

Instituto Politécnico de Viseu

Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu



Márcio Gabriel Pina Pereira

Produtividade e Competitividade -
Um Ensaio na Indústria de Mobiliário

Setembro de 2021

Instituto Politécnico de Viseu

Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu

Márcio Gabriel Pina Pereira

Produtividade e Competitividade -
Um Ensaio na Indústria de Mobiliário

Tese de Mestrado

Mestrado em Engenharia Mecânica e Gestão Industrial

Professor Engenheiro Luís Manuel Gonçalves Paiva



Setembro de 2021

“Estamos condenados ao fracasso caso não consigamos ultrapassar diariamente os nossos vários preconceitos.”

“We are doomed to failure without a daily destruction of our various preconceptions“

Taiichi Ohno (2012)
(Taiichi Ohno Quote, 2021)

RESUMO

A obtenção de vantagens competitivas é uma exigência diária das organizações que procuram ter um crescimento sustentável. Empresas com produtividade acima da média conseguem melhores desempenhos económicos, levando-as a ser mais competitivas.

O setor português do mobiliário verificou um aumento de 32% no volume de negócios, de 2010 a 2019. Na busca de competitividade nos mercados internacionais, a indústria do mobiliário necessitará de modernizar-se e diferenciar-se. A MOB, empresa caso de estudo, tem como objeto a fabricação de mobiliário de cozinha. A abordagem de mercado adotada pela empresa, de customização e de produção *make-to-order* leva a frequentes mudanças de *setup* e de ferramentas, influenciando o *output* e a produtividade.

A metodologia SMED consiste na separação das operações de *setup* em internas e externas, bem como a aplicação de quatro fases conceptuais, tendo como finalidade a redução do tempo necessário para a realização de um *setup*. A SMED está inserida no pensamento *Lean Manufacturing*, filosofia de eliminação do desperdício no contexto industrial. Desenvolvido na Toyota desde os anos 50, constitui na atualidade o paradoxo de produtividade das organizações capazes de gerar lucros sustentáveis.

O processo de produção por lotes confere complexidade ao planeamento de produção e otimização dos equipamentos fabris. Existe um *trade-off* entre a personalização do produto e a concretização de prazos de entrega ágeis. Quanto maior for a flexibilidade de uma unidade industrial, melhor será a sua resposta às exigências do mercado.

A criação de objetivos de produção e partilha da informação envolvem os trabalhadores no objetivo coletivo, levando as organizações a tornarem-se mais orientadas para o resultado final e por arrastamento, mais produtivas e competitivas.

A sinergia das ações de melhoria contínua dos processos promovem o crescimento orgânico e produtividade. Nem sempre é possível medir o impacto isolado de uma medida na disponibilidade dos equipamentos, sugerindo-se a análise continuada da evolução dos dados históricos como forma de verificar o sucesso das opções tomadas.

A metodologia SMED preconiza a produção de lotes mínimos e a otimização dos tempos de *setup* como forma de obtenção de maior flexibilidade das unidades industriais, não obstante, é evidente o impacto do elevado número de referências a produzir na produtividade, mesmo em equipamentos com tempos de *setup* baixos.

Com os mesmos recursos a empresa pode potenciar a sua rentabilidade económica e obter lucros de forma consistente e sustentável.

PALAVRAS CHAVE

Produtividade | Competitividade | Produção | Valor Acrescentado | *Make-to-order* | *Setup* | Disponibilidade | SMED | Lean

ABSTRACT

Obtaining competitive advantages is a daily requirement for organizations seeking sustainable growth. Companies with above-average productivity achieve better economic performance, making them more competitive.

The Portuguese furniture sector saw a 32% increase in turnover from 2010 to 2019. In the search for competitiveness in international markets, the furniture industry will need to modernize and differentiate itself. MOB, a case study company, is engaged in the manufacture of kitchen furniture. The market approach adopted by the company, customization and make-to-order production leads to frequent setup and tool changes, influencing output and productivity.

SMED methodology consists of separating setup operations into internal and external ones, as well as the application of four conceptual phases, with the purpose of reducing the time needed to carry out a setup. SMED is part of Lean Manufacturing thinking, a philosophy of eliminating waste in the industrial context. Developed by Toyota since the 1950s, it is currently the productivity paradox of organizations capable of generating sustainable profits.

The batch production process adds complexity to production planning and optimization of manufacturing equipment. There is a trade-off between product customization and fast delivery times. The greater the flexibility of an industrial unit, the better its response to market demands. The creation of production and information sharing goals involves workers in the collective purpose, leading organizations to become more oriented towards the final result and, by extension, more productive and competitive.

The synergy of continuous process improvement actions promote organic growth and productivity. It is not always possible to measure the isolated impact of a measure on the availability of equipment, suggesting the continued analysis of the evolution of historical data as a way to verify the success of the options taken.

SMED methodology recommends the production of minimum batches and the optimization of setup times as a way to obtain greater flexibility in industrial units, however, the impact of the high number of references to be produced on productivity is evident, even in equipment with times of setup lows.

With the same resources, the company can boost its economic profitability and obtain consistent and sustainable profits.

KEYWORDS

Productivity | Competitiveness | Production | Added Value | Make-to-order | Setup |
Availability | SMED | Lean

AGRADECIMENTOS

A realização da tese de Mestrado só foi possível com a colaboração boa vontade e ajuda de todos os envolvidos neste trajeto.

Reservo o principal agradecimento para a minha família, esposa e filhos pelo sacrifício, compreensão e motivação para a superação e realização do Mestrado.

Ao professor Eng^o Luís Paiva pela disponibilidade orientação, acompanhamento e partilha de conhecimento.

Aos docentes do Mestrado em Engenharia Mecânica e Gestão Industrial da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu.

Ao Grupo Visabeira pela oportunidade de desenvolver esta Tese, disponibilizando todos os meios e colaboração para a sua realização.

À equipa da MOB pelo esforço na procura de soluções, recetividade, flexibilidade e vontade de evoluir.

Um Bem-haja a todos.

