



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

David Dias Coelho

**IMPLEMENTAÇÃO LEAN EM CONTEXTO
PRODUTIVO NUMA INDÚSTRIA DE BRINDES
PROMOCIONAIS**

VOLUME 1

**Dissertação no âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica na Especialidade de
Produção e Projeto, orientada pelo Professor Doutor Samuel de Oliveira Moniz e
apresentada à unidade orgânica de Dissertação de Mestrado no Departamento de
Engenharia Mecânica.**

Setembro de 2022

1 2



9 0

FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Implementação *Lean* em Contexto Produtivo numa Indústria de Brindes Promocionais

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia
Mecânica na Especialidade de Produção e Projeto

***Lean* Implementation in a Productive Context in a Promotional Gifts Industry**

Autor

David Dias Coelho

Orientadores

Professor Doutor Samuel de Oliveira Moniz

Engenheiro Virgílio André Ferreira Pessoa

Júri

Presidente	Professor Doutor Cristóvão Silva Professor Associado da Universidade de Coimbra
Orientador	Professor Doutor Samuel de Oliveira Moniz Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra
Vogais	Professor Doutor Paulo Joaquim Antunes Vaz Professor Adjunto do Instituto Politécnico de Viseu Professor Doutor Samuel de Oliveira Moniz Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional



STRICKER
PAUL STRICKER, SA

PAUL STRICKER, SA

Coimbra, setembro, 2022

“Great things are done by a series of small things brought together”

Vincent Van Gogh

Agradecimentos

Com a concretização deste projeto, termina aquela que foi, sem margem para dúvidas, uma das etapas mais bonitas e desafiantes da minha vida. Resta expressar o meu profundo agradecimento a todos aqueles que a viveram a meu lado, me acompanharam ao longo dos desafios e a tornaram, ainda mais, memorável.

Em primeira instância, agradeço à minha família por todo o apoio, valores transmitidos e constante preocupação em permanecerem presentes em todas as etapas da minha vida. Particularmente, e com especial admiração, aos meus avós e aos meus pais, Cinda e Pedro, pela motivação para sempre me superar, pela incessante celebração das minhas conquistas e pela oportunidade de vivenciar este capítulo inesquecível.

A Coimbra, cidade mítica que me viu nascer, crescer e concretizar o sonho de por cá estudar. Por me dar os melhores amigos desta vida e histórias marcantes que sempre levarei comigo. Uma vez Coimbra, para sempre saudade!

À empresa acolhedora, Paul Stricker, em especial à equipa de Produção inserida no departamento das Operações e a todos os colaboradores que reiteradamente me acompanharam, demonstraram prontidão a ajudar e tornaram possível o desenvolvimento da presente Dissertação.

Aos meus orientadores, Professor Doutor Samuel de Oliveira Moniz e Engenheiro Virgílio André Ferreira Pessoa, pelos conselhos prestados, confiança demonstrada e pelo desenvolvimento profissional e pessoal incutido em mim.

Aos meus rapazes, por estarem presentes em todas as etapas da minha vida, pelas aventuras inimagináveis, por incontáveis tardes de celebração e por proporcionarem noites memoráveis. Considero-vos família e estou certo de que muitos mais momentos virão!

Aos amigos oriundos de Norte a Sul, que se juntaram no Departamento de Engenharia Mecânica e construíram uma forte amizade recheada de momentos de pura felicidade no decorrer deste percurso académico. Levo-vos comigo para a vida.

A ti, Sara, por me fazeres acreditar que para todas as dificuldades há sempre uma solução, por em momento algum me deixares desistir e por seres a minha grande referência académica.

Resumo

A produção em massa e pouco flexível vigente no paradigma industrial, que se antecedeu à segunda guerra mundial, tem vindo a ser continuamente afetada pelo aumento da globalização e a emergente evolução tecnológica. Pautado pela versatilidade, surge o conceito de *Lean Manufacturing*, caracterizado pela sua disruptiva capacidade de manter as organizações competitivas e moldadas às novas tendências de mercado, especialmente, no que diz respeito a uma indústria de brindes promocionais, em que o mercado exige flexibilidade das linhas produtivas, procurando assim, conferir ao cliente produtos diversificados e personalizáveis em lotes de menores dimensões. Assente na mentalidade de que existe sempre margem para melhoria, os seus princípios fundamentais consistem na maximização do valor perspetivado pelo cliente, incorrendo nos menores investimentos financeiros e períodos de resposta às exigências do cliente.

Tendo como objetivo primordial a otimização da produtividade e a mitigação dos desperdícios inerentes a todos os níveis do processo produtivo, na presente Dissertação são identificadas oportunidades de melhoria processuais e colmatadas através da implementação de *Rapid Improvement Events* em duas das técnicas de personalização cuja preponderância no volume total de vendas da empresa sobre a qual o projeto se debruça ronda os 50%.

Em primeira instância, a aplicação da metodologia *Single Minute Exchange of Die* (SMED) em Tampografia, complementada pelo recurso a distintas ferramentas *Lean* e à normalização do modo operativo, proporcionou uma redução média do tempo de *setup* em aproximadamente 35%. Adicionalmente, fomentou a criação de uma cultura de melhoria contínua no chão de fábrica e elevou o nível de serviço médio – indicador de referência bastante valorizado pela gestão de topo.

Paralelamente, alicerçado na metodologia *Value Stream Mapping* (VSM), foi mapeado o fluxo da cadeia de valor de uma das famílias de produtos personalizáveis na secção de *Transfer*, tendo sido posteriormente, implementadas ações de melhoria que culminaram na redução do tempo de ciclo em 60% e no aumento da produtividade em 80%.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing, Melhoria Contínua, Single Minute Exchange of Die, Value Stream Mapping, Desperdícios.*

Abstract

The inflexible mass production prevailing in the industrial paradigm that existed before the second world war has been continuously affected by the increase of globalization and the emerging technological evolution. Guided by versatility, the concept of *Lean Manufacturing* emerges, characterized by its disruptive ability to keep organizations competitive and molded to new market trends, especially regarding a promotional gifts industry, where the market requires flexibility in the production lines, thus seeking to give the customer diversified and customizable products in smaller batches. Based on the mentality that there is always room for improvement, its fundamental principles are the maximization of the value envisioned by the customer, incurring in the lowest financial investments and response times to customer requirements.

Having as a primary goal the optimization of productivity and the mitigation of waste inherent in all levels of the production process, this Master's Thesis identifies opportunities for procedural improvements and addresses them through the implementation of *Rapid Improvement Events* in two of the customization techniques whose preponderance in the total sales volume of the company on which the project is focused rounds 50%.

In the first instance, the application of the *Single Minute Exchange of Die* (SMED) methodology in pad printing, complemented by the use of various *Lean* tools and the standardization of the operating mode, provided an average reduction in setup time of approximately 35%. Additionally, it fostered the creation of a culture of continuous improvement on the shop floor and raised the average service level – a reference indicator highly valued by top management.

On the other hand, based on the *Value Stream Mapping* (VSM) methodology, the value chain's flow of one of the customizable products families in the *Transfer* technique was mapped, and improvement actions were subsequently implemented, culminating in the reduction of cycle time by 60% and in increasing productivity by 80%.

Keywords: *Lean Manufacturing, Continuous Improvement, Single Minute Exchange of Die, Value Stream Mapping, Waste Reduction.*

Índice

Índice de Figuras.....	ix
Índice de Tabelas	xi
Siglas.....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. Enquadramento teórico.....	3
2.1. <i>Toyota Production System</i>	3
2.2. <i>Lean Manufacturing</i>	5
2.3. Desperdícios.....	6
2.4. Ferramentas <i>Lean</i>	8
2.4.1. <i>VSM - Value Stream Mapping</i>	9
2.4.2. <i>SMED - Single Minute Exchange of Die</i>	10
2.4.3. <i>Kaizen</i>	13
2.4.4. Metodologia 5S.....	14
2.4.5. Diagrama de <i>Spaghetti</i>	16
2.4.6. <i>Standardized Work</i>	16
3. Caracterização do Problema	19
3.1. Apresentação da Paul Stricker S.A	19
3.1.1. Descrição do Processo Produtivo	21
3.2. Análise da Situação Atual.....	28
3.3. Identificação de Projetos de Melhoria	31
4. Implementação de Projetos de Melhoria	33
4.1. PROJETO I: Implementação <i>Single Minute Exchange of Die</i>	33
4.1.1. Etapa A: Estudo da Situação Atual.....	35
4.1.2. Etapa B: Separação das Atividades Internas e Externas ao <i>Setup</i>	38
4.1.3. Etapa C: Externalização das Atividades Internas ao <i>Setup</i>	39
4.1.4. Etapa D: Simplificação das Tarefas de <i>Setup</i>	41
4.2. PROJETO II: <i>Line Design</i> com recurso ao VSM	49
4.2.1. Definição do Âmbito de Aplicação	49
4.2.2. VSM do Estado Atual.....	51
4.2.3. VSM do Estado Futuro.....	53
4.2.4. Exposição e Implementação de Ações de Melhoria	55
4.2.5. <i>Standardized Work Chart</i>	58
5. Discussão de Resultados.....	61
5.1. Resultados do Projeto I.....	61
5.2. Resultados do Projeto II.....	66
6. Conclusões e Sugestões para Trabalhos Futuros	69
6.1. Recomendações de Trabalho Futuro	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
APÊNDICE A.....	75

APÊNDICE B77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. “House of TPS”(Liker, 2004).....	4
Figura 2.2. Princípios <i>Lean Manufacturing</i> (J. P. Womack & Jones, 2003).	5
Figura 2.3. Tipos de <i>Muda</i> (Skhmot, 2017).....	8
Figura 2.4. Implementação VSM (Rother & Shook, 2009).....	10
Figura 2.5. Metodologia SMED (Tamás, 2017).	11
Figura 2.6. Metodologia 5S (Liker, 2004).	15
Figura 3.1. Cronograma Histórico da Stricker (Stricker, 2022).	19
Figura 3.2. Evolução do Volume Total de Unidades Produzidas.....	21
Figura 3.3. Fluxo de Informação para uma CCO (Stricker, 2022).	22
Figura 3.4. Volume de Vendas das Principais Técnicas.....	23
Figura 3.5. Princípio de Impressão da Tampografia (Paul Stricker, 2021).	23
Figura 3.6. Tipo de Máquinas em Tampografia (Paul Stricker, 2021).	24
Figura 3.7. Princípio de Impressão da Estamparia (Paul Stricker, 2021).	25
Figura 3.8. Máquina de Estamparia.	26
Figura 3.9. Princípio de Impressão do Transfer (Paul Stricker, 2021).	26
Figura 4.1. Percentagem de CCO’s e <i>Setups</i> Realizados por WS na Tampografia.	34
Figura 4.2. Sequência de Tarefas Executadas Inicialmente.	36
Figura 4.3. Diagrama de <i>Spaghetti</i> do Estado Inicial.	37
Figura 4.4. Duração Atividades Externas x Internas.	39
Figura 4.5. Cálculo do Número de Ajudantes de <i>Setup</i>	41
Figura 4.6. Exemplo de Aplicação de 5S no Armazenamento de Moldes.	43
Figura 4.7. <i>Layout</i> da Zona de Preparação de <i>Kits</i>	44
Figura 4.8. Organização de Tampões, CCO’s e <i>Clichés</i>	44
Figura 4.9. Estante “Saída <i>Kits</i> ”, por máquina.	45
Figura 4.10. Etapas do 5S: <i>Seiri</i> e <i>Seiton</i>	46
Figura 4.11. Etapas do 5S: <i>Seiso</i> e <i>Seiketsu</i>	47
Figura 4.12. Modo Operatório do Operador de Máquina (1) e do Ajudante de <i>Setup</i> (2). .	48
Figura 4.13. Segmento da Análise ABC das Famílias de Produtos em <i>Transfer</i>	50
Figura 4.14. Família de Produtos: <i>Drinkware</i> (Stricker, 2022).	50
Figura 4.15. Máquina de Prensagem (1) e Tampo com a Manga + Papel de <i>Transfer</i> (2).	52

Figura 4.16. <i>Value Stream Mapping</i> do Estado Atual do Processo Produtivo de <i>Drinkware</i>	53
Figura 4.17. VSM da Visão Futura.	55
Figura 4.18. Molde Duplo do Estado Futuro.	56
Figura 4.19. Modelo de Bordo de Linha para a Visão Futura.....	58
Figura 4.20. Gráfico de Trabalho Padronizado da Situação Inicial.	59
Figura 4.21. Gráfico de Trabalho Padronizado da Visão Futura.	60
Figura 5.1. Evolução do Indicador – Tempo de <i>Setup</i>	62
Figura 5.2. Evolução do Indicador – Produtividade.....	66

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1. Evolução da Stricker (Stricker, 2022).....	20
Tabela 3.2. Comparação de Parâmetros para Análise da Situação Atual.	29
Tabela 3.3. Tipologia das Reclamações de Índole Produtiva.	30
Tabela 4.1. Cálculo da <i>Baseline</i> do SMED.	35
Tabela 4.2. Matriz de Prioridade das Oportunidades de Melhoria ao <i>Setup</i>	42
Tabela 4.3. Quadro de Desperdícios e Ações a Implementar.	54
Tabela 5.1. Tempo Economizado com a Redução do <i>Setup</i>	64
Tabela 5.2. Melhorias Intrínsecas à Redefinição de <i>Layout</i>	65
Tabela 5.3. Melhorias VSM Inicial X VSM Futuro.	67

SIGLAS

B2B – *Business to Business*

CCO – *Customer Customized Order*

CE – *Conformité Européene*

CSO – *Customer Stock Order*

FIFO – *First-in First-out*

MTO – *Make to Order*

NVA – Valor Não Acrescentado

PDP – Tampografia

RIE – *Rapid Improvement Events*

SKU – *Stock Keeping Unit*

SLA – *Service Level Agreement*

SMED - *Single Minute Exchange of Die*

SPF – Serigrafia de Pequenos Formatos

TPS – *Toyota Production System*

TRF – *Transfer*

TXP – Estamparia

VA – Valor Acrescentado

VSM – *Value Stream Mapping*

WIP – *Work in Progress*

WS – *Workstation*

1. INTRODUÇÃO

No decurso das últimas décadas o panorama económico, regulado pelas grandes potências mundiais com poderio para definir a oferta e a procura, tem sido continuamente sujeito a firmes e sucessivos avanços tecnológicos, despoletando uma elevada concorrência em todos os setores industriais. Face ao ambiente de extrema competitividade entre organizações, num período em que as exigências aumentaram e as margens de lucro decresceram, torna-se, cada vez mais, fundamental satisfazer os requisitos dos clientes com o menor custo e período de resposta. Em função de tamanha alteração do paradigma produtivo, intrínseco à interdependência da sobrevivência da organização e à capacidade de identificação de valor, considera-se imperativa uma rápida reação e adaptação à mudança.

De modo a combater esta transformação, a estratégia de produção em massa e pouco flexível, foi suprida por uma abordagem *Lean Manufacturing*, pautada pela versatilidade e potencialidade de produzir diversas referências, em lotes de menores dimensões. A adoção desta filosofia apresenta como objetivo primordial a melhoria da eficiência das operações, o aumento da produtividade e satisfação do consumidor e, conseqüentemente, a mitigação dos desperdícios adjacentes a todos os níveis da cadeia de valor e a redução dos custos associados, nunca descurando a qualidade.

Consciente do panorama atual e da necessidade de satisfazer um mercado exigente, peculiar e imprevisível, enquanto disputa com os seus concorrentes a preferência do cliente, a Stricker – empresa com sede em Murte de, Coimbra, que tem como principal área de negócio a criação, desenvolvimento e distribuição de brindes promocionais com a particularidade de personalização em vinte técnicas distintas, num curto prazo temporal – apresentou um crescimento disruptivo de 300% do volume de vendas ao longo dos últimos quatro anos. Do conjunto das diferentes técnicas de personalização que a Stricker oferece no seu catálogo, 80% do volume de unidades produzidas no ano de 2021, insere-se nas denominadas *top-4* técnicas, pelo que se considera impreterível intervir diretamente na sua melhoria.

Perante o constante crescimento referido, a empresa pretende reagir com o aumento da sua capacidade de responder à elevada procura através da otimização dos recursos produtivos e da redução de atividades de valor não acrescentado (NVA), despendendo do

menor investimento. Nesse sentido, o projeto que se segue debruçar-se-á na implementação de *Rapid Improvement Events* (RIE) em duas das principais técnicas de personalização da Stricker, onde vários parâmetros cruciais serão otimizados com recurso a ferramentas *Lean* como suporte e ao Pensamento *Lean* como mentalidade, perspetivando um objetivo claro e focado na melhoria contínua e sustentada da organização, ajustado às preocupações atuais na persecução do seu impacto económico e social ao longo do tempo.

A presente Dissertação encontra-se estruturada em 6 capítulos, em que o primeiro diz respeito à introdução. De seguida é elaborada uma revisão da literatura onde são abordados os fundamentos teóricos subjacentes aos princípios implementados ao longo do projeto, com vista à melhoria contínua processual. No terceiro capítulo é enquadrado o âmbito da Dissertação, no qual é apresentada a Stricker – entidade acolhedora e sobre a qual incide o presente documento –, é elaborada uma análise à situação inicial e é descrito o problema, constituindo o ponto de partida para o tema. Posteriormente, o quarto capítulo tem como foco a fundamentação de metodologias a serem postas em prática e a implementação dos projetos definidos – redução do tempo de *setup* através do SMED e o balanceamento de fluxo produtivo, recorrendo ao VSM – executados com o intuito de alcançar as melhorias desejadas pela gestão de topo. O quinto capítulo incide na apresentação e quantificação do impacto da implementação das diversas ferramentas *Lean*. Por fim, foram tecidas conclusões sobre a aplicação do modelo proposto no âmbito do caso de estudo, bem como considerações relativamente às insuficiências detetadas com a implementação das metodologias. Adicionalmente, baseado no conhecimento processual adquirido e nas pretensões da Stricker, realizaram-se algumas sugestões de trabalho futuro com potencial valor.

Sumariamente, o propósito deste projeto consiste em através de uma exaustiva revisão bibliográfica e análise do paradigma atual, identificar os principais pontos críticos do setor e, numa fase posterior, proceder à implementação de projetos de melhoria que visem a minimização dos obstáculos que interfiram negativamente na competitividade da organização. Sustentado pelo compromisso da gestão de topo, a ambição de uma equipa multidisciplinar e a aplicação de princípios e ferramentas *Lean*, foram concretizados projetos de baixo custo e rápido retorno que, de acordo com a estratégia corporativa, melhor se enquadram no objetivo primordial de aumentar a produtividade global da Stricker.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

No presente capítulo será elaborada uma revisão bibliográfica aos temas de maior relevo subjacentes ao desenvolvimento da Dissertação. Em primeira instância é apresentado o *Toyota Production System*, filosofia primordial e revolucionária na indústria em meados do século XX, o qual foi pioneiro ao aparecimento do conceito *Lean Manufacturing*. Posteriormente serão abordados os diferentes tipos de desperdícios (*Muda, Mura, Muri*), bem como algumas ferramentas adjacentes à filosofia *Lean Manufacturing*, focadas na procura contínua de melhorias a realizar.

2.1. *Toyota Production System*

A *Toyota*, primeiramente, captou a atenção e admiração do mundo por volta de 1980, quando se tornou claro que havia algo de especial com o modo como os japoneses projetavam e fabricavam os seus automóveis, proporcionando uma consistência inimaginável ao nível da qualidade e eficiência face à concorrência americana – os veículos apresentavam um maior período de vida útil, requerendo menor manutenção e os respetivos custos associados (Liker, 2004).

A filosofia *Toyota Production System* (TPS) manifestou-se como uma abordagem ímpar e revolucionária na indústria do século XX, num contexto pós 2ª Guerra Mundial onde surgiu a necessidade de reformular o modo operativo, face a uma acentuada escassez de recursos e a uma procura de mercado menor e variável. Taiichi Ohno e a sua equipa, de modo a solucionar esse problema, contrariaram a estratégia de produção em massa e pouco flexível, comum até ao momento numa indústria tradicional, adotando uma abordagem que consistia em reduzir tempos de ciclos, eliminar atividades de valor não acrescentado e criar linhas de produção capazes de oferecer maior variedade ao consumidor a preços competitivos, tendo como foco uma melhor qualidade, ocupação de espaços e utilização de recursos (Liker, 2004).

“All we are doing is looking at the timeline from the moment the customer gives us an order to the point when we collect the cash. And we are reducing that timeline by removing the non-value added wastes”(Ohno, 1998)

Esta filosofia de gestão da produção é comumente representada através de um diagrama denominado *House of TPS* – Figura 2.1 –, considerado um dos símbolos mais reconhecidos da indústria moderna, onde é descrita a filosofia adotada pela *Toyota* na criação do seu sistema produtivo.



Figura 2.1. “House of TPS”(Liker, 2004)

Representado sob a forma de uma casa, consiste num sistema estrutural projetado da base para o topo, em que a estabilidade apenas é garantida se o telhado, os pilares e os alicerces forem coesos. Na base constam a necessidade de normalização e estabilização dos processos, reforça a importância de uma gestão visual e de nivelamento do volume de produção, tanto em quantidade como em variedade, de modo a operar com o mínimo inventário (*heijunka*, em japonês). Nos dois pilares exteriores, fulcrais à sustentação do sistema, é apresentada a produção *Just-In-Time* e a componente de automação (*Jidoka*, em japonês), com o intuito de impedir que um defeito surja e passe à estação de trabalho seguinte. Na posição central, estão simbolizadas as pessoas, uma vez que apenas através da sua procura constante pela redução dos desperdícios e pela melhoria contínua se pode atingir a estabilidade desejada. No “telhado” da casa, por fim, encontram-se representados os objetivos pretendidos com a implementação da produção *Lean*, isto é, obtenção de melhor qualidade e segurança, reduzindo os custos e os tempos de ciclo (Liker, 2004).

Cada elemento do sistema descrito é fulcral por si só, mas acima de tudo a essência para o sucesso está no modo como os diversos elementos se consolidam e fortalecem a casa do *Toyota Production System*.

2.2. Lean Manufacturing

O sucesso alcançado pela *Toyota* com a abordagem do sistema produtivo TPS foi pioneira no aparecimento do conceito *Lean Manufacturing*, tendo este ganho popularidade por intermédio do livro “*The Machine That Changed The World*” (J. Womack et al., 1990).

Com foco na identificação e eliminação das tarefas de valor não acrescentado, surge o *Lean Manufacturing*, descrito como um antídoto poderoso para eliminação de *muda*, pautado pela versatilidade e capacidade de auxiliar as organizações a manterem-se competitivas dentro dos variados mercados de atuação. Consiste num paradigma de produção, mundialmente conhecido pela procura contínua da perfeição, cujo objetivo principal passa por maximizar o valor de cada atividade, em todas as etapas e níveis do processo produtivo, procurando que, conseqüentemente, se incremente a satisfação do cliente, a produtividade e o aproveitamento dos recursos de modo mais eficiente (Holweg, 2007).

