomendas.

2. Distinguir tarefas internas das externas – Nesta fase há a separação das tarefas internas e externas, ou seja a distinção entre o que pode ser feito antes e depois de a máquina arrancar para produzir um novo produto. Segundo Shingo (1985), esta etapa é muito importante na medida em que contribui para a redução dos tempos de preparação na ordem dos 30-50%. As tarefas que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento são, tipicamente, a consulta de informação para executar a encomenda

seguinte, o abastecimento com matérias-primas nas proximidades do equipamento, limpezas e afinações e verificação do estado dos equipamentos. Enquanto que com a máquina parada é tipicamente efetuada a montagem das ferramentas, moldes e a afinação de parâmetros.

3. Converter tarefas internas em externas – Nesta fase, após o estudo das tarefas há a conversão das mesmas para que estas passem a ser feitas com a máquina em funcionamento. Tipicamente, pode envolver a preparação antecipada das condições de funcionamento, como por exemplo, o aquecimento dos moldes ou o uso de fixadores intermédios e pré-montagens. Muitas vezes é necessário realizar alterações aos equipamentos para possibilitar a melhoria dos *setups*, embora para isso seja necessária uma avaliação custo/benefício.

4. Simplificar as tarefas internas – Nesta fase, a atenção é focada nas tarefas internas, ou seja nas tarefas que são realizadas quando a máquina está parada. Para simplificar as tarefas internas de forma a reduzir os tempos, é comum efetuar-se uma distribuição equilibrada das tarefas pelos operadores, dando ênfase à importância de as realizar em simultâneo e demonstrando a importância de fazer o trabalho em equipa. É necessário dar formação aos operadores para otimizar o desempenho na realização das tarefas, usar sistemas de fixação rápidos em vez dos convencionais e eliminar a necessidade de ajustes. Pode ser necessário mecanizar e automatizar certas operações, através da realização de investimentos.

5. Simplificar as tarefas externas – Nesta última fase há o trabalho de simplificar as tarefas que são feitas com a máquina em funcionamento, por otimizar o armazenamento dos moldes, ferramentas e acessórios. Há uma criação de um código de cores para fazer uma melhor gestão visual para facilitar a identificação e localização dessas peças. O transporte das ferramentas, moldes e acessórios também deverá ser otimizado e a utilização de carrinhos dedicados a cada tipo de *setup* é considerada uma boa opção.

2.7 O mercado do cartão canelado

2.7.1 A origem do papel e do cartão canelado

O papel, na forma como o conhecemos hoje, foi inventado por Lun Tsai na cidade chinesa de Lei-yang no ano 105 A.C. Devido ao facto de ser militar, Tsai tinha acesso a vários recursos, tendo-os aplicado no desenvolvimento da produção do papel. Assim, ele desenvolveu um processo revolucionário, produzindo papel a partir bambu, cascas de árvores e tecidos velhos. Devido a esta invenção, Lun Tsai enriqueceu pois foi promovido pelo imperador chinês. Esta tecnologia foi mantida em segredo durante séculos, no entanto, em 751 DC, um esquadrão de árabes sequestrou um grupo de produtores de papel chineses, tendo assim acesso à valiosa tecnologia.

A partir daí, o papel começou a propagar-se pelo mundo, sendo hoje um material indispensável à humanidade. Embora o cartão canelado seja obtido a partir da colagem de folhas de papel, a sua invenção surgiu apenas no século XIX, quando em 1856, os ingleses Healey e Allen registaram a primeira patente do cartão canelado. No entanto, este tipo de cartão não tinha as características do cartão canelado dos dias de hoje, cujo uso é bastante generalizado principalmente no setor da embalagem (Figura 2.7), sendo apenas aplicado na produção de chapéus para homem. Em 1871, o nova-iorquino Albert Jones, patenteou a prancha de cartão, material bastante mais forte do que qualquer cartão produzido até à data (Alves, 2013).



Figura 2.7 – Exemplos de caixas de cartão canelado (Fonte: Europac).

Passados três anos, G. Smyth produziu a primeira máquina de cartão simples-face. No mesmo ano, Oliver Long aperfeiçoou o sistema de produção e inventou uma máquina capaz de produzir o cartão tal como o conhecemos hoje. Com esta invenção, abriram-se as portas ao americano Robert Gair, que inventou a caixa de cartão em 1890 (Alves, 2013).

2.7.2 Processo de fabrico do cartão canelado

O processo de fabrico do cartão canelado dá-se, tipicamente numa única linha de produção, com vários estágios de fabrico, numa máquina designada por caneladora. A Figura 2.8 ilustra esquematicamente os vários postos de montagem de uma placa de cartão canelado.

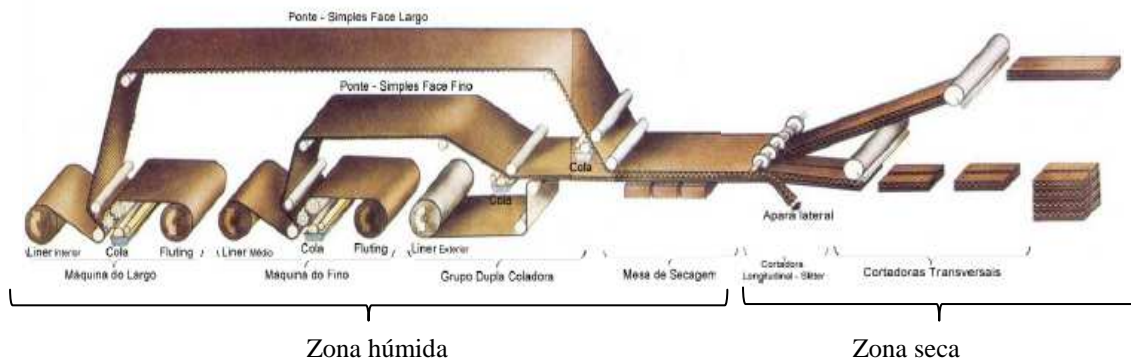


Figura 2.8 – Esquema simplificado de produção de cartão duplo (Fonte: Europac).

Na figura encontram-se ilustrados os vários grupos existentes numa típica máquina de canelar, sendo visível uma zona de fabrico do cartão largo (onda mais alta), uma zona de fabrico do cartão fino (onda mais baixa), uma dupla coladora, uma mesa de secagem, uma cortadora longitudinal e uma cortadora transversal.

O grupo da máquina de canelar responsável por fazer o cartão largo (tipicamente designado por simples face largo) faz a onda (*fluting*) de maior dimensão e cola-a ao *liner* interior. O grupo do cartão fino tem a mesma função, fazer a onda de menor dimensão, podendo esta ser de dois tipos, bastando para isso trocar de cassete (Figura 2.9).

A máquina divide-se em zona húmida e zona seca, conforme esquematizado na figura anterior, em que a húmida envolve a aplicação de cola e vapor no papel e a seca envolve o transporte do cartão ao longo da máquina e corte das placas longitudinalmente e transversalmente. A zona húmida tem como input papel de diferentes qualidades para função de onda ou de *liner*, fazendo a sua junção na dupla coladora com adesivo e a sua posterior secagem.

Uma máquina, que fabrique no máximo cartão duplo, tem 5 pontos de entrada de papel, dois *flutings* e três *liners*. Para cada entrada existem dois porta-bobines, conforme ilustrado, por exemplo, na Figura 2.9, para a máquina não interromper o seu funcionamento quando uma bobine chega ao fim. Este conjunto da máquina designa-se tipicamente por grupo empalmador.



Figura 2.9 – Grupo empalmador (porta bobine/cassete) (Fonte Europac).

O papel que vai fazer a função de *liner* é puxado para o interior da máquina do largo ou do fino, é sujeito a um pré-aquecimento em cilindros metálicos envolvendo posteriormente o pré-aquecedor, sendo a percentagem de “abraçamento” que controla a temperatura de saída do mesmo.

O papel que vai fazer a função de *flutting* passa por um humidificador que introduz água, aumentando a sua porosidade para facilitar a absorção de cola para o unir ao papel do *liner*. O papel não pode ser excessivamente aquecido, pois isso resulta na sua degradação, podendo levar à redução da qualidade do produto final e até mesmo a paragens de produção por efeitos de rasgamento.

O simples face é formado, através da aglomeração do liner às ondas (Figura 2.10) e posteriormente a cola estabiliza, ligando o *liner* e o *fluting*, tanto para a máquina do largo como para a do fino. Todas as operações da zona húmida terminam com a junção de todas as partes que compõem o cartão canelado (simple(s) faces e *liners* exteriores) na dupla coladora e com a passagem à mesa de secagem.

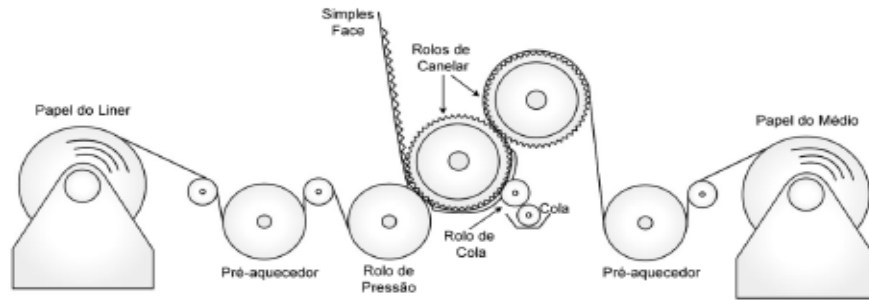


Figura 2.10 – Formação de simples face (Alves, 2013).

Tipicamente na mesa de secagem, a placa é sujeita a bandas de aquecimento progressivo que fazem com que a cola atinja o ponto de gel e também ajuda a evaporar a humidade. As placas também são sujeitas a pressão através pesos, que efetuam pressão ao longo da mesa de secagem, contribuindo para uma melhor adesão dos papéis.

À saída da mesa de secagem existem as cortadoras vencedoras que efetuam o corte transversal e longitudinal das placas para adquirirem a dimensão desejada e ainda fazem a vincagem das placas, no sítio onde surgirão as arestas do produto final, as caixas (Alves, 2013).

3 Enquadramento do problema

Em anos recentes, a crise económica que se instalou, forçou as empresas a mudar ou ajustar as suas estratégias para fazer face ao mercado em que atuam, ou até mesmo a lançarem-se em mercados ainda por explorar. Em anos anteriores, era frequente as empresas se especializarem no fabrico de poucos produtos, por simplificar a produção, mas tentavam fazê-lo de uma forma exímia por se focarem em oferecer produtos de elevada qualidade. Nos últimos anos, a competitividade empresarial aumentou de forma abrupta devido à diferença entre a oferta e a procura, uma vez que as necessidades e aspirações dos clientes se modificaram (Alves, 2013).

A rápida evolução tecnológica também contribuiu para uma diminuição do ciclo de vida dos produtos, assim como a elevada oferta de novas soluções, sendo que a indústria do cartão canelado não ficou indiferente a este novo paradigma. Na Europac, tem-se vindo a sentir esta mudança de comportamento por parte dos clientes, uma vez que as suas encomendas passaram a fazer-se em lotes mais pequenos e frequentes.

Os clientes têm procurado diminuir os seus níveis de *stock* para reduzirem as despesas de gestão/manutenção dos mesmos, pelo que exigem da Europac, como seu fornecedor, uma capacidade de resposta atempada à natureza das suas solicitações. Passou a existir a necessidade de produzir em lotes cada vez mais pequenos e diversificados. Como resultado, os equipamentos passaram a estar percentagens de tempo cada vez maiores em preparações de encomendas, tendo esta situação um impacto direto nos seus índices de produtividade.

Para fazer face a esta tendência de mercado e para melhorar os indicadores de produtividade, a Europac, traçou como objetivo estratégico o seguinte:

- Diversificar a sua gama de produtos;
- Desenvolver soluções de embalagem de cartão canelado para mercados ainda por explorar.

De forma a atingir estes objetivos, a empresa teve a necessidade de investir em novos equipamentos, de modo a poder lançar novos produtos melhorando as soluções existentes ou apostando em novas soluções. Nesse sentido, modernizar os equipamentos seria uma solução que permitiria um aumento da flexibilidade, a par de um incremento da capacidade de produção.

Mas, a crise económica inviabilizou este investimento por alguns anos, pelo que a empresa direcionou o seu foco para a utilização de metodologias japonesas de melhoria contínua. Apesar de apenas em 2015 se ter começado a investir na renovação/substituição de alguns equipamentos da unidade de Leiria, a máquina em estudo neste projeto, a integrada *Simon 350*, permaneceu devido ao seu elevado potencial, como a robustez e fiabilidade. Então a estratégia adotada para esse equipamento, passou por reforçar a aplicação de metodologias de melhoria contínua como, por exemplo, o SMED descrito neste projeto.

Devido ao facto de este equipamento permanecer percentagens de tempo muito elevadas, em preparação de encomenda, conforme é considerado neste relatório, os seus tempos produtivos declinaram bastante, pelo que o foco deste projeto incidiu na redução dos tempos de *setups*, através da referida metodologia japonesa. Com este projeto, espera-se um incremento da produtividade mantendo o equipamento original, uma vez que este apresenta um grande potencial para melhoria (Fonte: Europac).

3.1 A empresa: Europac

Este subcapítulo tem como objetivo descrever o percurso histórico da *EUROPAC, Papeles y Cartones de Europa, S.A.* e contextualizar a área de atuação e produção da mesma. O grupo Europac detém atualmente a unidade de produção e transformação de cartão canelado de Leiria, com uma forte presença nos setores da indústria do papel, cartão para embalagem, gestão integral de resíduos e exploração florestal como fonte de matéria-prima de papel reciclado e kraftliner. O seu percurso teve uma modesta origem em 1980 e em 1995 foi constituído o grupo Europac, passando a ter ações no mercado de capitais 3 anos depois.

Em 2008 o grupo Europac cresceu no mercado francês onde é uma das empresas de referência no setor do papel e cartão para embalagem, contando atualmente com uma fábrica de papel reciclado e quatro unidades de fabrico de placas e caixas de cartão canelado. Em Portugal representa-se através da sub-holding Europac Portugal SGPS, S.A., que inclui em Portugal, para além da fábrica de Leiria, outras fábricas produtoras de cartão e caixas (Europac, 2015).

A unidade de Leiria, onde se desenvolveu este projeto, possui um longo historial de produção de placas e embalagens de cartão canelado, tendo nascido como Portucel Embalagem. Esta empresa produtora de embalagens de Cartão, S.A. surge apenas em 1993 como resultado da reestruturação da Portucel, que passou a ser uma “Holding” que engloba as várias empresas criadas para as diferentes áreas de negócio. Em abril de 2005, a Europac, SA passou a controlar 100% da Imocapital, detendo 74,95% da Gescartão, passando a gerir inclusive a unidade de Leiria, com a estrutura de gestão existente, durante o desenvolvimento do projeto, apresentada na Figura 3.1 (Alves, 2013).

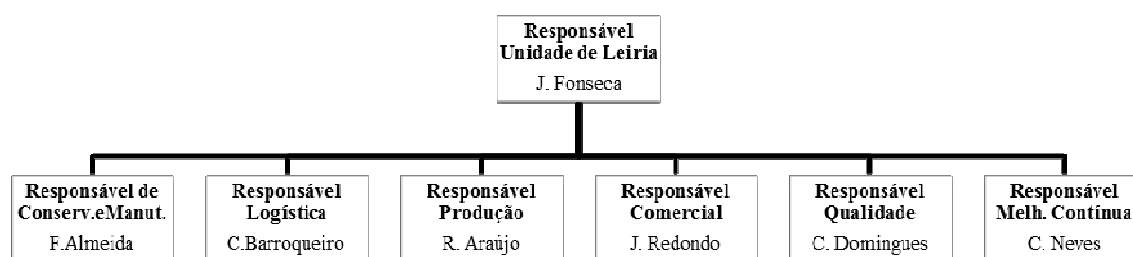


Figura 3.1 - Estrutura de gestão da Europac – unidade de Leiria (Fonte: Europac).