ÍNDICE GERAL

| | |
|--|------|
| ÍNDICE GERAL..... | vi |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | viii |
| ÍNDICE DE TABELAS..... | x |
| ABREVIATURAS E SIGLAS | xi |
| 1. Introdução | 1 |
| 1.1 Objetivos | 2 |
| 1.2 Metodologia de trabalho..... | 2 |
| 2. Estado da arte..... | 3 |
| 2.1 Enquadramento teórico..... | 3 |
| 2.1.1 Conceito de produtividade e competitividade..... | 3 |
| 2.1.2 Enquadramento macro económico do setor do mobiliário | 4 |
| 2.1.3 Estudo de caso MOB – Indústria de Mobiliário, S.A. | 6 |
| 2.1.4 Metodologia SMED | 10 |
| 2.1.5 SMED e o <i>Lean Manufacturing</i> | 17 |
| 2.1.6 Metodologia 5’S..... | 20 |
| 2.1.7 OEE - Overall Equipment Efficiency | 21 |
| 3. Estudo de caso..... | 22 |
| 3.1 Aferição do nível de aplicação da metodologia 5’S..... | 22 |
| 3.2 Aplicação da metodologia SMED – Orladora Combima..... | 26 |
| 3.2.1 Processo de fabrico da Orladora Combima..... | 26 |
| 3.2.2 Estudo preliminar | 27 |
| 3.2.3 Aplicação da Metodologia SMED | 32 |
| 3.2.4 Análise dos resultados obtidos | 41 |
| 3.3 Aplicação da metodologia SMED – Furadora Morbidelli | 44 |
| 3.3.1 Processo de fabrico da Furadora Morbidelli | 44 |
| 3.3.2 Estudo preliminar | 45 |
| 3.3.3 Aplicação da Metodologia SMED | 48 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.3.4 | Análise dos resultados obtidos | 55 |
| 3.4 | Impacto da metodologia aplicada na produtividade e competitividade..... | 57 |
| 4. | Melhorias alcançadas na produtividade e rentabilidade do negócio | 59 |
| 5. | Conclusão | 62 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 64 |
| | Anexo 1 | 66 |
| | Anexo 2 | 67 |
| | Anexo 3 | 69 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Setor mobiliário - volume de negócios e do pessoal ao serviço (DGAE, 2020; Portal do INE, 2021)..... | 5 |
| Figura 2 – Localização fábrica MOB..... | 6 |
| Figura 3 – Evolução Proveitos, Resultados e Nº de empregados MOB (DGAE, 2020; Base de dados SABI, 2021)..... | 7 |
| Figura 4 – Rácio Volume de Negócios / Pessoal ao serviço – Setor Mobiliário e MOB (DGAE, 2020; Base de dados SABI, 2021; Portal do INE, 2021) | 8 |
| Figura 5 – Fases genéricas da produção e montagem de mobiliário de cozinha | 9 |
| Figura 6 – Fases conceptuais para melhoria do <i>setup</i> (Shingo, 1985, p. 28)..... | 13 |
| Figura 7 – Áreas de oportunidade de melhoria em projetos SMED (<i>SMED Dramatically Reduces Changeover Time Lean Production, 2021</i>) | 14 |
| Figura 8 – PIB <i>per capita</i> do mundo e de países selecionados 1820-2010 em constante \$1990 (Haynes, 2020)..... | 15 |
| Figura 9 – Sete desperdícios <i>Lean</i> (<i>Os 7 Desperdícios do Lean, 2021</i>) | 17 |
| Figura 10 – Diagrama 5’S (‘Kaizen Gestão e Serviços’, 2021)..... | 20 |
| Figura 11 – Estratificação dos tempos usados no cálculo do OEE (Adaptado de <i>OEE Measures Improvements in Productivity Lean Production, 2021</i>)..... | 21 |
| Figura 12 - Bancada posto de trabalho da Furadora Morbidelli | 23 |
| Figura 13 – Sistema de colagem Orladora Combima | 23 |
| Figura 14 – Estante com orlas de maior rotação e <i>Kanban</i> | 24 |
| Figura 15 – Estante de arrumação de orlas | 25 |
| Figura 16 – Fotos Orladora Combima Concept e alimentador da entrada de painéis | 26 |
| Figura 17 – Esquema de trabalho Orladora Combima Concept | 27 |
| Figura 18 – Gráfico da evolução das peças processadas Orladora Combima | 29 |
| Figura 19 – Diagrama espinha de peixe Orladora Combima..... | 30 |
| Figura 20 – Sistema Nordson de fundição e abastecimento do adesivo poliuretano..... | 30 |
| Figura 21 – Sistema de transporte por rolos | 31 |
| Figura 22 – Posto de comando Orladora Combima..... | 34 |
| Figura 23 – Operações Internas e Externas – Orladora Combima..... | 35 |
| Figura 24 – Fases aplicação da metodologia SMED – Orladora Combima | 36 |
| Figura 25 – Nova plataforma de recolha de produção | 37 |
| Figura 26 – Histograma produção peças Orladora Combima..... | 38 |
| Figura 27 – Cálculo dos objetivos diários da Orladora Combima..... | 39 |
| Figura 28 – <i>Dashboards</i> de acompanhamento dos objetivos globais e específicos da Orladora Combima..... | 40 |
| Figura 29 – Eficiência da Orladora Combima - Março 2021 a Maio 2021 | 42 |
| Figura 30 – Furadora Morbidelli U26 e cabeçote 1 | 44 |

| | |
|--|----|
| Figura 31 - Gráfico da evolução das peças processadas Furadora Morbidelli | 46 |
| Figura 32 - Diagrama espinha de peixe Furadora Morbidelli | 46 |
| Figura 33 – Consola Furadora Morbidelli e folha de cálculo medidas | 47 |
| Figura 34 – Ecrã introdução dados e peça furada – Furadora Morbidelli | 50 |
| Figura 35 – Operações Internas e Externas – Furadora Morbidelli..... | 51 |
| Figura 36 – Fases aplicação da metodologia SMED – Furadora Morbidelli | 52 |
| Figura 37 – Histograma produção peças Furadora Morbidelli..... | 53 |
| Figura 38 - Cálculo dos objetivos diários da Furadora Morbidelli..... | 54 |
| Figura 39 – Evolução da quantidade de referências e de móveis produzidos MOB | 57 |
| Figura 40 – <i>Time-to-Market</i> de 2020 e janeiro a junho 2021 | 58 |
| Figura 41 - Evolução do PIB por hora trabalhada (<i>Productivity - GDP per hour worked - OECD Data, 2021</i>)..... | 66 |
| Figura 42 - PIB por hora trabalhada em 2019 (<i>Productivity - GDP per hour worked - OECD Data, 2021</i>)..... | 66 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Vantagens do SMED..... | 16 |
| Tabela 2 – Conceitos Lean / Kaizen | 19 |
| Tabela 3 - Evolução da produção Orladora de 2020 e janeiro e fevereiro de 2021 | 28 |
| Tabela 4 – Operações <i>setup</i> Orladora Combima | 32 |
| Tabela 5 – Separação de Operações Internas e Externas - Orladora Combima..... | 33 |
| Tabela 6 – Peso tempo de <i>setup</i> na Disponibilidade Orladora Combima..... | 41 |
| Tabela 7 - Evolução dos registos de produção orladora de janeiro a maio de 2021 | 42 |
| Tabela 8 – Evolução OEE Orladora Combima | 43 |
| Tabela 9 - Evolução da produção Furadora de 2020 e janeiro e fevereiro de 2021..... | 45 |
| Tabela 10 – Operações de <i>Setup</i> Furadora Morbidelli..... | 48 |
| Tabela 11 - Separação de Operações Internas e Externas – Furadora Morbidelli | 49 |
| Tabela 12 - Evolução dos registos de produção orladora de janeiro a maio de 2021 | 55 |
| Tabela 13 – Evolução OEE Furadora Morbidelli | 56 |
| Tabela 14 – Simulação impacto no resultado de melhoria de 7% na disponibilidade..... | 60 |
| Tabela 15 – Simulação impacto no resultado de melhoria de 10% na disponibilidade..... | 61 |
| Tabela 16 - Demografia e Atividade do Setor do Mobiliário e Colchões..... | 67 |
| Tabela 17 – Contexto na Industria Transformadora e na Economia Nacional | 67 |
| Tabela 18 – Contexto no mercado externo | 68 |
| Tabela 19 – Tabela completa Peso tempo de <i>setup</i> na Disponibilidade Orladora Combima .. | 69 |

ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------|--------------------------------------|
| VAB | Valor Acrescentado Bruto |
| p.p. | Pontos Percentuais |
| INE | Instituto Nacional de Estatística |
| PIB | Produto Interno Bruto |
| SMED | <i>Single-Minute Exchange of Die</i> |
| TPS | <i>Toyota Production System</i> |
| OEE | <i>Overall Equipment Efficiency</i> |
| IED | <i>Setup</i> Interno |
| OED | <i>Setup</i> Externo |

1. Introdução

Enquadrado no Mestrado de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu, unidade orgânica de ensino e investigação integrada no Instituto Politécnico de Viseu, foi desenvolvido o presente projeto / tese de mestrado Produtividade e Competitividade - Um Ensaio na Indústria de Mobiliário.

Através da implementação de melhorias operacionais na unidade industrial da empresa MOB – Indústria de Mobiliário, S.A., pretende-se obter ganhos de produtividade e competitividade. A empresa em estudo tem como objeto principal a fabricação, comercialização e instalação de cozinhas. A abordagem de mercado adotada pela empresa, de customização e de produção “por encomenda” dos seus produtos, agrega desafios à gestão da unidade industrial com vista à obtenção de soluções de produtividade e de nível de serviço ao cliente. Inserida no setor do mobiliário e colchões, à semelhança dos restantes setores da economia nacional, o setor do mobiliário atravessa desafios de modernização e diferenciação na busca da produtividade que permita alavancar o VAB – Valor Acrescentado Bruto.

Neste trabalho propõem-se o estudo do impacto das ferramentas *Lean* como 5’S e SMED na rentabilidade da empresa. A metodologia SMED - *Single-Minute Exchange of Die*, criada por Shigeo Shingo, e significando na prática a troca de uma ferramenta em menos de 10 minutos (single minute), será a ferramenta principal para a redução dos tempos de *setup*, como forma de obtenção de ganhos de produtividade e competitividade. O sucesso do *Lean Manufacturing* advém da absorção de várias metodologias de melhoria da produtividade, que integradas constituem uma poderosa ferramenta.

Pela realização de levantamento de dados na unidade, entrevista a colaboradores, filmagem dos equipamentos em funcionamento e consulta das características técnicas, foi possível compilar as informações presentes no estudo aprofundado aos centros de trabalho da Orladora Combima e Furadora Morbidelli. A aplicação da metodologia SMED nestes centros de trabalho permitiu à organização obter informação consistente e objetiva acerca do histórico, modo de

funcionamento e disponibilidade dos equipamentos. Empresas com tempos de ciclo de produção inferiores aos da sua concorrência terão sempre uma vantagem alcançada, permitindo-lhes diferenciar-se e ser mais competitivas.

Este exercício possibilitou perceber o alcance de pequenas melhorias, na produção e *output* de uma unidade industrial. Ganhos de *output* alcançados sem o incremento de recursos tem um efeito exponencial nos resultados e na rentabilidade das organizações.

1.1 Objetivos

Este trabalho tem a finalidade de aplicação da metodologia SMED, em centros de trabalho seleccionados da unidade industrial da empresa MOB, com o objetivo da redução dos tempos de *setup* como ferramenta para aumento do output, flexibilidade, qualidade e produtividade da organização.

Objetivos específicos propostos:

- Aferir do nível de aplicação da metodologia 5'S
- Análise do processo de *setup* dos equipamentos Orladora e Furadora
- Aplicação da metodologia SMED em cada centro de trabalho
- Estudo com a direção industrial de possíveis soluções de melhoria do processo de *setup*
- Implementação das melhorias identificadas
- Aferição com dados do impacto na produção
- Avaliação do OEE de cada equipamento antes e depois da implementação
- Dar visibilidade aos operadores do desempenho dos centros de trabalho em estudo
- Impacto na rentabilidade global da empresa

1.2 Metodologia de trabalho

A metodologia de abordagem ao problema do caso de estudo passa inicialmente pela recolha em chão de fábrica de material de suporte, designadamente vídeos, fotografias, tempos de operação, aliada a entrevistas a operadores dos centros de trabalho para identificação de oportunidades e sugestões. Em colaboração com as equipas alocadas aos equipamentos proceder à recolha continuada de dados para posterior estudo. No decurso dos trabalhos, realizar reuniões pluridisciplinares na fábrica com o propósito de analisar os dados recolhidos e encontrar melhorias a aplicar aos processos de *setup* atuais.

Elaborar propostas à direção industrial com as melhorias identificadas de carácter organizacional (humano) para aplicação. As melhorias de carácter técnico devem ser alvo de estudo prévio para aferição da viabilidade financeira, e colocação à decisão da administração acerca da pertinência da sua implementação.

2. Estado da arte

2.1 Enquadramento teórico

2.1.1 Conceito de produtividade e competitividade

Num mundo em constante mudança, os desafios colocados às empresas ocorrem a um ritmo nunca antes visto, impulsionando as organizações para a melhoria contínua.

É inevitável a procura diária na obtenção ou manutenção de vantagens competitivas, proporcionando às empresas um crescimento sustentável, de encontro aos interesses de todos os *stakeholders*, isto é, “todos aqueles que são afetados diretamente pela atividade empresarial” (Carvalho, 2007, p. 120). As organizações vivem assim numa economia global, com rápidas vias de comunicação, estejam abertas ou não à internacionalização, deparando-se com forças concorrenciais internas e externas, e obrigando ao aperfeiçoamento e adaptação contínuo dos modelos de negócio.

As empresas, desde os seus primórdios, tem como desafio primeiro a obtenção de valor acrescentado. Ou seja, conseguir uma valorização dos seus produtos ou serviços no mercado, superior ao valor dos recursos necessários para a sua prestação. Chegamos então ao conceito de **produtividade**. No sentido restrito é apenas a relação entre a eficácia dos *outputs* da produção e a eficiência dos *inputs* necessários para a sua realização (Carvalho, 2007, p. 18).

Paul Krugman, prémio nobel da Economia, disse “produtividade não é tudo, mas, a longo prazo, é quase tudo”¹, reforçando que “a capacidade de um país para melhorar seu padrão de vida ao longo do tempo depende quase inteiramente da sua capacidade de aumentar sua produção por

¹ “Productivity isn’t everything, but, in the long run, it is almost everything”.

trabalhador”² (Haynes, 2020, p. 9). É portanto a produtividade o elemento chave na criação de riqueza nas sociedades.