O pensamento *Lean* representa um conjunto de princípios que visam simplificar o modo como uma organização produz e entrega valor aos seus clientes, reduzindo ao essencial os níveis de *stock* e maximizando a capacidade utilizada, por meio da mitigação da variabilidade do sistema. Proporciona assim, um método de facultar aos consumidores estritamente o que pretendem, necessitando de menor esforço humano, menor investimento em equipamentos, menor tempo e menor espaço fabril (J. P. Womack & Jones, 2003).

Esta abordagem inovadora às práticas de gestão organizacional é regida por cinco princípios base – apresentados na Figura 2.2 – que serão mencionados no decorrer da revisão bibliográfica: Especificação de Valor; Definição da Cadeia de Valor; Criação de Fluxo Contínuo, Produção *Lean* e Procura pela Perfeição.



Figura 2.2. Princípios *Lean Manufacturing* (J. P. Womack & Jones, 2003).

Segundo Pinto (2009), o Pensamento *Lean* não se resume meramente a um conjunto de práticas ou princípios que são aplicadas no chão de fábrica e, a partir da qual, se obtêm imediatamente os resultados desejados. O autor caracteriza esta filosofia de liderança e gestão como uma mudança cultural de alto caráter, intrinsecamente associada a culturas organizacionais focadas nas pessoas e na sua conduta de pensamento e atuação.

2.3. Desperdícios

Segundo um pensamento *Lean*, a chave central para aumentar a produtividade de uma organização consiste na mitigação de desperdícios. No entanto, primeiramente, é fulcral entender o conceito, bem como as suas diferentes vertentes. Entende-se como desperdício, ou *Muda* em japonês, qualquer atividade que absorva recursos à organização, mas não acrescente valor ao processo ou produto de uma perspectiva do cliente, isto é, qualquer atividade pela qual o cliente não está disposto a pagar (Ohno, 1998).

O *Toyota Production System* considera a tripartição de desperdícios em três categorias principais, usualmente designadas por 3M's, tendo desenvolvido o seu modelo produtivo à volta da eliminação ou maior redução possível dos seguintes: *Muda* (desperdício), *Muri* (sobrecarga), *Mura* (variabilidade). Estes três conceitos encontram-se interrelacionados e, portanto, devem ser tidos em consideração de forma simultânea (Liker, 2004).

Taiichi Ohno, impulsionador do conceito de *muda*, referiu-se no livro "*Toyota Production Systems – Beyond Large-Scale Production*" aos desperdícios como:

"...insufficient standardization and rationalization creates waste (muda), inconsistency (mura), and unreasonableness (muri) in work procedures and work hours that eventually lead to the production of defective products (...)".

No seguimento deste pensamento, na década de 80, Taiichi Ohno contribuiu significativamente para o desenvolvimento da filosofia *Lean* através da caracterização e descrição dos seguintes sete tipos de desperdícios:

- Produção excessiva: Produzir apenas o que é necessário, na altura devida, é uma prática essencial *Lean*. A sobreprodução é consequência de uma produção em maiores quantidades do que aquelas que são requeridas, ou como resultado de sistemas *push* – produção adiantada, o que origina *stock* acumulado, incrementa os tempos de ciclo e os custos inerentes;

- Elevado processamento: realização de processos que não acrescentam valor para o produto, como por exemplo, a utilização de equipamentos dispendiosos de elevada precisão em situações que máquinas simples satisfariam a necessidade;
- Tempo de espera: quando recursos, como pessoas ou equipamentos, são forçados a esperar desnecessariamente devido a atrasos na chegada ou disponibilidade de outros recursos, incluindo informação;
- Transporte: movimentação excessiva e evitável de produtos, equipamentos, documentos entre processos pode levar à deterioração da qualidade, sem acrescentar valor relevante para o consumidor;
- Movimentação humana: esforço desnecessário referente aos movimentos realizados por um operador para a manipulação de um produto. Incorreta organização do posto de trabalho resulta em condições ergonómicas indevidas, como por exemplo, excesso de movimento de dobragem, levantamento de pesos ou deslocação excessiva;
- Inventário: matérias-primas e produtos mantidos em inventário não acrescentam qualquer valor para o fluxo produtivo, levando ao consumo de espaço de armazenamento e, conseqüentemente os custos associados. *Work in Progress* (WIP) é resultado direto da sobreprodução, ocultando os reais problemas existentes a nível de fluxo no chão de fábrica;
- Defeitos: erros ou falhas de qualidade que ocorrem durante o processo e comprometem os parâmetros de conformidade exigidos pelo cliente. Resulta, não só na insatisfação do consumidor, como também nos custos e tempo de reinspeção, retrabalho, replaneamento e perda de capacidade.

Posteriormente, cerca de uma década mais tarde, quando o TPS ganhou preponderância e aceitação no mundo ocidental, surgiu o oitavo tipo de desperdício, referente à não capitalização do conhecimento e criatividade dos colaboradores, sendo o único que não está direcionado somente para o processo produtivo, mas sim para a parte administrativa da organização (Liker, 2004).



Figura 2.3. Tipos de *Muda* (Skhmtot, 2017).

Relativamente às restantes vertentes de desperdícios, *Muri* consiste na sobrecarga dos recursos – mão de obra e equipamentos – exigindo-lhes um ritmo superior ao da sua capacidade, o que acarreta consequências tais como o desgaste acelerado e a maior frequência de avarias num equipamento, mas também doenças médicas e acidentes de trabalho aos operadores (Princípios Lean, 2007).

Por sua vez, *Mura* representa a flutuação das solicitações de um processo, isto é, a variação na distribuição do trabalho, impedindo a criação de uma base estável para a melhoria das operações (Princípios Lean, 2007).

2.4. Ferramentas *Lean*

O sistema de transformação *Lean* tem como base providenciar ferramentas para as pessoas – elemento central do paradigma produtivo – continuamente melhorarem o seu trabalho com o intuito de criar a fábrica perfeita – balanceada, sincronizada, simplificada, sem desperdícios e racionalizada. Becker & de Kogel (2016) referem-se ao *Lean* como uma filosofia, aliada a métodos e técnicas que suportam a sua implementação, com o objetivo de aumentar a capacidade competitiva das organizações.

Nas subsecções que se seguem são apresentadas algumas das inúmeras ferramentas *Lean* com potencialidade de auxiliar no diagnóstico do meio produtivo e, seguidamente, na implementação de projetos que façam face às necessidades encontradas no caso concreto da presente Dissertação.

2.4.1. VSM - Value Stream Mapping

A ferramenta de mapeamento da cadeia de valor foi descrita, primeiramente, pela *Toyota*, embora num contexto ligeiramente diferente. O conceito de *Value Stream Mapping* (VSM), comumente aplicado na filosofia *Lean*, foi desenvolvido por (Rother & Shook, 2009), constituindo uma das ferramentas mais poderosas para a identificação de fontes de desperdício em processos e a sua eliminação através da concretização do VSM futuro, num período temporal reduzido.

O VSM consiste no mapeamento gráfico e simplificado de todas as ações, tanto de valor acrescentado (VA) como também de valor não acrescentado, necessárias para permitir que o utilizador acompanhe o fluxo de informação e material existentes ao longo da cadeia de valor, conferindo uma visão global dos processos. A cadeia de valor traduz as ações a que um produto ou serviço é sujeito desde a entrada da matéria-prima no processo até ao seu lançamento no mercado e desde a encomenda até à entrega do produto final ao cliente (Rother & Shook, 2009).

De acordo com Rother & Shook (2009), o VSM é uma ferramenta de “lápiz e papel” que permite observar, compreender e otimizar o fluxo de materiais e informação pela qual um produto passa ao longo da sua cadeia de valor, devendo ser elaborado tendo em conta o panorama geral e não com foco apenas em otimizar as individualidades do processo.

A implementação bem-sucedida de um VSM deve ser elaborada por uma equipa capacitada para esse propósito, seguindo de forma estruturada o procedimento descrito em seguida e apresentado na Figura 2.4.

O primeiro passo da seguinte metodologia consiste em delinear o âmbito da aplicação, selecionando uma família de produtos como foco de estudo. Posteriormente é recolhida informação do fluxo produtivo no *gemba* – onde a ação acontece – e, é elaborado o mapeamento do estado atual da cadeia de valor. Após o desenho da sequência de tarefas a executar, realiza-se uma avaliação sob o ponto de vista de criação de valor, sendo assinalados os locais onde há desperdícios elimináveis. Com essa análise ao estado atual, é possível detetar situações passíveis de serem melhoradas e que se pretendem ver suprimidas no desenho do estado futuro – deve aparentar a imagem desejada para o processo após as ineficiências serem removidas. Por fim, é delineado o plano de implementação que descreve como e quando é que é planeado alcançar o estado futuro. As setas representadas em ambas as direções, entre o estado atual e o futuro, indicam que este processo deve ser cíclico e

realizado de forma contínua, em prol da premissa de que há sempre oportunidade para otimizar um processo na procura pela perfeição.

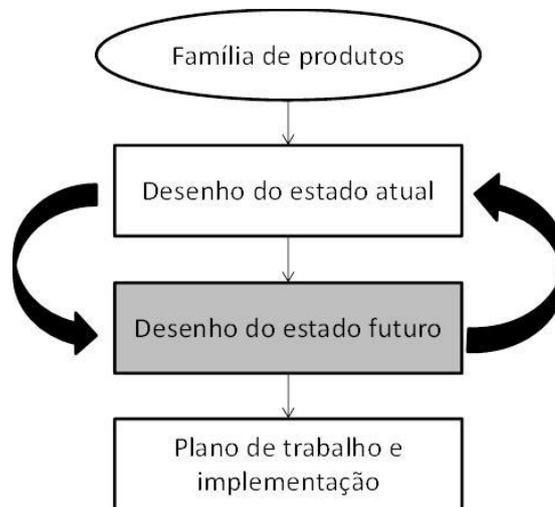


Figura 2.4. Implementação VSM (Rother & Shook, 2009).

É, então, perceptível que o VSM consiste em uma ferramenta de elevada preponderância no processo de transformação de uma cadeia de valor em direção à visão *Lean*, uma vez que:

- Especifica o valor do ponto de vista do cliente;
- Permite observar e compreender todas as operações do fluxo de valor de um panorama geral e não olhando aos processos individualmente;
- Ajuda a realçar as fontes de desperdício na cadeia de valor;
- Combina a relação entre o fluxo de material e de informação;
- Pode ser aplicado transversalmente a vários setores, agregando conceitos e técnicas da Produção *Lean* para a obtenção do estado futuro.

2.4.2. SMED - Single Minute Exchange of Die

A produção em grandes volumes e pouco flexível, dominante no período antecedente à 2ª Guerra Mundial, foi transformada numa indústria moderna na qual as organizações necessitam de ter, cada vez mais, capacidade para satisfazer a diversidade de pedidos dos clientes, em tempo recorde, pelo que é crucial criar linhas produtivas mais flexíveis em que a mudança de *setup* – tempo despendido entre a última unidade da última série produzida com a eficácia necessária e a primeira unidade da nova série de acordo com os requisitos – tenda para o mínimo valor (Shingo, 1985).

O *Single Minute Exchange of Die* (SMED) consiste numa metodologia introduzida por *Shigeo Shingo*, em meados do século XX, que foi posteriormente desenvolvida e aprimorada pela *Toyota*. O termo refere-se a um conceito que visa realizar operações de troca de referência num intervalo inferior a 10 minutos, isto é, num número de minutos expresso através de um único dígito. Apesar da utopia que é pensar que todos os *setups* possam ser, literalmente, concluídos em menos de 10 minutos, este representa o principal objetivo do SMED e tende a ser alcançado numa elevada percentagem de casos. No entanto, mesmo quando isso não se sucede, é possível verificar reduções drásticas no tempo de *setup* (Shingo, 1985).

No decorrer da atividade de *setup*, onde é realizada a troca de referências e são feitos afinamentos no equipamento, não está a ser gerado valor para o cliente. Para além disso, há perdas de eficiência pelo processo se encontrar estagnado, redução do tempo produtivo disponível e, conseqüentemente, um incremento dos custos associados (Sabadka et al., 2017).

Para desenvolver uma posição industrial competitiva, a redução do tempo despendido com atividades de valor não acrescentado assume um papel fundamental e, para o caso do *setup*, isso pode ser obtido através da aplicação da ferramenta SMED, recorrendo à metodologia passo-a-passo apresentada na Figura 2.5.

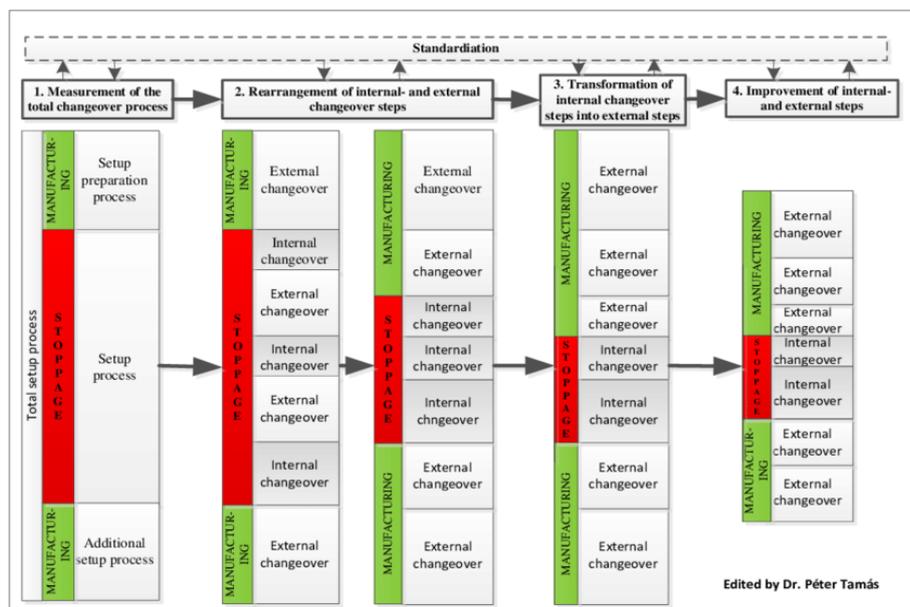


Figura 2.5. Metodologia SMED (Tamás, 2017).

Na etapa preliminar do SMED realiza-se uma análise da situação atual de troca de referência, adquirindo assim, um conhecimento abrangente relativamente a todo o processo produtivo, bem como à duração inicial de cada atividade, sem separação entre tarefas

internas e externas. Esse estudo deve ser feito, preferencialmente, no chão de fábrica e pode ser executado recorrendo a diversos métodos:

- Estudo da amostragem de trabalho, através de uma ferramenta de controlo da produção;
- Análise contínua da produção e cronometragem das diversas atividades;
- Entrevista a operadores;
- Gravação do processo e posterior análise.

Após o estudo do trabalho é feita uma classificação, ordenação e agregação das atividades atuais em função da sequência mais otimizada de operação e do momento em que são realizadas: atividades externas (aquelas que podem ser executadas enquanto a máquina à qual se fará o *setup* está em funcionamento e a produzir peças nas condições desejadas) e atividades internas (as tarefas que, unicamente podem ser realizadas quando a máquina à qual se fará o *setup* não estiver em funcionamento). De acordo com Shingo (1985), este representa um passo de elevado relevo na implementação do SMED, podendo ser alcançadas reduções do tempo de *setup* entre 30% e 50% sem requerer investimentos monetários, dado que, as alterações apenas são relacionadas com organização e coordenação do trabalho.

Uma vez que a mera categorização e ordenação das atividades de *setup* pode não ser suficiente para a obtenção do tempo desejável, surge a terceira etapa, cujo principal intuito consiste na externalização das tarefas, de modo que, tantas quanto possível, sejam convertidas em atividades externas. É importante questionar o fundamento de cada atividade em particular e, de forma crítica e criativa, explorar ideias de como é que as tarefas podem ser executadas antes da máquina parar ou após a produção em série recomeçar.

Posteriormente, e apesar dos primeiros passos assumirem um papel determinante na diminuição do tempo despendido, o objetivo da última etapa consiste na simplificação e racionalização de todos os aspetos do *setup* com a finalidade da constante procura pela melhoria contínua de cada operação. A nível das atividades internas recomenda-se a execução de operações em paralelo, a coordenação com as atividades externas, a utilização de apertos rápidos, a organização do espaço de trabalho e a normalização dos componentes e ferramentas. Por sua vez, as tarefas externas podem ser minimizadas com a eliminação dos desperdícios afetos ao transporte de materiais e à movimentação de operadores, a criação de instruções de trabalho claras e objetivas e o armazenamento das ferramentas requeridas para dar suporte à troca de referência (Shingo, 1996).

Resumindo, a presente metodologia pode ser consolidada em quatro etapas:

1. Mapeamento do estado inicial de trabalho, na qual há ausência de um método de trabalho normalizado e não são divididas as tarefas internas das externas ao *setup*;
2. Separação de trabalho interno e externo ao *setup*;
3. Conversão das atividades internas de *setup* em atividades externas;
4. Redução do trabalho interno e externo, simplificando assim, as tarefas do *setup*;

Por fim, após a implementação da metodologia SMED, e de forma a padronizar e disciplinar os colaboradores relativamente à sequência definida para a execução das atividades de troca de referência, o desenvolvimento de documentação afeta à sequência operacional e a elaboração de *checklists* visuais contendo a listagem das tarefas a serem executadas, bem como a realização de auditorias para assegurar o cumprimento das normas, assumem um papel de elevada preponderância.

Segundo (McIntosh et al., 2001), para além da redução dos tempos afetos à atividade de *setup*, a correta aplicação do SMED apresenta vantagens suplementares, tais como:

- Aumento da capacidade produtiva, sem que isso acarrete aumento dos custos;
- Procedimentos mais uniformizados, coesos e autónomos entre todos os operadores;
- Redução do *lead time* do processo e eliminação de *muda*;
- Redução dos custos operacionais e do tamanho do lote a produzir.

2.4.3. Kaizen

O termo *Kaizen*, proveniente do Japão no século XX, traduz o ciclo contínuo de atividades que promovem a melhoria em todos os domínios, tanto no meio profissional como no pessoal, relativamente ao desempenho, custeio e qualidade dos processos ou serviços, representando premissas fundamentais para garantir a competitividade entre organizações. Tal como o nome indica, este assenta na ideia de que não há um final para tornar um processo melhor e mais eficiente, havendo sempre margem para progresso. Esta ferramenta é composta por 2 conceitos: *Kai* (“Mudar”) e *Zen* (“Para melhor”) (Imai, 1997).

Situada no centro da casa do *Toyota Production System*, Melton (2005) afirma que a melhoria contínua representa o núcleo duro do *Lean Manufacturing*. Também Schroeder &

Robinson (1991) consideram que este conceito constitui uma das principais estratégias para a excelência na produção, sendo um elemento vital no ambiente competitivo da indústria atual.

Apelidado diversas vezes por evento *Kaizen*, apresenta como principal objetivo impactar rapidamente um processo, através de um projeto transversal a uma equipa multidisciplinar e executado no período máximo de duas semanas. No entanto, para se revelar eficaz, o *Kaizen* deve ser praticado todos os dias, por todas as pessoas – desde a gestão de topo aos colaboradores do chão de fábrica – e em todas as áreas de uma organização, de modo a levar à conquista de melhorias graduais e que requerem baixo investimento financeiro. O envolvimento de todas as estruturas promove uma comunicação mais transparente, transmite confiança no processo e aceitação da mudança, o que resulta no aumento dos níveis de compromisso da equipa (Imai, 1997).

É considerado a existência de 5 premissas fundamentais que garantem o sucesso da implementação do *Kaizen* (Coimbra, 2010):

- Criar Valor para o cliente;
- Eliminar os Desperdícios;
- Transversalidade no envolvimento de funcionários dentro da organização, desde a gestão de topo até aos colaboradores;
- Participação ativa no *Gemba*;
- Utilização de Gestão Visual.

2.4.4. Metodologia 5S

Originária do Japão e implementada, primeiramente, pela *Toyota Motor Corporation*, esta metodologia constitui uma ferramenta essencial para a formação de uma estação de trabalho visual e para a eliminação de *muda* que, por sua vez, contribui para o aparecimento de erros, defeitos e movimentações indesejadas. “*Clean it up, Make it visual*” (Liker, 2004).

Consiste num método simples de organização cuja aplicação promove benefícios tais como a criação de um ambiente de trabalho limpo e seguro, o incremento da motivação dos operadores, a revitalização do *gemba* e a eliminação do desperdício básico (procurar ou movimentar materiais e ferramentas, retrabalho devido a peças defeituosas), libertando tempo e espaço para a execução de tarefas de valor acrescentado (Liker, 2004).

Segundo Hiroyuki Hirano (1995), é determinante existir um processo contínuo para otimizar o posto de trabalho, tendo “*um lugar para cada coisa, e cada coisa no seu lugar*”. Assim, os 5S (Figura 2.6) são uma metodologia cuja denominação deriva de cinco atividades sequenciais e cíclicas iniciadas pela letra S, no seu idioma de origem, japonês:

- *Seiri* (triagem): na 1ª fase de implementação dos 5S são identificados todos os objetos presentes no local de trabalho e removidos aqueles que não são necessários ao processo. Esta triagem permite a libertação de espaço e reduz o tempo despendido à procura da ferramenta desejada;
- *Seiton* (organização): ordenação, por grau de utilização, num local adequado, seguro e organizado todos os objetos, de forma a garantir o acesso imediato;
- *Seiso* (limpeza): o processo de limpeza acarreta uma função de inspeção que expõe anormalidades e condições prejudiciais à utilização prevista do equipamento;
- *Seiketsu* (normalização): finalizadas as fases de implementação, é essencial desenvolver procedimentos de modo a padronizar as atividades realizadas e que, efetivamente, acrescentam valor;
- *Shitsuke* (disciplina): a última fase tem como propósito assegurar a continuidade das boas práticas adquiridas nos passos anteriores. Só é possível garantir a sustentabilidade da metodologia, através de disciplina e motivação.



Figura 2.6. Metodologia 5S (Liker, 2004).

Adicionalmente, autores como (Jiménez et al., 2019) consideraram determinante a instauração de um 6ºS relacionado com a segurança – correspondente à análise de riscos em cada posto de trabalho, a capacitação dos colaboradores com recursos de proteção em função das características do seu trabalho e a garantia do cumprimento rigoroso das normas de segurança e higiene ocupacional, de acordo com a certificação *Conformité Européene* (CE).

2.4.5. Diagrama de Spaghetti

Desperdícios relacionados com o tempo de espera, transporte e movimentação humana dispensável são comuns de serem encontrados em qualquer processo ou operação, independentemente da natureza do trabalho (Holweg, 2007).