3.1.1 A produção de cartão canelado da empresa

A empresa dedica-se ao fabrico de cartão canelado sob a forma de prancha e sob a forma de embalagem. Segundo a Eurostat, o cartão é o material mais utilizado em embalagem predominando atualmente sobre o plástico, vidro, madeira e metais. Os clientes deste mercado são bastante diversificados, abrangendo clientes do setor alimentar, produtores de bebidas, materiais de construções, entre outros. As embalagens possuem muitos tipos de fins, pelo que, os clientes têm à sua disposição um vasto leque de soluções que variam na estrutura, composição, acabamento e gramagem dos papéis que o constituem.

A qualidade dos papéis que constituem o cartão canelado é um fator muito importante uma vez que tem um impacto muito grande na qualidade e resistência da embalagem. Conforme referido anteriormente, o cartão é constituído por um mínimo de 3 folhas: dois *liners* (faces) e uma camada intermédia designada por *flutting* (canelura ou onda). A nível estrutural, é possível o cliente escolher o tipo e o número de caneluras. O tipo de canelura é definido pela altura e tem um impacto muito grande na resistência e qualidade de impressão. Uma canelura mais alta confere à prancha uma

resistência maior, mas dificulta as impressões de alta definição. Por outro lado, quanto maior o nº de caneluras, maior a resistência, fazendo parte da oferta da Europac, pranchas com canelura simples (*single wall*), dupla (*double wall*) ou tripla (*triple wall*) (Figura 3.2, respetivamente). A tripla é comparada à madeira em questões de resistência mecânica.

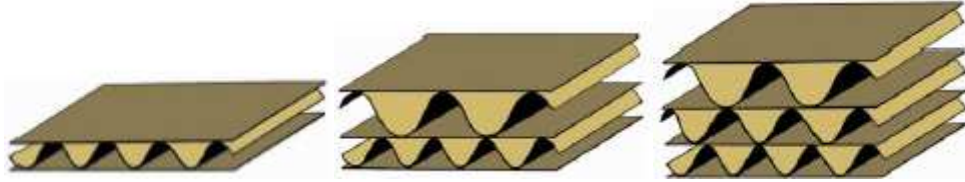


Figura 3.2 - Tipos de cartão canelado comercializados pela empresa (Fonte:Europac).

O cartão simples é constituído por 3 folhas de papel, tendo uma grande adaptabilidade para fabrico de caixas de pequenas dimensões e auto-armáveis. O cartão duplo é composto por cinco folhas de papel e podem ser duas ondas e tamanhos iguais ou diferentes e o triplo possui sete folhas. O mais fabricado na empresa é o de ondas com dimensões diferentes, o designado micro-duplo que possui uma canelura larga e uma micro. O ondulado micro possibilita uma impressão de maior qualidade

Na Europac é fabricado cartão com canelura com categorias B, C e E (fino, largo e micro, respetivamente). Quando se trata de cartão duplo e triplo, existe a combinação de diferentes ondas, sendo que as mais comuns são o BC e EB, designados por cartão duplo e cartão micro duplo. Nestes dois tipos de combinações a onda mais larga fica no interior da caixa e a mais fina no exterior para conferir melhor acabamento em termos de impressão. Pode ainda haver variação dos tipos de papéis que o compõem para se obter propriedades únicas em cada tipo de prancha de cartão canelado.

A empresa comercializa dois tipos de produtos finais para dois tipos de clientes distintos: cartão sob a forma de prancha (Figura 3.3) e sob a forma de caixa. A carteira de clientes de prancha é constituída praticamente por empresas fabricantes de embalagens de cartão canelado. Por causa da baixa capacidade de diferenciação das pranchas, a empresa possui uma capacidade de resposta rápida e eficaz às solicitações desse nicho de mercado, bem como oferta de qualidade nos produtos comercializados.



Figura 3.3 – Pilhas de cartão canelado, prontas para a transformação (Fonte: Europac).

As embalagens comercializadas pela empresa são classificadas em dois grandes grupos, nomeadamente em modelo americano e modelo especial (Figura 3.4 e Figura 3.5, respetivamente). Nesta fase do processo, o potencial de diferenciação é superior, uma vez que há vários fatores que influenciam a qualidade e o custo final da caixa: a qualidade da impressão, do corte, do fecho, a resistência geral e a capacidade de desenvolver caixas adaptadas ao cliente, entre outras.

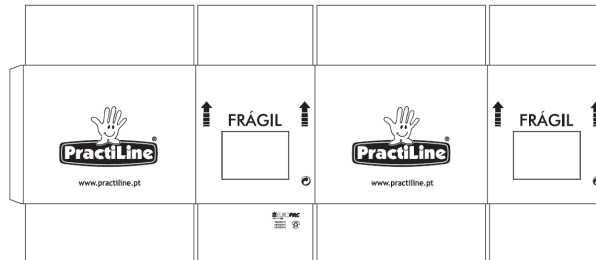


Figura 3.4 - Embalagem de cartão canelado - modelo americano (Fonte: Europac).



Figura 3.5 - Embalagem de cartão canelado - modelo especial (Fonte: Europac).

3.1.2 Fluxo de execução de uma nova encomenda

O departamento comercial da empresa é responsável por desencadear o processo produtivo, através do levantamento dos requisitos desejados para o produto junto do cliente. Como resultado desta interação, é gerado e entregue um documento ao Corpo Técnico de Vendas (CTV) que realiza estudos para viabilizar o produto em termos de requisitos e de produtividade.

É tido em conta variáveis como disponibilidade de máquina, dimensões da máquina, qualidade da impressão, qualidade do papel, acondicionamento da carga, entre outras. O CTV seleciona o cartão mais adequado, faz o esboço da estrutura da caixa num croqui e cria o esboço da impressão, gerando uma norma. Caso o cliente deseje uma amostra é possível criar um protótipo da caixa, numa *plotter* através de um desenho *Computer Aided Design (CAD)*, sendo depois apresentado para a sua aprovação.

A encomenda é inserida no sistema informático da empresa e sendo esta um novo formato, é gerada uma nova referência e requisitado o material necessário para a sua produção: tintas, molde e carimbos. O planeador insere a nova encomenda no sistema informático *PcTopp*, de forma a reduzir o desperdício da máquina de canelar, os tempos de preparação de encomendas das máquinas de transformação, assim como os tempos de espera e deslocamentos entre máquinas.

Após a sua produção, a encomenda segue para a Linha Final depois para o Armazém de Produto Acabado (APA) e posteriormente é expedido para o cliente. Todo este processo encontra-se sintetizado no fluxograma da Figura 3.6 (Fonte: Europac).

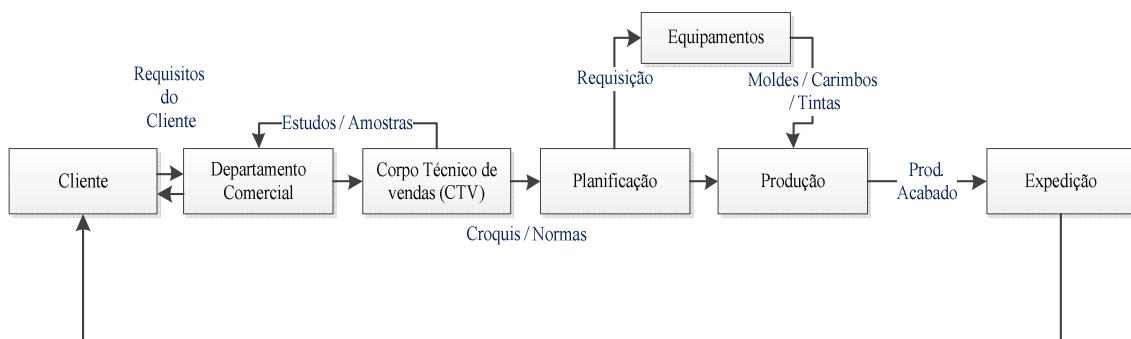


Figura 3.6 – Fluxo de execução de uma nova encomenda (Fonte: Europac).

3.1.3 Processo Produtivo de Europac

A empresa funciona na base do *make-to-order*, ou seja produz apenas o necessário para satisfazer as encomendas dos clientes. Podemos dividir o processo de fabrico das placas e caixas de cartão canelado em três fases: produção de placas, transformação e expedição para o cliente, conforme esquematizado no fluxograma da Figura 3.7.

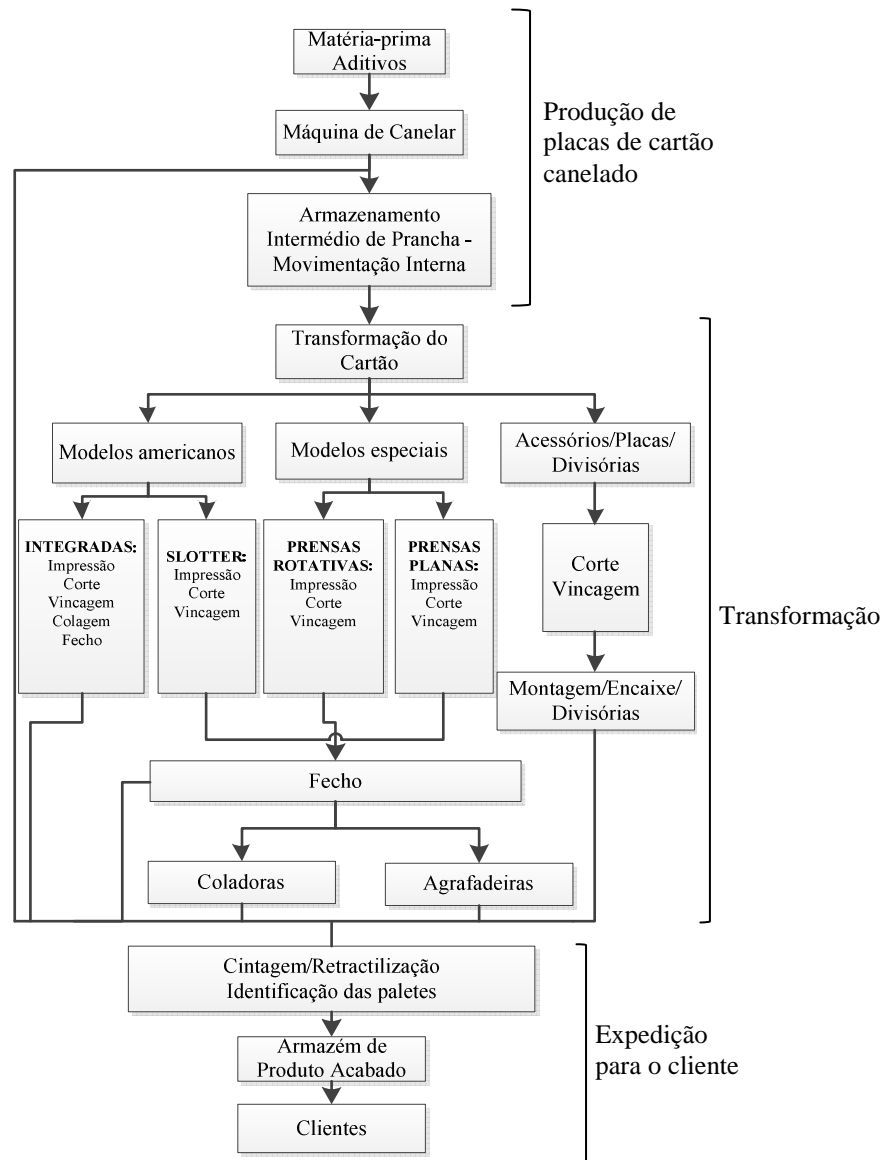


Figura 3.7 - Fases do ciclo produtivo de embalagens de cartão canelado (Fonte: Europac).

A primeira fase consiste no fabrico das pranchas de cartão canelado num único equipamento, a máquina de canelar, conforme já foi descrito no Capítulo 2. Uma vez que o cartão canelado se obtém através da junção de várias folhas de papel, é necessário ter um controlo das variáveis envolvidas na sua fabricação. Apesar das fibras serem a

base da composição do papel, existem vários tipos de papel com diferentes resistências, texturas, cores e brilhos. Existe a adição de colas e aditivos às bobines de papel para fabricar o cartão canelado. A Figura 3.8 ilustra de forma simples, como se efetua a “montagem” dos vários tipos de cartão canelado (Fonte: Europac).

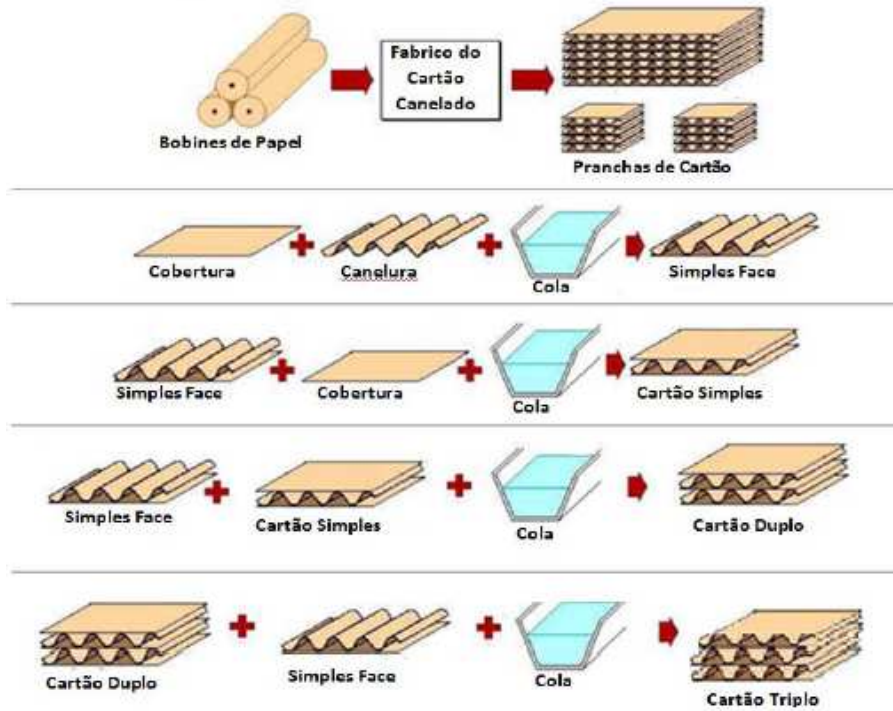


Figura 3.8 - Esquema de “montagem” dos tipos de cartão canelado (Fonte: Europac).

Numa primeira fase, o papel utilizado é fornecido em bobines de larguras *standard*, pelo que é necessário efetuar um planeamento eficaz das encomendas de forma a maximizar a bobine e a reduzir o desperdício, para o fabrico de placas. É necessário juntar encomendas do mesmo tipo de cartão e com larguras similares, de forma a que o desperdício seja o mínimo possível.

Numa segunda fase, a de transformação, as pranchas produzidas na máquina de canelar podem ter dois destinos diferentes. No caso de ser um cliente que apenas adquire placas de cartão com as dimensões especificadas, as pilhas de cartão saem da máquina e são automaticamente encaminhadas para a embalagem e posteriormente para APA, para ser expedido.

Para os clientes que adquirem caixas, as pranchas podem seguir ou não vários encaminhamentos e passar por uma, ou várias máquinas, antes de seguir para APA. Se forem encaminhadas para as integradas, que são máquinas que realizam todas as tarefas de produção de uma caixa (corte, impressão, escatелamento, vincagem e fecho colado) seguem automaticamente para APA. É o caso da máquina em estudo neste projeto.