Economias capazes de obter mais valor acrescentado por trabalhador, e por conseguinte lucro, de forma continuada e sustentável, estarão em condições de praticar salários mais elevados e de conferir bem-estar às suas populações. Esta capacidade chama-se **competitividade** (Carvalho, 2007). Nas empresas a competitividade é a capacidade de no comércio para os mercados internacionais, obter lucros sustentáveis.

Portugal em 2019 tinha o sexto pior registo dos 37 países da OCDE, relativamente ao PIB por hora trabalhada, com um valor de 40 USD, segundo dados da organização (Figura 42, Anexos). O valor médio em 2019 situava-se na zona euro em 59 USD por hora trabalhada.

É notória a importância de Portugal promover a produtividade e competitividade das empresas, dotando os seus agentes económicos de capacidade de gerar valor, através de níveis elevados de educação da população, eficiência do governo, e infraestruturas adequadas.

2.1.2 Enquadramento macro económico do setor do mobiliário

A fabricação de mobiliário em Portugal, tem grande tradição e séculos de existência. Em consonância com o tecido empresarial nacional, o setor é constituído por empresas de pequena e média dimensão, frequentemente de gestão familiar.

A informação divulgada pela DGAE – Direção Geral das Atividades Económicas, em conjunto com dados recolhidos na página do INE – Instituto Nacional de Estatística, permitem fazer uma revista à evolução mais recente do setor da indústria do mobiliário e de colchões desde 2010 até ao ano de 2019.

Neste período, apesar de Portugal ter assistido a uma redução de 19% do número de empresas do setor, o volume de negócios aumentou 32%, em conformidade com a Tabela 16 em anexo, onde são apresentados os dados do setor em comparação com os dados específicos do subsetor da fabricação de cozinhas.

Pedro Silva, no seu artigo, aponta para uma aglomeração de empresas por via de parcerias, destacando que o paradoxo da diminuição do número de empresas e o aumento do volume de negócios “evidência que o desempenho e a produtividade por empresa têm vindo a aumentar significativamente” (Silva, 2019). Este aumento de produtividade, é visível no crescimento do VAB (valor acrescentado bruto) em 37%, e pela tendência positiva dos indicadores de Produtividade do trabalho ajustada ao salário, Peso dos gastos com pessoal no VAB e Volume de negócios / Pessoal ao serviço, sendo este último rácio a ter o maior crescimento no período em análise. As empresas conseguiram “nos últimos anos, ganhar uma dimensão apreciável, através de uma aposta sustentada nos fatores mais dinâmicos da competitividade como a inovação e o *design* próprio” (Silva, 2019).

Apesar de o número de pessoas ao serviço ter diminuído no período em análise, a partir de 2014 verificou-se um aumento contínuo dos colaboradores afetos ao setor, assumindo uma tendência

² “a country’s ability to improve its standard of living over time depends almost entirely on its ability to raise its output per worker”

semelhante ao volume de negócios (Figura 1). O volume de negócios por pessoa aumentou 15% desde 2014, e o peso dos custos com pessoal no VAB diminuiu 5%. Indicia um ganho de produtividade via aumento do volume de negócios e diluição do aumento dos custos com pessoal no valor acrescentado das vendas realizadas.

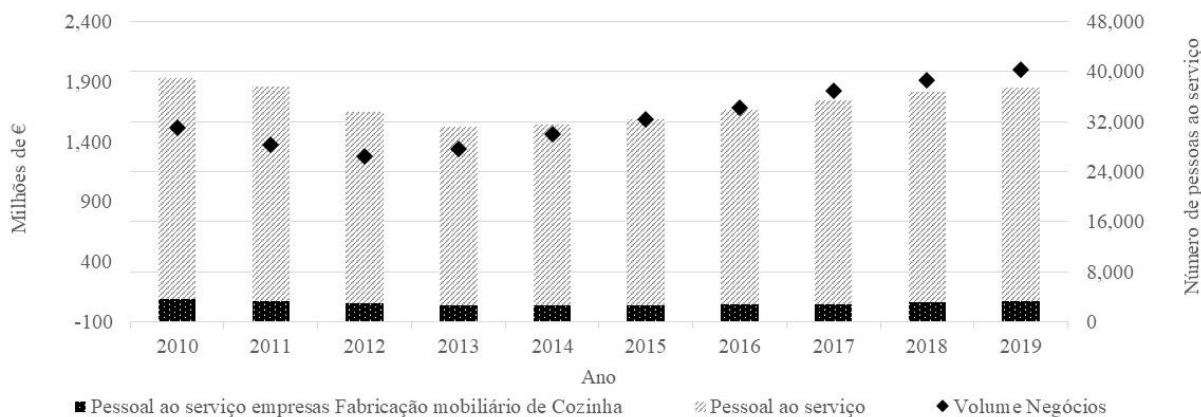


Figura 1 – Setor mobiliário - volume de negócios e do pessoal ao serviço
(DGAE, 2020; Portal do INE, 2021)

Quando analisados o volume de negócios e o VAB do subsetor do mobiliário de cozinha verifica-se um crescimento inferior ao setor onde se insere, mais concretamente 13 p.p. no volume de negócios e 5 p.p. no VAB. Isto pode representar uma menor incidência dos fatores de inovação e *design* próprios referidos por Silva, bem como uma evolução mais lenta na produtividade e competitividade deste subsetor no mercado externo. Carvalho refere o VAB como a “capacidade de criar valor” (Carvalho, 2007, p. 27). O subsetor das cozinhas mostrou um menor desenvolvimento na criação de valor.

As empresas nacionais do setor do mobiliário e colchões denotam um fraco nível de automatização, tendo em conta o peso de 69% dos custos com pessoal no VAB em 2019.

Quando comparado com as restantes indústrias transformadoras e até com o contexto nacional, no setor do mobiliário e colchões os gastos com pessoal tem um maior peso no VAB, mesmo tendo verificado uma tendência de melhoria neste período. O VAB gerado pelo setor representou 0.34% do VAB gerado em Portugal em 2019 (Tabela 17).

A CIP - Confederação Empresarial de Portugal apresentou em janeiro de 2019 o estudo “*Automação e o Futuro Do Trabalho Em Portugal*”, defendendo a automação como a solução para “acelerar o crescimento da produtividade”, com especial impacto na produção fabril, afirmando ainda que “52% do tempo laboral em Portugal é despendido em tarefas repetitivas altamente automatizáveis, com mais de 70% de potencial de automação”. Estes serão fatores chave na alavancagem da competitividade do setor, com vista à obtenção de vantagens competitivas nos mercados internacionais, promovendo o contínuo crescimento e desenvolvimento do mobiliário em Portugal.

Em 2019, as exportações do setor ascenderam a 1,765 Milhões de Euros, ou seja, 92% da produção total (Tabela 18, em anexo). As exportações cresceram 88% desde 2010, tendo nesse ano um peso de 66% face à produção total nacional do setor. Para este facto contribuiu em 2006

o estabelecimento da unidade produtiva do Grupo Ikea, fortalecendo o *cluster* do mobiliário em Portugal, com especial ênfase para a região de Paços de Ferreira, onde a Câmara Municipal de Paços de Ferreira em conjunto com a AEPF - Associação Empresarial de Paços de Ferreira são detentoras da marca “Capital do Móvel”.