O Diagrama de *Spaghetti* consiste numa ferramenta *Lean* focada na identificação e diagnóstico desses desperdícios, através do mapeamento e cálculo das distâncias percorridas não só pelos operadores no chão de fábrica, como também pelo fluxo de materiais. É representado visualmente, no desenho real do *layout*, através de uma linha contínua que liga as diferentes atividades integrantes do processo.

Com recurso a este diagrama é possível detalhar o fluxo das atividades, as distâncias percorridas e o tempo despendido no transporte de itens ao longo do processo, facultando assim, dados que permitem quantificar os desperdícios existentes e uma *baseline* como ponto de partida para a sua mitigação.

Revela-se uma ferramenta mais eficaz para situações rotineiras, uma vez que permite traçar o padrão tendencioso do deslocamento de pessoas entre tarefas e estações de trabalho.

2.4.6. Standardized Work

Observar métodos de trabalho, identificar oportunidades de melhoria, elaborar planos de implementação e, conseqüentemente, eliminar desperdícios constituem o foco principal de um sistema produtivo *Lean*, no entanto só é possível obter os resultados desejados a longo prazo utilizando ferramentas de padronização do modo operatório (Liker & Meier, 2005).

O *standard work* visa eliminar a inconsistência e variabilidade dos resultados obtidos, instruindo a execução das operações de acordo com os procedimentos estabelecidos, rigorosamente, para cada estação de trabalho. Assenta, essencialmente, em três elementos principais (Martin et al., 2016):

- *Takt Time*: ritmo no qual os produtos devem ser produzidos para cumprir a demanda do cliente;
- A ordem precisa da sequência de trabalho, de modo ao *Takt Time* ser cumprido;
- O *stock* padrão necessário para que o processo seja executado sem interrupções, por forma a fluir adequadamente entre as diversas operações – “*smart stock*” como diversos autores, tais como (Shahin et al., 2020) atribuem a denominação.

Esta normalização é fulcral para assegurar que o modo operatório é similar em todos os turnos e para todos os operadores, estabilizar o processo, diminuir os desperdícios associados às operações ineficientes e facilitar a formação dos operadores, de modo a não serem realizadas tarefas que não acrescentem valor ao processo, constituindo assim, uma linha base para futuras atividades de melhoria.

A padronização dos métodos de trabalho pode ser expressa através do *Standardized Work* que, segundo Liker & Meier, (2005), se obtém recorrendo a três documentos fundamentais: folha de capacidade do processo, tabela de combinação do trabalho padronizado; gráfico de trabalho padronizado.

- A Folha de Capacidade do Processo permite calcular a capacidade de cada máquina numa linha produtiva, no âmbito de perceber a sua capacidade real e os *bottlenecks* do processo. Este documento identifica fatores como tempos de ciclo, de *setup* e de trabalho não automatizado;
- A Tabela de Combinação do Trabalho Padronizado consiste num documento mais detalhado do projeto do processo, maioritariamente utilizado para operações que agreguem trabalho manual e trabalho automatizado, simultaneamente. Permite apresentar o tempo despendido com deslocação humana e o tempo de processamento do equipamento para cada operador ao longo do fluxo produtivo;
- O Gráfico de Trabalho Padronizado representa, visualmente, o movimento do operador e a localização dos materiais e ferramentas em relação à máquina e ao *layout* geral da célula de produção. Deve apresentar dados como: *Takt Time*, sequência de trabalho normalizada e a quantidade requerida de *stock* para garantir o fluxo produtivo.

Geralmente, estes documentos são acompanhados pela norma de realização de trabalho (requisitos operacionais que devem ser cumpridos para assegurar a qualidade do produto) e pela instrução de trabalho (documento de especificação de atividades utilizado para formar os operadores).

Todos estes documentos e sequências operatórias, mesmo após exibidos nas estações de trabalho, são continuamente sujeitos a revisão, em prol da obtenção do modo de execução mais eficaz e eficiente – *Kaizen* na normalização.

3. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

No terceiro capítulo realiza-se um enquadramento ao âmbito no qual a presente Dissertação foi desenvolvida, iniciando-se pela apresentação corporativa da Stricker e posterior descrição das técnicas de personalização com maior influência no volume de vendas. Seguidamente, elabora-se um diagnóstico do panorama atual onde são expostas as limitações processuais de maior preponderância que, por sua vez, serão alvo de estudo no decorrer do trabalho, com o intuito de fomentar a sua melhoria.

3.1. Apresentação da Paul Stricker S.A

Fundada em 1944 – cronograma histórico apresentado na Figura 3.1 – sediada no Núcleo Industrial de Murte de, Coimbra, a Paul Stricker S.A tem como principal área de negócio a criação, desenvolvimento e distribuição de produtos promocionais, num modelo de vendas focado e limitado a entidades revendedoras do mesmo setor – conceito *Business to Business* (B2B) (Stricker, 2022).

Este modelo de negócio contempla dois tipos de ordens de encomenda distintos, em função do interesse do cliente: *Customer Stock Order* (CSO) – consiste numa mera distribuição de um produto, sem qualquer tipo de personalização; *Customer Customized Order* (CCO) – ordem mais complexa na qual é concebida uma maquete pela equipa de *designers*, de acordo com as especificações do cliente, seguida de personalização do produto, numa das variadas técnicas do catálogo, numa estratégia de produção *Make to Order* (MTO).

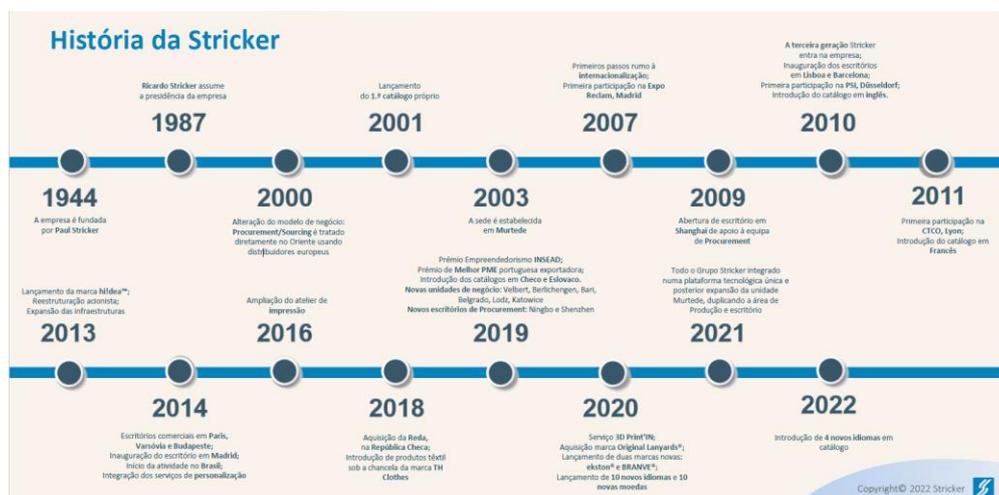


Figura 3.1. Cronograma Histórico da Stricker (Stricker, 2022).

Líder de vendas a nível nacional e considerado um dos principais intervenientes neste setor industrial em toda a Europa, a Stricker emprega mais de 1000 colaboradores, distribuídos por 3 continentes. O seu catálogo *hi!dea™* apresenta, atualmente, cerca de 1300 produtos e mais de 6000 referências, com potencial de personalização em 20 técnicas de customização. De modo a ser conferida uma personalização detalhada, com qualidade e de acordo com a preferência do cliente, a Stricker conta com 285 máquinas presentes na sua unidade produtiva, com capacidade de adaptação ao substrato específico de cada produto e à maquete desejada, mantendo competitividade a nível de preços e um *Service Level Agreement* (SLA) elevado (Stricker, 2022).

Com vista a representar essa evolução ao longo dos últimos anos, é apresentada a Tabela 3.1, com a comparação de 4 indicadores ilustradores deste crescimento.

Tabela 3.1. Evolução da Stricker (Stricker, 2022).

	2015	2017	2020	2021
Volume de Vendas	13M€	29M€	95M€	115M€
Países Ativos	41	71	91	92
Nº SKU's em Catálogo	2100	2516	3600	3609
Nº Máquinas Produtivas	20	60	250	285

Como se pode verificar pela Figura 3.2, neste paradigma produtivo, o volume de unidades produzidas ao longo do ano tende a ser bastante variável, o que exige adaptabilidade e capacidade de contrariar as oscilações, através de um planeamento otimizado e uma eficiente gestão dos recursos produtivos. Considera-se a existência de uma produção faseada, composta por um período de época alta – aquele em que a procura é mais elevada e são facilmente perceptíveis as fragilidades que comprometem o sucesso da organização – e uma época média/baixa – indicada para formar os operadores, realizar manutenções preventivas e implementar projetos de melhoria.

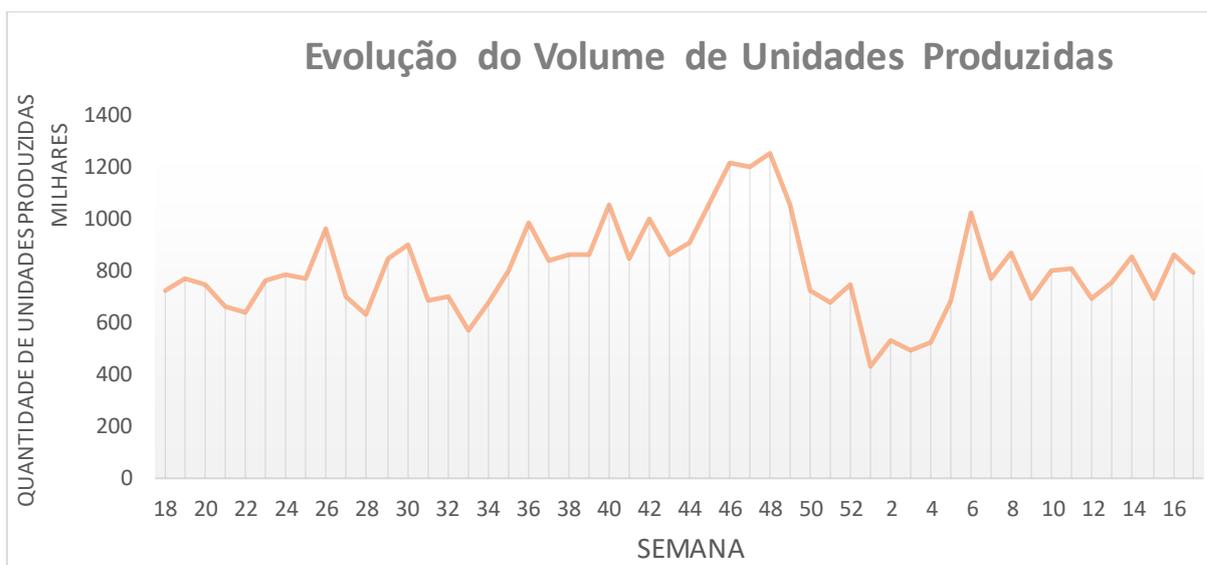


Figura 3.2. Evolução do Volume Total de Unidades Produzidas.

A estrutura global da empresa encontra-se subdividida em múltiplos departamentos que partilham a mesma missão e valores: trabalho em equipa; foco no cliente; serviço de excelência; integridade; criatividade e inovação face ao imprevisto. A presente Dissertação insere-se no departamento das Operações que, por sua vez, se ramifica em Produção, Engenharia e Logística. No caso em particular do estágio curricular a ser realizado, este é afeto à área da produção cujo foco consiste no controlo das diversas áreas produtivas, identificação de oportunidades de melhoria e gestão/implementação dos variados projetos com vista à eliminação/redução de desperdícios, para as ordens do tipo CCO.

3.1.1. Descrição do Processo Produtivo

A melhoria de qualquer processo produtivo pressupõe o conhecimento detalhado sobre as diversas operações nele envolvidas, desde a receção de uma ordem de encomenda à expedição do produto personalizado, visto que só assim será possível identificar as dificuldades que comprometem a obtenção dos resultados desejados e, conseqüentemente, delinear potenciais projetos de melhoria.

Esse conhecimento é representado não só através do fluxo produtivo, como também de um fluxo informativo, sendo que este assume um papel essencial para garantir uma comunicação eficiente entre o departamento das Operações e as diversas secções organizacionais envolvidas no percurso de uma CCO. Partindo deste fluxo de informação – resumido através do fluxograma apresentado na Figura 3.3 – procura-se manter todos os

colaboradores alinhados com os objetivos e capacitados para uma tomada de decisão mais conscientes.

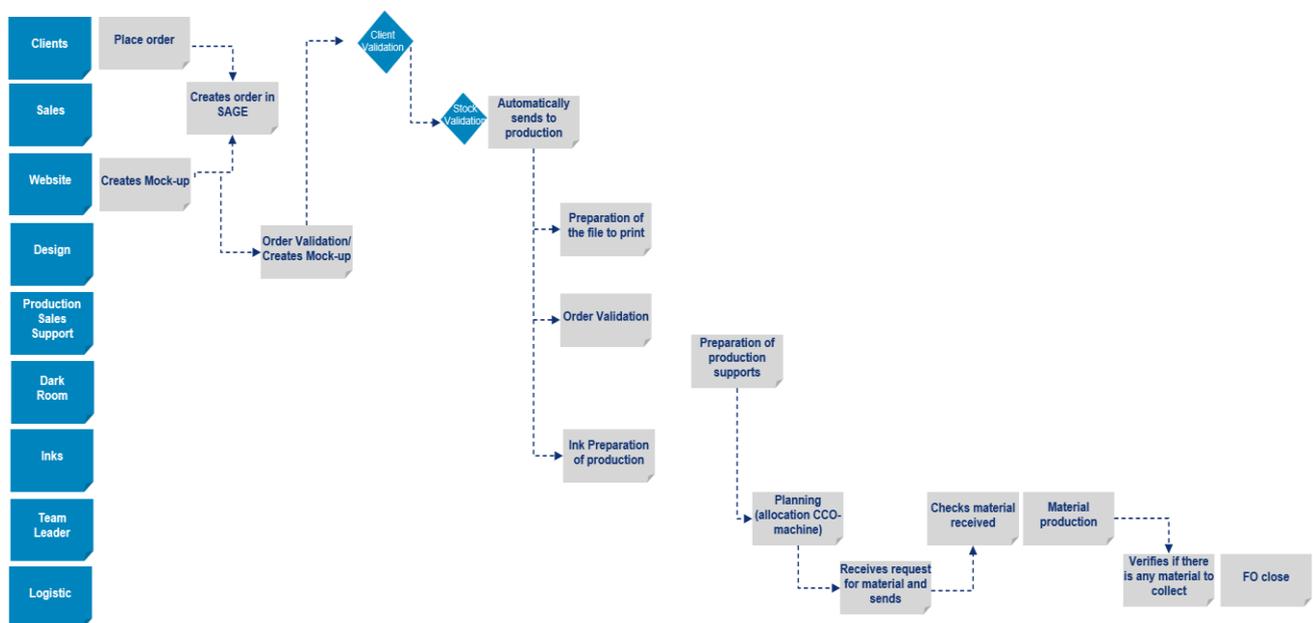


Figura 3.3. Fluxo de Informação para uma CCO (Stricker, 2022).

Entre a panóplia de processos realizados na unidade produtiva da Stricker, o seu fluxo difere apenas no que diz respeito à técnica de personalização utilizada para os diversos artigos. Contudo, na maioria dos casos, esta é efetuada em células de produção, num sistema orientado para o produto ou família de produtos, incluindo nesse espaço de trabalho todos os equipamentos e ferramentas necessárias para simplificar o planeamento e os fluxos, diminuir os tempos de espera e eliminar os deslocamentos adjacentes à movimentação humana e transporte de materiais que não acrescentem valor ao processo, facilitando assim, as operações envolvidas.

Como se pode verificar através da Figura 3.4 e, mais detalhadamente no Apêndice A, o volume produtivo obtido pelas 4 técnicas principais – Tampografia (PDP), Estamparia (TXP), Serigrafia de Pequenos Formatos (SPF) e *Transfer* (TRF) – corresponde a aproximadamente 80% da quantidade total de peças produzidas, no período compreendido entre dezembro de 2021 e abril de 2022.

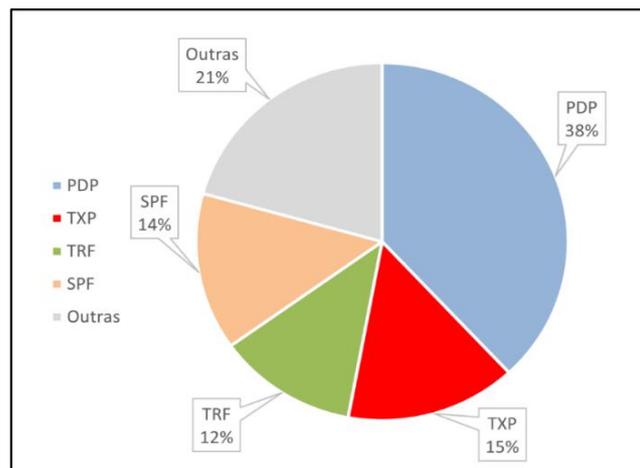


Figura 3.4. Volume de Vendas das Principais Técnicas.

3.1.1.1. Tampografia

Dentro do conjunto das 4 principais técnicas de personalização, a Tampografia (PDP) representa aquela com maior preponderância no número de encomendas (23%) e no volume de unidades produzidas (38%), com base na análise efetuada no decorrer do período mencionado anteriormente.

O seu princípio de funcionamento consiste na transferência indireta da tinta que se encontra depositada numa banheira e é raspada por via de uma lâmina, sob um *cliché*¹ de baixo-relevo, imprimindo assim, a gravação do logotipo desejado na superfície do produto, com o auxílio de um tampão de silicone, como é possível observar pela Figura 3.5.

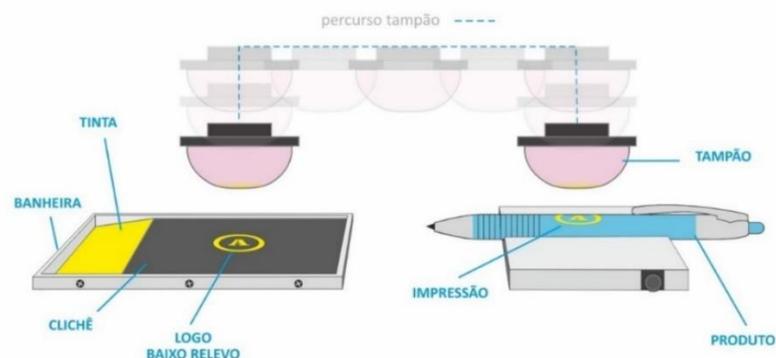


Figura 3.5. Princípio de Impressão da Tampografia (Paul Stricker, 2021).

Esta técnica, essencialmente dedicada à personalização de canetas, óculos de sol, bolas antistress e variados dispositivos eletrónicos, confere ao produto uma excelente definição e

¹ *Clichés* são chapas fotossensíveis que, expostas à luz, gravam em baixo-relevo o logótipo a ser impresso.

precisão em gravações com traços finos e, permite imprimir até quatro cores em simultâneo numa vasta panóplia de materiais e substratos. Ao ser utilizado um tampão de silicone para transferir a tinta, torna-se fácil a adaptação às superfícies, independentemente da sua forma ser irregular, côncava ou cilíndrica.

A unidade produtiva da Stricker é composta por 18 máquinas de Tampografia, algumas das quais dedicadas às famílias de produtos com maior procura ou à impressão de determinado *pantone*² e é possível distingui-las, essencialmente, em função do número de cores que permitem conferir ao produto e pelo tipo de tinteiro: 7 são de copo ou tinteiro fechado e 11 de tinteiro aberto (Figura 3.6).

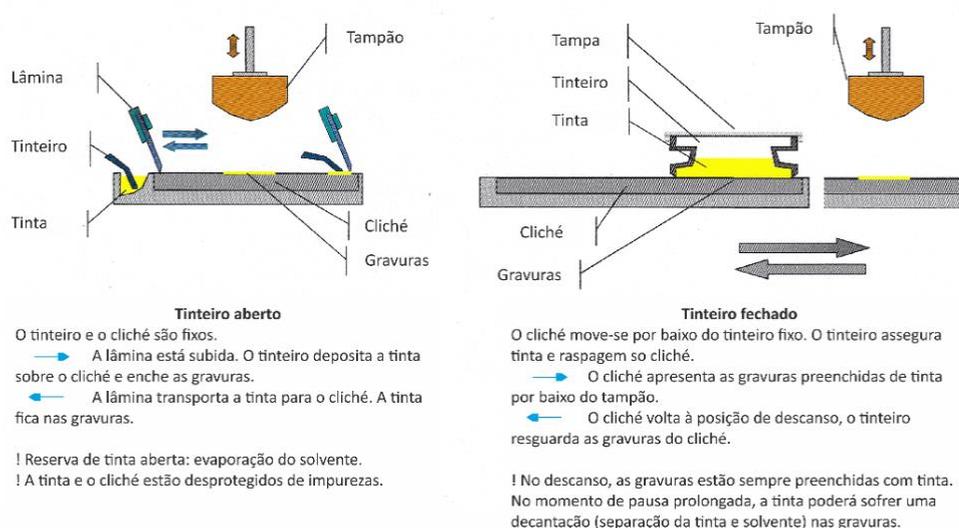


Figura 3.6. Tipo de Máquinas em Tampografia (Paul Stricker, 2021).

3.1.1.2. Estamparia

A Estamparia (TXP) ou Serigrafia Têxtil representa a 2ª técnica de personalização com maior volume de unidades produzidas (15%) no paradigma da Stricker, e consiste num processo serigráfico de impressão de texto ou figuras comumente utilizado em substratos têxteis, que se processa através da passagem da tinta por uma tela previamente aberta (não bloqueada), no qual a estampagem no produto é executada por ação da pressão de um rodo/*raclette* (Figura 3.7).

² *Pantone* consiste num sistema de correspondência de cores exatas. É um sistema uniformizado que permite a minimização do problema de perceção das cores entre diversas partes, neste caso entre o cliente e a produção.

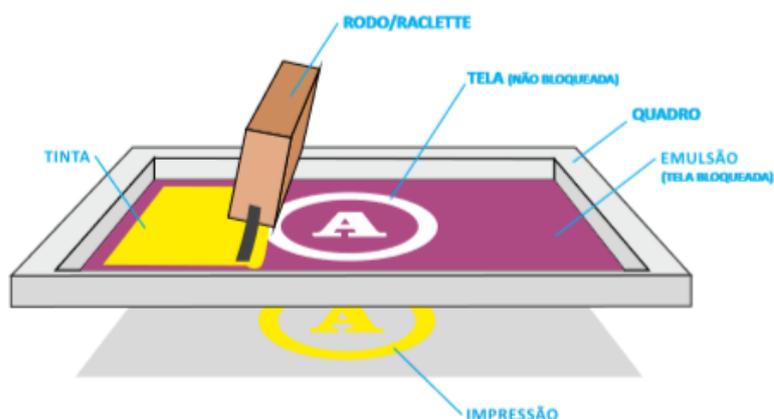


Figura 3.7. Princípio de Impressão da Estamperia (Paul Stricker, 2021).