Pode, ainda haver caixas que tenham apenas letras impressas e outras que tenham grandes áreas de impressão (chapão). Neste caso, qualquer defeito é visível, tornando a impressão mais delicada, sendo necessárias impressoras de alta qualidade para realizar a operação. O processo de impressão da empresa é por flexografia, sendo cada unidade impressora composta por um rolo porta-carimbos. O carimbo através do movimento rotativo entra em contacto com a prancha, dando origem à impressão de uma cor por unidade impressora. No equipamento em estudo, existem apenas duas unidades impressoras.

Quanto ao corte, existem prensas planas e prensas rotativas. As prensas planas fazem um corte mais preciso (possui um molde plano e um contra molde plano) e o corte faz-se de uma só pancada vertical, sendo adequada para cortes mais complexos. A *Simon 350* é uma prensa rotativa e utiliza moldes curvos, com uma qualidade de corte não tão elevada, devido à natureza do corte tangencial (Figura 3.9).



Figura 3.9 - Moldes planos (A) e curvos (B) (Fonte: Europac).

Existem máquinas que realizam apenas o fecho da caixa (colagem ou agrafagem) e outras que têm a sua especificidade, quanto ao corte (com ou sem molde), escatелagem, impressão e fecho. Ainda outras fazem apenas a impressão. O encaminhamento das

encomendas é definido consoante a especificações das caixas, a urgência das encomendas, as características das máquinas e a sua disponibilidade.

A terceira fase do processo produtivo ocorre quando o produto sai das máquinas de transformação para a linha final, onde é embalado e posteriormente para o APA para ser expedido para o cliente, culminando assim o processo produtivo.

3.1.4 Características do equipamento – Simon 350

O equipamento em estudo é uma máquina integrada que desempenha um papel fundamental na empresa. Conforme referido anteriormente, realiza todas as etapas necessárias à fabricação de uma caixa de cartão canelado: corte, escatelamento, impressão, vincagem e fecho. Esta é uma das grandes potencialidades deste equipamento, uma vez que se ajusta facilmente para produzir uma grande variedade de produtos diferentes. Outra potencialidade deste equipamento é o facto de permitir uma grande redução do *lead time*, uma vez que consegue realizar todas as etapas de fabrico de uma caixa. Desta forma não é necessário encaminhamento para outra máquina para as pilhas que acabam de sair da máquina de canelar.

A máquina funciona por módulos ou unidades extraíveis, proporcionando uma rápida e fácil adaptabilidade, sendo caracterizada pela sua fiabilidade e robustez apesar de ter alguma idade. As unidades que a compõem são: entregador, impressora 1, impressora 2, *slotter* (ou escateladora) e molde, encontrando-se representadas nas Figura 3.10 e Figura 3.11, fechada e em aberto, respetivamente.



Figura 3.10 - Unidades da Simon 350 – fechada (Fonte: Europac).



Figura 3.11 – Unidades da *Simon 350* – aberta (Fonte: Europac).

Cada uma das unidades possui a sua função, sendo que a Tabela 3.1 efetua uma breve descrição da função de cada uma delas. Existem duas unidades impressoras e uma delas encontra-se sempre acoplada, mesmo que não esteja a ser utilizada.

Tabela 3.1 – Descrição das unidades constituintes da integrada *Simon 350*.

Designação da unidade	Função	Qtd.	Tipo
Entregador	Responsável pela entrega das placas à máquina, através de dois rolos de borracha que puxam uma placa de cartão de cada vez.	1	Fixa
Impressora	Realizam impressão por flexografia.	2	Fixa / Móvel
Slotter ou Escateladora	Efetua a abertura de escatel da caixa e a sua vincagem para o fecho.	1	Fixa
Molde	Efetua corte tangencial das caixas com recurso a um molde curvo.	1	Móvel

A *Simon 350* ainda possui adjacente um alimentador, responsável por alimentar a máquina de uma forma automática. Este equipamento recebe as pilhas de cartão e através de um escamador, que dispõe as placas, inicialmente em pilha, de forma a poderem ser recebidas de forma individual pelo entregador. Na saída das unidades descritas acima e na foto, existe um transportador com umas longarinas de transporte e fecho das caixas. Este equipamento é responsável por colocar cola nas abas das caixas

para proceder ao seu fecho e também por forçar a caixa a dobrar pelos vincos de forma a que, no fim do mesmo, estas caiam numa mesa esquadadora fechadas.

A mesa esquadadora acerta as caixas e um braço mecânico forma os maços (Figura 3.12) que posteriormente são sujeitos a uma cintadeira para aglomerar as caixas em maços. Segue posteriormente, através de transportadores, para um paletizador semi-automático e depois para a linha final.



Figura 3.12 - Mesa esquadadora e braço mecânico, após fase de fecho da caixa (Fonte: Europac).

3.2 Análise da situação inicial

A metodologia SMED caracteriza-se pela sua enorme potencialidade em incrementar a produtividade de um equipamento, através da redução dos tempos de preparação de uma encomenda. Shingo (1985) afirmou que o sistema SMED é muito mais do que uma questão de técnica. Trata-se de uma revolução acerca da forma de encarar a produção em si.

Num sistema produtivo, a aplicação desta metodologia permite atingir uma rápida e eficiente passagem do fabrico de um produto para outro. Efetuar mudanças rápidas de encomenda é importante na medida em que estas contribuem para tornar as operações flexíveis e de baixo custo, características ideais para responder à natureza das solicitações dos clientes.

Na empresa é efetuada uma monitorização em tempo real do desempenho dos equipamentos e das equipas, sendo os dados recolhidos e apresentados, através de, por

exemplo, uma das interfaces apresentadas na Figura 3.13. A vermelho encontra-se assinalado o indicador, tempos de preparação médios, alvo de análise neste projeto, sendo também possível filtrar estes dados por data, equipa, por equipamento, por total de placas ou por quantidades boas.

0309 SIMON 350				
	No.	Horas Trabalho'		Média
Preparações	195	89'23	29%	0'28
Paragens		9'00	3%	0'03
Intervalos		5'13	2%	0'02
Runs	197	166'44	54%	0'51
Paragens		34'58	11%	0'11
Mini-paragens		8'15	3%	0'03
Intervalos		12'28	4%	0'04
Total		256'07		
Paragens	554	52'12	17%	0'06
Intervalos	16	21'44	7%	1'22
Tempo indef.	2	0'27	0%	0'14
Total horas	Abert.	Trab.	Prod.	Exec.
	330'30	308'46	256'07	166'44
Placas / h	2,201	2,356	2,840	4,362
m ² / h	1,758	1,882	2,269	3,485
Quantidade boa	Ø execução		Ø dim. placa	
727,333 pl. 581,137 m ²	3,692 pl. 2,950 m ²		0,80 m ²	

Figura 3.13 - Interface de controlo dos dados no *PcTopp* da *Simon 350* (Fonte:Europac).

Tendo em consideração os dados de acompanhamento da máquina e os objetivos estipulados para a mesma, foi efetuada uma análise da situação inicial com base nos passos que envolvem a metodologia em questão. Fez-se um acompanhamento das equipas durante 6 semanas, para cerca de 40 encomendas, com intuito de entender a dinâmica das equipas, o seu método de trabalho, as tarefas afetas a cada elemento, a distribuição das mesmas e as restrições do equipamento.

3.2.1 Indicadores de Performance

A *Simon 350* é um equipamento que tem apresentado indicadores de desempenho aquém dos objetivos estipulados. A Europac monitoriza em tempo real quatro indicadores de desempenho dessa máquina: produtividade, velocidade, tempos médios de preparação e paragens não programadas (PNP). A produtividade é medida em m²/h (lineares), a velocidade processada em placas/h e os tempos médios de preparação em minutos. A Figura 3.14 mostra a evolução desses indicadores, ao longo do ano de 2014 e primeiro semestre de 2015, numa análise global envolvendo os dois turnos. A linha

vermelha representa o objetivo estipulado no *Master Production Schedule* da empresa, para cada indicador de performance, podendo observar-se que, no caso dos tempos de preparação (gráfico 1) em nenhum mês, este foi atingido.

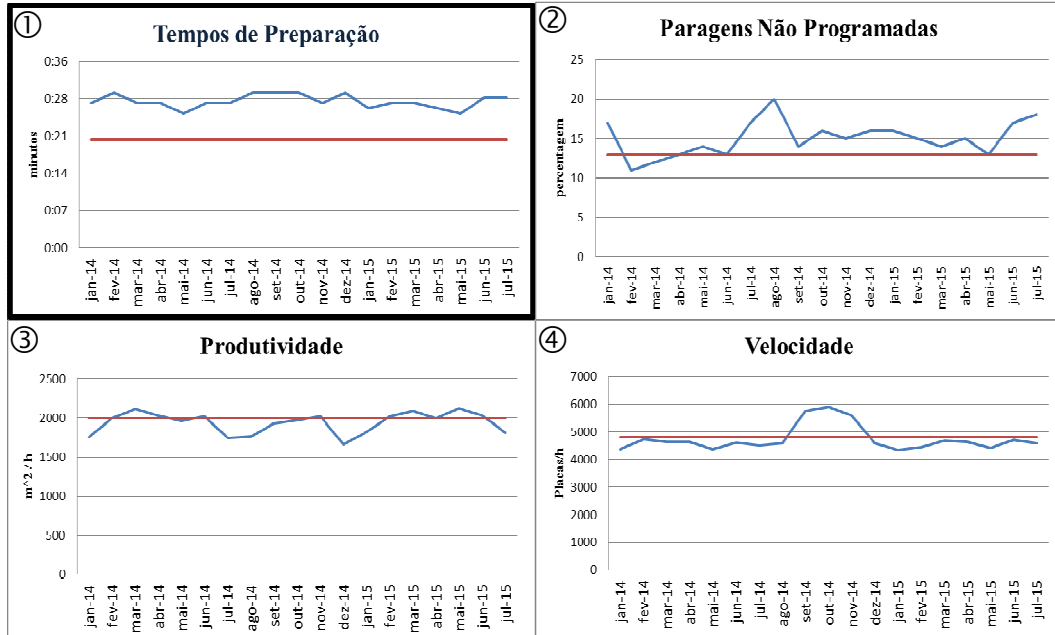


Figura 3.14 – Os 4 indicadores de desempenho do equipamento.

O foco deste projeto foram os tempos de preparação de encomendas, uma vez que, conforme podemos constatar, os tempos de preparação ao longo do ano de 2014 e 2015 estiveram acima do objetivo estipulado de 21 minutos. O facto de o equipamento estar constantemente a executar produtos diferentes em lotes pequenos teve um grande impacto neste indicador, pelo que se tornou necessário focar na redução dos tempos para tentar cumprir com o objetivo.

Foram observadas as condições de operacionalidade do próprio equipamento, e identificados alguns desperdícios associados, que contribuem para os valores observados. Estes e outros motivos foram identificados durante a análise inicial e apesar do cenário atual, relacionado com as características da procura previu-se um grande potencial de melhoria.

3.2.2 Equipas e Tarefas

A este equipamento estão alocadas duas equipas de trabalho, cada uma com três elementos, que laboram durante 16 horas diárias de abertura do equipamento. Existem, em teoria, definidas as funções e responsabilidades de cada operador. No entanto, foi observado que, devido a mudanças recentes nas necessidades de recursos humanos, nem sempre é possível manter as equipas constantes. Como tal, verifica-se um desequilíbrio em termos de tempos e distribuição de tarefas (Figura 4.3, do Capítulo 4). Existe o operador condutor, o ajudante e o de saída, que irão ser designados neste relatório como operador 1, 2 e 3, respetivamente. Atualmente, cabem ao operador 1 as maiores responsabilidades, como efetuar as tarefas mais complexas que exigem mais habilidade e conhecimento do equipamento. Ao operador 2, cabe dar assistência ao operador 1 e realizar tarefas que exigem menos formação, enquanto que o operador 3 é primariamente responsável pelas tarefas na saída da máquina.

Foi observado e monitorizado no programa de monitorização da produção (*PcTopp*), que durante a fase de estudo, além de existir uma grande disparidade de desempenho entre as equipas A e B, em ambas, o operador 3 é constantemente diferente e verificou-se uma ausência de formação do mesmo. Verifica-se ainda dentro das equipas falta de definição sobre quem é exatamente responsável por que tarefa, assim como falta de confiança e alguma dificuldade em delegar tarefas, quando o *setup* assim o exige. Esta situação não vai de encontro ao cenário ideal de um equipa coesa e focada nos objetivos.

No cenário inicial, também se observou falta de definição sobre a ordem com que as tarefas são efetuadas, assim como falta de uma classificação constante em internas e externas. A Tabela 3.2 mostra todas as tarefas do *setup* analisadas, embora naturalmente variem consoante a encomenda que foi executada anteriormente e a que vai ser executada a seguir. Todas estas combinações fazem com que haja um total de 65 preparações diferentes, mas com tarefas base em comum.

Na Tabela 3.2 estão representados três grupos de encomendas e as tarefas que necessitam de ser efetuadas para as preparar, nomeadamente apenas fecho colado, escatelamento, vincagem, impressão e fecho e ainda as caixas que necessitam das operações anteriores e mais o corte efetuado com o molde, para se obter uma melhor noção da variabilidade existente.

Tabela 3.2 – Tarefas dos operadores em 3 grupos gerais de preparações

TAREFA	Fecho Colado	Escatelamento, vincagem, impressão e fecho	Escatelamento, Vincagem, Impressão, corte com molde e fecho	Classificação
1 Abrir unidades	✓	✓	✓	-
2 Acabar de paletizar a encomenda anterior	✓	✓	✓	Montagem
3 Fazer o formato da caixa na unidade <i>slotter</i>	✗	✓	✓	Afinação
4 Acoplar unidade impressora 1	✗	✓	✓	-
5 Retirar unidade impressora	0	0	0	-
6 Colocar carimbo 1	✗	✓	✓	Montagem
7 Retirar carimbo 1	0	0	0	Montagem
8 Colocar carimbo 2	✗	✓	✓	Montagem
9 Retirar carimbo 2	0	0	0	Montagem
10 Lavar carimbo(s)	0	0	0	-
11 Lavagem do tabuleiro da unidade impressora 1	0	0	0	-
12 Lavagem do tabuleiro da unidade impressora 2	0	0	0	-
13 Ajustar roletes da unidade impressora 1	✗	✓	✓	Afinação
14 Ajustar roletes da unidade impressora 2	✗	✓	✓	Afinação
15 Colocar tinta na máquina	✗	✓	✓	Montagem
16 Preparar alimentador	✓	✓	✓	Afinação
17 Preparar o entregador	✓	✓	✓	Afinação
18 Retirar unidade do molde	0	0	✗	Montagem
19 Acoplar unidade do molde	✗	✗	0	Montagem
20 Retirar molde	0	0	0	Montagem
21 Colocar molde	✗	✗	✓	Montagem
22 Ajustar roletes da unidade do molde	✗	✗	✓	Afinação
23 Folder- ajustar longarinas de transporte e fecho da caixa	✓	✓	✓	Afinação
24 Ajustar mesa esquadadora	✓	✓	✓	Afinação
25 Imprimir etiquetas	✓	✓	✓	-
26 Fechar unidades	✓	✓	✓	-
27 Fazer testes e ajustes finais à caixa	✓	✓	✓	Afinação

LEGENDA:

- ✓ Tarefa necessária
- ✗ Tarefa não necessária
- A sua realização depende da encomenda anterior

3.2.3 Equipamento

O equipamento tem vindo, nos últimos anos a ser descurado em termos de manutenção e melhorias, pelo facto de ter sido planeada a sua substituição por outro mais moderno e com mais capacidade produtiva. Em vez da sua substituição por um equipamento mais moderno e automatizado, conforme o plano original, isso não aconteceu. Em 2014 optou-se por mantê-lo e restaurá-lo, na medida do possível às suas condições iniciais. Houve uma revisão completa do equipamento e efetuaram-se algumas melhorias a nível dos componentes mecânicos e elétricos.