Segundo a página da internet *Statista*, em 2020 o valor do mercado mundial de mobiliário será de 509.8 mil milhões de Dólares Americanos, estimando que em 2027 o valor deste mercado venha a ser de 650.7 mil milhões de Dólares Americanos (*Furniture market value worldwide 2027, 2021*). Portugal representa assim 0.4% da produção mundial de mobiliário.

Em relação ao subsetor da fabricação de cozinhas, os dados possíveis de obter relativos ao período de 2013 a 2017 demonstram um crescimento das exportações em 136%, demonstrando um crescimento mais acentuado comparativamente com o setor onde se insere. O peso das exportações de cozinhas no total da produção foi de 50% em 2017, sendo inferior ao verificado no setor do mobiliário, apesar de estar em crescimento acentuado.

À semelhança dos restantes setores da economia nacional, o setor do mobiliário atravessa desafios de modernização e diferenciação na busca da produtividade que permita alavancar o VAB. O sucesso desta estratégia permitirá às empresas serem mais competitivas nos mercados internacionais e nacionais, possibilitando ao setor aumentar o peso atual de 3% nas exportações nacionais e de 1% do PIB, verificados em 2019.

2.1.3 Estudo de caso MOB – Indústria de Mobiliário, S.A.

A MOB – Indústria de Mobiliário, S.A., com a designação comercial de MOB, fundada em 1988, tem como objeto principal a fabricação, comercialização e instalação de cozinhas, onde se especializou tornando-se um fabricante de referência a nível nacional. No portefólio da empresa está também incluída a produção de roupeiros, móveis de casa de banho, mobiliário de escritório e similares.

A unidade industrial da MOB está situada na Zona industrial de Coimbrões em Viseu, Portugal, desde 1992, implantada numa área de 21.500 m² com uma superfície coberta de aproximadamente 12.100 m² (Figura 2).



Fonte: Google Earth

Figura 2 – Localização fábrica MOB

Em Portugal, a empresa tem lojas próprias em Lisboa, Porto e Viseu onde realiza venda direta ao público. Em Luanda, tem também uma loja por intermédio de uma subsidiária do Grupo Visabeira em Angola. É precisamente o Grupo Visabeira o detentor de 97.77% do capital da MOB, através da holding Visabeira Industria S.G.P.S., S.A. pertencendo desta forma a empresa ao universo de negócios do grupo (*Base de dados SABI, 2021*).

Agregado aos canais de distribuição anteriormente referidos, a MOB presta serviços diretamente para as empresas de construção e remodelação de imóveis, onde realiza obras de pequena, média e grande dimensão. Os seus produtos estão presentes em vários países, nomeadamente nos Emirados Árabes Unidos, onde realiza obras “chave na mão”.

No período compreendido entre o ano 2010 e 2018, o número de recursos humanos afetos à empresa manteve-se relativamente estável, tendo uma redução em 2019 e 2020. A mesma tendência não foi verificada na evolução dos Proveitos Operacionais. Em 2011, aquando da crise das dívidas públicas da Zona Euro, a empresa verificou uma retração da atividade comparativamente com o período homólogo. Os rendimentos recuperaram progressivamente desde 2012, com um pico de atividade em 2017. Como seria de esperar os anos com menores Proveitos Operacionais traduziram-se em anos de Resultados Correntes negativos (Figura 3).

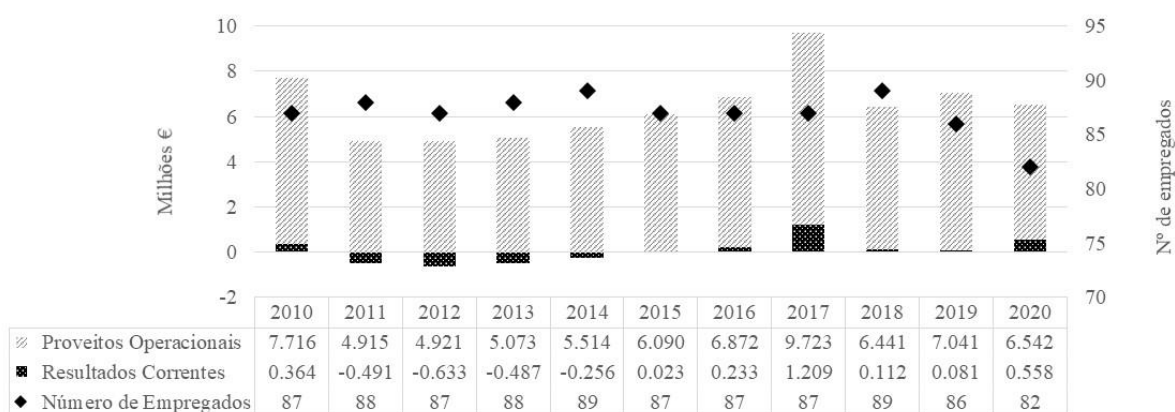


Figura 3 – Evolução Proveitos, Resultados e Nº de empregados MOB

(DGAE, 2020; Base de dados SABI, 2021)

A atividade da empresa assumiu a tendência verificada no subsector (Tabela 16), tendo a MOB verificado um ritmo de crescimento abaixo da média.

A fabricação de mobiliário de cozinha, no modelo de negócio tradicional envolve um serviço ao cliente personalizado. O produto é adaptado às necessidades do cliente, nas dimensões, na tipologia de materiais e nos componentes associados. O setor da fabricação de mobiliário de cozinha conjuga a venda de móveis, com a venda de eletrodomésticos, acessórios, tampos, entre outros. O modelo de negócio leva por norma à necessidade de uma maior estrutura de pessoal, nomeadamente nas atividades comerciais/*design*, gabinete técnico, montagens e logística. Na sua página na internet a empresa afirma ter como estratégia de negócio trabalhar “em estreita

colaboração com o cliente”, com o objetivo de encontrar “soluções à medida através da customização de materiais e acessórios ou concebendo cozinhas inteiramente *tailor made*.”

O rácio de Volume de Negócios / Pessoal ao serviço indica um valor superior de rendimentos por trabalhador por parte da MOB comparativamente com o setor do mobiliário e colchões e o subsector do mobiliário de cozinha (Figura 4), cujos dados disponíveis são até 2019. A MOB poderá ter melhores níveis de automatização relativamente ao setor onde se insere, ou em alternativa, estruturas de suporte e de produção de menor dimensão.