A tela – seda de poliéster ou poliamida (conhecido comercialmente como Nylon) que é esticada num quadro de alumínio – coberta por uma emulsão fotossensível e o fotolito³ são expostos, em conjunto, a uma fonte luminosa. Num processo químico, semelhante ao da revelação fotográfica, ocorre a reação da emulsão e promove-se a gravação na tela da imagem que inicialmente havia sido registada no fotolito. Através deste processo os pontos escuros do fotolito vão corresponder aos locais por onde a tinta passará e, as áreas que não contêm uma imagem para imprimir são vedadas, permitindo que a tinta atravesse apenas as zonas não bloqueadas e confira a forma desejada no material a ser impresso.

Maioritariamente recomendada para camisolas, chapéus e sacos de pano, a Estamperia possibilita a impressão de imagens até 4 cores, com secagens intercaladas por via de uma estufa, sendo que, para cada cor de estampa é necessário a abertura de um quadro. Pré-secagens são essenciais para a cura das tintas entre quadros, garantindo melhor qualidade de impressão e minimização dos problemas inerentes ao processo. É igualmente importante que a estufa esteja regulada – a nível de velocidade e temperatura – para secar eficientemente a tinta no substrato do produto.

Para satisfazer a elevada procura, a Stricker tem 12 máquinas de Estamperia – representadas na Figura 3.8 –, que diferem em função do número de braços onde o produto é colocado. A escolha do tampo que é colocado sob cada braço, consiste num elemento fulcral para a obtenção de qualidade na impressão final e, deve ter em consideração a forma do produto, o tipo de substrato e o tamanho da área de impressão, assegurando a imobilidade do produto no momento da estampagem.

³ Fotolito consiste num filme transparente, monocromático que é gravado através de um processo ótico ou térmico. Utilizado para gravar chapas e telas em processos serigráficos, permitindo a impressão em série.



Figura 3.8. Máquina de Estamparia.

3.1.1.3. Transfer

O *Transfer* Serigráfico (TRF), apesar de revelar a menor percentagem do volume de unidades produzidas no conjunto das *top-4* técnicas de personalização, apresenta uma extensa diversidade de referências produzidas, sendo responsável por 21% do número de encomendas no período de análise.

O TRF difere das demais técnicas de personalização pelo facto de consistir num processo indireto, composto por dois processos executados em secções distintas e em que a impressão é feita num papel próprio e não diretamente no artigo:

1. Processo serigráfico realizado na secção de Serigrafia de Grandes Formatos e com um procedimento idêntico ao efetuado em Estamparia, cujo propósito consiste na obtenção do papel de *Transfer* contendo o logotipo pretendido;
2. Aplicação do papel de *Transfer* sobre o artigo e conseqüente transferência da tinta para o material, por ação da pressão, calor e um tempo de prensagem definido em função do substrato, obtendo-se assim, a impressão final (Figura 3.9).

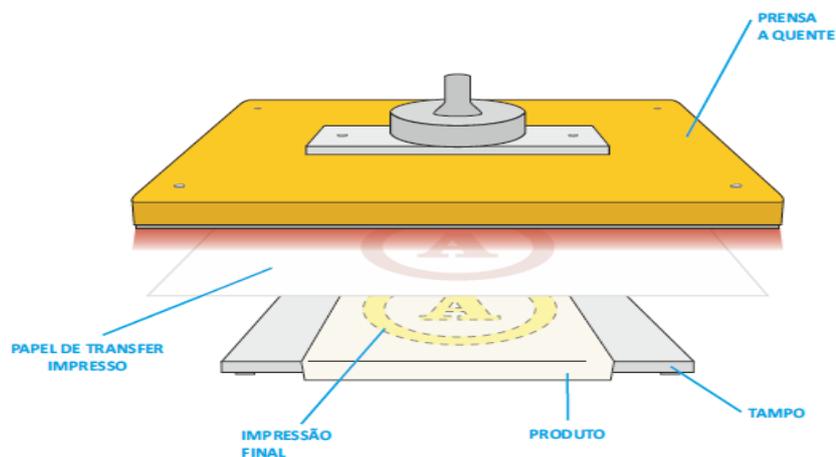


Figura 3.9. Princípio de Impressão do Transfer (Paul Stricker, 2021).

Após imprimir os *pantones* e atribuir a composição desejada ao papel de *Transfer* é colocada uma base sobre toda a imagem. Antes da secagem numa estufa o papel passa por um processo de deposição de cola em pó cobrindo a sua superfície, o que faz com que ao secar este fique cristalizado. Na segunda fase do processo, os cristais voltam a receber calor e apresentam um desempenho semelhante ao de um papel adesivo, permitindo assim, extrair a sua tinta e conferi-la no material desejado.

Este é um processo versátil e sofisticado, usualmente utilizado para a personalização de *lanyards*, mochilas e chapéus, com possibilidade de ser executado numa das 16 máquinas presentes na unidade produtiva da Stricker. Estas estão configuradas com tampos previamente preparados para cada tipo de família de produto, possibilitando a obtenção de impressões com uma excelente qualidade de imagem.

3.1.1.4. Serigrafia de Pequenos Formatos

A Serigrafia de Pequenos Formatos (SPF), tal como a Estamparia ou a etapa primordial do *Transfer*, consiste num processo serigráfico em que a impressão se processa através da passagem de tinta por uma tela. No entanto, esta técnica é otimizada para artigos com superfícies mais rígidas e não têxteis (plásticos, alumínio e cartões), permitindo obter impressões densas e com excelente definição, apesar de apresentar dificuldades na personalização de composições detalhadas com imagens de pequenas dimensões.

Usualmente, são realizadas impressões apenas a uma cor, dado que, apesar de ser possível conferir ao produto mais do que uma, este processo tem de ser executado separadamente, ou seja, um artigo para ser impresso com duas cores terá de passar na máquina e na estufa duas vezes. Este inconveniente pode resultar em problemas de desacerto entre logotipos das diferentes cores e, para além disso, torna todo o processo mais moroso, o que representa um constrangimento para a linha produtiva.

Face à necessidade de melhorar continuamente a oferta ao cliente e através da evolução das máquinas produtivas, atualmente é possível imprimir imagens em artigos circulares, tais como canecas, garrafas de alumínio ou canetas, aproveitando assim, grande parte da área disponível. O princípio de funcionamento da serigrafia rotativa consiste num mecanismo de rotação do artigo, por ação da máquina, à medida que este vai sendo personalizado.

3.2. Análise da Situação Atual

A indústria dos brindes promocionais, mais concretamente, da sua personalização, integra-se num mercado diversificado onde fatores como o tempo de produção e entrega ao cliente, qualidade de impressão e custos associados são fulcrais para o sucesso. Como tal, a procura constante pela melhoria contínua é de elevada importância para permitir a otimização dos equipamentos e do modo operativo, traduzindo-se numa vantagem decisiva para garantir a preferência do consumidor.

No decorrer dos quatro anos precedentes a 2022, a Stricker apresentou um crescimento disruptivo no seu volume de vendas da ordem dos 300%, como demonstrado na Tabela 3.1. No entanto, face à dificuldade de grandes investimentos na aquisição ou inovação dos equipamentos produtivos, causado pela diminuição das margens de lucro, a entidade viu-se forçada a dedicar os seus esforços à redução dos desperdícios, procurando assim, maximizar a produtividade e melhorar a eficiência das suas operações.

Dadas as circunstâncias descritas e, com o intuito de alcançar o objetivo delineado pela estratégia corporativa, a exposição das limitações processuais críticas que constituem um constrangimento para a obtenção dos resultados desejados, assume um papel determinante.

Os parâmetros definidos como sendo de maior relevo e, portanto, considerados cruciais na análise da situação atual de cada técnica consistem nos seguintes:

- Número de ordens de produção e quantidade total de unidades produzidas;
- Produtividade;
- Nível de serviço médio;
- Impacto financeiro e rapidez de retorno;
- Percentagem de utilização das máquinas;
- Número de reclamações associadas ao processo produtivo;
- Facilidade de implementação do projeto a curto prazo.

Tabela 3.2. Comparação de Parâmetros para Análise da Situação Atual.

	PDP	TXP	TRF	SPF
# Ordens de Produção	7264	4188	6370	4965
Qtd. Unidades Produzidas	6 387 376 uni	2 495 395 uni	2 045 504 uni	2 386 001 uni
Produtividade (uni/h)	328,48	248,11	130,25	233,28
Nível Serviço Médio	55,11%	59,39%	72,29%	68,67%
% Utilização das Máquinas	51,88%	44,41%	47,97%	62,88%
Nº Reclamações	46	32	47	29

Os dados apresentados na Tabela 3.2 foram obtidos num horizonte temporal transversal, uma vez que compreendeu um período definido e relativamente curto – entre a semana 48 de 2021 e a semana 17 do presente ano – recorrendo à base de dados a partir da qual a gestão de topo se guia na tomada de decisões respeitantes à estratégia competitiva da organização.

Partindo da descrição detalhada inerente a cada uma das *top-4* técnicas e da análise à tabelaTabela 3.1 mencionada, é possível afirmar que:

- Tampografia: representa a técnica de personalização com maior volume de unidades produzidas no período em que foi alvo de análise. Não obstante, a ineficiência na produção de séries variadas – cerca de 44% das referências em catálogo foram personalizadas nesta técnica – fez com que a Stricker não tivesse capacidade para absorver a procura requerida, apresentando o nível de serviço mais reduzido entre as principais 4 técnicas e, bastante inferior à média global (77,94%). Apesar desta secção apresentar uma utilização média dos seus equipamentos de apenas 50%, em períodos de época alta o funcionamento das estações de trabalho ronda cerca de 90%, porém a percentagem de encomendas entregues na data prevista de expedição com a qualidade desejada assume unicamente um valor de 11,81%;
- Estamparia: a par com a Tampografia, representa a técnica produtiva cujo tempo despendido em atividades de *setup* ultrapassa os 30 minutos por encomenda, maioritariamente causado pela dificuldade associada à realização

de um acerto adequado entre o logotipo e o produto. A produtividade obtida pelas máquinas da secção é limitada pelo facto de o processo ser bastante manual e dependente do operador;

- *Transfer*: consiste na técnica de personalização que origina maior retorno financeiro à Stricker e é o 2º processo com maior volume de encomendas, embora apresente a menor quantidade de unidades produzidas – lote médio de 321 unidades. Face ao seu considerável nível de serviço médio e ao volume de utilização dos equipamentos, a estratégia corporativa tem consistido em procurar aumentar a produtividade e, fundamentalmente, expandir o leque de famílias de produtos personalizáveis nesta técnica;
- Serigrafia de Pequenos Formatos: técnica com melhor otimização no que diz respeito ao fluxo produtivo e utilização das máquinas, no entanto, não se traduz no maior valor de produtividade e nível de serviço face aos constrangimentos apresentados pelas potencialidades do equipamento produtivo.

Quanto às reclamações recebidas referentes a defeitos de índole produtiva, foram analisadas e representadas na Tabela 3.3 as tipologias com maior peso a nível económico e que se pretendem reduzir com os projetos a serem realizados no decorrer da Dissertação: qualidade da impressão, quantidade de unidades expedidas e serviço de embalagem.

Tabela 3.3. Tipologia das Reclamações de Índole Produtiva.

	# Reclamações	Valor	% Valor Total
Qualidade da Impressão	147	58 771,64€	87,35%
Quantidade Expedida	93	4 907,73€	7,29%
Embalamento	11	3 601, 33€	5,35%

O denominador comum a todas as técnicas descritas, e que consiste num constrangimento para o aumento da produtividade, encontra-se relacionado com o modo como o abastecimento da célula produtiva é realizado – requer movimentação excessiva do operador para transportar os artigos para a máquina – bem como, falta de gestão visual, organização do posto de trabalho, instruções do modo operativo normalizado, dos

parâmetros a inserir no equipamento e a arrumação das ferramentas necessárias para o funcionamento eficaz do processo produtivo.

A análise da situação atual, para além de possuir uma componente analítica dos parâmetros mencionados anteriormente como imperativos na definição dos projetos de melhoria a serem implementados, também tem em consideração o levantamento das necessidades e dificuldades sentidas no chão de fábrica. A recolha destes dados teve por base técnicas de observação estruturada e participativa: a observação estruturada realizou-se através de filmagens e cronometragens com o propósito de identificar atividades de valor não acrescentado, constrangimentos e, acima de tudo, desperdícios; a observação participativa assegura um maior envolvimento com o grupo de trabalho, permitindo obter uma visão real dos acontecimentos e um diagnóstico completo e fidedigno por via de quem mais tem conhecimento do sistema produtivo.

Posteriormente, e com base na recolha destas informações, constitui-se a base de decisão relativamente às ações a executar e as secções que necessitam de uma intervenção numa primeira fase.

3.3. Identificação de Projetos de Melhoria

Derivado do forte crescimento da organização, e face ao acentuado volume de encomendas expectável para o período de época alta, que como se pode observar pela Figura 3.2, geralmente, ocorre entre a semana 44 e 48, foi identificada a necessidade de implementar projetos de melhoria com potencialidade de conclusão a curto/médio prazo nos pontos identificados como críticos e com maior preponderância para a gestão de topo.

Partindo da análise da situação atual, em conjugação com os objetivos fixados pela estratégia corporativa de responder à elevada procura no tempo pré-definido de entrega, procura-se tornar as operações mais eficientes, reduzir custos industriais sem comprometer a qualidade, melhorar o nível de serviço da organização, e incrementar não só a produtividade dos colaboradores como também a sua satisfação, enquanto se prepara a empresa para absorver de forma sustentada o crescimento acelerado que se perspectiva para os próximos tempos.

Posto isto, e num mundo industrial onde o pensamento *Lean* está cada vez mais presente e há a ambição de servir os produtos *Just-in-Time* oferecendo a maior variedade possível ao cliente, um dos problemas a resolver é garantir que os *setups* ocupam o mínimo

tempo possível. No caso em particular da Tampografia – técnica com maior procura e responsável por 23% do volume total de encomendas – são realizadas em média 330 CCO's semanalmente e 20,86% do período total de atividade diária é despendido em tarefas de troca de referência, pelo que se considerou essencial a realização de um projeto que vise a minimização desse tempo.

Para a resolução deste constrangimento, propôs-se a implementação da metodologia *Single Minute Exchange of Die* em duas máquinas piloto representativas do maior número de encomendas com artigos variáveis e, portanto, com maior preponderância no tempo despendido em atividades de *setup*. A redução do tempo dedicado a atividades de valor não acrescentado faz com que a máquina esteja menos tempo parada, o que, por sua vez, permite obter maior rentabilidade na produção de séries mais curtas e garante que a sua potencialidade passe a ser mais bem aproveitada, traduzindo-se assim, num incremento da capacidade produtiva.

Complementarmente, também foi considerado importante elaborar um projeto na secção de *Transfer*, uma vez que esta assume um papel de elevado relevo nas finanças da organização e a sua otimização é uma forte aposta por parte da gestão de topo. Com vista ao aumento da produtividade, identificou-se a necessidade primária de mapear a cadeira de valor de uma das famílias de produtos recentemente introduzidas no catálogo *hi!dea™*, procurando assim, localizar as suas ineficiências, otimizar o fluxo produtivo e eliminar as atividades que não acrescentam valor para o consumidor. Com a finalidade de representar as ações requeridas a que um produto é sujeito desde o abastecimento logístico até à finalização do processo produtivo e, posteriormente, delinear o estado futuro considerando as melhorias identificadas, foi utilizada a metodologia *Value Stream Mapping*.

4. IMPLEMENTAÇÃO DE PROJETOS DE MELHORIA

A mudança nas tendências de mercado afetas a uma indústria de brindes promocionais onde se procura uma variabilidade de produtos cada vez maior, complexificou os processos produtivos, resultando numa diminuição da capacidade de responder atempadamente às exigências do cliente. Com o intuito de reagir e fazer face às adversidades sentidas referentes ao aumento da procura e à falta de investimento em novos equipamentos automatizados, o autor em colaboração com uma equipa multidisciplinar da Stricker, procedeu à implementação de *Rapid Improvement Events* que visam o aumento da produtividade sem comprometer a qualidade dos produtos.

4.1. PROJETO I: Implementação *Single Minute Exchange of Die*

Para a implementação bem sucedida da metodologia SMED, cujo objetivo primário consiste na redução do tempo de *setup* e, conseqüentemente, a redução do *lead time* do processo e o aumento da produtividade, foi imprescindível, numa instância inicial, definir o âmbito de realização e as máquinas piloto sobre as quais o projeto se debruçaria. Dado a diversidade de máquinas existentes na secção de Tampografia e, conseqüentemente, o modo operativo distinto para a realização de *setups*, é importante incidir a metodologia sobre aquelas com maior utilização e número de *setups* realizados.

Para identificar as *workstations* (WS) responsáveis por uma maior quantidade de CCO's realizadas, bem como para definir a *baseline* do tempo de *setup* que se procura otimizar, foram analisados os dados referentes aos três primeiros meses de 2022, extraídos a partir do *Tracker – software* desenvolvido internamente, na Stricker, com o propósito de monitorização dos recursos produtivos, controlo do tempo despendido em atividades de VA e NVA e quantificação de indicadores, tais como a produtividade dos operadores, a percentagem de desperdícios e a utilização diária dos equipamentos.

Como mencionado na secção 3.1.1.1 – Tampografia, são dispostas 18 máquinas de personalização nesta técnica, denominadas não sequencialmente, entre PDP_01 a PDP_24 e contendo como principal parâmetro de distinção o tipo de tinteiro: PDP_01 a PDP_12 e PDP_21 a PDP_24 correspondem a WS de banheira aberta, enquanto que as restantes dizem respeito a WS de tinteiro fechado.

Pela análise da Figura 4.1, representativa da percentagem de CCO's personalizadas em cada célula produtiva e do respetivo tempo despendido em atividades de troca de referência, não só é possível averiguar que cerca de 80% do volume total de encomendas é personalizado nas máquinas de banheira aberta, como também que quatro dessas estações de trabalho são responsáveis por 58,21% do total de encomendas realizadas no período de análise – PDP(01;03;07;11).

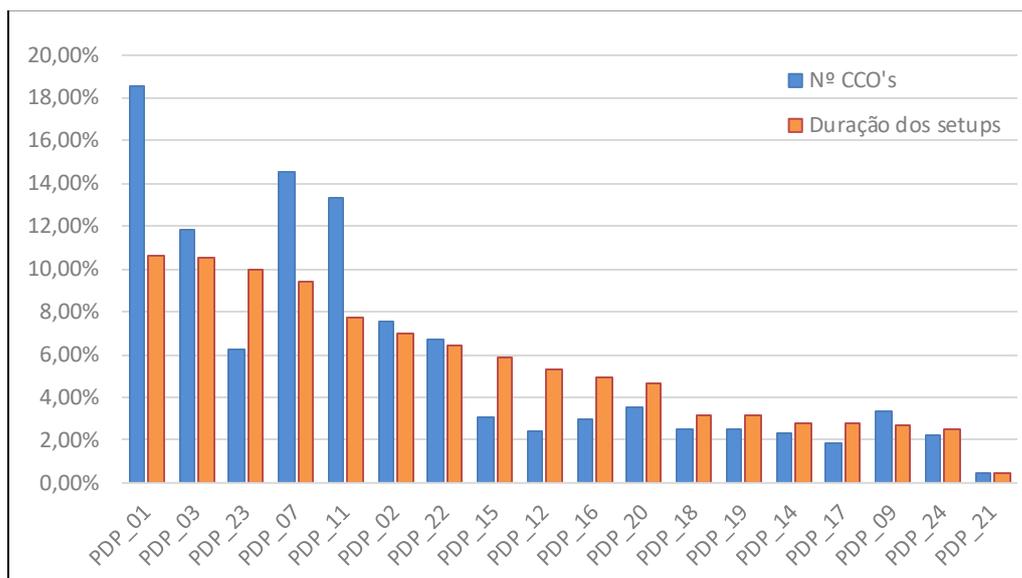


Figura 4.1. Percentagem de CCO's e Setups Realizados por WS na Tampografia.

Apesar da WS PDP_23 apresentar uma elevada duração de *setup*, o seu procedimento de troca de referência contempla diversas particularidades, pelo que uma alteração no modo operatório não poderá ser transposta às restantes máquinas.

De entre as restantes quatro máquinas com maior preponderância, estas diferenciam-se no que diz respeito à possibilidade de efetuar personalizações com múltiplas cores em simultâneo, sendo que a PDP_03 é comumente utilizadas para ordens de produção com mais do que uma cor. Por outro lado, a PDP_01, apresenta o maior número de *setups* (18,51%) mas uma duração equiparável às restantes células de produção, visto que é uma máquina que geralmente se encontra dedicada à personalização de artigos com uma cor fixa, eliminando algumas das atividades constituintes do processo de troca de referência.

Paralelamente, a PDP_07 e a PDP_11 dedicam-se à mesma finalidade – personalização de séries curtas com *pantones* variáveis – apresentando um modo operatório de troca de referência similar. Em conjunto, são responsáveis por 17,18% do tempo gasto em *setups* e 27,91% do número de CCO's realizadas no período definido (792 CCO's), pelo que se

considera valioso a sua constituição como máquinas piloto sobre a qual a implementação do SMED incidirá.

Com o intuito de definir a visão futura foi fundamental avaliar o ponto de partida do indicador selecionado – tempo de *setup* – para, posteriormente, se quantificar o impacto das melhorias implementadas. Tendo em consideração que este indicador é obtido pela contabilização do tempo despendido desde a produção da última peça boa da referência que se encontra a ser produzida até à produção da primeira peça OK da referência que se iniciará a produção, foram analisados os registos no período definido e compilados na Tabela 4.1, servindo de ponto de partida para a definição da *baseline*, calculada através da equação (4.1).

Tabela 4.1. Cálculo da *Baseline* do SMED.

	Duração <i>setup</i>	# CCO's	Tempo <i>setup</i> médio
PDP_07	10319 min	482	21,4 min
PDP_11	6253 min	310	20,2 min

$$Baseline = (10319 + 6253)/(482 + 310) = 20,92 \text{ min/setup} \quad (4.1)$$

Definido o âmbito do projeto, as máquinas piloto, o ponto de partida para a implementação do SMED e, por outro lado, considerando as limitações do equipamento, foi estabelecido o objetivo de obter uma redução do tempo de *setup* em, pelo menos, 35%.