Atualmente ainda carece de algumas modificações, como por exemplo, a eliminação de folgas e outras adaptações da estrutura em si. Foi observado que tais condições de operacionalidade, obrigam a que o conhecimento para as contornar se concentre no operador que detém maior experiência junto do equipamento, acabando por se refletir nos tempos e por provocar um grande desequilíbrio na atribuição de tarefas.

A Figura 3.15 retrata apenas um dos exemplos do impacto do estado do equipamento nos tempos de preparação, ainda que de forma indireta. A zona de saída das caixas após a sua colagem, carece de um dispositivo (ver A) que mantenha as abas coladas quando a força natural exercida pelo cartão dobrado é grande. Isso implica que um dos operadores do turno (ver B) esteja alocado à referida zona, para se certificar que as abas permanecem coladas e as caixas perfeitamente empilhadas para seguir para a cintagem. Foi observado que esta limitação do equipamento, contribui assim para o desequilíbrio na distribuição de tarefas das equipas e para maiores tempos de preparação sejam maiores, pela falta desse elemento no início da execução da encomenda ou quando se estão a efetuar os testes à caixa.

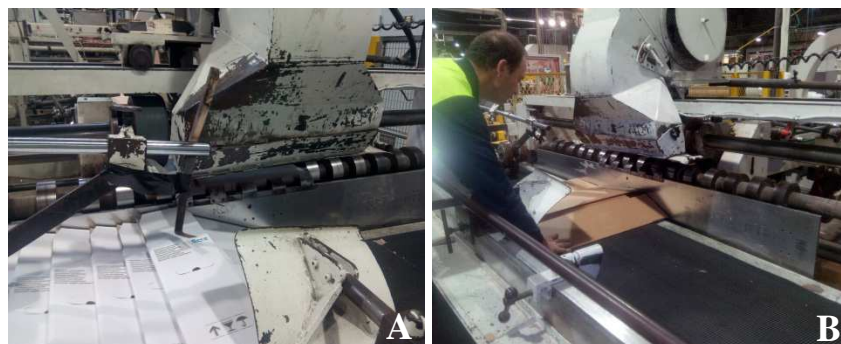


Figura 3.15 – Colaborador alocado à saída da colagem das caixas (Fonte: Europac).

3.2.4 Informação para a Produção

Recentes mudanças na estrutura e no processo de circulação da informação, tiveram repercussão no operador, provocando perdas de tempo, nomeadamente por falta de informação, informação em excesso ou informação errada, sobre os requisitos do produto a fabricar pelos operadores. A falta de informação levava muitas vezes o operador a decidir por si próprio com base no seu *know-how*, ou outros a ter que recorrer às chefias para esclarecer a mesma, acabando por se gerar diferentes maneiras de executar o produto. Informação a mais provoca perda de tempo para filtrar o necessário, durante as preparações das encomendas. Informação errada, aumenta ainda o nº de não conformidades para o cliente, o custo da não-qualidade e aumentos dos tempos improdutivos, traduzindo-se num desperdício identificado diariamente durante o acompanhamento das equipas.

Para se resolver esta situação, antes de se dar início à metodologia SMED, desenvolveu-se um projeto de simplificação e correção da informação, uma reorganização das responsabilidades e também do sentido de circulação da mesma. Este projeto denominado “Simplex”, serviu de base para a introdução das metodologias japonesas. Como resultado, houve um impacto nos tempos, por eliminação deste desperdício, apesar de estes ainda ficarem longe dos objetivos. Permitiu ainda simplificar o trabalho dos operadores e permitiu avançar para outros patamares de análise dos indicadores.

3.2.5 Tipologia das encomendas

O equipamento em estudo é concebido especialmente para o fabrico de caixas de modelo americano e especial. Conforme descrito neste relatório, o fabricar destes dois modelos conferem uma grande variabilidade de preparações diferentes, por combinação das tarefas necessárias de preparação. Como se trata de uma máquina integrada, o seu potencial reside no facto de efetuar todas as tarefas necessárias à fabricação de uma caixa, pelo que as preparações mais frequentes da amostragem são as que envolvem o maior número de tarefas.

Durante o estudo e recolha de dados, com recurso ao *PcTopp*, observou-se que o maior nº de preparações são as do tipo que estão representadas na Figura 3.16. Das 12 preparações de encomendas, com as variáveis cor e molde representadas, acrescem

ainda a cada uma delas, elementos comuns, como por exemplo, as operações de vincagem, fecho e escatelamento, salvo raras exceções. A análise efetuada com recurso às estatísticas do *software* de produção, durante mais de 6 semanas de análise, exclui as caixas que apenas são para fecho colado como sendo as mais frequentes.

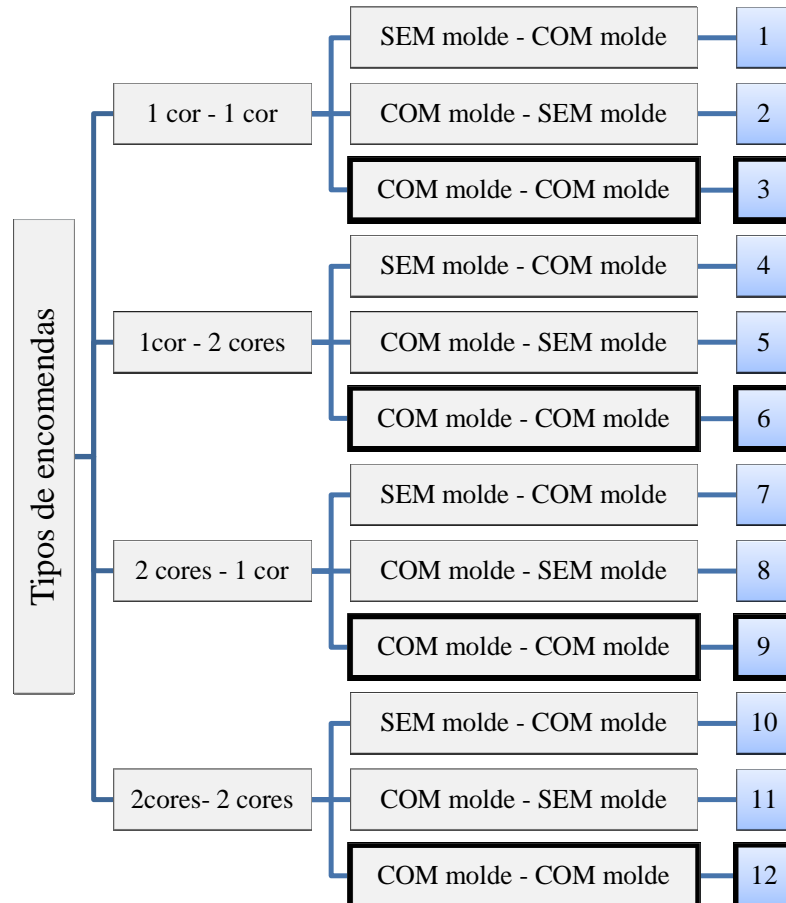


Figura 3.16 – Tipos de encomendas mais passadas – estatísticas do *PcTopp*.

Durante a análise, os dados revelaram que das doze preparações mais efetuadas, as de tipologia 3, 6, 9 e 12 são as que mais ocorrem, conforme demonstrado no gráfico da Figura 3.17. Estas quatro tipologias representam 62%, dentro do grupo das preparações mais executadas, sendo portanto alvo de foco neste relatório.

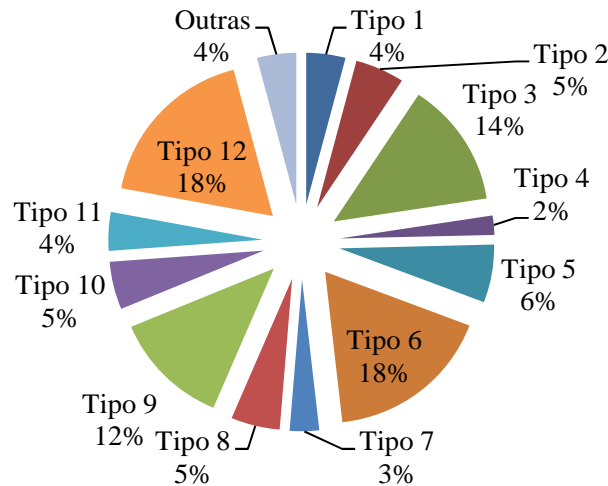


Figura 3.17 – Percentagem de preparações mais efetuadas durante o período de estudo.

É notório que os dados referentes às encomendas mais frequentes refletem a realidade do tipo ideal de encomendas que são tipicamente executadas no equipamento em estudo, pois como máquina integrada, o seu potencial reside no facto de realizar todas as etapas de uma caixa.

Assim, as preparações mais frequentes englobam um maior nº de tarefas, ou seja, os tipos de *setups* 12, 6, 3 e 9, representados no gráfico de Pareto da Figura 3.18. Esta análise mostrou a razão porque este equipamento apresentava valores de *setup* muito altos, em relação a outras UP da fábrica. O valor médio do tempo de execução das tarefas é de 02:17 minutos e o desvio-padrão amostral é de 01:48 minutos.

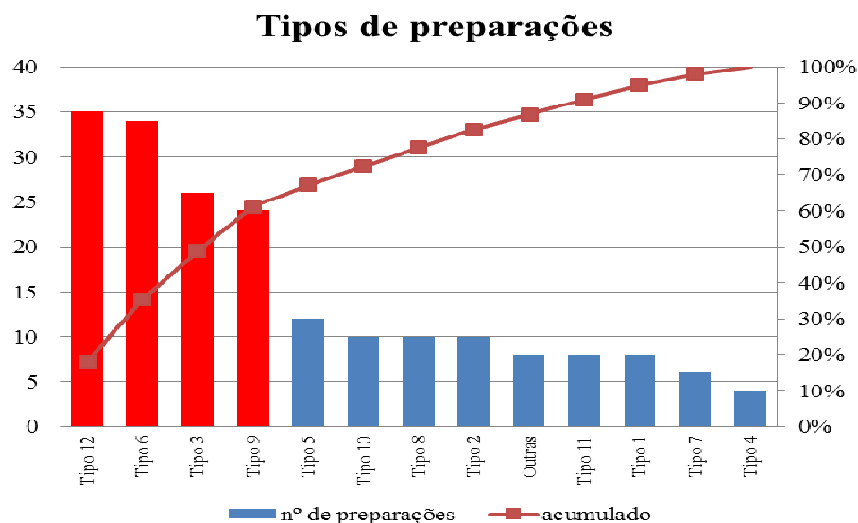


Figura 3.18 – Nº de ocorrências para cada tipo de preparações mais executadas.

Ainda recorrendo ao programa de monitorização da produção, foi possível filtrar, para intervalo de tempoda amostra que os tempos despendidos para cada tipo de encomenda mais frequente, sendo visível na Tabela 3.3, que nenhum deles se aproximou do objetivo estipulado de 21 minutos.

Tabela 3.3 – Tempos médios de de preparação das quatro tipologias de encomenda.

Tipo	Tempos médios Eq. A	Tempos médios Eq. B	Média 2 equipas
3	00:24:00	00:30:00	00:27:00
6	00:25:00	00:33:00	00:29:00
9	00:23:00	00:33:00	00:33:00
12	00:23:00	00:32:00	00:32:00

4 Aplicação da Metodologia SMED

4.1 Passo 1 - Recolha de tempos iniciais

Numa fase inicial, começou-se por se realizar um levantamento global da situação, através da recolha e filtragem dos dados do *PcTopp*. Esta recolha de dados gerais do equipamento foi efetuada no referido programa de produção, para um intervalo de tempo mais abrangente, de ano e meio. Confirmou assim, conforme é visível no gráfico da Figura 4.1, há quanto tempo o objetivo estipulado para o equipamento não é atingido e a disparidade existente entre as equipas.

Na Figura 4.1 é visível que a equipa A possui melhores tempos médios de preparação do que a equipa B, uma vez que se aproxima mais do objetivo estabelecido pela Europac de 21 minutos. De acordo com os dados, a equipa A representada a azul no gráfico 1, possui um máximo de 00:29 minutos e um mínimo de 00:24, enquanto que a equipa B, a laranja possui 00:35 e 00:28 minutos como máximo e mínimo de tempos, respetivamente. Nesta fase de estudo da situação, confirmou-se a necessidade de dar continuidade ao projeto para averiguar a razão para a qual, existem as diferenças mencionadas. O gráfico, mostra que no mês de agosto e setembro forma atingidos os valores mais altos, em tempos despendidos nas preparações, pelo facto de as equipas laborarem alguns dias com um operador a menos, ou então mais vezes com operadores subcontratados, devido ao período de férias.

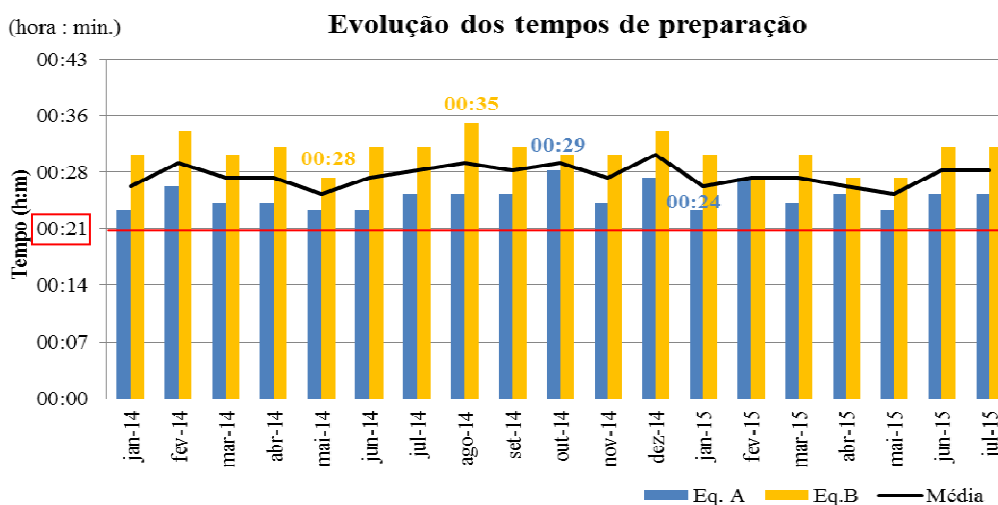


Figura 4.1 - Evolução dos tempos de preparação - ano 2014 e 1º semestre de 2015.

Tendo em mente o objetivo estipulado no *Master Production Schedule*, de uma média de 21 minutos para os tempos de preparação de encomendas, efetuou-se uma recolha de dados no local, através da medição de tempos com cronómetro e filmagem das operações, para estudo da situação. Houve uma medição dos tempos despendidos em cada tarefa nos dois turnos, ao longo de cerca de 40 encomendas, num intervalo de tempo de cerca de 6 semanas. O gráfico da Figura 4.2, mostra a média dos tempos recolhidos, numa análise comparativa das equipas, tarefa a tarefa, de forma a evidenciar as suas diferenças.