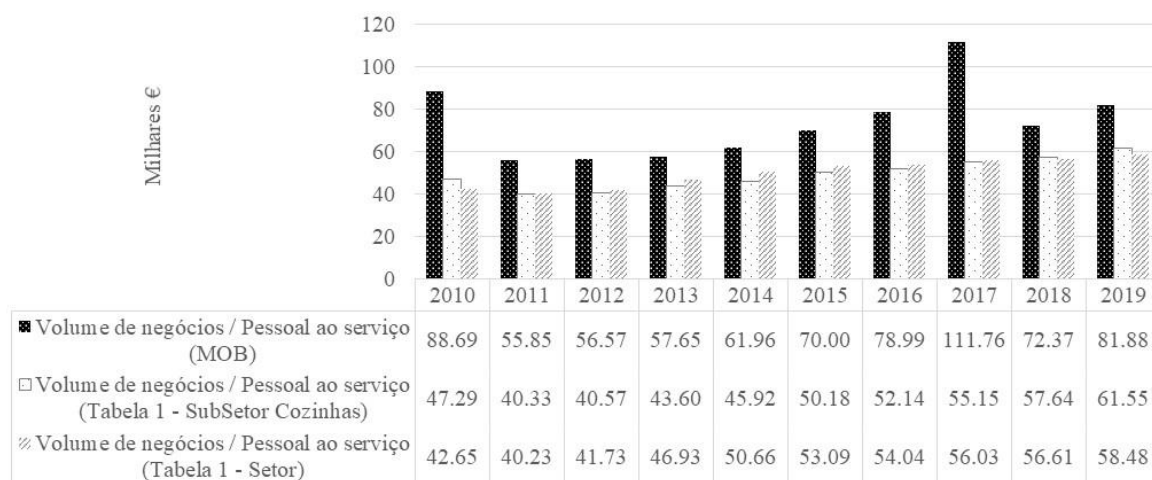


Figura 4 – Rácio Volume de Negócios / Pessoal ao serviço – Setor Mobiliário e MOB (DGAE, 2020; Base de dados SABI, 2021; Portal do INE, 2021)

A abordagem de mercado adotada pela empresa, de customização e de produção “por encomenda” dos seus produtos, agrega desafios à gestão da unidade industrial com vista à obtenção de soluções de produtividade e de nível de serviço ao cliente.

(Jacobs and Chase, 2021, p. 306, minha tradução)

Este processo *make-to-order* é ativado apenas em resposta a uma encomenda firme. O Stock (produtos em curso de fabrico e produtos acabados) é mínimo. Teoricamente, será de esperar que o tempo de resposta seja lento porque todas as atividades precisam ser concluídas antes que o produto seja entregue ao cliente. Os serviços, pela sua natureza, costumam usar processos de *make-to-order*.³

Sendo uma indústria de produção de móveis que agrega a prestação de serviços de montagens com a venda de complementos, enquadra-se assim nas vertentes do processo *make-to-order* anteriormente referido. Este processo leva a frequentes mudanças de *setup* e de ferramentas, influenciando o *output* final e por conseguinte a produtividade.

³ This make-to-order process is activated only in response to an actual order. Inventory (both work-in-progress and finished goods) is kept to a minimum. Theoretically, one would expect that response time would be slow because all the activities need to be completed before the product is delivered to the customer. Services by their very nature often use make-to-order processes

Tipicamente a indústria do mobiliário assume as seguintes fases produtivas elementares descritas na Figura 5.

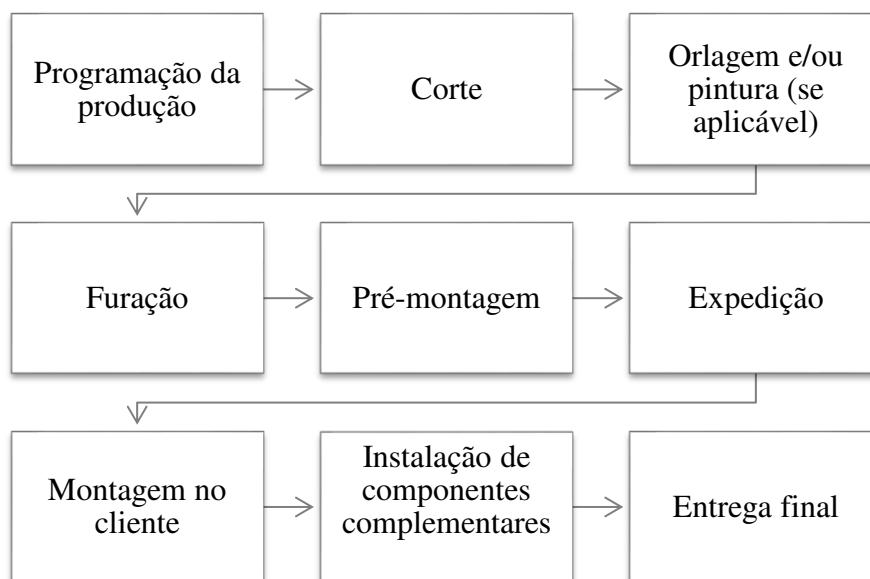


Figura 5 – Fases genéricas da produção e montagem de mobiliário de cozinha

As fases produtivas assumem uma complexidade crescente, em função da quantidade de referências diferentes colocadas em produção. A necessidade de mudança de ferramentas, componentes e outras configurações, são o principal condicionante do *output*, consumindo recursos e gerando tempo não produtivo.

Shigeo Shingo identificou os processos de produção: trabalho; inspeção; transporte e armazenagem, defendendo que cada uma das anteriores fases tem quatro subcategorias: “*setup, essential, auxiliary, and margin allowance*” (Shingo, 1985).

A fase de *setup* caracteriza-se pela configuração e instalação de equipamentos ou ferramentas. As operações essenciais são a efetiva produção do material pelo equipamento. A colocação e retirada dos materiais ou peças de trabalho das máquinas são as operações auxiliares. *Margin allowance* significa na prática os tempos mortos, por avarias de equipamentos, tempos de descanso do pessoal, entre outros. Na busca de ganhos de produtividade, devem ser minimizadas todas as atividades não essenciais, pois não são geradoras de valor e o cliente não as está disposto a pagar.

O caso de estudo da empresa MOB será centrado em atividades industriais da empresa, geradoras de tempos mortos e tempos de *setup*.

2.1.4 Metodologia SMED

2.1.4.1 O que é o SMED

Com particular ênfase desde a 2ª revolução industrial, as manufaturas depararam-se com o problema dos tempos de *setup* e o impacto desta ineficiência no desempenho global das empresas. Henry Ford, na produção do modelo T, colocou em prática o modelo *Tayloriano* de produção, escondendo as ineficiências nas mudanças de ferramentas através da produção de lotes de grande dimensão, diluindo assim o tempo de paragens por peça produzida. Esta abordagem da Ford Motor Company foi denominada *mass production* (produção em massa), sendo criada nos anos 20 do século passado, tem nos dias de hoje ainda aplicação.