Para uma eficaz concretização do objetivo traçado (*setup* < 13,6 min), a formação de uma equipa multidisciplinar capaz de abranger todas as fases produtivas ao nível de conhecimento técnico assume um papel de elevada importância. Esta é composta pelo autor, o responsável pela gestão de projetos de melhoria contínua, o gestor da produção afeto à Tampografia, *team leaders* da secção e chefes de turno (um por turno).

A implementação do SMED consiste numa metodologia passo-a-passo composta pelas 5 etapas que serão descritas nas subsecções subsequentes.

4.1.1. Etapa A: Estudo da Situação Atual

O passo inicial para o desenvolvimento da metodologia enunciada consiste na aquisição de conhecimento detalhado sobre todo o processo produtivo, isto é, a compreensão das diversas tarefas do *setup* e os seus respetivos tempos de execução.

Para um melhor entendimento das tarefas de *setup*, da sua necessidade, complexidade, sequência de execução e constrangimentos passíveis de serem melhorados, foi crucial passar bastante tempo no chão de fábrica a recolher dados através de observação estruturada e participativa. O método utilizado para identificar as tarefas a realizar consistiu, primeiramente, na gravação do procedimento de troca de referência e, *a posteriori*, no diálogo com os operadores para clarificar os motivos pelos quais executam as tarefas de determinado modo, bem como as dificuldades sentidas na intervenção. Após a recolha dos dados, a equipa reuniu-se para analisar as gravações efetuadas e elaborar uma listagem das mesmas, cronometrar a sua duração, identificar as ferramentas necessárias e detetar desperdícios responsáveis pela redução da eficácia processual.

A esquematização detalhada do *setup* – apresentado na Figura 4.2 – permitiu que todos os envolvidos no projeto compreendessem a sequência de trabalho das atividades desempenhadas, antes da implementação do SMED, estimulando a perceção de desperdícios e, por conseguinte, sob uma análise crítica, a identificação de oportunidades de melhoria. Geralmente, a operação de troca de referência é executada pela sequência listada, no entanto, devido à falta de padronização nem sempre se verifica essa premissa. Adicionalmente, também é importante referir que, em diversos casos, não é necessário proceder à alteração de todos os componentes adjacentes ao *setup*, tais como a alteração de molde ou tampão e a retificação do *pantone*.

#	OPERAÇÃO	TEMPO PARCIAL	TEMPO TOTAL	TIPO DE ATIVIDADE	FERRAMENTA
1	Calçar as luvas	0'25"	0'25"	Externa	
2	Remover pressão da máquina e retirar banheira, lâmina e cliché	1'35"	2'00"	Interna	
3	Remover excesso de tinta para o frasco do Pantone correspondente	0'50"	2'50"	Externa	Espátula
4	Colocar material na zona de componentes utilizados	0'40"	3'30"	Externa	
5	Retirar caixa do final da estufa contendo o material personalizado e transporte até à prateleira da zona de cura ou embalamento	1'10"	4'40"	Externa	
6	Fecho da CCO (Inserir dados no Tracker, ficheiro de planeamento, folha de obra e ficheiro Kaizen)	1'30"	6'10"	Externa	
7	Preparação do kit (CCO + cliché + frasco pantone + lâmina + molde + tampão) e colocação na estante de armazenamento de kits	0'30"	6'40"	Externa	
8	Recolher novo lote de material a ser produzido	0'45"	7'25"	Externa	
9	Inserir dados no Tracker da nova CCO	0'15"	7'40"	Externa	
10	Diluir a tinta e colocar na banheira	1'10"	8'50"	Interna	Espátula
11	Furar o cliché	0'30"	9'20"	Externa	Furador pneumático
12	Lixar a lâmina	0'50"	10'10"	Externa	Lixa de água (1000;2000)
13	Montar a banheira com o cliché na máquina e apertar	0'40"	10'50"	Interna	Chave 6 tavadas
14	Inserir a lâmina na banheira e apertar	0'25"	11'15"	Interna	Chave 6 tavadas
15	Misturar a tinta e regular a pressão da máquina	0'13"	11'28"	Interna	
16	Retirar o molde e o tampão	0'15"	11'43"	Interna	Umbracko
17	Inserir o novo molde e tampão (se necessário)	0'45"	12'28"	Interna	
18	Colocar fita-cola no artigo na qual se realiza o acerto	0'15"	12'43"	Externa	
19	Realizar afinação de posição para o logotipo a ser impresso coincidir com a maquete	6'00"	18'43"	Interna	
20	Confirmar se a cor da impressão está conforme a definida no livro de Pantones	1'20"	20'03"	Interna	
21	Verificação da personalização na 1ª peça pelo <i>Team Leader</i>	1'40"	21'43"	Interna	
22	Ajuste ou alteração do pantone (se necessário)	2'00"	23'43"	Interna	
23	Aprovação final do <i>Team Leader</i>	0'45"	24'28"	Interna	

Figura 4.2. Sequência de Tarefas Executadas Inicialmente.

Do conjunto de tarefas constituintes da atividade de *setup*, apenas a sétima (#7 – destacada a amarelo na Figura 4.2), correspondente ao processo de preparação do *kit* – consiste na mera junção dos diversos componentes essenciais ao processo de troca de referência numa caixa e posterior colocação na zona de armazenamento do *kit* – é executada por um ajudante. As restantes atividades são desempenhadas pelo operador associado ao posto de trabalho em questão, internamente, isto é, sem existir produção em paralelo.

De realçar que, resultante da diversidade de artigos personalizáveis em Tampografia, os tempos parciais de execução de algumas atividades, nomeadamente as afinações, correspondem a valores médios. Pode-se então verificar que o tempo médio para a realização de uma troca de referência, em caso de necessidade de alteração de todos os componentes e, posterior retificação de *pantone*, ronda os 24 minutos e 28 segundos.

Derivado da falta de organização e instruções de trabalho claras e objetivas, detetou-se a existência de múltiplos desperdícios associados ao transporte de materiais e a movimentações desnecessárias (repetitivas e evitáveis) dos colaboradores. Com o propósito da sua identificação, procedeu-se ao mapeamento do fluxo através de um Diagrama de *Spaghetti*, tal como apresentado na Figura 4.3.

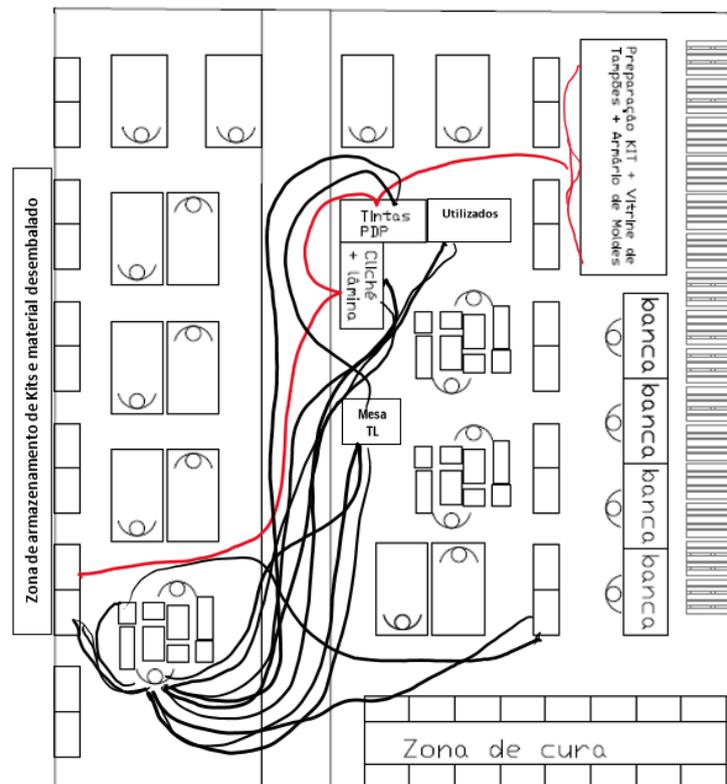


Figura 4.3. Diagrama de *Spaghetti* do Estado Inicial.

Após a análise da situação atual, à qual se pretende minimizar o tempo despendido em atividades de *setup*, despoletou-se o início da Etapa B: Separação das atividades internas e externas ao *setup*.

4.1.2. Etapa B: Separação das Atividades Internas e Externas ao Setup

A etapa B pressupõe a separação das diversas operações em função do tipo de atividade, e a sua respetiva ordenação e agregação tendo em conta a sequência considerada ideal numa primeira iteração para a realização do *setup*. Geralmente promove reduções do tempo de *setup* na ordem dos 30% a 50%, através da realização de sessões de *brainstorming* em que, de forma crítica e criativa, é analisado o mapeamento sob o ponto de vista do operador e redefinida a sequência otimizada de operação.

Relativamente ao tipo de atividade – interna ou externa – procura-se estabelecer a distinção das tarefas face à capacidade de serem, potencialmente, executadas em simultâneo com a produção em série ou, exclusivamente, requerendo a paragem do equipamento:

- Atividades internas: tarefas que, apenas podem ser realizadas, quando a máquina à qual se fará o *setup* estiver parada;
- Atividades externas: exequíveis enquanto a máquina à qual se fará o *setup* está em funcionamento e a produzir peças com a qualidade desejada.

Por conseguinte, foi efetuada a categorização das operações previamente listadas, com recurso à análise das gravações efetuadas, considerando que as tarefas apresentadas como externas correspondem a atividades com potencial de serem realizadas externamente a nível processual, mas que na situação atual, e por limitações organizacionais e de recursos, são realizadas pelo operador de forma interna.

Assim sendo, e associado à falta de normalização do *standard* de trabalho, o operador não apresenta um fluxo contínuo nas suas atividades e executa diversos movimentos desnecessários, o que se traduz numa perda de tempo superior à desejada. Posto isto, e como demonstrado na Figura 4.4, podemos averiguar que apenas 29 % do tempo total de troca de referência se encontra relacionado com atividades que podem ser realizadas com o equipamento em funcionamento.

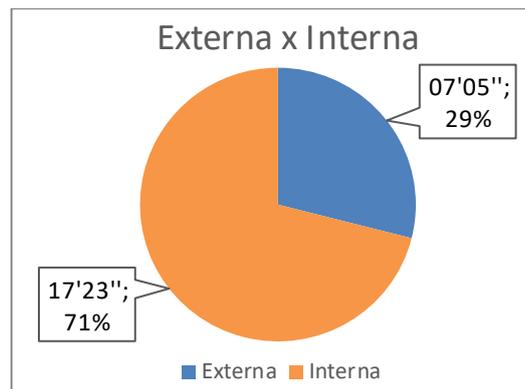


Figura 4.4. Duração Atividades Externas x Internas.

Posteriormente, tirando partido do pensamento crítico por parte dos elementos da equipa, procedeu-se à agregação das tarefas de *setup* em três períodos distintos, tal como demonstrado na Figura B1 do Apêndice B:

1. Trabalho externo que deve ser realizado antes da máquina parar;
2. Trabalho interno que, impreterivelmente, tem de ser executado com a máquina parada;
3. Trabalho externo que deve ser realizado após o arranque da máquina.

4.1.3. Etapa C: Externalização das Atividades Internas ao *Setup*

O foco primordial com a implementação da seguinte metodologia consiste na transição do maior volume de tarefas internas para externas, formulando um modo operatório no qual grande parte das atividades requeridas para a troca de referência possam ser executadas paralelamente com o funcionamento do equipamento. Assim sendo, a etapa C assume elevada preponderância na obtenção dos resultados desejados com o SMED.

Nas etapas precedentes do SMED foi efetuada a distinção das tarefas em função da potencialidade de serem realizadas a nível interno ou externo e, complementarmente, foram agregadas as diversas atividades em três períodos consoante a sequência de execução definida como mais vantajosa. Posto isto, na presente etapa, por sua vez, procurou-se alterar os métodos de trabalho e externalizar as tarefas internas para períodos anteriores ou posteriores ao *setup*, privilegiando ações cujo investimento monetário exigível fosse nulo.

A complexidade inerente à externalização de tarefas não se prende com a identificação da sua capacidade de execução com a máquina parada – realizado na etapa B –, mas sim com a formação e manutenção do hábito associado à realização das tarefas antes ou depois de se dar início à produção em série. Nos períodos de elevada carga de trabalho, devido à

agitação e falta de tempo, os colaboradores encontram-se sobrecarregados e tendem a descuidar a organização e sequência de trabalho definida. Posto isto, esta transição deve ser acompanhada por uma normalização do modo operatório e dos subprocessos adjacentes.

Certas tarefas, tais como a preparação e organização do material necessário para a realização do *setup* – calçar luvas, recolher material a ser produzido, furar *clichés*, lixar lâminas, selecionar moldes e tampões, colocar fita-cola no artigo e diluir a tinta – não necessitam de ser executadas enquanto o equipamento está parado, uma vez que não estão diretamente relacionados com o mesmo e, portanto, devem ser realizadas externamente antes da sua paragem. Por sua vez, o levantamento do material personalizado no final da estufa, a recolha dos componentes utilizados para a zona suja e a remoção do excesso da tinta consistem em tarefas que podem ser realizadas após a produção ter início.

Todavia, dado que no paradigma operatório atual existe apenas um operador associado a cada estação de trabalho e, na produção em série é necessário efetuar, continuamente, o abastecimento ao equipamento em intervalos de poucos segundos, considerou-se determinante a criação de um posto de ajudante ao *setup*, responsável por facilitar a generalidade das tarefas externas. Face à externalização das tarefas internas descritas e, conseqüente reorganização da sequência operacional, o tempo despendido em atividades externas desempenhadas por um ajudante de *setup* passou a ser de nove minutos.

Assim sendo e, partindo da análise aos dados obtidos no decorrer dos três meses iniciais de 2022, foi determinado o número de CCO's e, consecutivamente, trocas de referência executadas a cada hora do dia. Tendo em consideração o tempo requerido para o ajudante de *setup* executar as atividades externas, a existência de 64 dias de trabalho no período definido e uma margem de erro de 75%, resultante da variabilidade da procura e de fatores externos (pausas e deslocações), calculou-se o número mínimo de ajudantes essencial para satisfazer a demanda. Atendendo a que o procedimento definido para a preparação do *kit* de troca de referência é aplicável para as diversas máquinas de tinteiro aberto, considerou-se valiosa a introdução de ajudantes de *setup* neste conjunto de postos de trabalho.

Como se pode verificar pela Figura 4.5, no período pertencente ao turno 1 (6h-14h30) são necessários dois ajudantes de *setup*, enquanto no segundo turno apenas se considera adequado um. De salientar que estes cálculos foram efetuados para a situação em que todas as máquinas desta tipologia se encontram em funcionamento, ou seja, o número de ajudantes requeridos encontra-se diretamente dependente da quantidade de máquinas a operar.

Horas	Nº CCO's	NºCCO's/Dia	Nº Min/hora	NºAjudantes	Nº Dias de Trabalho	64
5	183	2,86	25,73	1		
6	442	6,91	62,16	2	Tempo Ajudante/Setup	9 min
7	414	6,47	58,22	2		
8	444	6,94	62,44	2	Variabilidade	75%
9	375	5,86	52,73	2		
10	374	5,84	52,59	2		
11	343	5,36	48,23	2		
12	297	4,64	41,77	1		
13	381	5,95	53,58	2		
14	259	4,05	36,42	1		
15	162	2,53	22,78	1		
16	157	2,45	22,08	1		
17	161	2,52	22,64	1		
18	168	2,63	23,63	1		
19	175	2,73	24,61	1		
20	76	1,19	10,69	1		
21	136	2,13	19,13	1		
22	102	1,59	14,34	1		
23	38	0,59	5,34	1		

Figura 4.5. Cálculo do Número de Ajudantes de *Setup*.

A padronização das operações que devem ser realizadas num processo de troca de referência, não só pelo ajudante como também por parte do operador principal, assume um papel de elevado relevo na garantia de que se efetua o *setup* sempre de acordo com a sequência estabelecida, assegurando assim que melhorias já implementadas continuem a ser realizadas e a ocorrência de desperdícios seja minimizada. Além disso, a criação de documentação com os modos operatórios, nos quais devem contemplar todas as atividades, sequência de execução e ferramentas, são também importantes na formação de novos colaboradores externos ou provenientes da rotatividade de recursos humanos dentro da organização.

Posteriormente à externalização das tarefas internas e à normalização do modo operatório, verificou-se uma redução significativa do tempo de *setup*, no entanto, inferior ao objetivo delineado inicialmente. Assim, numa análise crítica estruturada em sessões de *brainstorming* e, atendendo às sugestões de melhoria propostas por parte dos operadores, deu-se início à otimização das variadas tarefas de *setup*.

4.1.4. Etapa D: Simplificação das Tarefas de *Setup*

No decorrer da implementação do SMED, com recurso à contínua observação do processo de troca de referência, foram detetados diversos constrangimentos à obtenção dos resultados desejados. Além disso, através da observação participativa e sessões de *brainstorming*, realizou-se um levantamento das dificuldades sentidas pelos operadores e

procedeu-se à identificação de possíveis oportunidades de melhoria. Desta forma, na presente etapa procura-se simplificar as tarefas inerentes ao *setup* e reduzir os desperdícios, minimizando assim, o tempo despendido em atividades que não acrescentam valor para o consumidor.

Dado a panóplia de oportunidades de melhoria processuais identificadas e com vista à seleção das ações a implementar primeiramente, elaborou-se uma matriz de prioridade com base no esforço necessário e no impacto que cada uma terá no *setup* – Tabela 4.2.

Tabela 4.2. Matriz de Prioridade das Oportunidades de Melhoria ao *Setup*.

	Esforço Reduzido	Esforço Elevado
Alto Impacto	<ul style="list-style-type: none"> • Redefinição do <i>layout</i> da zona de preparação de <i>kits</i>; • Organização, por máquina, das CCO's e <i>clichés</i>. • Plano de formação para os operadores; • Aquisição de banheiras e lâminas extra; • Organização da WS (5S); • Afixação dos modos operatórios nas WS; • Verificação dos <i>pantones</i> por parte da secção de Tintas; • Criação de um ficheiro para o registo de causas de reabertura de <i>clichés</i> e/ou alteração de <i>pantone</i>; 	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de molde universal para produtos com maior saída; • Mecanismo para centrar o logotipo com o artigo na tarefa de afinação;
Baixo Impacto	<ul style="list-style-type: none"> • Contador de peças à saída da estufa; • Etiquetar estantes de armazenamento dos componentes; 	<ul style="list-style-type: none"> • Uniformização das ferramentas a utilizar; • Eliminar preenchimento da folha de obra e do ficheiro <i>Kaizen</i>; • Sistema de comunicação entre ajudante e operador;

As oportunidades de melhoria consideradas de esforço elevado não foram abordadas numa primeira instância, visto que se procurava executar as ações num curto intervalo de tempo para fazer face à elevada quantidade de encomendas que se avizinhava. Começou-se então pela concretização de todas as oportunidades que requeriam esforço reduzido e resultavam num elevado impacto no indicador definido – tempo de *setup*.

Um dos principais desperdícios relacionados com o pensamento *lean* consiste no transporte, que está diretamente associado à movimentação desnecessária, quer de operadores, como também de materiais. Assim, tendo em conta o Diagrama de *Spaghetti* apresentado previamente na Figura 4.3, constatou-se a ocorrência de diversas movimentações maioritariamente evitáveis, associadas à atividade externa de preparação do *kit* que, por sua vez, induzem num elevado tempo não produtivo despendido.

Após a análise das suas eventuais causas verificou-se que se devem, principalmente, à falta de organização causado pelo posicionamento aleatório dos componentes no chão de fábrica e à falta de um fluxo contínuo desde a seleção da CCO a entrar em ambiente produtivo até à atividade de entrega do *kit* final na estante de armazenamento. Por conseguinte, considerou-se valioso para a simplificação das tarefas de *setup* a redefinição do *layout* da zona de preparação de *kits* e a utilização da ferramenta 5S – como, por exemplo, se pode constatar pela Figura 4.6 –, não só nesta zona como também na célula produtiva.



Figura 4.6. Exemplo de Aplicação de 5S no Armazenamento de Moldes.

Com a redefinição do *layout* da zona de preparação de *kits*, ilustrado na Figura 4.7, o ajudante de *setup* passaria a realizar as tarefas definidas num fluxo contínuo, eliminando assim, os desperdícios associados à movimentação excessiva. O procedimento da sua atividade consiste, numa primeira instância, em recolher a caixa preparatória e selecionar a

CCO a entrar em linha, sendo previamente agrupada e ordenada no separador correspondente à máquina na qual se fará a produção. De seguida, é selecionado o *cliché*, também organizado por máquina, e o tampão mais adequado ao tipo de personalização e ao produto, como se pode ver na Figura 4.8. Imediatamente a seguir, com recurso a um furador pneumático é furado o *cliché*, lixada a lâmina por via de duas lixas de água, e inserida a banheira na estante apresentada na Figura 4.9. O ajudante também é responsável por recolher o material proveniente da logística interna, após desembalado, e retirar uma unidade na qual coloca fita-cola para o operador, posteriormente, realizar as afinações de posição e *pantone*. Quando o operador alerta o ajudante de que está a terminar a CCO, este procede à pesagem da quantidade de tinta indicada pela secção de Tintas, à colocação de diluente e endurecedor e, por fim, à introdução da mistura na banheira. Estando o *kit* de preparação completo é efetuada a sua entrega diretamente no posto de trabalho, de modo que o operador inicie a atividade produtiva da CCO seguinte sem perdas de tempo.

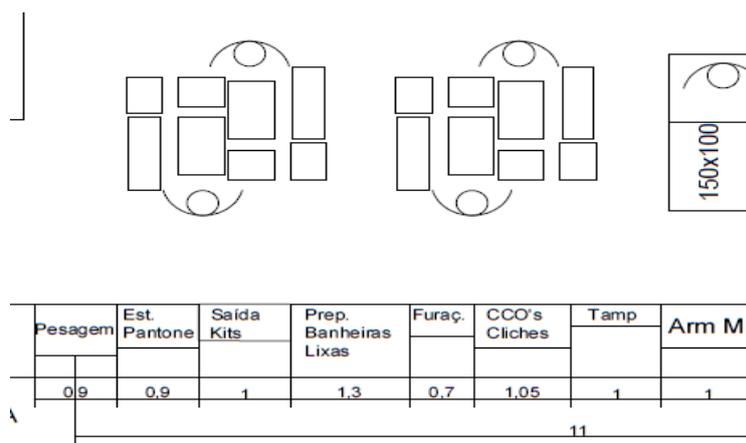


Figura 4.7. Layout da Zona de Preparação de Kits.



Figura 4.8. Organização de Tampões, CCO's e Clichés.



Figura 4.9. Estante “Saída Kits”, por máquina.

Complementarmente, a nível de tarefas externas: procedeu-se à aquisição de banheiras e lâminas extra, de modo que o ajudante não tenha de esperar que as mesmas sejam lavadas antes de preparar o *kit* da próxima produção; atribuiu-se à secção das Tintas a tarefa de verificar todos as misturas existentes em *stock* e conferir se a cor está igual à apresentada no livro de *pantones*; criou-se um ficheiro onde sempre que se pede uma alteração de *pantone* ou reabertura de *cliché* se identifica a causa do mesmo de modo a mitigar o problema.