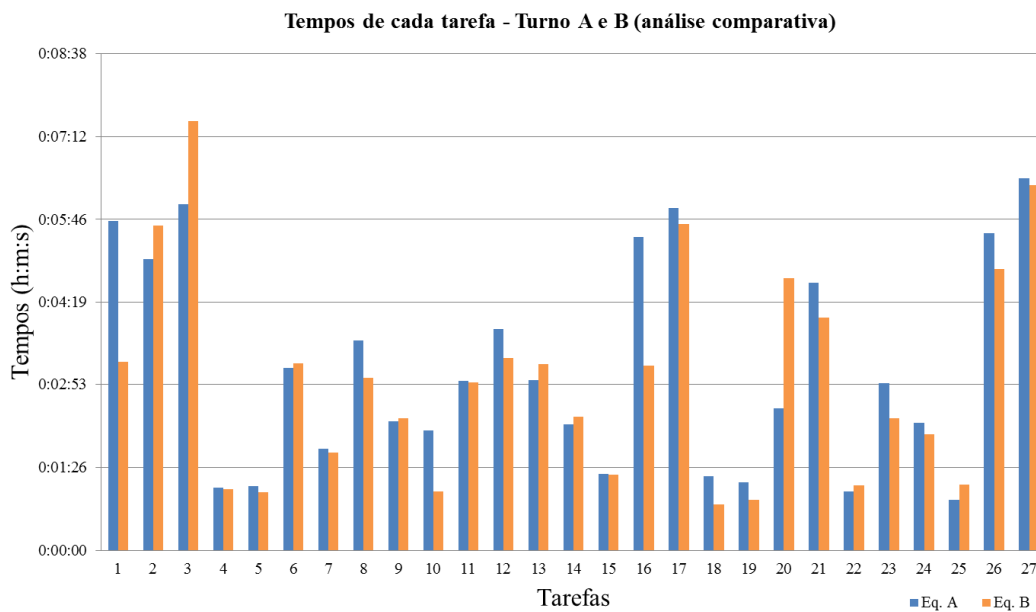


Figura 4.2 - Tempo médio despendido, em minutos, em cada tarefa do *setup*.

À medida que os tempos individuais de cada tarefa foram sendo medidos, também se efetuou um registo sobre qual dos operadores desempenhou cada uma das tarefas acompanhadas. Esta análise permitiu avaliar a carga de cada operador e o seu modo operatório. O gráfico da Figura 4.3 mostra que em ambos os turnos, o operador 1 é o que despende mais tempo do *setup* a realizar as tarefas, sendo maior o tempo no caso do operador do turno A, representado a azul.

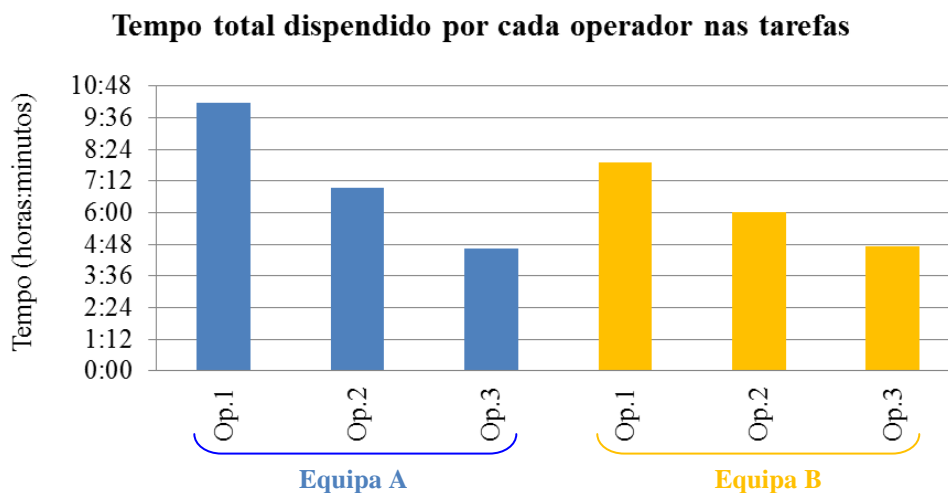


Figura 4.3 – Nº de horas dispendido nas tarefas por cada operador.

Durante a recolha dos dados da amostra, ficou evidente que a equipa A possui uma maior desigualdade nos tempos que cada operador despende no setup. A equipa B também possui esta diferença, embora não seja tão acentuada, ou seja, há uma distribuição mais equitativa dos tempos. No entanto, apesar de a equipa A, apresentar maior desigualdade nos tempos de cada operador que a equipa B, esta possui melhores médias globais para os tempos de preparação.

Nas filmagens, ficou evidente que o operador 1 da equipa A é um operador com um elevado *know-how* e desempenho da maioria das tarefas, sendo um dos fatores que contribui para a equipa A apresentar melhores resultados que a B (Figura 4.1). Foi observado nas filmagens, que a falta de formação dos operadores 2 e 3 da equipa, conduz à situação de operador 1 não delegar tantas tarefas aos restantes elementos da equipa, acabando por absorver a maior percentagem de tempo da preparação. Esta situação, reforçou mais uma vez a necessidade de formação, uniformização do modo operatório e conversão das tarefas.

Após a análise dos dados, recolhidos no intervalo de 6 semanas, verificou-se novamente a viabilidade para avançar com o projeto de redução de tempos, propondo-se começar pela formação em SMED dos operadores, com a finalidade de sensibilização para os objetivos, incluindo informar em que patamar se encontrava cada equipa, em termos de tempos. Manter os colaboradores devidamente informados acerca do que se ia desenrolar no posto de trabalho deles, partilhar conhecimentos, assim como esclarecer o

quão a sua participação seria fundamental para o sucesso do mesmo, deve ser das primeiras bases estabelecidas para o arranque do projeto.

A Figura 4.4 representa a medição dos tempos que os operadores dos dois turnos despenderam para realizar cada uma das tarefas, com recurso ao cronómetro e à filmagem de cada uma das 40 preparações acompanhadas, encontrando-se destacadas a vermelho, as barras que indicam as cinco tarefas que despendem mais tempo do *setup*, ou seja, as mais críticas e mais importantes de simplificar. Algumas delas podem ser convertidas em externas, outras não, conforme é descrito no passo 3 da metodologia, sendo propostas neste projeto, medidas para as agilizar e ir de encontro ao objetivo de diminuir tempos não produtivos.

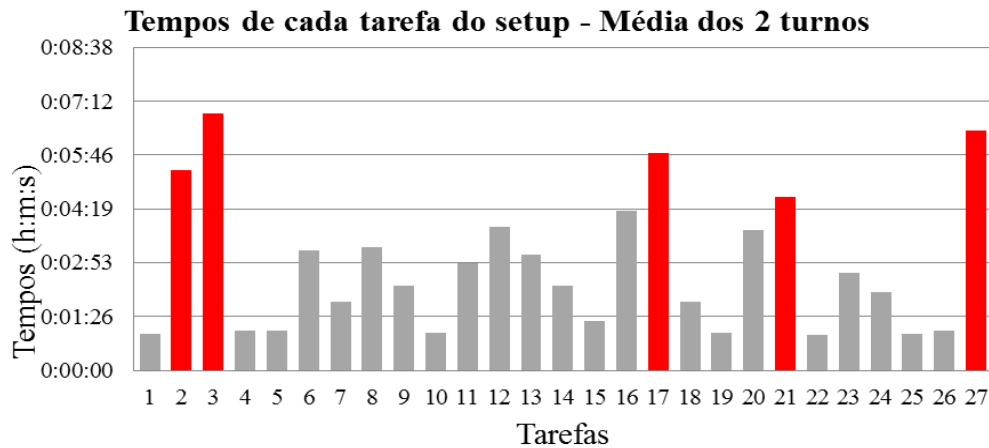


Figura 4.4 – Tempos médios de preparação de cada tarefa - 2 turnos

4.2 Passo 2 – Distinção de tarefas internas das externas

Após o levantamento das tarefas e dos respetivos tempos individuais e de equipa, distinguiram-se as tarefas internas das externas. Foi observada na Tabela 4.1 que existe um grande número de tarefas que podem ser efetuadas com a máquina já em funcionamento, evitando assim desperdícios de tempo.

A Tabela 4.1 mostra a diferença entre o modo como as tarefas são executadas e a classificação proposta neste passo, em internas e externas. As internas são executadas com a máquina a funcionar e as externas com a máquina parada em preparação. Observou-se que algumas delas já eram corretamente executadas, outras não e ainda

outras, como é por exemplo o caso da 20 e 21 que tanto eram internas como externas, consoante o operador que as executava ou consoante o tipo de *setup*.

Uma análise efetuada nesta fase, permitiu uma classificação criteriosa das tarefas, sendo necessário salientar que algumas delas estão classificadas com ambas as categorias, consoante a encomenda anterior e a seguinte, ou seja, consoante o tipo de preparação. Por exemplo, a tarefa nº 6, que é colocar o carimbo, só pode ser executada com o equipamento em funcionamento (externa), se e só se na execução da encomenda atual não estiver a ser utilizada essa unidade impressora, ou seja, se tiver sido extraída anteriormente. Estas ocorrências vieram destacar a importância de se efetuar uma sequência de planeamento correto e otimizado das encomendas. Nesse sentido, são apresentadas no subcapítulo 4.6, propostas de modo operativo, considerando o pior cenário, ou seja considerando as situações em que essas mesmas tarefas terão de ser internas.

Tabela 4.1 - Situação inicial e classificação das tarefas.

	Tarefa	Sit.Inicial	Proposta de classificação
1	Abrir unidades	Interna	Interna
2	Acabar de paletizar a encomenda anterior	Interna	Interna Externa
3	Fazer o formato da caixa na unidade <i>slotter</i>	Interna	Interna
4	Acoplar unidade impressora	Interna	Interna
5	Retirar unidade impressora	Interna	Interna
6	Colocar carimbo1	Interna	Interna Externa
7	Retirar carimbo1	Interna	Interna Externa
8	Colocar carimbo2	Interna	Interna Externa
9	Retirar carimbo2	Interna	Interna Externa
10	Lavar carimbo(s)		Externa
11	Lavagem do tabuleiro da unidade impressora1	Interna	Interna Externa
12	Lavagem do tabuleiro da unidade impressora2	Interna	Interna Externa
13	Ajustar roletes da unidade impressora1	Interna	Interna Externa
14	Ajustar roletes da unidade impressora2	Interna	Interna Externa
15	Colocar tinta na máquina	Interna	Externa
16	Preparar alimentador	Interna Externa	Interna Externa
17	Preparar o entregador	Interna	Interna

18	Retirar unidade do molde	Interna	Interna
19	Acoplar unidade do molde	Interna	Interna
20	Retirar molde	Interna	Interna
		Externa	Externa
21	Colocar molde	Interna	Interna
		Externa	Externa
22	Ajustar roletes da unidade do molde	Interna	Interna
		Externa	Externa
23	Folder- ajustar longarinas de transporte e fecho da caixa	Interna	Interna
24	Ajustar mesa esquadadora	Interna	Interna
25	Imprimir etiquetas	Interna	Externa
26	Fechar unidades	Interna	Interna
27	Fazer testes e ajustes finais à caixa	Interna	Interna

4.3 Passo 3 - Converter tarefas internas em externas

Após a classificação das tarefas efetuada no passo anterior, é apresentada na Tabela 4.2, o seu potencial e a forma como se procedeu à sua conversão para externas, sempre que o tipo de preparação o permitir. A negrito encontram-se identificadas as tarefas comuns a todos os *setups* existentes, excluindo-se as preparações de caixas que apenas fazem o fecho colado.




Na coluna da direita, num esquema de cores, encontram-se classificadas, a vermelho as tarefas que têm de ser obrigatoriamente internas em todos os tipos de preparações e a verde as que podem passar a ser externas sempre. O amarelo classifica as tarefas que podem ter ambas as classificações, pois estão dependentes da encomenda anterior e seguinte, ou seja, do tipo de preparação envolvido. As propostas de modo operatório do subcapítulo 4.6, considera como internas, pois pertencem às preparações mais executadas, segundo a amostragem analisada.

Tabela 4.2 - Proposta de conversão de tarefas internas para externas

Situação Inicial: tarefa interna	Conversão para tarefa externa	Tempos médio (h:m:s)	
1 Abrir unidades	-	0:04:23	
2 Acabar de paletizar a encomenda anterior	Quando necessário poderá ser executada quando a encomenda seguinte arrancar.	0:05:22	
3 Fazer o formato da caixa na unidade slotter	-	0:06:52	
4 Acoplar unidade impressora	-	0:01:04	

5	Retirar unidade impressora	-	0:01:04	Red
6	Colocar carimbo1	Quando possível, colocá-lo durante a execução da encomenda anterior	0:03:12	Yel
7	Retirar carimbo1	Quando possível, retirá-lo durante a execução da encomenda anterior	0:01:50	Yel
8	Colocar carimbo2	Quando possível, colocá-lo durante a execução da encomenda anterior	0:03:17	Yel
9	Retirar carimbo2	Quando possível, retirá-lo durante a execução da encomenda anterior	0:02:16	Yel
10	Lavar carimbo(s)	Lavar durante a execução da encomenda seguinte.	0:02:46	Grn
11	Lavagem do tabuleiro da unidade impressora1	Quando possível, a lavagem deverá ser executada após o arranque da encomenda.	0:02:53	Yel
12	Lavagem do tabuleiro da unidade impressora2	Quando possível, a lavagem deverá ser executada após o arranque da encomenda.	0:03:50	Yel
13	Ajustar roletes da unidade impressora1	Quando possível, os roletes devem ser afinados antes/depois da encomenda.	0:03:07	Yel
14	Ajustar roletes da unidade impressora2	Quando possível, os roletes devem ser afinados antes/depois da encomenda.	0:02:17	Yel
15	Colocar tinta na máquina	A tinta deve ser colocada no suporte da máquina, antes de a encomenda atual terminar.	0:01:19	Grn
16	Preparar alimentador	Se possível, deverá ser preparado, antes de a encomenda atual terminar.	0:04:16	Yel
17	Preparar o entregador	-	0:05:48	Red
18	Retirar unidade do molde	-	0:01:51	Red
19	Acoplar unidade do molde	-	0:01:00	Red
20	Retirar molde	Se possível, retirar molde após o arranque da encomenda seguinte.	0:03:46	Yel
21	Colocar molde	Se possível, colocar molde antes do arranque da encomenda seguinte.	0:04:38	Yel
22	Ajustar roletes da unidade do molde	Se possível, ajustar roletes após arranque da encomenda ou antes de a atual terminar.	0:00:58	Yel
23	Folder- ajustar longarinas de transporte e fecho da caixa	-	0:02:36	Red
24	Ajustar mesa esquadadora	-	0:02:06	Red
25	Imprimir etiquetas	Imprimir etiquetas após arranque da encomenda ou quando o operador responsável se encontrar livre de outras tarefas.	0:00:59	Yel
26	Fechar unidades	-	0:05:09	Red
27	Fazer testes e ajustes finais à caixa	-	0:06:25	Red

LEGENDA

	Interna
	Depende da sequência do planeamento
	Externa

Com base nos dados recolhidos ir-se-à de seguida efetuar uma análise das tarefas e do seu potencial de conversão.

A **tarefa nº 2** poderá ser convertida em externa, para a maioria dos tipos de preparações, mas está dependente da ocupação do operador tipicamente responsável por ela. O tempo que demora a sua execução permite torná-la externa, se for efetuada no espaço de tempo em que se enchem os transportadores, no arranque da encomenda seguinte. Ou seja, torná-la externa dependerá do tipo de preparação, uma vez que a distribuição das tarefas varia, mas neste relatório as propostas efetuadas assumem que esta tarefa é tratada como interna, pelo motivo de se efetuar uma análise de impacto das ações, mais conservadora.