Contudo o desenvolvimento económico assistido na segunda metade do século XX, com particular incidência nas economias ocidentais, elevou o número de empresas a competir entre si, e a competir pelos mesmos mercados. Como resposta muitas empresas investiram na inovação e diferenciação de produto, diminuindo o *time to market* e os ciclos de vida dos produtos com a finalidade de evitar produtos obsoletos. Esta preocupação alastrou-se também para as cadeias de abastecimento, passando a considerar *stocks* como indesejáveis e empurrando a pressão de resposta para as unidades industriais. Estas depararam-se com a crescente necessidade de produtos em menor escala e com tempos de resposta mais exigentes, configurando um novo paradigma denominado *mass customization* (Jacobs and Chase, 2021, p. 12). Por sua vez, no Japão, país em reconstrução após a 2ª Guerra Mundial e com uma conjuntura macroeconómica adversa, as empresas deparavam-se com constrangimentos financeiros que limitavam a sua resposta ao mercado. Devido à dificuldade em suportar elevados custos de posse de inventários, bem como pela dificuldade em investir em novos equipamentos e instalações, a solução teria de passar pela utilização mais eficiente dos recursos e da redução de *stocks*, com vista à obtenção de melhorias na produtividade.

Neste contexto, surge a metodologia **SMED** - “*Single-Minute Exchange of Die*”, criada por Shigeo Shingo, significando na prática a troca de uma ferramenta em menos de 10 minutos (single minute). A metodologia foi desenvolvida durante as décadas de 50 e 60 do século XX, mais precisamente durante 19 anos de experimentação prática e de sistematização científica, com a missão de resolver problemas concretos. Nomeadamente *bottlenecks*, baixos *outputs* e falta de flexibilidade, na produção de peças por via de prensas, nas fábricas da Toyo Kogyo’s Mazda (1950), da Mitsubishi Heavy Industries (1957), ambas em Hiroshima, e na fábrica principal de produção de peças de carroceria da Toyota Motor Company’s (1969) (Shingo, 1985).

Em 1950, na Toyo Kogyo’s Mazda, na primeira abordagem ao problema, o autor identificou as operações de *setup* como sendo fundamentalmente de dois tipos:

- *Setup* Interno (IED): tarefas que só podem ser executadas com o equipamento parado;
- *Setup* Externo (OED): tarefas que podem ser executadas com o equipamento em funcionamento.

A metodologia seguida inicialmente foi a de garantir a execução de todas as atividades externas, antes de realizar as atividades internas. Com esta medida conseguiram aumentar a eficiência em 50% e solucionar o *bottleneck* gerado no equipamento.

É pertinente, enquadrar a definição de *bottleneck* (gargalo):
(Barone, 2020, minha tradução)

Um *bottleneck* é um ponto de congestionamento num sistema de produção (como uma linha de montagem ou uma rede de computadores) que ocorre quando os lotes de trabalho chegam demasiado rapidamente para que o processo de produção os consiga tratar. As ineficiências causadas pelo *bottleneck* geralmente criam atrasos e custos de produção mais altos. O termo “gargalo” refere-se ao formato típico de uma garrafa e ao fato de o gargalo da garrafa ser o ponto mais estreito, que é o local mais provável para ocorrer congestionamento, diminuindo o fluxo de líquido da garrafa.⁴

Depois de uma segunda experiência bem-sucedida na fábrica da Mitsubishi, na terceira aplicação prática na fábrica da Toyota em 1969, o desafio era o de reduzir o tempo de cada mudança de *setup* de uma prensa de 1,000 toneladas, para o qual eram necessárias quatro horas para realizar a operação de mudança de ferramentas. Nessa altura a Volkswagen efetuava a mesma mudança em duas horas, e os responsáveis da Toyota colocaram como desafio ao Sr. Shingo a realização do *setup* num tempo inferior à sua concorrente alemã. Ao fim de 6 meses conseguiram o importante feito de reduzir o tempo de *setup* para 90 minutos. Mas passado um mês, a Toyota decidiu reduzir ainda mais o tempo de *setup*, definindo como objetivo menos de 3 minutos de *setup*. Surgiu nessa altura a “inspiração” a Shingo: “Why not convert IED to OED?” (Shingo, 1985, p. 25).

Com este novo conceito de converter tarefas de *setup* interno em externo foi possível em três meses alcançar o objetivo de 3 minutos. É este o feito do Sr. Shingo e da equipa da Toyota que está na base do nome SMED. A troca de ferramentas em um só dígito de minuto (até 10 minutos).

O sistema SMED assenta na separação das operações de *setup* em internas e externas com a aplicação de quatro fases conceptuais, seguidamente descritas, onde cada uma delas tem como objetivo transformar operações internas em externas.

⁴ A bottleneck is a point of congestion in a production system (such as an assembly line or a computer network) that occurs when workloads arrive too quickly for the production process to handle. The inefficiencies brought about by the bottleneck often creates delays and higher production costs. The term "bottleneck" refers to the typical shape of a bottle and the fact that the bottle's neck is the narrowest point, which is the most likely place for congestion to occur, slowing down the flow of liquid from the bottle. (Barone, 2020)

2.1.4.2 Descrição do modelo de aplicação

O modelo de aplicação originalmente desenvolvido por Shingo preconizava quatro fases:

Fase preliminar à aplicação do modelo: não é feita a distinção das atividades internas e externas. É necessário estudar as condições no “chão de fábrica” de forma detalhada. Shingo sugere quatro formas de abordagem inicial para o levantamento de informação: Análise à produção contínua (demorada no tempo); estudo de dados por amostragem (pouco fiável); entrevista aos trabalhadores; e filmagem das operações de *setup*. Esta última é a que reúne a maior preferência, por permitir aferir tempos e mostrar e discutir com os trabalhadores as oportunidades de melhoria.

Fase 1 – Separação entre operações internas e externas: fase mais importante do modelo. Através da separação das operações é possível desagregar as atividades que podem ser preparadas com a máquina em funcionamento, garantindo na realização do *setup*, a execução das atividades possíveis de ser realizadas previamente, permitindo a realização das atividades internas no mais curto espaço de tempo. O autor refere esta fase como podendo trazer reduções de tempo entre os 30% e os 50%.

Fase 2 – Converter operações internas em externas: apesar das importantes melhorias obtidas na primeira fase, para a aplicação plena do modelo é necessário reexaminar todas as operações com vista à identificação de tarefas erradamente classificadas como internas, bem como encontrar formas de converter essas atividades para externas.

Fase 3 – Simplificação de todos os aspetos da operação de *setup*: a terceira fase passa por uma análise detalhada das melhorias obtidas, com vista à reengenharia dos processos e ferramentas, encontrando novas formas de simplificar as operações existentes, sempre com o objetivo elementar de converter tarefas internas em externas. Esta fase pode ocorrer em simultâneo com a segunda fase.

A simplificação referida na última fase passa muitas vezes por encontrar soluções com o objetivo de eliminar operações, internas e externas. A Figura 6 exemplifica a composição de cada fase. A fase 1 passa por uma definição clara da tipologia das operações, a fase 2 é a conversão de atividades internas em externas, e por último a fase 3 caracteriza-se pela eliminação de tarefas internas e externas de forma a obter ganhos produtivos em termos de *output*, mas também em relação à ocupação de recursos afetos às atividades de *setup*.