No que diz respeito às atividades realizadas pelo operador de máquina, constatou-se que se despendia de muito tempo na procura do material indispensável para a troca de ferramenta, principalmente devido à desorganização da mesa de trabalho e ao excesso de material supérfluo misturado com o requerido. Com isso, apurou-se a importância de implementação da metodologia 5S aliada à gestão visual no posto de trabalho.

Como esclarecido no enquadramento teórico, a base determinante para o sucesso da implementação do 5S recai na responsabilidade de assegurar uma boa execução de cada um dos seus passos:

1. A primeira etapa, *Seiri*, assume como principal objetivo a identificação das ferramentas existentes no local de trabalho e a remoção daquelas que possam representar um obstáculo ao processo. De forma crítica, devem ser questionadas as necessidades a nível de material e a sua frequência de

utilização. Assim, foi identificada a existência de material supérfluo e obsoleto que não acrescenta valor em estar presente na WS;

2. Na segunda etapa, *Seiton*, procede-se à identificação e ordenação das ferramentas que foram consideradas imprescindíveis ao *setup*, de modo a simplificar o seu acesso e utilização, em função do grau de utilização – Figura 4.10;



Figura 4.10. Etapas do 5S: *Seiri* e *Seiton*.

3. A terceira etapa, *Seiso*, diz respeito à procura contínua pela limpeza do ambiente de trabalho, com o intuito de expor anormalidades adjacentes ao seu funcionamento expectável. Para isso, foi elaborado um escalonamento semanal dos responsáveis por assegurar o cumprimento das normas de limpeza, não só das máquinas, como também dos diversos componentes utilizados, desde as ferramentas até aos tampões e moldes;
4. Posteriormente, *Seiketsu* é a etapa do 5S referente à padronização e manutenção do conjunto de medidas propostas e efetuadas nas etapas anteriores. Consiste na documentação, de forma simples, das tarefas a realizar pelos colaboradores e na indicação dos fatores a ter em consideração para assegurar o sucesso da metodologia, como ilustrado na Figura 4.11. Considera-se valioso escutar as ideias, preocupações e sugestões dos colaboradores para otimizar a documentação;

Planeamento Diário de Limpeza da Tampografia - Turno 1							
Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Daniela, Dora e Judite: Apoio aos grupos		
Ana Carolina	Renata Almeida	Sara Martins	Mónica Oliveira	Thaís Souza			
Rafael Neto	Rangel Santos	Gonçalo Simões	Rafael Protásio	Angélica Teixeira			
Diogo Morais	Margaux Arromba	Gonçalo Cruz	Paola Domador	Patricia Esteves			
Micael Rasteiro	Fernanda Silva			Goreti Soares			
Tarefa A	Lavagem de banheiras e espátulas. (Nota: Caso não haja muito material para lavar, dar apoio a outro grupo).						
Tarefa B	Arrumação, no local apropriado, de todas as banheiras, lâminas, moldes, clichés, tampões e espátulas (após lavagem).						
Tarefa C	Desinfetar e organizar todas as estações de trabalho. Verificar se todos os equipamentos estão desligados.						
Tarefa D	Reciclagem dos materiais defeituoso e dos diversos resíduos nos contentores exteriores.						
Tarefa E	Arrumar nas respetivas estante todos os vasos, caixotes e cestos de preparação de kits que não estejam em utilização.						
MÊS JUNHO		MÊS JULHO		MÊS AGOSTO		MÊS SETEMBRO	
Tarefa A	Grupo 1	Tarefa A	Grupo 4	Tarefa A	Grupo 3	Tarefa A	Grupo 2
Tarefa B	Grupo 2	Tarefa B	Grupo 1	Tarefa B	Grupo 4	Tarefa B	Grupo 3
Tarefa C	Grupo 3	Tarefa C	Grupo 2	Tarefa C	Grupo 1	Tarefa C	Grupo 4
Tarefa D	Grupo 4	Tarefa D	Grupo 3	Tarefa D	Grupo 2	Tarefa D	Grupo 1
Tarefa E	EMBALAGEM	Tarefa E	EMBALAGEM	Tarefa E	EMBALAGEM	Tarefa E	EMBALAGEM

Figura 4.11. Etapas do 5S: *Seiso* e *Seiketsu*.

- Por fim, a última etapa de seu nome *Shitsuke* prende-se com a disciplina e a motivação para garantir que as boas práticas definidas vão ser continuamente aplicadas e promovedoras da melhoria contínua. Com vista a assegurar a sustentabilidade das ações implementadas, foi proposta a realização de auditorias quinzenais para avaliar a qualidade dos resultados obtidos e o empenho dos colaboradores.

Paralelamente, e em relação às afinações do logotipo com o artigo, de acordo com a maquete aprovada pelo cliente, verificou-se que esta atividade é responsável por cerca de 40% do tempo consumido em atividades de *setup*, pelo que constitui um ponto de elevada importância para a redução do tempo despendido em tarefas internas. Dadas as características arcaicas dos equipamentos de personalização, considerou-se de elevado esforço a implementação de um mecanismo, como por exemplo um feixe de laser, para definir com precisão milimétrica a posição central do artigo e torná-la coincidente com o local onde o tampão vai incidir. Posto isto, foi solicitado à equipa de Manutenção da Stricker o estudo e orçamentação desta possibilidade, tal como da calibração do sistema de regulação de posição numa primeira instância e, posteriormente, a averiguação da uniformização das ferramentas a utilizar, a implementação de um contador à saída da estufa e a criação de um molde universal para as famílias de produtos com maior saída – material de escrita (lápiz e canetas de plástico, metal ou papel) representam 60% do volume produzido.

De modo a consolidar as diversas alterações ao modo operatório que antecedia a implementação da metodologia SMED, foi fundamental elaborar um plano de formação para os colaboradores, bem como proceder à realização de múltiplas auditorias diárias – objetivo primário de contrariar a resistência à mudança e assegurar o cumprimento da sequência otimizada. O plano de formação delineado contém uma vertente teórica – descrição do procedimento operatório, de modo a instruir sobre a sequência definida – e uma vertente técnica – formação referente ao modo de execução das diversas atividades de *setup*, com o objetivo de minimizar o tempo despendido na realização das tarefas – sendo que, posteriormente, se atribuiu uma classificação entre 0 e 4 a cada operador que, usualmente, se encontra a operar nas máquinas do âmbito do projeto. De salientar que a formação é contínua e efetuada até que o objetivo principal – atribuição do grau máximo a todos os colaboradores – seja cumprido. A classificação 0 corresponde à situação em que o operador não cumpre com o *standard* e, em contraste, o grau 4 representa um colaborador designado como especialista naquilo que é a realização das diversas tarefas seguindo o *standard* e atingindo resultados acima do objetivo (*setup* < 13,6 min).

A normalização dos processos produtivos assume um papel crucial para fomentar as melhorias implementadas e para potenciar a capacidade produtiva do equipamento. Assim, com vista a assegurar o cumprimento da sequência de trabalho estabelecida como sendo a versão mais otimizada para a redução do tempo de *setup*, procedeu-se à normalização do *standard* de trabalho. Este foi implementado em cada posto de trabalho, contendo a sequência de operações a realizar pelo operador e pelo ajudante de *setup* – Figura 4.12.

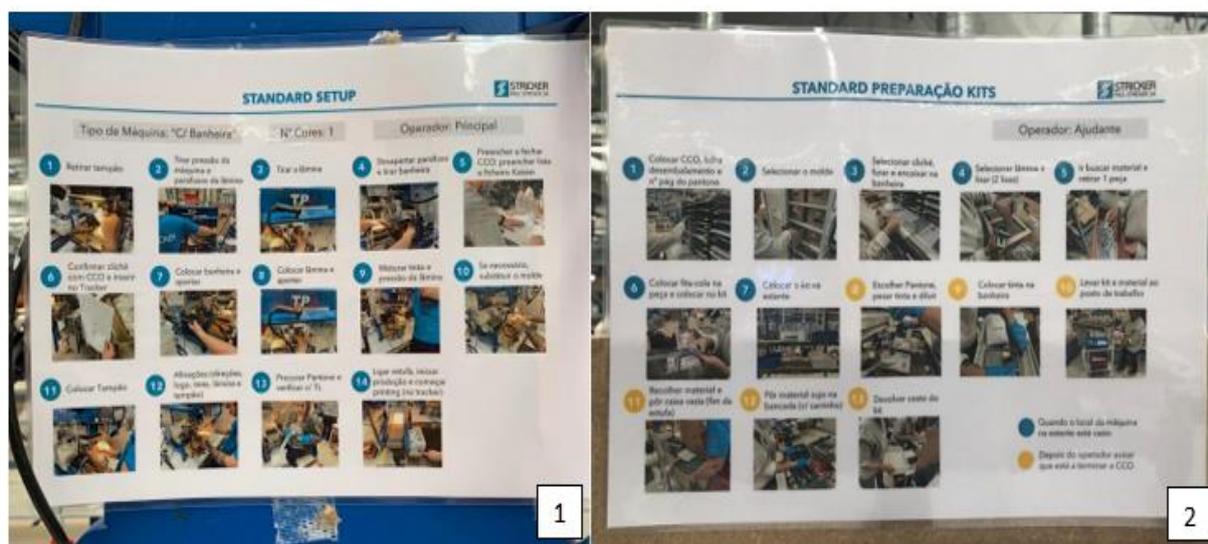


Figura 4.12. Modo Operatório do Operador de Máquina (1) e do Ajudante de *Setup* (2).

4.2. PROJETO II: *Line Design* com recurso ao VSM

No presente subcapítulo, referente ao projeto de melhoria de *Line Design* na secção de *Transfer*, o principal objetivo consiste no aumento da produtividade e na melhoria do nível de serviço médio para uma das famílias de produtos recentemente inseridas no catálogo. Complementarmente, também se pretende diminuir o desperdício adjacente ao processo, contrariar a variabilidade entre operadores, não só relativamente ao número de peças produzidas por hora como também ao seguimento do *standard* de trabalho, reduzir a área ocupada pelas estações de trabalho e a necessidade de retrabalho.

Perspetivando um maior conhecimento de todo o processo produtivo, e tendo como propósito a identificação das áreas críticas no decurso da cadeia de valor e a otimização do fluxo produtivo, foi desenvolvido o mapeamento gráfico de todas as ações com recurso à ferramenta metodológica *Value Stream Mapping*.

A aplicação do VSM deve ser efetuada por uma equipa multidisciplinar, que englobe conhecimento técnico relativamente ao processo produtivo e familiarização com a implementação da ferramenta. Assim, com detalhe, explora-se todo o fluxo pelo qual um produto passa ao longo da cadeia de valor, expõem-se as ineficiências pela representação de cada ação existente no fluxo de materiais e, adicionalmente, é representado graficamente um mapa do estado futuro desejado para alcançar os objetivos inicialmente estipulados.

4.2.1. Definição do Âmbito de Aplicação

Dado a grande diversidade de produtos personalizáveis em *Transfer* e, de modo a tornar este projeto focalizado, foi necessário analisar quais as principais referências produzidas, no período compreendido entre a semana 48 de 2021 e a semana 17 de 2022, e agrupá-los por famílias de produtos. Posteriormente, efetuou-se uma análise ABC para averiguar entre essas famílias de produtos quais é que apresentam uma maior relevância no volume produtivo total, definindo assim, o âmbito de aplicação do projeto *Line Design*.

A análise ABC ou de *Pareto*, concebida pelo economista italiano Vilfredo Pareto, representa uma ferramenta de análise estatística cujo objetivo consiste na divisão dos produtos de um inventário em três classes (A, B ou C) consoante a quantidade de unidades produzidas, o número de encomendas e a sua preponderância no volume total produtivo. Tal como representado na Figura 4.13, referente à análise ABC para as famílias de produtos afetas à secção de *Transfer*, cerca de 14% do montante total de famílias perfazem 75% da

quantidade total de unidades produzidas e, portanto, são consideradas de classe A – alto valor para a organização e elevada procura no mercado.

Como referido na secção 3.3 – Identificação de Projetos de Melhoria, com a realização do projeto II procura-se otimizar o fluxo produtivo de uma família de produtos com claras ineficiências e, por outro lado, que assuma um peso significativo no volume total de encomendas. Posto isto, e atendendo a que as primeiras sete famílias de produtos descritas correspondem a artigos existentes nesta unidade produtiva há muito tempo e na qual já foram realizadas algumas ações tendo por base a melhoria do fluxo, considerou-se valiosa a designação da família de produtos *Drinkware* (produto com um crescimento acentuado no volume total de encomendas no decorrer do segundo trimestre de 2022) – Figura 4.14 – como âmbito central do projeto.

	Família de Produtos	Quantidade	Nº CCO's	Lote Médio	% Total	ABC %	ABC
2							
3	Keychains	357 933	976	367	19%	19%	A
4	Bags	214 138	1 099	195	12%	31%	A
5	Sacos de Compras Algodão	170 076	433	393	9%	40%	A
6	Sacos de Compras Non-woven	133 358	225	593	7%	47%	A
7	Bonés	113 810	199	572	6%	54%	A
8	Sacos Tipo Mochila	89 742	215	417	5%	58%	A
9	Blocos	60 681	222	273	3%	62%	A
10	Drinkware	59 239	182	325	3%	68%	A
11	Acessórios – Outros	58 384	129	453	3%	65%	A
12	Kids	48 768	153	319	3%	71%	A
13	Acessórios - Inverno	40 490	129	314	2%	73%	A
14	Personal & Travel	37 966	114	333	2%	75%	A
15	Office	33 798	233	145	2%	77%	B
87	Kids; Home	13	1	13	0%	100%	C
88	Calças	5	1	5	0%	100%	C

Figura 4.13. Segmento da Análise ABC das Famílias de Produtos em *Transfer*.



Figura 4.14. Família de Produtos: *Drinkware* (Stricker, 2022).

Sendo a produtividade, isto é, o número de unidades personalizadas no período de laboração, o elemento central a otimizar no presente projeto, torna-se fundamental calcular o seu valor médio atual para posteriormente, no estado futuro, se mensurar o seu incremento. Assim sendo, e recorrendo aos dados do *Tracker* no decorrer dos três primeiros meses de 2022, foi calculado esse valor, tendo sido definida a *baseline* equivalente a 129,2 pcs/h.

4.2.2. VSM do Estado Atual

Uma vez que a personalização de *Drinkware* representa um processo novo, diferenciado dos demais e sem antecedentes na empresa, encontra-se mais suscetível ao aparecimento de desperdícios e, conseqüentemente, a oportunidades de melhoria a implementar na visão futura. No entanto, até ao momento de realização da presente Dissertação, não havia sido realizada nenhuma análise focada na identificação dos problemas existentes, de forma a averiguar se o processo é sustentável ou pode ser efetivamente melhorado. Assim, após um forte contacto com o chão de fábrica e uma análise pormenorizada de todos os intervenientes e todas as operações associadas, procedeu-se ao mapeamento do fluxo de valor do estado atual.

No mapeamento do fluxo de valor, pela aplicação da ferramenta VSM, devem constar representados os seguintes elementos: cliente, fornecedores, áreas de produção envolvidas, tarefas a executar, tempos parciais (tempo de ciclo, tempo de tarefas com VA e tempo de *setup*), fluxo informativo e fontes de desperdício passíveis de serem eliminadas.

Como descrito no subcapítulo 3.1.1.3, o processo de personalização na técnica produtiva de *Transfer* encontra-se dependente da secção de Serigrafia de Grandes Formatos, responsável pela produção, em paralelo, do papel de *Transfer* com o logotipo a ser impresso. Dado que o âmbito do projeto de otimização apenas se foca na técnica principal, a análise de forma detalhada será restringida às tarefas ocorrentes diretamente nesta secção. Sucintamente, a personalização de *Drinkware* contempla dois colaboradores por turno – um na estação auxiliar e o outro associado à estação de trabalho – e é caracterizado pelas seguintes tarefas principais:

1. Abrir a caixa IN, remover o *poly bag* e retirar a manga envolvente de cada garrafa (estação auxiliar);
2. Recolher a caixa IN e transportá-la para a estação de trabalho;

3. Vestir uma manga no tampo 1, colocar papel de *Transfer* (gerado numa linha capacitiva) com o logotipo aprovado pelo cliente sob a mesma, e acionar o pedal de prensagem – representado na Figura 4.15;



Figura 4.15. Máquina de Prensagem (1) e Tampo com a Manga + Papel de *Transfer* (2).

4. Durante o tempo de prensagem, repetir tarefa 3 no tampo 2;
5. Remover papel de *Transfer* e colocar a manga personalizada na caixa OUT;
6. No final da CCO, transportar a caixa OUT para a estação auxiliar;
7. Repor as mangas personalizadas nas garrafas e inserir o *poly bag* inicial.

A existência de um supermercado, próximo da estação de desembalamento, com quatro abastecimentos diários permite garantir que, caso o planeamento seja bem realizado, o nível de *stock* presente na secção é superior ao número de unidades a personalizar, por uma margem correspondente ao *safety stock*, eliminando assim, quebras de produção derivadas de falta de material.

Para a obtenção dos tempos parciais de cada operação, com a precisão desejada, foram cronometrados, via gravação de vídeo e posterior análise, entre cinco a dez ciclos de realização de cada tarefa. Foi considerado preponderante a verificação de diversas repetições devido à variabilidade inerente a fatores externos que interferem na exatidão dos valores obtidos. Assim, para a definição dos tempos parciais e do tempo de ciclo a registar no VSM, removeu-se da listagem de repetições os *outliers*, por excesso ou defeito, e calculou-se o seu valor médio tendo em conta os restantes dados.

Deste modo, em função dos elementos descritos previamente, encontra-se ilustrado na Figura 4.16 o *Value Stream Mapping* representativo do estado atual do fluxo produtivo de *Drinkware*.

intervalo temporal. É expectável que este processo seja cíclico e siga uma abordagem *Kaizen*, isto é, assente na ideia de que há sempre margem para progresso.

Partindo das dificuldades assinaladas durante o mapeamento da cadeia de valor atual, e das preocupações manifestadas pelos colaboradores, foram identificadas as principais causas inerentes ao corrente valor da produtividade, possibilitando assim, a definição de ações fundamentais para eliminar desperdícios e melhorar as condições de trabalho numa visão futura. Essa visão centra-se, essencialmente, nas alterações compiladas na Tabela 4.3:

Tabela 4.3. Quadro de Desperdícios e Ações a Implementar.

Descrição da Tarefa	Desperdício Identificado	Ação a Implementar
D1- Separar a garrafa da manga a personalizar.	Tempo despendido a remover a manga.	Mecanismo que possibilite a personalização da garrafa com a manga colocada.
D2- Transportar caixa com as mangas para a WS.	Movimentação do operador a realizar atividades sem valor acrescentado.	Eliminar o <i>muda</i> de transporte com a realização do desembalamento junto da máquina.
D3- Abastecimento da célula produtiva.	Movimentação excessiva e pouco ergonómica por parte do operador.	Bordo de linha frontal.
D4- Prensagem do artigo com o logotipo desejado.	Apenas se prensa 1 artigo de cada vez.	Criação de um molde duplo que permita a prensagem de 2 artigos em simultâneo.
D5- Prensagem do artigo com o logotipo desejado.	Tempo de prensagem é superior ao tempo de abastecimento do outro molde.	Revisão dos parâmetros de prensagem, de modo que o operador não espere pela máquina.
D6- Armazenamento das mangas personalizadas na estação auxiliar.	Indefinição de zona de entrada e saída de material para expedição.	Gestão visual de modo a identificar o IN/ OUT.
D7- Recolocação das mangas personalizadas nas garrafas.	Manipulação excessiva do material.	Mecanismo que possibilite a personalização da garrafa com a manga colocada.
D8- Remover <i>poly bag</i> das garrafas.	Desperdício ambiental associado ao uso evitável de plástico.	Averiguar com o departamento do Produto a compra/ venda de garrafas sem <i>poly bag</i> .

Por conseguinte, na Figura 4.17 é apresentado o VSM representativo do estado futuro idealizado para a personalização de *Drinkware*, tendo sido elaborado considerando a capacidade de implementação das melhorias identificadas a curto/ médio prazo. Observa-se, pela comparação com o VSM da situação atual, uma redução considerável do tempo de ciclo associado à mitigação das tarefas auxiliares, libertando o colaborador para outras funções. No entanto, dado que o modelo de negócio da empresa consiste na realização de encomendas personalizadas, ou seja, sem nunca ocorrer produção para *stock*, não é notório uma redução de WIP entre as distintas tarefas.

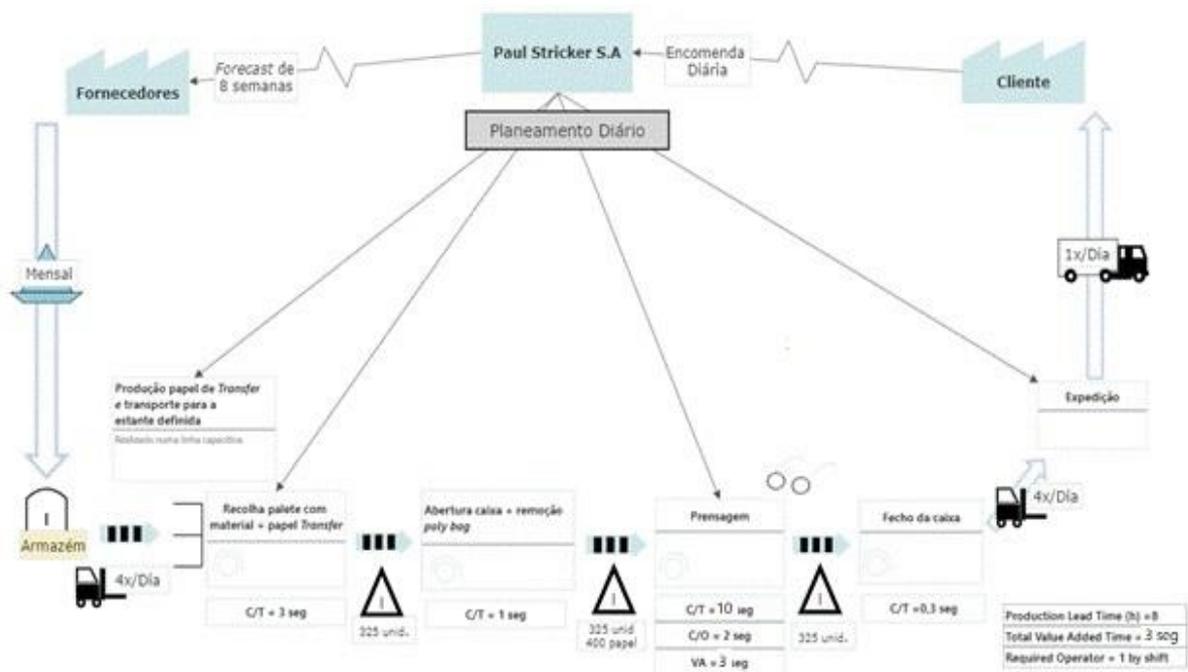


Figura 4.17. VSM da Visão Futura.