Quando se está a executar uma encomenda, em que uma unidade de impressão está desacoplada da máquina, o operador deverá montar o carimbo da encomenda seguinte antes de a atual terminar. Tal procedimento também deverá ser adotado, quando se passa de uma encomenda em que uma das unidades irá ser retirada, ou seja, só retirar o carimbo quando a execução seguinte arrancar (**tarefas nº 6, 7, 8 e 9**). Na Tabela 4.3 estão representadas as passagens de cor mais executadas nas preparações e é possível notar, na coluna da direita, os tempos que podem ser poupados quando as tarefas de montar e desmontar o carimbo são tomadas como externas. Por exemplo, na passagem de produção de uma caixa com 1 cor para 1 cor (tipo 3), o carimbo deve ser acoplado na unidade que se encontra fora da máquina, antes de a encomenda terminar, pois assim, não irá ocupar tempo no *setup*, durante a preparação da encomenda seguinte, traduzindo-se numa poupança de quase dois minutos. Na passagem de produção de uma caixa com 2 cores para 1 cor (tipo 9), o carimbo só deve ser desmontado, após o arranque da encomenda seguinte, uma vez que é desacoplada uma unidade impressora, poupando assim três minutos do *setup*.

Tabela 4.3 – Impacto da conversão das tarefas internas para externas - cor.

Tipo	Enc. ^a mais executadas	7- Retirar carimbo 1	6- Colocar carimbo 1	9- Retirar carimbo 2	8-Colocar carimbo2	Poupança
3	1 cor para 1 cor	-	00:01:50	-	-	0:01:50
6	1 cor para 2 cores	-	-	-	00:02:16	0:02:16
9	2 cores para 1 cor	-	-	00:03:17	-	0:03:17
12	2 cores para 2 cores	-	-	-	-	0:00:00

A lavagem dos resíduos de tinta dos carimbos, que é a **tarefa nº 10**, pode ser efetuada após o arranque da execução da encomenda seguinte, bastando para isso, colocá-los no seu suporte situado sobre a grelha de escoamento a aguardar que operador responsável fique livre para os lavar, efetuando-se uma poupança de cerca de três minutos. A lavagem do tabuleiro das impressoras (**tarefa nº 11 e nº12**) pode interna ou externa, na medida em que depende do tipo de preparação. Por exemplo, na passagem de 1 para 2 cores, a lavagem dos tabuleiro deverá ser efetuada antes da encomenda seguinte começar, poupando no mínimo três minutos ao *setup*.

Nas **tarefas nº 13, 14 e 16**, quando o planeamento assim o permitir, deverão ser feitas antes de a encomenda anterior terminar, quando os operadores responsáveis se encontrarem livres. No caso da **tarefa nº 16**, que envolve a preparação do alimentador, poderá ser externa apenas quando o cartão para a seguinte já se encontrar no transportador. A **tarefa nº 15**, de colocação da tinta no suporte da máquina poderá ser sempre externa, traduzindo-se numa poupança de um minuto ao *setup*.

Quanto às **tarefas nº 20, 21 e 22** relacionadas com a montagem, desmontagem e afinação dos roletes do molde, deverão ser executadas fora do tempo de *setup*, quando o planeamento assim o permitir. Na Tabela 4.4 está representada uma das passagens mais frequentes quanto ao molde (a), não sendo possível tornar as operações 20, 21 e 22 externas. No entanto, numa preparação de tipologia b, se as tarefas 21 e 22 forem efetuadas antes de a encomenda anterior terminar, traduzir-se-á numa poupança de mais de cinco minutos do *setup*.

Tabela 4.4 - Impacto da conversão das tarefas internas para externas - molde.

Enc. ^a mais executadas	20- Retirar molde	21- Colocar molde	22- Ajustar roletes da unidade do molde	Poupança
(a) Com molde - Com molde	-	-	-	0:00:00
(b) Sem molde - Com molde	-	00:04:38	00:00:58	0:05:36

Ainda, de acordo com a classificação efetuada, a **tarefa nº 25** que é a impressão de etiquetas para as paletes (Figura 4.5) deverá ser efetuada após o arranque da execução da encomenda, traduzindo-se numa poupança de cerca de 1 minuto.



Figura 4.5 - Etiqueta já impressa e colocada na paleta.

4.4 Passo 4 - Simplificação das tarefas internas

Das tarefas internas analisadas, a que despence mais tempo é a **tarefa nº3**, ou seja, fazer o formato da caixa na unidade *slotter*, ocupando cerca 7 minutos (Figura 4.4) de um operador. Esta tarefa exige algum *know-how* do equipamento e do processo, estando tipicamente afeta ao operador 1 ou eventualmente ao operador 2. Uma das formas de simplificar esta tarefa para obter redução de tempos, passa por substituir a atual chave de bocas utilizada para apertar os parafusos de fixação do molde, por uma chave de roquete, de forma a agilizar a operação (Figura 4.6).



Figura 4.6 - Proposta de substituição de chave de bocas (A) por umade roquete (B).

Ainda referente à **tarefa nº 3**, de fazer o formato da caixa na unidade *slotter*, existem cinco tipologias de navalhas de escatelar diferentes e a sua atual localização encontra-se longe da zona onde são utilizadas. Uma sugestão passa por alocar uma prateleira para as mesmas e os respetivos parafusos mais perto de onde são necessários, com a devida identificação, para que o operador as identifique rápida e corretamente, poupando assim tempo na troca quando estas não são as corretas para cada caso. Outra alternativa, consiste num kit de mudança de navalhas, que inclui: aparafusadora,

navalhas por medida e parafusos respectivos, que possa ser deslocado pelo operador, evitando que este faça tantas movimentações. Outra sugestão é efetuar uma gravação nos discos de fixação das navalhas de escatelar (Figura 4.7), para os operadores evitarem o uso de fita métrica, para medir o arco que fará a medida do escatel da caixa. Nesta unidade já existe escala longitudinal para posicionamento dos roletes, no entanto não existe escala no disco para posicionar as navalhas.



Figura 4.7 – Operador a acoplar as navalhas de escatelar nos discos.

Para diminuir o tempo da **tarefa nº 21**, que consiste na colocação do molde, propõe-se efetuar a gravação de uma escala numa barra do cilindro de fixação do molde. Desta forma, o operador pode acoplar o molde o mais rapidamente possível, sem a necessidade de recorrer a uma fita métrica para posicioná-lo (Figura 4.8).

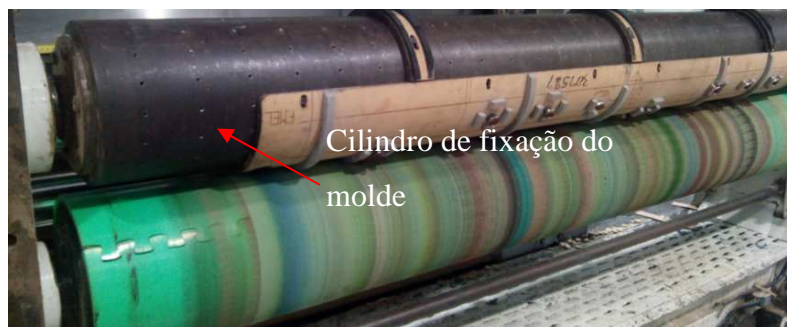


Figura 4.8 – Proposta para gravar escala no cilindro de fixação do molde.

A mesma proposta de simplificação é feita para a unidade impressora, sendo igualmente vantajosa na colocação dos carimbos. O carimbo é acoplado no rolo porta-carimbos e o operador utiliza atualmente fita métrica para o colocar na posição correta. Uma escala gravada no rolo (Figura 4.9), permitirá simplificar e agilizar esta tarefa, por este poder ser posicionado mais rapidamente.

Ainda em relação à colocação de carimbos (**tarefa nº6 ou nº8**), esta é feita atualmente com recurso a fita-cola, o que acaba por tornar a operação de montagem mais demorada e menos prática. Quando não há hipótese de esta ser externa, os operadores despendem cerca de 3 minutos, a efetuar esta tarefa, tempo que poderia ser diminuído se fosse utilizado um dispositivo de fixação rápida, no porta-carimbos que está representado na Figura 4.9. Esse dispositivo, permitiria prender uma das extremidades do carimbo na ranhura já existente, sendo apenas necessário o uso de fita-cola na outra extremidade. É visível na referida figura, uma unidade impressora e dentro desta, a azul, o rolo porta carimbos onde estes são acoplados, onde se vê indicada a ranhura onde os carimbos são fixados, atualmente com fita-cola.



Figura 4.9 – Proposta de criação de um dispositivo de fixação rápida de carimbos.

Sistemas de aperto rápido para os moldes são também uma das propostas, pois permitem uma fixação mais ágil dos mesmos nos cilindros, sendo esta uma proposta que envolveria uma melhoria dos equipamentos mais demorada e também com mais investimento. Seria necessária uma avaliação custo/benefício.

A operação interna nº 17, que envolve a preparação do entregador ocupa cerca de seis minutos de um operador no *setup* e poderá ser agilizada através da instalação de um

dispositivo regulador da altura de entrada da prancha. Assim, ao invés de o operador utilizar uma prancha de cartão para a sua regulação direta, este poderá fazê-lo com recurso a esse dispositivo. Para isso, basta apenas haver a criação de um documento que especifique a altura de cada tipo de prancha, afixado na zona onde é necessário ser consultado.

O acoplamento e desacoplamento das unidades impressoras e unidade de molde na máquina em si, é efetuado manualmente pelo operador, que recorrendo à sua força física faz deslizar as através de uma calha. Para agilizar este processo, seria preciso uma intervenção demorada ao equipamento, recorrendo a automação, o que implicaria um investimento significativo, não estando este previsto no orçamento.

Para agilizar a preparação do alimentador que é semi-automático, será necessário ainda outro investimento não previsto no orçamento para 2015. Um alimentador totalmente automatizado que permita libertar o operador para outras tarefas e a minimizar erros de operação, diminuindo os cerca de 6 minutos de execução dessa mesma tarefa. Enquanto esta opção não for viável, é proposto que o operador comece a prepará-lo para a encomenda seguinte, antes a atual terminar.

Os testes e ajustes finais à caixa são tipicamente efetuados pelo operador mais experiente e com mais conhecimento do equipamento e do processo. Envolve inspecionar e afinar os cortes, a colagem das caixas e afinar as cores, com sucessivas iterações até se obter o produto final desejado e iniciar então posteriormente a execução efetiva da encomenda. Existe desperdício de recursos, a nível dos tempos e materiais, uma vez que quanto maior a necessidade de afinações, maior o nº de caixas que não são aproveitadas. A máquina, devido à sua idade já possui algumas folgas, que têm de ser compensadas em termos de medidas, e o *know-how* desempenha um papel importante nesta fase.

Outra das formas de simplificação das tarefas passa por dar formação aos operadores, uma vez que atualmente não se verifica uma atribuição equitativa nos dois turnos. Por outro lado, em cada turno, existem diferentes colaboradores para as mesmas tarefas e até colaboradores que fazem a mesma tarefa, mas de forma diferente. A padronização necessária dar-se-ia através da formação e criação de documentos *standard* para o modo operativo. Essa uniformização, ou seja, a garantia de que cada operador tem conhecimento das tarefas que lhes estão afetas, da ordem com que devem ser executadas e do modo de as executar é expresso neste relatório. A proposta de

SMED apresentada, permite definir a quem pertence cada uma das tarefas e a ordem, respeitando o *know-how* dos operadores e o *layout* atual do equipamento, sempre indo de encontro à redução dos tempos, para tornar as séries mais produtivas, por redução dos tempos das preparações.

4.5 Passo 5 – Simplificação das tarefas externas

Quando o equipamento acaba de executar a última caixa boa, todas as unidades acopladas páram e inicia-se imediatamente a contagem do *setup* de preparação da encomenda que irá ser executada a seguir. Nesse instante, ainda existem caixas para serem cintadas e um transportador para estas percorrerem até chegarem à zona do paletizador, local onde se encontra o operador nº3. Para simplificar a tarefa de acabar de paletizar a encomenda anterior, quando esta é obrigatoriamente externa, uma das propostas passa por criar um dispositivo móvel, com uma escala em altura, para o operador 3, saber a altura da paleta final (paleta de acerto), imprimir mais rapidamente com a altura, a etiqueta final e efetuar mais rapidamente a expedição para o APA.

No caso das tarefas de lavagem dos tabuleiros das unidades (**tarefas nº 11 e 12**), se for criado um documento *standard* para o planeamento ser efetuado de forma a agrupar, na medida do possível, cores iguais, poder-se-á obter uma redução do tempos despendidos nessa tarefa. Agrupar primariamente as cores claras, seguidas das cores escuras terá o mesmo efeito.

Quanto à tarefa de colocar no suporte tinta na máquina (**tarefa nº15**), aposta-se na gestão visual. Faz-se a sugestão de um esquema de gestão de tintas por cores, para este equipamento. Etiquetas no chão, perto das unidades impressoras, num esquema de sequências: vermelho, amarelo e verde, conforme mostra a Figura 4.10, permite para definir a sequência das tinta que entram nas próximas 3 encomendas. Esta gestão visual permite poupar tempos em deslocações do operador à estante onde estas se encontram e também na procura do balde indicado.

É ainda efetuada a sugestão para que a pessoa responsável pelo abastecimento das tintas das máquinas todas possa efetuar esta tarefa. Deverá garantir que, os baldes de tinta se encontram nos respetivos círculos, com a ordem em que vão ser usados, para que os operadores mais fácil e rapidamente acedam às mesmas.

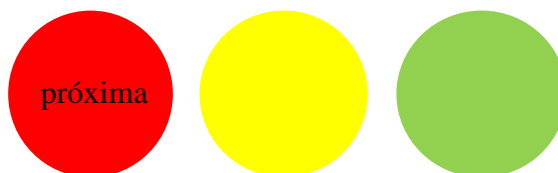


Figura 4.10 – Gestão visual das tintas das próximas três encomendas.

4.6 Proposta de execução das preparações

Após a aplicação das etapas do sistema SMED são apresentadas neste subcapítulo, propostas para a execução dos quatro tipos de preparações de encomendas mais frequentes, que representam 62% dos *setups*, dentro das doze tipologias mais executadas. Estas propostas realçam a importância da distribuição equilibrada das tarefas pelos operadores, assim como da importância de estas serem realizadas em simultâneo e da formação que deve ser dada para otimizar o seu desempenho.

As propostas deste subcapítulo, são efetuadas tendo como base os tempos medidos de cada tarefa, ou seja, ainda sem a implementação de melhorias a nível individual, indo de encontro ao cenário atual, com tempos individuais ainda por melhorar. Todo este trabalho foi efetuado com base na filosofia de melhoria contínua, sempre baseando o estudo e as propostas na convicção de que se pode ser melhor um pouco, todos os dias e com pequenas mudanças.

Para o cumprimento das tarefas, o próximo passo seria a formação dos operadores para as ITe elaboração de um documento Europac *standard* de mudança de encomenda para conhecimento de todos os envolvidos. Também a elaboração e colocação de um manual de formação no posto de trabalho identificado, para a eventualidade de ocorrerem mudanças de equipa.

Nos diagramas propostos para o modo operatório, neste subcapítulo, pode-se observar que em todas as propostas apresentadas, é visível um padrão na atribuição das tarefas a cada operador. O operador 1 é tipicamente responsável pela zona das unidades impressoras, que envolve os carimbos e os roletes e também pelos testes finais ou afinações às caixas, que tem lugar antes de se dar início à produção.

O operador 2 é tipicamente o responsável pela tarefa que mais tempo despende, que é fazer o formato da caixa na unidade *slotter*. Esta atribuição é feita com base no facto

de, atualmente em os ambos os turnos os operadores nº 2 terem experiência no desempenho desta tarefa. O operador 2, regra geral ainda é responsável pelas afinações nas longarinas de transporte e fecho da caixa e por preparar o alimentador e o entregador

O operador 3 ou operador de saída tem como responsabilidade principal as tarefas relacionadas com o molde, quando estas forem necessárias na preparação, assim como na lavagem das unidades impressoras. Apenas quando os outros operadores estiverem a executar as últimas tarefas, antes de finalizar a preparação é que este deverá acabar de paletizar a encomenda anterior, uma vez que se efetua uma poupança de tempos, quando este lhes presta apoio nas tarefas. Se não for possível, quando a encomenda seguinte arrancar, ou seja quando esta tarefa for externa, ainda dispõe de tempo para finalizar a paletização, até os transportadores encherem novamente com a encomenda seguinte.

Na Figura 4.11 está representado de forma esquemática o layout do equipamento e de uma forma geral, as zonas afetas a cada operador durante os *setups* mais executados e analisados neste relatório. A distribuição está relacionada com os fatores referidos no parágrafo anterior, com os graus de simplicidade das tarefas e também com as zonas que estão à responsabilidade dos operadores durante a execução das encomenda.

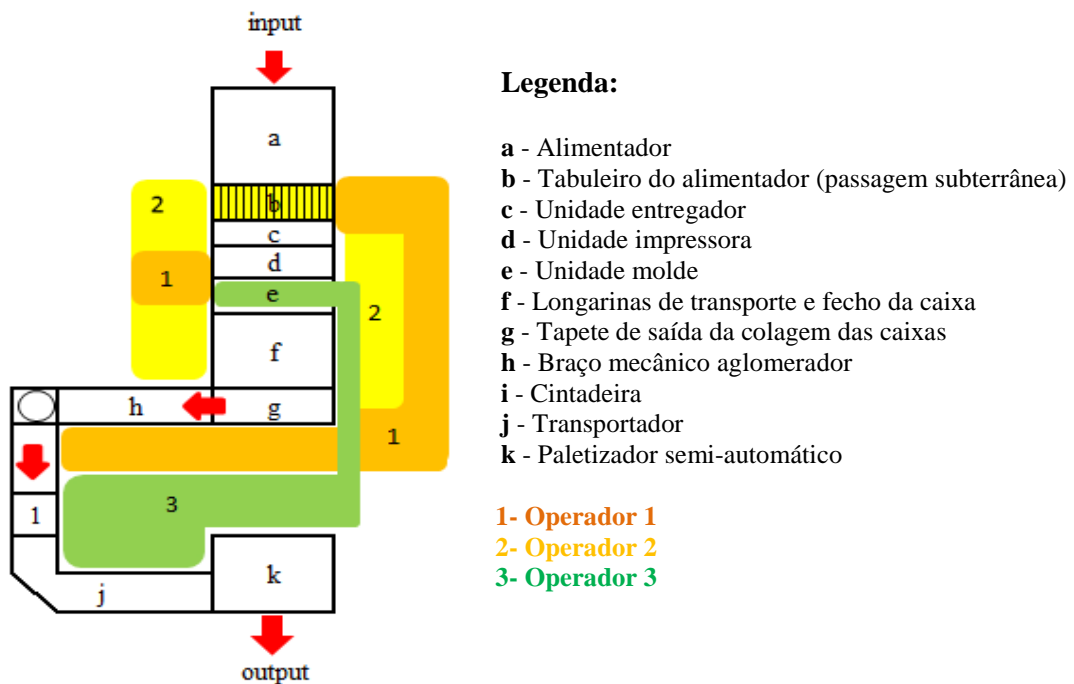


Figura 4.11 – Layout do equipamento, com as zonas tipicamente afetas a cada operador.

Analisando os tempos iniciais apresentados na Tabela 3.3 do capítulo 3 e o que é proposto em seguida, nas Figura 4.12 à Figura 4.15, são notórias as melhorias em termos de tempos. No entanto, houve o cuidado de ir ao encontro às capacidades atuais e disponibilidades dos operadores, à complexidade das tarefas envolvidas, às restrições de espaço e às limitações do equipamento. As propostas foram elaboradas de forma a que as tarefas dos operadores não interferissem umas com as outras à medida que são desenvolvidas em simultâneo e também de forma a que quando se efetuasse o fecho da máquina, apenas restassem as que são exteriores às unidades. Assim, quando for dada formação, será reforçada a necessidade de se efetuar o fecho da máquina o mais cedo possível, pois aí se encontram algumas das tarefas mais demoradas.

Tendo em conta o foco nas preparações mais executadas, que são referidas no Capítulo 3, podemos observar nos diagramas das quatro figuras seguintes, sugestões para o modo operativo das mesmas, que vão de encontro a uma redução de tempos, sem ter havido ainda a implementação efetiva de melhorias que reduzem os tempos de cada tarefa de forma individual.

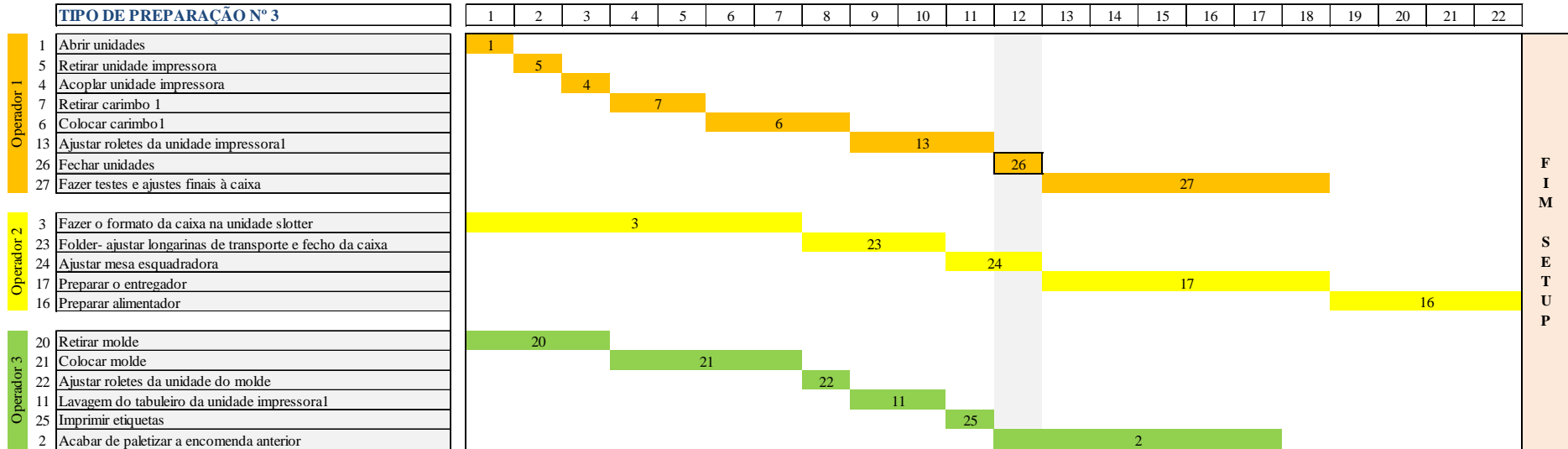


Figura 4.12 – Modo Operatório do tipo de preparação nº3.

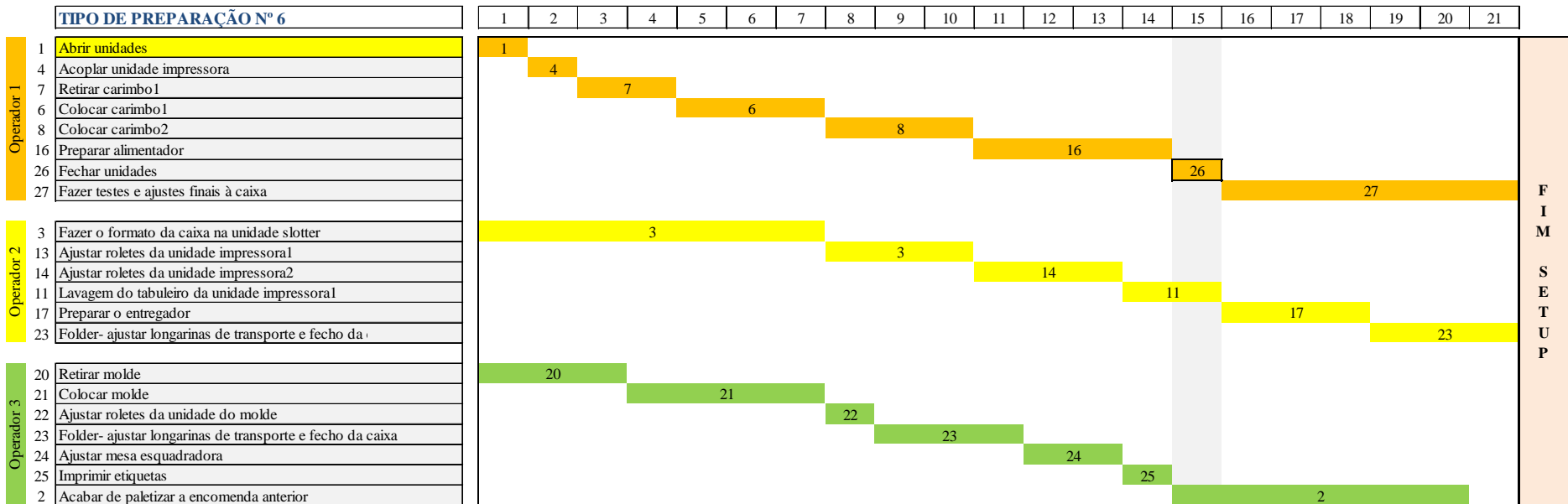


Figura 4.13 – Modo Operatório do tipo de preparação nº6

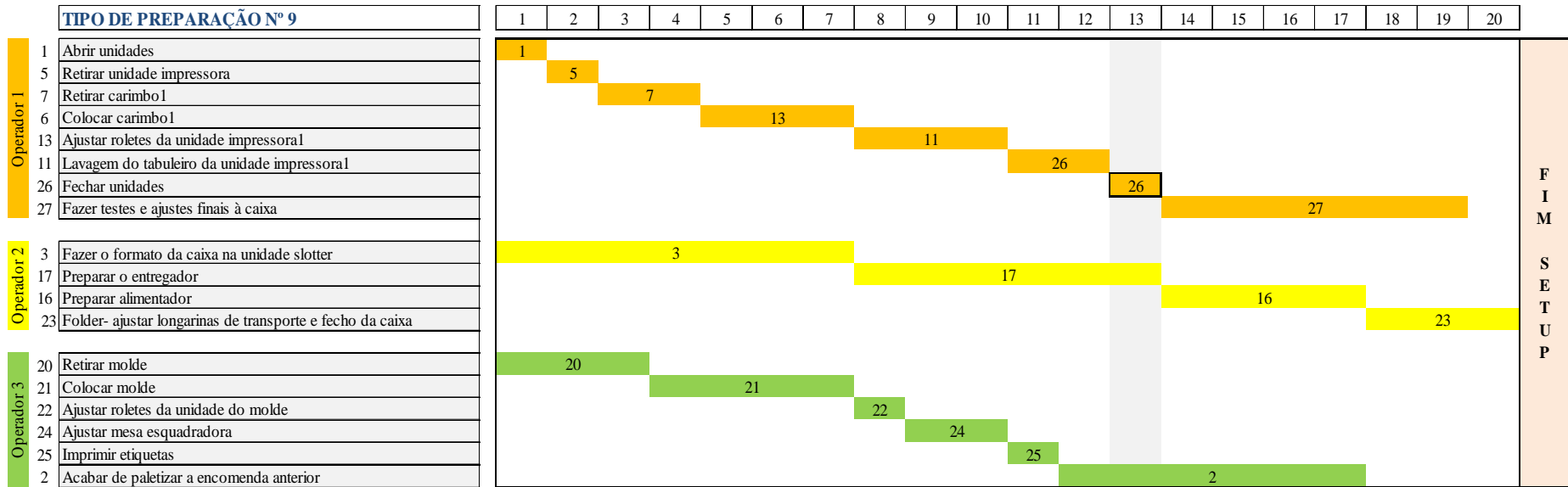


Figura 4.14 - Modo Operatório do tipo de preparação nº9.

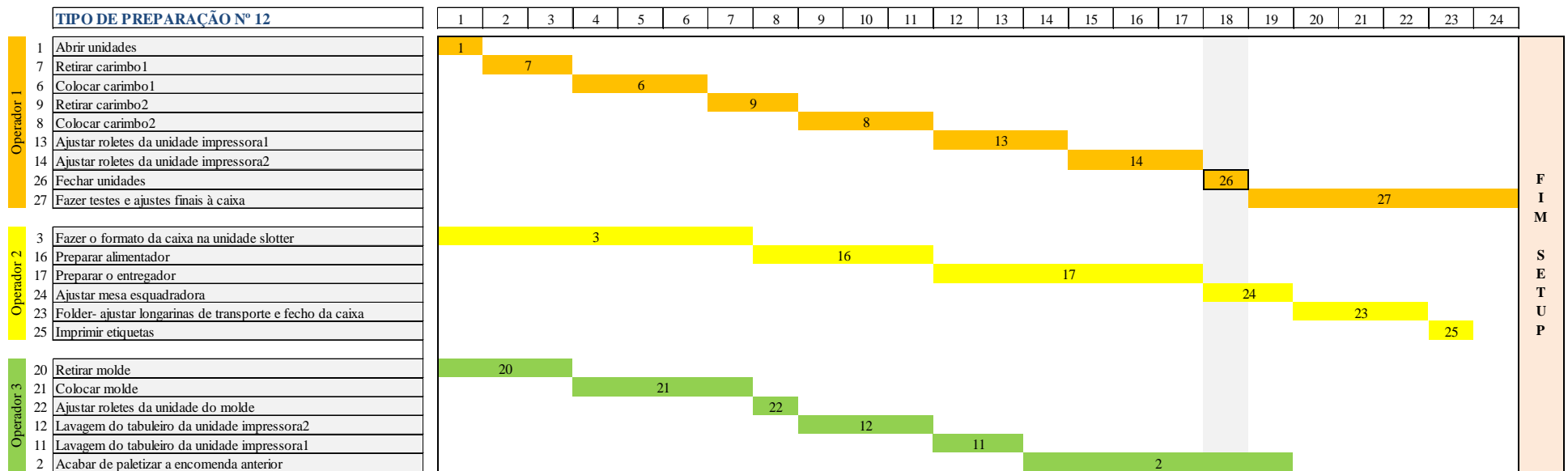


Figura 4.15 – Modo Operatório do tipo de preparação nº12.

5 Análise dos dados recolhidos

Foi efetuado um filtro, no programa de monitorização da produção, para as quatro encomendas mais executadas e calculada a média dos tempos de preparação dessas mesmas encomendas, durante o período de levantamento da situação inicial, uma vez que uma grande poupança inicial reside nessas tipologias.

Durante o passo 2 é visível que as tarefas existentes podem ter ambas as classificações consoante a encomenda anterior e a seguinte. Para focar nos resultados, é importante dar formação a cada operador e criar documentos padronizados para estes saberem como atuar em cada tipo. Sempre que é possível, os operadores devem identificá-las claramente como externas e agir como tal, pois reside aí o grande potencial de melhoria global, ao efetuá-las depois da encomenda arrancar ou mesmo antes de esta terminar.

Existem cerca de 65 tipos de *setups* totais diferentes sendo que uma grande parte são preparações que raramente são executadas, segundo o levantamento efetuado. No entanto, de forma a conseguir ganhos iniciais maiores, foram filtradas e alvo de estudo as mais comuns. Todas as preparações, possuem tarefas comuns e não comuns, pelo que a criação de documentos *standard*, se revela importante para os operadores se inteirarem das tarefas pelos quais estão primariamente responsáveis para agilizar o processo.