4.2.4. Exposição e Implementação de Ações de Melhoria

Para a concretização do VSM futuro, procedeu-se à análise minuciosa das causas raíz associadas aos desperdícios que constroem a personalização de um maior volume de unidades por hora, sem descurar na qualidade dos produtos e no bem estar dos colaboradores. Posto isto, e de modo a colocar em prática as propostas de melhoria sugeridas, foi fundamental elaborar um plano de ação com priorização das atividades a implementar. Das ações enumeradas na Tabela 4.3, considerou-se vantajoso privilegiar aquelas cujo impacto a curto prazo fosse superior, sendo, no entanto, possível constatar que alguns dos problemas referidos podem ser solucionados através da mesma intervenção, como é o caso das tarefas D1, D4 e D7 e, por outro lado, D2 e D3.

Almejando a eliminação de atividades que não acrescentam valor para o cliente, e atendendo aos *bottlenecks* processuais – principais atividades de valor não acrescentado cuja preponderância no tempo de ciclo verificado é superior – estabeleceu-se como prioritário a atuação nesta vertente. Assim, perspetivou-se a criação de um molde que permitisse a personalização do artigo sem necessidade de extração da manga. Para isso, e tendo em vista a implementação da solução “ideal”, realizaram-se diversas simulações onde foram criadas e testadas, internamente, múltiplas *mockups* até ser estabelecida e encomendada a um fornecedor externo a versão definitiva. Complementarmente, e visando o objetivo principal de incrementar a produtividade, também se desenvolver um molde duplo que capacitasse o operador para personalizar dois conjuntos em simultâneo, como representado na Figura 4.18.

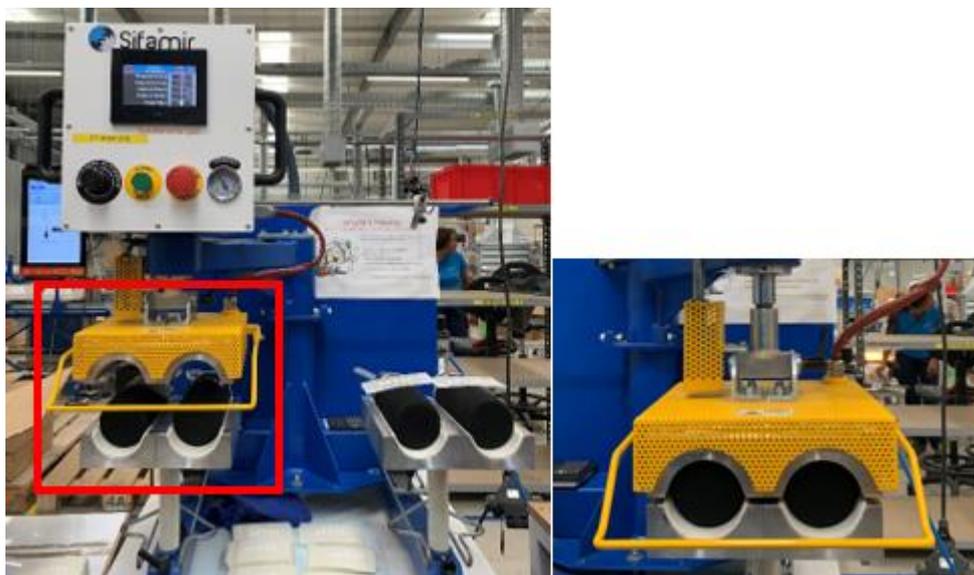


Figura 4.18. Molde Duplo do Estado Futuro.

Com a exclusão da tarefa de separação entre a garrafa e a manga e, conseqüentemente, a procura pela atenuação do desperdício associado à manipulação excessiva de um produto, verificou-se, por um lado, a redução do tempo despendido em atividades de valor não acrescentado e, por outro, a possibilidade do abastecimento de material por parte da logística interna ser realizado diretamente na célula produtiva. Assim, o posto de ajudante na estação auxiliar pode ser descartado, sendo que o operador de máquina fica responsável pela generalidade das tarefas: abertura da caixa e remoção dos *poly bags*; colocação do papel de *Transfer* e prensagem; colocação do *Drinkware* personalizado na caixa original; fecho da caixa e colocação na zona de expedição.

No que diz respeito aos parâmetros de prensagem – tempo, temperatura e pressão – considerou-se valiosa a execução de múltiplos ensaios, fazendo variar os três parâmetros até se comprovar qual a opção que permite obter personalizações nas melhores condições e com a qualidade desejada. Assim, constatou-se que, para esta família de produtos, os parâmetros que apresentam os resultados desejados são: tempo de prensagem = 6 segundos, pressão = 4 bar e temperatura = 140 °C.

Do diálogo com os colaboradores e com recurso a técnicas de recolha de dados, tal como a observação estruturada, foi perceptível a existência de algum desconforto e desorganização no posto de trabalho, levando a um excesso de movimentos inapropriados e pouco ergonómicos. Por consistir num processo em melhoria, elaborado para uma nova família de produtos com uma personalização distinta das demais, não foram tidos em conta conceitos de ergonomia até ao momento de realização da presente Dissertação. Por exemplo, o abastecimento da célula produtiva, no estado inicial, requer a elevação da caixa de *Drinkware* desde o nível do chão até à bancada de trabalho, numa abordagem em que o colaborador é que se adapta ao posto de trabalho e não o oposto, como deveria acontecer.

Assim, surgiu a necessidade de adaptação da WS ao colaborador, procurando reduzir o tempo gasto em atividades pelas quais o cliente não se encontra disposto a pagar, diminuir o risco de lesão a médio/ longo prazo e, também, minimizar a movimentação. De modo a eliminar os desperdícios mencionados, considerou-se vantajosa a criação de um bordo de linha frontal em cada lado da máquina (*rack* gravitacional⁴), contendo dois níveis e responsável pela articulação da entrada e saída de material entre a produção e a logística. Apesar desta ação assumir elevada preponderância na otimização do processo produtivo, durante o período de colaboração com a Stricker, não foi possível verificar a sua implementação. No entanto, foram estudadas diversas alternativas, desenvolvidas não só a nível interno, como também recorrendo a empresas externas, tendo sido obtida a conclusão de que a proposta desejada para a visão futura possui um formato similar ao representado na Figura 4.19.

⁴ *Racks* de fluxo gravíticas são manipulados pelo método FIFO (*first-in; first-out*) e indicados para situações de elevada rotatividade de material. As caixas são colocadas no piso superior e, pela força da gravidade, movem-se até uma zona próxima do operador. Confere uma melhor ergonomia ao operador e permite a separação entre zona de entrada e saída de material.

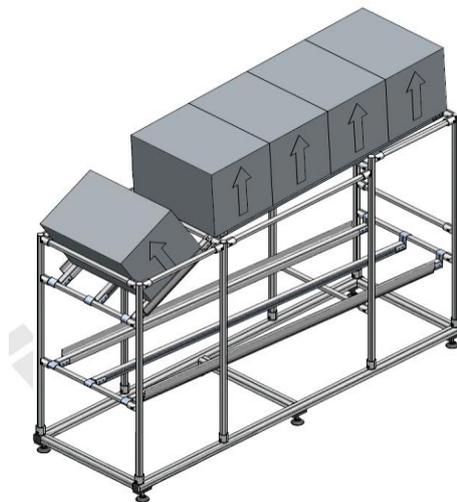


Figura 4.19. Modelo de Bordo de Linha para a Visão Futura.

Outra das ações a implementar no fluxo produtivo de *Drinkware* prende-se com a definição clara e objetiva dos locais de entrada e saída de material na secção de *Transfer*. Até à data verificava-se a falta de separação entre as caixas que continham o material por personalizar e o produto acabado, resultando em algumas reclamações devido à expedição para o cliente de artigos cuja personalização ainda não havia sido efetuada. Posto isto, e numa perspetiva de tornar a fábrica mais visual, promoveu-se a utilização de *zoonings* para delimitar a zona IN – onde a logística entrega o material duas vezes por cada turno – e, doutro lado distinto da secção, uma zona OUT – onde a logística efetua a recolha do material e, posteriormente, transporta para a área de expedição.

Por último, e indo ao encontro de uma das grandes missões da Stricker para o ano de 2022 – redução da pegada carbónica –, procurou-se implementar uma medida que vise a sustentabilidade do processo a nível ambiental. Com esse pensamento, para além do impacto adjacente à eliminação de alguns desperdícios, também se refletiu sobre a viabilidade de remoção do *poly bag* envolvente das garrafas, já que este tem uma função meramente protetora. Assim, em conjunto com o departamento do Produto e de Sustentabilidade, deu-se início ao estudo dessa hipótese e aos seus prós e contras, de modo a, subsequentemente, se entrar em contacto com os fornecedores e com os clientes.

4.2.5. Standardized Work Chart

Numa perspetiva similar à realização do VSM, cujo propósito consiste na deteção de desperdícios existentes numa situação inicial e, por conseguinte, na implementação de soluções que visem a sua eliminação na visão futura, também se recorreu à utilização de um

gráfico de trabalho padronizado para facilitar a documentação sobre a sequência de tarefas a realizar, conceder formação aos colaboradores e, por comparação entre versões, demonstrar as alterações efetuadas no decorrer do projeto, num formato mais real e visual.

Embora no subcapítulo 2.4.6, inserido no enquadramento teórico, tenha sido mencionado que esta ferramenta assenta em três elementos principais, é de salientar que essa premissa não é válida para todas as circunstâncias. Por exemplo, no caso em concreto do projeto descrito, o ritmo de produção não se guia pelo *Takt Time*, uma vez que, de acordo com a procura do cliente, o operador, numa situação inicial, já teria capacidade para a satisfazer. Assim, neste paradigma produtivo, o objetivo principal passa pelo aumento da produtividade e conseqüente redução do tempo de ciclo para o menor valor exequível.

Quanto ao *stock* padrão necessário – *smart stock* –, e derivado da grande variabilidade da procura, não é possível definir com exatidão um valor concreto de unidades requeridas para que o processo seja executado sem interrupções. Assim, a logística interna é responsável por realizar o abastecimento da célula produtiva, quatro vezes ao dia, com a quantidade de unidades a personalizar acrescido por um *stock* de segurança de 3%, no caso de ocorrência de falhas de personalização.

Assim sendo, na Figura 4.20 apresenta-se o gráfico de trabalho padronizado da situação inicial, composto por dois operadores, deslocações entre postos e a falta de uma definição clara da máquina de personalização a utilizar.

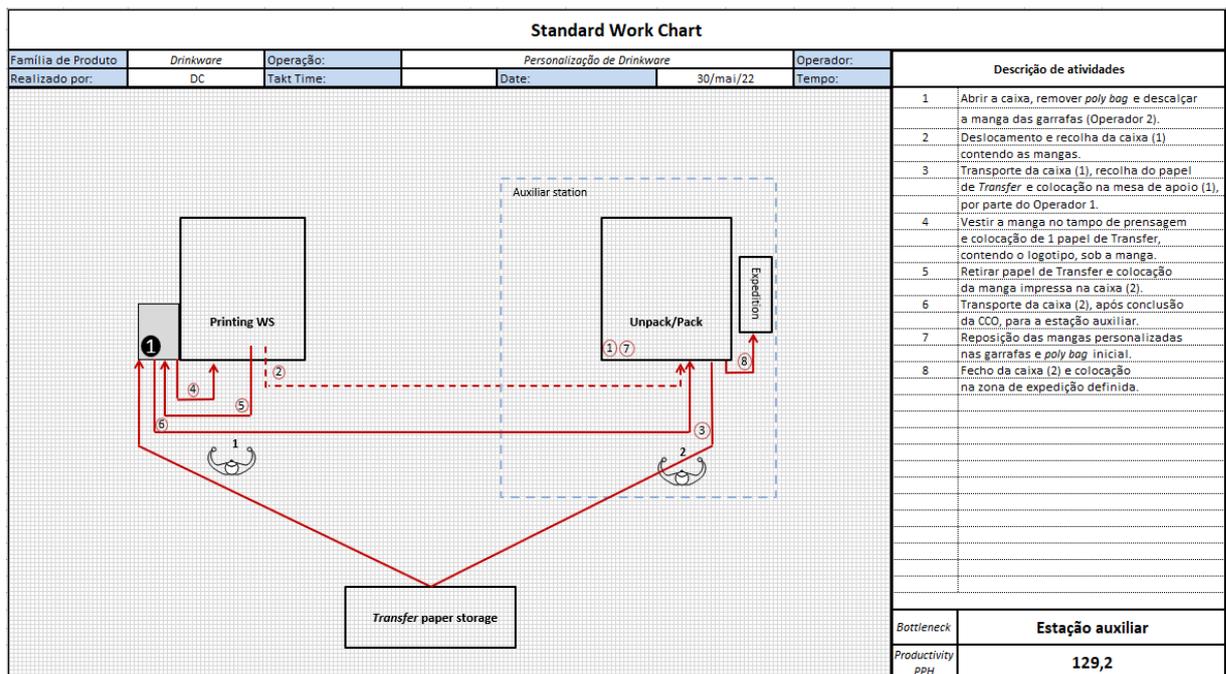


Figura 4.20. Gráfico de Trabalho Padronizado da Situação Inicial.

Com a implementação das melhorias propostas e indo ao encontro do VSM futuro ilustrado, foi elaborado um gráfico representativo dessa visão, onde essencialmente se verifica a existência de uma máquina exclusivamente dedicada a esta família de produtos (TRF_15), um abastecimento por via de uma *rack* gravitacional dos produtos e do papel de *transfer* e uma redução das tarefas a realizar – Figura 4.21.

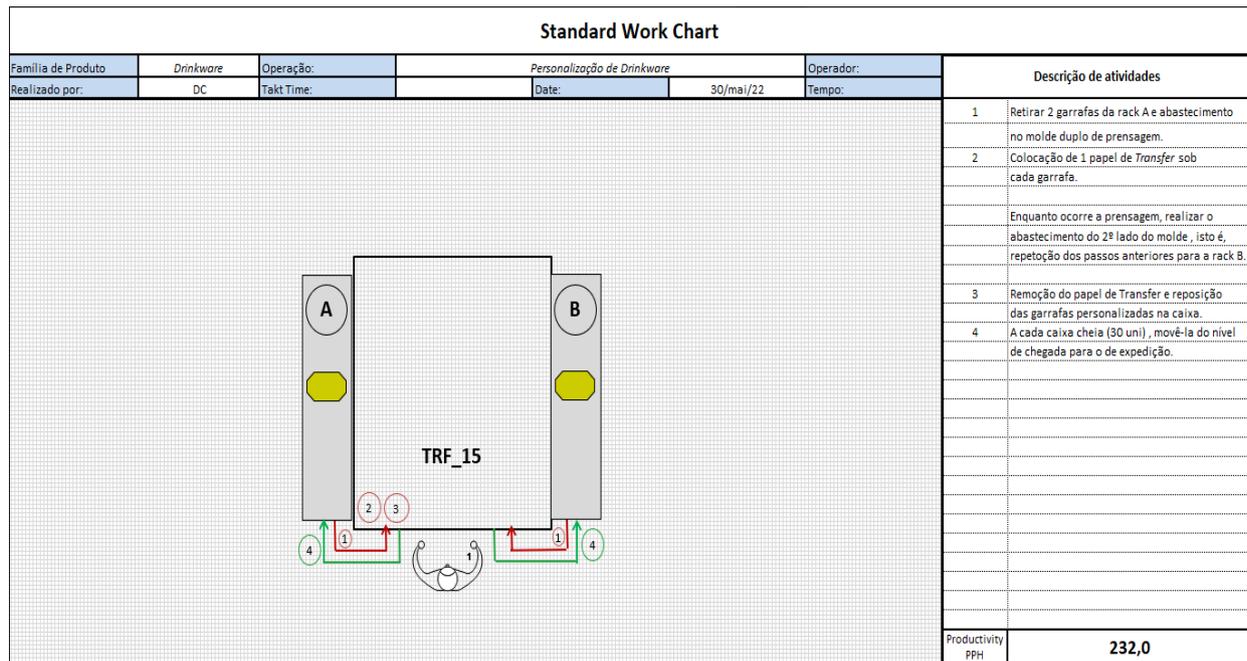


Figura 4.21. Gráfico de Trabalho Padronizado da Visão Futura.

5. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

O quinto capítulo da presente Dissertação contempla a apresentação dos resultados obtidos com a implementação de princípios e ferramentas *Lean* em duas das técnicas produtivas da Stricker, e a sua discussão no que diz respeito às métricas quantitativas e qualitativas inicialmente definidas. Para averiguar o seu desempenho são analisados, diariamente, um conjunto de indicadores fundamentais no que toca ao rastreamento de melhorias – *Key Performance Indicators*.

Essa análise diária é transmitida aos *team leaders* da secção e apresentada no chão de fábrica, sob a forma de gráficos de simples interpretação, com o intuito de realçar a importância que a empresa atribui aos projetos e motivar os colaboradores com o progresso alcançado. De forma complementar, realiza-se uma reunião com as equipas de trabalho de cada projeto semanalmente, onde se debatem temas como: resultados do conjunto de indicadores da semana transada; atualizações ao plano de ações a decorrer; análise do *feedback* proveniente dos colaboradores relativamente a sugestões ou dificuldades sentidas; necessidade de reajustar o *standard* de operação e próximos passos a serem executados.

A concretização das reuniões semanais aliado ao estabelecimento de auditorias diárias, numa instância inicial, teve um papel determinante para assegurar o comprometimento dos colaboradores com o âmbito dos projetos, garantir o seguimento do *standard* de trabalho e detetar com maior precisão os constrangimentos ocorrentes.

5.1. Resultados do Projeto I

A implementação da metodologia SMED na secção de Tampografia, complementada pelo contributo de diversas ferramentas *Lean*, tais como o diagrama de *Spaghetti* e a metodologia 5S, promoveu a concretização do objetivo definido – diminuição do tempo de *setup* em, pelo menos, 35%.

Com o intuito de facilitar a compreensão da variação dos tempos de *setup* ao longo das semanas, apresenta-se uma contextualização do período em que o projeto I decorreu. Este, teve início na semana 18 do ano de 2022, com o estudo exaustivo, no chão de fábrica, da situação atual. Seguidamente, na semana posterior, deu-se início à fase de implementação da metodologia, sendo que a simplificação das tarefas cujo impacto foi considerado elevado

e o esforço reduzido foi concluída na semana 21. Após essa semana, e baseado nas reuniões semanais com a equipa de trabalho, procurou-se otimizar alguns detalhes percebidos com a análise dos resultados e com o *feedback* dos colaboradores. Igualmente, também se deu início à execução das restantes oportunidades de melhoria identificadas na Tabela 4.2. Matriz de Prioridade das Oportunidades de Melhoria ao *Setup*.

A evolução do indicador referente à personalização de artigos a uma cor, nas máquinas PDP_07 e PDP_11, foi observada desde o período antecedente à realização do projeto I até à sua fase de estabilização, como demonstrado através da Figura 5.1.

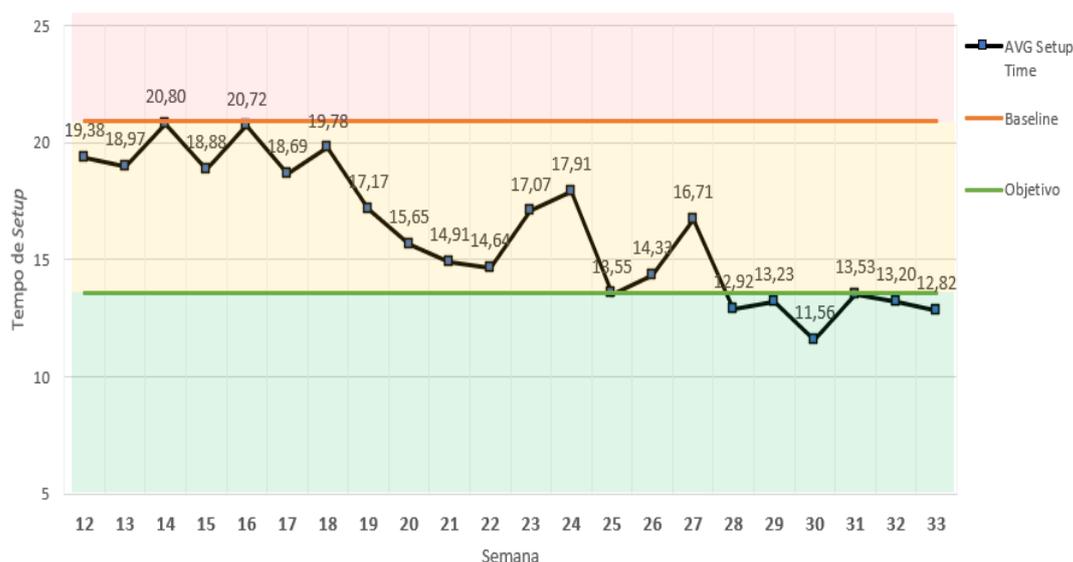


Figura 5.1. Evolução do Indicador – Tempo de *Setup*.

Partindo dos dados apresentados na Figura 5.1, é possível concluir que, ao longo do período apresentado, ocorreram quatro fases distintas em função da variação do indicador:

- W12 a W18: período antecedente à implementação do SMED, em que os resultados são condizentes com a *baseline* calculada, e tendem a ser constantes com uma variabilidade entre o valor máximo e o mínimo de, aproximadamente, 2 minutos;
- W19 a W22: fase de implementação da metodologia em que são efetuadas auditorias diárias e há um controlo sustentado no chão de fábrica, de modo a formar os operadores para o cumprimento da sequência de trabalho definida e para rapidamente mitigar os constrangimentos que fossem surgindo;
- W23 a W27: época em que se deu início ao projeto II e foi reduzido o acompanhamento na técnica de Tampografia, tendo sido notório diversas

fragilidades adjacentes às ações implementadas. Dado a inexistência de um *standard* de trabalho normalizado, com instruções claras e objetivas, verificou-se a ocorrência de oscilações no tempo de *setup*;

- W28 a W33: fase final do projeto em que se averiguou e reagiu às adversidades efetuadas nas semanas antecedentes. Foi normalizada a versão final da sequência de trabalho, não só do operador, como também do ajudante de *setup* e, especializou-se grande parte dos colaboradores na execução das suas tarefas, obtendo o grau 4 do plano de formação. Assim, alcançou-se a etapa de estabilização do projeto com o valor do indicador a ser inferior ao objetivo traçado ($setup < 13,60min$).