Durante a criação das quatro propostas de modo operativo, foi tido em conta, sempre que possível, que a harmonia dos *setups* se mantivesse, ou seja, que cada operador identificasse claramente qual a sua área de atuação e respetivas tarefas de uma forma constante, mesmo que à custa de um minuto ou dois a mais.

5.1 Redução de tempos

Durante o levantamento dos referidos tempos de preparação, foi calculada a média global e de cada turno. Assim, as referidas propostas apresentadas no Capítulo 4, para cada tipologia permitirá uma poupança de tempos, que se encontra quantificada na Tabela 5.1. Além disso, é ainda possível atingir o objetivo de 21 minutos, para as preparações 6 e 9, apenas usando os tempos atuais e colocando sempre o pior cenário. O

pior cenário reside nas preparações que contêm o maior nº de tarefas, incluindo as tarefas mais morosas. Estas representam 62% dos *setups* mais executados (Figura 3.17), dentro das 12 preparações mais frequentes (Figura 3.16).

Tabela 5.1 – Resultados do tempo de poupança obtidos pela proposta.

Tipo	Tempos médios Eq.A	Tempos médios Eq.B	Média 2 equipas	Proposta	POUPANÇA [h:m:s]
3	0:24:00	0:30:00	0:27:00	0:22:00	0:05:00
6	0:25:00	0:33:00	0:29:00	0:21:00	0:08:00
9	0:23:00	0:33:00	0:33:00	0:20:00	0:08:00
12	0:23:00	0:32:00	0:32:00	0:24:00	0:03:00

(período de 6 semanas)

As equipas possuem pelo menos dois elementos cada uma, com uma vasta experiência de trabalho junto da máquina. O conhecimento concentra-se nesses elementos e quando algum se encontra em falta, os tempos de preparação sofrem um aumento. O modo operativo observado durante a fase inicial leva a concluir o quão necessária é a formação individual e a padronização, para o sucesso da implementação e sobretudo, para que esta se torne uma prática adotada e registada.

As propostas efetuadas para os modos operatórios, estabelecem que, sempre que possível as tarefas comuns e não comuns a todos os *setups* sejam realizadas pelos mesmos operadores. Por exemplo, o operador 1 seria tipicamente responsável pelas tarefas das unidades impressoras e pelos testes finais à caixa. O operador 2 seria responsável por fazer o formato da caixa na unidade *slotter* e pela preparação do alimentador e do entregador. O operador 3, que é o operador de saída da máquina, seria tipicamente responsável pelas tarefas afetas aos moldes, por prestar auxílio aos outros em tarefas secundárias de apoio às principais referidas. Só quando tudo estivesse efetuado é que se encarregaria então de acabar de paletizar a encomenda anterior. Ou seja, a proposta enfatiza que esta última tarefa deve ser deslocalizada o mais possível para fora do *setup*, pois tem todo o potencial para se tornar externa, cedendo lugar a operações de limpeza e outras tarefas de manutenção de 1º nível para otimizar recursos.

Nas propostas efetuadas (Figura 4.12 Figura 4.15) é também visível, uma coluna vertical a cinzento, que indica ao fim de quanto tempo é requerido que as unidades estejam fechadas. Isto ajuda a recordar os operadores da celeridade dos *setups*, para que estes fechem as unidades o mais rapidamente possível e assim manterem o foco, para os tempos de preparação serem mantidos em níveis mínimos e a máquina passar o máximo tempo possível em execução.

6 Conclusões e Perspetivas Futuras

6.1 Conclusões Gerais

Este projeto teve como objetivo a redução dos tempos de preparação de uma máquina integrada, que apresentava valores de tempos de *setup* muito acima do objetivo estipulado pela empresa, já por longos meses. No sentido de melhorar esse indicador de desempenho foi aplicada a metodologia SMED, passo-a-passo, o que permitiu obter uma melhor perceção das causas-raíz para os valores conhecidos e também elaborar propostas no sentido de as reduzir ou eliminar.

Durante o levantamento da situação foi possível avaliar o modo operatório das equipas, o estado do equipamento e outras restrições associadas. Numa fase posterior, foi realizada a conversão das tarefas internas em externas, de modo a se conseguir que estas fossem efetuadas quando o equipamento se encontrasse em funcionamento. Posteriormente, foram efetuadas propostas para redução dos tempos de ambos os tipos de tarefas, de forma individual agilizando-as, com recurso a ferramentas e a gestão visual.

Neste projeto foram elaboradas propostas para a redução dos tempos de *setup* mais executados, apenas propondo uma ordem de execução e atribuição das mesmas, ou seja, sem haver redução dos tempos individuais das tarefas. Como resultado desta organização e realização de trabalho em simultâneo, assim como através da conversão das tarefas que antes eram executadas com a máquina parada, para serem executadas com a máquina a trabalhar, foi possível obter uma redução significativa de tempos. Desta forma, conseguiu-se atingir o objetivo proposto, mesmo tendo em conta o pior cenário, ou seja, se desta forma foi possível a obtenção de ganhos, considerando preparações com mais tarefas e mais morosas, mais facilmente os objetivos serão atingidos e maiores os ganhos, com *setups* com menos tarefas.

A implementação deste metodologia tornou evidente que, para aplicar com sucesso um projeto de melhoria contínua, não basta ter apenas capacidades técnicas e conhecimentos profundos acerca da metodologia. É importante exercer capacidades de comunicação, de liderança e de relacionamento humano. Desenvolver estas capacidades permitiu efetuar um melhor levantamento da situação, sem haver o foco em quem errou,

mas sim como se pode melhorar. Foi importante começar a mudar a mentalidade das pessoas envolvidas, que estão acostumadas nos seus hábitos de trabalho e efetuar uma comunicação sempre nos dois sentidos. Os operadores acabaram por desenvolver um espírito mais aberto e crítico no desenvolvimento do seu trabalho, contribuindo assim para a validade e sucesso futuro da implementação das propostas apresentadas.

6.2 Avaliação de Impacto e Melhorias

De acordo com os valores médios de preparação das encomendas mais frequentes é possível obter, alguns minutos de poupança em cada encomenda mais executada e aproximar os valores ao objetivo estipulado. Podemos notar que, em encomendas do tipo 9, em que foram reduzidos 8 minutos à preparação, a redução de tempos é notória, pelo facto de apenas se ter recorrido à organização e atribuição das tarefas, sem ainda haver implementação de melhorias individuais.

Em termos de impacto, em 100 encomendas deste tipo, haverá uma poupança de 800 minutos, o que se reflete em cerca de 13 horas de trabalho ou recursos despendidos em quase 2 turnos completos de trabalho. Toda a análise neste projeto atingiu melhorias apenas considerando as preparações que envolviam mais tarefas com as mais morosas incluídas. Por estender esta análise aos restantes tipos de preparações mais efetuadas, os ganhos advinham-se elevados em termos de diminuição deste indicador de performance.

Quando se começou a efetuar uma análise às equipas, o cenário encontrado era o de equipas muito desequilibradas em termos de desempenho. Os indicadores mostravam claramente esse cenário e a análise efetuada revelou as várias razões. Dentro de cada equipa, foi registado que não existia uma ordem concreta de executar uma mesma preparação. Uma mesma tarefa, podia ser desempenhada por vários elementos e estas estavam muito concentradas no operador 1.

O modo operatório proposto neste projeto, vem estabelecer para já, uma ordem e uma atribuição correta de tarefas, de modo a se obter uma redução de tempos, conforme foi visualizado na análise de resultados. Também contribuiu para firmar a necessidade de os operadores efetuarem as tarefas em simultâneo e tomarem consciência da importância de a máquina ser fechada o mais cedo possível, delegando as tarefas que podem ser feitas com a máquina aberta para depois.

Em relação à conversão das tarefas internas para externas, a aplicação desta metodologia permitiu elaborar propostas para poupar tempos, uma vez que envolve a preocupação em adiantar ou adiar as tarefas que podem ser efetuadas com a máquina a trabalhar. Também por removê-las do *setup* foi possível efetuar mais um passo para a redução desse indicador de performance. Já o passo de simplificação de tarefas internas e externas permite agilizar cada uma delas de forma individual, facilitando o trabalho desenvolvido pelos operadores evitando a sua desmotivação. Isto, porque o operador não se concentra tanto em achar que o único modo de efetuar o *setup* rapidamente é por apenas trabalhar rápido. Melhora a motivação em cumprir com o objetivo, por lhes proporcionar melhores condições para as executar corretamente à primeira.

A proposta de investir na formação dos operadores, contribui não só para um melhor desempenho individual e por consequência em equipa, mas também para que estas melhorias propostas através do SMED façam parte da cultura da empresa. A existência de um plano de formação em ação, permite que esta informação se conserve quando existe a ausência de um operador ou na eventualidade de as equipas mudarem.

Por existir a noção sólida que os tempos de preparação são tempos improdutivo e sobre quem é tipicamente responsável por que tarefa e existirem condições de se reduzirem estes tempos, que é o que este relatório de aplicação SMED vem propôr, as equipas funcionam de modo coeso, focadas nos objetivos. Assim o ambiente de trabalho melhora, as deslocações dos operadores diminuem e ruma-se a um melhor ambiente de trabalho, com impacto no produto.

Outro dos potenciais de aplicação desta metodologia de melhoria contínua, reside no facto de se procurar reduzir desperdícios e aumentar a produtividade, sem haver a realização de grandes investimentos. A análise efetuada e as melhorias propostas adequaram-se a essa limitação, mas sempre com a consciência de que os tempos médios de preparação seriam menores com esses investimentos. Por exemplo, a tarefa de fazer testes e ajustes finais à caixa é uma das tarefas mais críticas porque as folgas associadas à má conservação do equipamento, não permitem que as afinações feitas pelos operadores fiquem bem à primeira. Com o estado atual não é possível obter 100% de qualidade do produto à primeira, que uma das ideias por detrás do pensamento *Lean*. Em todas as preparações, sem exceção, são necessárias várias iterações para obter um produto conforme, cujos tempos despendidos só seriam colmatados com investimento mais significativo.

A proposta de implementação para diminuição dos tempos de preparação, terá ainda um impacto significativo em outros indicadores de desempenho, como por exemplo as PNP. Este impacto poderá ser sentido de forma negativa, na medida em que, para reduzir os tempos de preparação, poderá haver a introdução de PNP a meio do *setup*, com a justificação do mau estado do equipamento, enquanto decorrem tarefas normais de *setup*. Será necessário, pelo menos na fase de implementação um acompanhamento maior das preparações para evitar a criação de dados que não correspondem à realidade.

6.3 Perspetivas Futuras

Este projeto permitiu a elaboração de propostas do modo operatório para as encomendas mais executadas. Como existem muitos tipos de preparações diferentes e umas que envolvem mais tarefas do que outras, notou-se a importância de se efetuar um planeamento sequencial mais rigoroso das encomendas da máquina. Como tal, um dos pontos que se pretende explorar no seguimento deste trabalho é a criação de uma matriz que otimize o planeamento das encomendas de forma que estas combinem *setups* com menos tarefas e mais práticos, portanto *setups* menos demorados.

Outro ponto a explorar futuramente será o foco nas tarefas menos executadas, que representam uma percentagem de preparações mais pequena, mas que também contribuem para aumentar os tempos médios de preparação. É importante no futuro apostar na formação contínua e na criação de documentos *standard* com o modo operatório para este ficar firmado e fazer parte da cultura da empresa.

Por fim, outro aspeto que se pretende desenvolver é o acompanhamento do indicador PNP, no qual seria interessante trabalhar para o diminuir, uma vez que este anda a par com os tempos de preparação e o seu estudo poderá revelar mais claramente as restrições do equipamento e outros aspetos relacionados com equipas ou modo operatório.

7 Referências bibliográficas

Alves, S.A.R. (2013), *Controlo Estatístico de Processo na Indústria do Cartão Canelado*, Dissertação de Mestrado em Engenharia de Serviços e Gestão, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Porto, 93 pp.

Citeve (2012), *Ferramenta de Desenvolvimento e aplicação do Lean Thinking no STV*, Competitividade Responsável.

Citisystems (2013), *7 Desperdícios na Produção*, Último acesso a 18 de Setembro de 2015, em: <http://www.citisystems.com.br/7-desperdicios-producao/>.

Comunidade Lean Thinking (2008), *A criação de valor através da eliminação do desperdício*. Último acesso a 22 de Setembro de 2015 em: http://www.slideshare.net/Comunidade_Lean_Thinking/Lean-thinking.

Conceição, S.V., Rodrigues, I.A., Azevedo, A.A., Almeida, J.F., Ferreira, F. e Morais, A. (2009), *Desenvolvimento e implementação de uma metodologia para troca rápida de ferramentas em ambientes de manufatura contratada*, *Gestão & Produção*, 16 (3), pp. 357-369.

Couto, R.J.A. (2008), *Estudo de Implementação do Método SMED e do Método de Taguchi no Processo de Injeção de Plásticos*, Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, Instituto Superior Técnico (IST), Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 91 pp.

Europac (2015), *Informação empresarial*, Último acesso a 23 de Setembro de 2015, em: www.europacgroup.com/PT/GrupoEuropac/Pages/informacioncorporativa.aspx.

Ferreira, D.J. (2015), *Análise e Proposta de Melhoria no Processo Produtivo da Heliflex*, Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC), Coimbra, 81 pp.

Filipe, F.M.C. (2006), *Gestão e organização da manutenção, de equipamento de conservação e manutenção de infra-estruturas ferroviárias*, Dissertação de Mestrado em Manutenção Industrial, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Porto, 144 pp.

Fogliatto, F.S. e Fagundes, P.R.M. (2003), *Troca Rápida de Ferramentas: Proposta Metodológica e Estudo de Caso*, *Gestão & Produção*, 10 (2), pp. 163-181.

Gan, C.W., Toh, M.H., Lim, R.Y.G., Ma, B., Tan, P.S. e Bhullar, A.S. (2014), *Development of QuickKaizen Technique for Productivity Execution Management for Singapore SMEs*, *Proceedings of the IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, pp. 448-452.

Kaizen Institute (2005), *Kaizen: Baixando os custos e melhorando a qualidade*, Último acesso a 18 de Setembro de 2015, em: br.kaizen.com/artigos-e-livros/artigos/kaizen-baixando-os-custos-e-melhorando-a-qualidade.html.

Lopes, R., Neto, C. e Pinto, J.P. (2010), *Quick Changeover - Aplicação Prática do método SMED*, *Kerâmica*, pp. 31-36.

Nabais, A. (2012), *O papel do VSM no Desenho de Sistemas de Produção Eficientes*, Dissertação de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), 101 pp.

Pereira, H.D.C. (2012), *Implementação do Sistema SMED nas Linhas de Produção na “José Maria da Fonseca Vinhos, SA”*, Dissertação de Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 135 pp.

Rodrigues, C.J (2009), *“Introdução ao Lean Thinking: A filosofia dos vencedores – criar valor, eliminando desperdícios”*, Comunidade Lean Thinking. Último acesso a 18 Março de 2015 em: www.ccah.eu/ficheiros/informacoes/1259775890.pdf.

Shingo, S. (1985), *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*, Productivity Press, Portland Oregon, 364 pp.

Simões, J.A.M. (2011), *Indicadores de performance em manutenção industrial. Utilização, valor e disponibilidade de informação*, Dissertação de Mestrado em Gestão, Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra (FEUC), Coimbra, 168 pp.

Womack, J.P., Jones, D.T. e Roos, D. (2007), *The Machine That Changed the World*, Simon & Schuster Ltd, Great Britain, 352 pp.