Partindo dos valores obtidos no decorrer das últimas 6 semanas, calculou-se o tempo médio para a atividade de troca de referência – aproximadamente, 13,53 min/*setup*. Atendendo a que, neste período foram realizadas 592 CCO's nas duas máquinas do âmbito de aplicação e que, a *baseline* do projeto é de 20,92 min/*setup*, foi calculado o tempo economizado com a redução deste indicador – equação (5.2).

$$\text{Tempo ganho} = 592 \times (20,92 - 13,53) = 4374,88 \text{ min} \cong 73h \quad (5.2)$$

Dado que o período de análise constitui uma época de baixo/médio volume de encomendas, considerou-se que a realização de 592 CCO's a cada 6 semanas representa um valor fidedigno da tendência de procura anual e pode ser utilizado como base de cálculo da estimativa dos ganhos – anualmente, corresponde à realização de 5071 CCO's. Assim, procedeu-se ao cálculo do ganho temporal e económico anual – contabilizando os dias em que a unidade produtiva da Stricker se encontra em funcionamento – como apresentado na Tabela 5.1. Tendo em consideração que, em média, um operador acarreta à Stricker o custo de 11,30€/hora, foram determinados os custos operacionais inerentes, exclusivamente, à redução do tempo de *setup*.

Tabela 5.1. Tempo Economizado com a Redução do *Setup*.

Estimativa de ganhos:	Temporal (h)	Económicos (€)
6 semanas (30 dias de trabalho)	73h →	≈ 825€
1 ano (257 dias de trabalho)	625h →	≈ 7063€/ano

O custo operacional não consiste numa receita direta para a empresa, visto que esta irá depender do mesmo montante com o colaborador embora na realização de outras tarefas. No entanto, cabe à empresa alocar o tempo economizado com a redução do principal indicador do projeto, na realização de atividades em que possa acrescentar valor e traduzir a estimativa de ganho em reais receitas.

A redução temporal anual afeta à realização de atividades de *setup*, causa impacto direto na capacidade produtiva das máquinas do âmbito central do projeto I. Isto é, a diminuição do tempo despendido em atividades sem valor acrescentado encontra-se intrinsecamente associada com a potencialidade de produzir um maior volume de encomendas anualmente e, por conseguinte, traduz-se num lucro económico superior. Baseado na análise de cadências produtivas dos operadores que laboraram nestas máquinas no decorrer do 1º semestre de 2022, concluiu-se que, em média, cada operador ronda a personalização de 690 unidades, sem defeito, por hora.

Assim, aliando a cadência média à economia de 625 horas anuais, é expectável o incremento do volume produtivo em cerca de 425 000 unidades por ano.

Relacionado com a redefinição do *layout* da zona de preparação de *kit* e a externalização de tarefas, determinou-se a melhoria percentual alcançada com a redução da distância percorrida, tanto pelo operador de máquina como também pelo ajudante de *setup* e, consecutivamente, o tempo total associado a esse deslocamento. Como se pode constatar pela Tabela 5.2, apesar da distância percorrida ter sofrido uma redução de 56,8%, o tempo respetivo despendido com esses deslocamentos é bastante considerável (72,5%).

Tabela 5.2. Melhorias Intrínsecas à Redefinição de *Layout*.

	<i>Layout Inicial</i>	<i>Layout Atual</i>	Melhoria[%]
Distância percorrida pelo operador de máquina (medida em passos)	131 passos	17 passos	56,8 %
Distância percorrida pelo ajudante de <i>setup</i> (medida em passos)	25 passos	39 passos	
Tempo despendido em deslocamentos no <i>setup</i> (s)	255 seg	70 seg	72,5 %

Inerentemente associado com as melhorias previamente demonstradas, também é perceptível o seu impacto em outras métricas quantitativas e qualitativas:

- Aumento do nível de serviço médio e, conseqüentemente, incremento da satisfação do cliente;
- Aumento da percentagem de atividades de valor acrescentado realizadas;
- Normalização do modo operativo de troca de referência;
- Decréscimo do número de reclamações referentes à qualidade de impressão;
- Menor fadiga diária dos colaboradores derivado da redução da distância percorrida;
- Incremento na motivação dos colaboradores pela participação num projeto que confere melhores condições e formação adequada para a realização das tarefas;
- Criação de uma cultura de melhoria contínua que, por sua vez, fomenta o envolvimento de todos os colaboradores e suscita a realização de novos projetos.

Apesar dos resultados obtidos terem sido bastante promissores, o tempo de *setup* permanece superior aos 10 minutos – valor de referência no que diz respeito à implementação do SMED. Assim, apuraram-se algumas das causas associadas a este fator e concluiu-se que se deve, essencialmente, à dificuldade de afinação do equipamento – tarefa interna que mais tempo consome no *setup* – uma vez que este consiste num equipamento pouco automatizado e apresenta um estado de conservação algo deteriorado derivado da

elevada utilização. De modo a colmatar este constrangimento, foi proposta a implementação das atividades de alto impacto e alto esforço compiladas na Tabela 4.3, apresentada no subcapítulo 4.2.3 – VSM do Estado Futuro – e que atualmente se encontram sob alçada da equipa de Manutenção.

5.2. Resultados do Projeto II

No presente subcapítulo, referente à apresentação dos resultados inerentes ao projeto II, procura-se avaliar a preponderância das diversas ações de melhoria implementadas na secção de *Transfer*. Para isso, foi definido um conjunto de indicadores capazes de abranger todas as vertentes de impacto: produtividade, desperdícios e satisfação dos colaboradores.

Este projeto teve início na semana 23 do vigente ano, através da análise da situação atual, com recurso ao VSM, e a identificação de oportunidades de intervenção. De seguida, foi delineado o plano de ações com o intuito de otimizar os diversos indicadores estipulados.

Essencialmente, a operação primordial que despoletou a otimização do fluxo produtivo, prende-se com a alteração do modo operatório com vista a eliminar a manipulação excessiva do material. Assim, partiu-se de um estado inicial em que existia a necessidade de remover a manga envolvente da garrafa numa estação auxiliar para, posteriormente, ser estabelecida a potencialidade de personalizar o *drinkware* diretamente no novo molde duplo implementado – introduzido na unidade produtiva da Stricker no decorrer da semana 27.

A avaliação da evolução do principal indicador – produtividade – foi determinado a partir dos dados do *Tracker* e encontra-se representado na Figura 5.2.

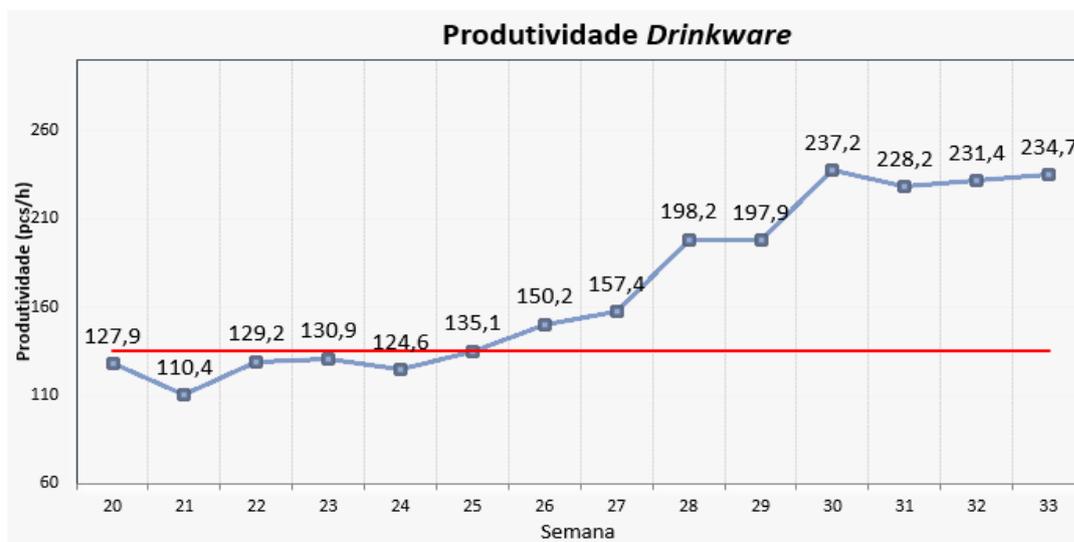


Figura 5.2. Evolução do Indicador – Produtividade.

Apesar de não ter sido possível verificar o impacto adjacente à implementação de todas as propostas de melhoria descritas na Tabela 4.3 – em falta a concretização do bordo de linha frontal – é de reforçar que, no início da semana 30 as restantes ações encontravam-se instauradas e especificadas no modo operativo.

Deste modo, analisando os valores relativos às últimas quatro semanas apresentadas, determinou-se o valor médio da produtividade alcançado – 232 pcs/h. Assim sendo, no que diz respeito ao objetivo primário do projeto II, verifica-se um aumento do seu valor em 80%. Por outro lado, as melhorias percentuais a nível de *lead time* do processo produtivo, tempo de ciclo economizado e redução do deslocamento requerido para a produção de uma unidade de *drinkware* numa visão futura encontram-se compiladas na Tabela 5.3

Tabela 5.3. Melhorias VSM Inicial X VSM Futuro.

	Situação Inicial	Visão Futura	Melhoria [%]
<i>Production lead time</i>	10 horas	8 horas	20 %
Tempo de ciclo na workstation	21 seg	10 seg	52 %
Tempo de ciclo fora da workstation	15 seg	4,3 seg	71 %
Deslocamento [m]	32,4 m	0 m ⁽⁵⁾	100 %

Em relação aos desperdícios existentes na situação inicial, com as ações implementadas, promoveram-se as seguintes melhorias:

- Eliminação do tempo de espera por parte do operador de máquina relativamente às atividades de desembalamento na estação auxiliar;
- Diminuição da manipulação de material numa abordagem em que apenas um colaborador manuseia o produto desde a sua receção na técnica produtiva;
- Decréscimo do transporte excessivo e evitável, não só de material, como também de documentos (folha de obra – CCO);

⁵ Deslocamento calculado numa visão futura a curto prazo. De momento, o operador ainda efetua um deslocamento de 12m associado à recolha do papel de Transfer, pelo que a melhoria atual é de 63%.

- Atenuação do esforço associado à movimentação do operador para a colocação e personalização do produto na estação de trabalho;
- Redução de postos de armazenamento de *stock*, com a entrega direta dos produtos na máquina dedicada ao processo produtivo de *drinkware*.

Assim sendo, podemos reiterar que a realização do projeto de otimização do fluxo produtivo em *Transfer* para além de incrementar o volume de unidades produzidas por hora, e reduzir alguns dos desperdícios fulcrais, também perspetivou outras métricas qualitativas, tais como:

- Redução do número de reclamações inerentes à aderência da personalização ao substrato e aos atrasos nas entregas;
- Incremento na ergonomia do posto de trabalho com a simplificação do abastecimento da célula produtiva e, consecutivamente, otimização das condições laborais para os colaboradores;
- Desagregação com a estação auxiliar, conferindo oportunidade de rentabilizar os colaboradores desse posto com a execução de outras tarefas de valor acrescentado;
- Nível de serviço para *Drinkware* de 100% desde a introdução do molde duplo;
- Procura pela redução da pegada carbónica com a potencial remoção dos *poly bags*.

6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O desenvolvimento da presente Dissertação, sustentada por um rigoroso enquadramento teórico, análise do paradigma produtivo inicial e a implementação das metodologias SMED e VSM, proporcionou a concretização das expectativas traçadas pela direção da Stricker. A realização deste projeto, em contexto industrial, permitiu adquirir um profundo conhecimento acerca dos princípios *Lean* e de algumas ferramentas cruciais na procura pela melhoria contínua.

Assim sendo, foi possível concluir que:

- A presença no *gemba* assume um papel determinante na perceção de oportunidades de melhoria e na compreensão das dificuldades sentidas pelos colaboradores. A tentativa de fazer alterações aos procedimentos ou criar doutrinas sem consideração pela opinião dos colaboradores suscita o aparecimento de entraves ao sucesso da implementação;
- A implementação de medidas *Lean* corresponde essencialmente a um investimento comportamental, a uma mudança na mentalidade, pelo que não requer elevados custos e investimentos financeiros por parte da empresa;
- O mapeamento processual do estado atual, realizado por uma equipa multidisciplinar, permite que todos os envolvidos no projeto de melhoria compreendam com detalhe as operações intrínsecas ao processo e assume um papel fulcral para o *brainstorming* de diversos pontos de vista e soluções;
- A definição de máquinas piloto permite focalizar o âmbito do projeto, criar um procedimento operatório e, posteriormente, facilita o desdobramento da solução aos restantes equipamentos e secções;
- A metodologia SMED impacta, não só o tempo de *setup* e a produtividade, como também vertentes sociais, económicas e ambientais;
- Apesar dos resultados positivos com a implementação do SMED foram identificadas algumas insuficiências da metodologia: é atribuído um elevado foco à externalização de tarefas, fazendo com que a redução do tempo das atividades e a sua simplificação seja negligenciada; a implementação, por si só,

não garante a longevidade dos resultados obtidos, sendo imprescindível garantir o acompanhamento e normalização dos processos para lograr a sua sustentação;

- A normalização dos processos produtivos, bem como das atividades adjacentes (transporte e abastecimento da célula produtiva), e a formação dos colaboradores de acordo com as instruções de trabalho definidas acarreta um forte impacto no sucesso de uma melhoria;
- Nem sempre as grandes mudanças são as que induzem aos melhores resultados. Pequenas ações, tais como a organização do espaço de trabalho, a redefinição da sequência de trabalho e o recurso a técnicas de gestão visual, simplificam o trabalho do operador e reduzem, significativamente, o tempo despendido em atividades NVA;
- Sendo uma área de negócios que apresenta uma estratégia de produção MTO, e face ao acentuado volume de encomendas estimado para os períodos que se avizinham, o aumento da produtividade nas duas secções com maior preponderância na quantidade produzida, o incremento na eficiência das operações e o aumento do nível de serviço médio sem comprometer a qualidade dos artigos, consiste num resultado muito valorizado pela gestão de topo;
- A criação de uma cultura de melhoria contínua fomenta o envolvimento e a motivação de todos os colaboradores, suscitando assim, a partilha de constrangimentos e a sugestão de novos projetos.

6.1. Recomendações de Trabalho Futuro

Por fim, como recomendações de trabalho futuro passível de ser conduzido tendo por base a utilização deste documento, e o conhecimento adquirido relativamente à Stricker no decorrer do estágio curricular, são apresentadas algumas sugestões:

- A atribuição de maior importância no que diz respeito à quantificação de indicadores de índole ambiente e social, tais como o consumo/eficiência energética e hídrica, o desperdício de material, a satisfação dos colaboradores, e a preferência por produtos e consumíveis *eco-friendly*, de acordo com os *Sustainable Development Goals* (SDG's);

- Adaptação das ferramentas de gestão da produção atualmente existentes à emergente evolução tecnológica, com o intuito primordial de tornar a fábrica mais inteligente, flexível, dinâmica e ágil. Esta perspectiva de Indústria 4.0 ou *Factory of the Future* representa, entre outras alterações, na transformação do modelo operacional num paradigma digital e na monitorização estatística de desempenho, em tempo real, de modo a fomentar a reação face aos desvios de funcionamento, a maximização da utilização dos equipamentos, no incremento do valor percebido pelo cliente com o serviço e na digitalização do fluxo informativo ao longo do processo produtivo;
- Otimização do fluxo logístico de abastecimento de material e recolha do produto acabado para expedição, através da criação de bordos de linha claramente definidos e adaptados às necessidades de cada estação de trabalho. Posterior redefinição do *layout* geral e implementação do operador logístico, usualmente conhecido como *mizusumashi*, com o objetivo supremo de instaurar um fluxo contínuo e reduzir os desperdícios associados ao tempo de espera, transporte excessivo e acumulação evitável de material no chão de fábrica. O seu princípio de funcionamento consiste na realização de trabalho padronizado e cíclico, em horários estipulados em função das necessidades produtivas e potencialmente conectado com a sugestão de melhoria previamente descrita.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Becker, J. M. J., & de Kogel, W. (2016). Development of Design Support Tool for New Lean Production Systems. *Procedia CIRP*, 41, 596–601. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2016.01.009>
- Coimbra, E. (2010). Ferramentas Kaizen Lean. *Suplemento Do Jornal Vida Económica*.
- Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace*.
- Holweg, M. (2007). *The genealogy of lean production*. (Vol. 25).
- Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen: A Commonsense, Low Cost Approach to Management*.
- Jiménez, M., Romero, L., Fernández, J., Espinosa, M. del M., & Domínguez, M. (2019). Extension of the Lean 5S methodology to 6S with an additional layer to ensure occupational safety and health levels. *Sustainability (Switzerland)*, 11(14). <https://doi.org/10.3390/su11143827>
- Liker, J. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer* (2004th ed.). McGraw-Hill.
- Liker, J., & Meier, D. (2005). *The Toyota Way Fieldbook*. McGraw-Hill Education - Europe.
- Martin, T. D., Bell, J. T., & Martin, S. A. (2016). *The standardized work field guide*. Productivity Press. <https://www.routledge.com/The-Standardized-Work-Field-Guide/Martin-Bell-Martin/p/book/9781498752015>
- McIntosh, R. I., Culley, S. J., Mileham, A. R., & Owen, G. W. (2001). *Changeover improvement: A maintenance perspective* (Vol. 73). International Journal of Production Economics.
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662–673. <https://doi.org/10.1205/CHERD.04351>
- Ohno, T. (1998). *Toyota Production System- Beyond Large-Scale Production* (Productivity Press).

- Paul Stricker, S. A. (2021). Introdução às técnicas, cores e normas básicas. In *Publicação Interna*.
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean - A Filosofia das Organizações Vencedoras* (6ª). LIDEL.
- Princípios Lean: Formação Lean Production*. (2007). Lean Consulting, Lda.
- Rother, M., & Shook, J. (2009). *Learning to See- Value-stream mapping to create value and eliminate muda*.
- Sabadka, D., Molnar, V., & Fedorko, G. (2017). The Use of Lean Manufacturing Techniques – SMED Analysis to Optimization of the Production Process. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 11(3), 187–195. <https://doi.org/10.12913/22998624/76067>
- Schroeder, D., & Robinson, A. (1991). *America's Most Successful Export to Japan: Continuous Improvement Programs* (3rd ed., Vol. 32).
- Shahin, M., Chen, & F. F., Bouzary, H., & Krishnaiyer, K. (2020). *Integration of Lean practices and Industry 4.0 technologies: smart manufacturing for next-generation enterprises*. <https://doi.org/10.1007/s00170-020-05124-0>
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System* (1st ed.).
- Shingo, S. (1996). *Quick Changeover for Operators* (1st ed.).
- Skhmot, N. (2017). *The 8 Wastes of Lean*. <https://theleanway.net/The-8-Wastes-of-Lean>
- Stricker. (2022). *Apresentação Corporativa*.
- Tamás, P. (2017). APPLICATION OF A SIMULATION INVESTIGATIONAL METHOD FOR EFFICIENCY IMPROVEMENT OF SMED METHOD. *Academic Journal of Manufacturing Engineering*.
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World* (Vol. 1).
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation - James P. Womack, Daniel T. Jones*

APÊNDICE A

Tabela A1. Evolução da Quantidade Produzida entre dezembro 2021 e abril 2022.

Semana	Quantidade produzida				
	Global	PDP	TXP	TRF	SPF
48	1255890	549335	194785	152767	187478
49	1057036	415065	116918	92539	201973
50	725310	352652	93195	54202	105467
51	681535	295590	69472	68122	107460
52	747840	480169	38694	85084	58351
1	432422	167823	35956	55250	100994
2	529857	144233	73745	56665	99428
3	494021	168765	58348	77210	81557
4	527106	190366	78935	62533	59121
5	686944	252357	94127	109812	94270
6	1023643	554790	128366	91540	99202
7	774537	273648	122646	81522	149369
8	872744	319118	183507	105314	110587
9	693303	263040	101105	104646	105886
10	802719	258988	149221	96244	130000
11	813607	246836	156599	123128	113956
12	694688	185614	141811	95702	99454
13	759066	261094	103931	94664	71921
14	857779	283261	191593	106494	92065
15	694321	221077	119096	69101	99148
16	864036	289531	122039	131323	116926
17	793258	214024	121306	131642	111388
TOTAL:	16781662	6387376	2495395	2045504	2386001
		38,06%	14,87%	12,19%	14,22%

APÊNDICE B

#	OPERAÇÃO	TEMPO PARCIAL	TEMPO TOTAL	TIPO DE ATIVIDADE
1	Calçar as luvas	0'25"	0'25"	Externa
7	Preparação do kit (CCO + cliché + frasco pantone + lâmina + molde + tampão) e colocação na estante de armazenamento de kits	0'30"	0'55"	Externa
11	Furar o cliché	0'30"	1'25"	Externa
12	Lixar a lâmina	0'50"	2'15"	Externa
8	Recolher novo lote de material a ser produzido	0'45"	3'00"	Externa
18	Colocar fita-cola no artigo na qual se realiza o acerto	0'15"	3'15"	Externa
10	Diiluir a tinta e colocar na banheira	1'10"	4'25"	Externa
16	Retirar o molde e o tampão	0'15"	4'40"	Interna
2	Remover pressão da máquina e retirar banheira, lâmina e cliché	1'35"	6'15"	Interna
6	Fecho da CCO (Inserir dados no Tracker, ficheiro de planeamento, folha de obra e ficheiro Kaizen)	1'30"	7'45"	Interna
9	Inserir dados no Tracker da nova CCO	0'15"	8'00"	Interna
13	Montar a banheira com o cliché na máquina e apertar	0'40"	8'40"	Interna
14	Inserir a lâmina na banheira e apertar	0'25"	9'05"	Interna
15	Misturar a tinta e regular a pressão da máquina	0'13"	9'18"	Interna
17	Inserir o novo molde e tampão (se necessário)	0'45"	10'03"	Interna
19	Realizar afinação de posição para o logotipo a ser impresso coincidir com a maquete	6'00"	16'03"	Interna
20	Confirmar se a cor da impressão está conforme a definida no livro de Pantones	1'20"	17'23"	Interna
21	Verificação da personalização na 1ª peça pelo <i>Team Leader</i>	1'40"	19'03"	Interna
22	Ajuste ou alteração do pantone (se necessário)	2'00"	21'03"	Interna
23	Aprovação final do <i>Team Leader</i>	0'45"	21'48"	Interna
3	Remover excesso de tinta para o frasco do Pantone correspondente	0'50"	22'38"	Externa
4	Colocar material na zona de componentes utilizados	0'40"	23'18"	Externa
5	Retirar caixa do final da estufa contendo o material personalizado e transporte até à prateleira da zona de cura ou embalamento	1'10"	24'28"	Externa

Figura B1. Listagem das Operações e Respetiva Separação em Função do Tipo de Atividade.