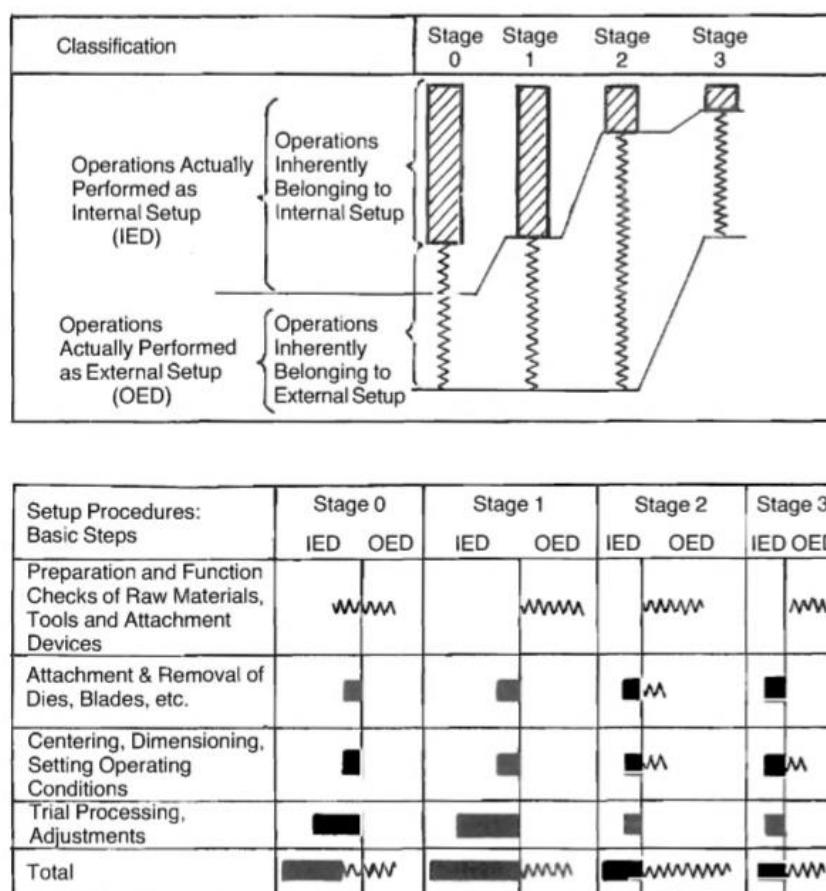


Figura 6 – Fases conceituais para melhoria do *setup* (Shingo, 1985, p. 28)

As áreas de implementação de melhorias podem ser na vertente **Humana** ou **Técnica**.

Através da melhoria da organização e dos processos internos e dependentes das pessoas, é possível num curto espaço de tempo obter 60% da redução de tempo de *setup*. As restantes melhorias necessitam de progressos técnicos, e por norma necessitam de mais tempo a desenvolver.

As organizações devem dar prioridade às melhorias de carácter organizacional, começando com pequenas melhorias (*quick wins*), como seja a definição de funções, a recolha de dados e a criação de instruções de trabalho. Em seguida, as melhorias humanas podem ser aplicadas às movimentações desnecessárias e garantindo a disponibilidade de peças e ferramentas.

As melhorias técnicas devem ser feitas de forma continuada, após alcançados níveis de redução de tempo de *setup* consistentes através da melhoria dos processos humanos. Estas melhorias técnicas podem ser feitas pela forma de desenvolvimento de sistemas de aperto rápido, eliminação dos ajustes e modularização dos equipamentos.

(*SMED Dramatically Reduces Changeover Time | Lean Production, 2021*)

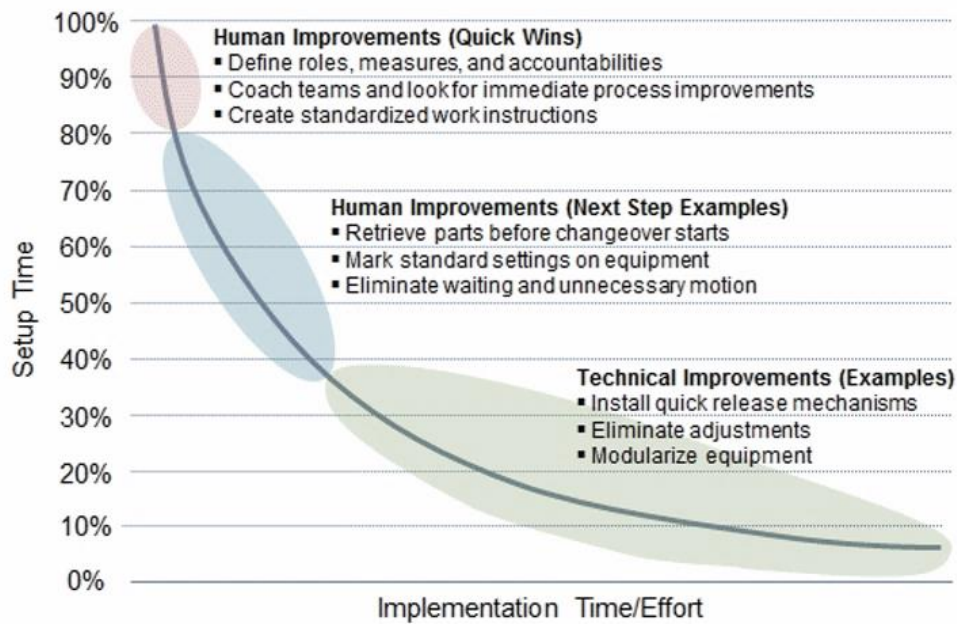


Figura 7 – Áreas de oportunidade de melhoria em projetos SMED
(SMED Dramatically Reduces Changeover Time | Lean Production, 2021)

2.1.4.3 Vantagens e contributo para a produtividade e competitividade

O sucesso da aplicação da metodologia SMED na prensa de 1000 toneladas levou a Toyota a adotar esta ferramenta em todas as suas unidades produtivas, passando a ser um dos elementos essenciais do TPS – *Toyota Production System*. Taiichi Ono, o principal responsável pela criação do sistema de produção da Toyota, descreveu em 1976 o SMED como “*Bringing Wisdom to the Factory*” (Trazendo sabedoria para a fábrica).

A importância desta ferramenta não se cingiu à Toyota ou ao Japão da segunda metade do século XX. Como o próprio autor refere, o SMED “É uma abordagem científica para a redução do tempo de *setup* que pode ser aplicada em qualquer fábrica para qualquer máquina.”⁵ (Shingo, 1985, p. 26, minha tradução).

Norman Bodek, no prefácio do livro de Shingo “*A Revolution in Manufacturing: The SMED System*”, condensa em poucas palavras a importância dos *setups* na produção: “Reduzir o tempo de *setup* é a chave para reduzir *bottlenecks*, diminuir custos e melhorar a qualidade dos seus produtos. *Setups* são, nesta perspetiva, o elemento mais crítico do processo.”⁶ (Shingo, 1985, minha tradução).

O período de assunção das metodologias TPS, *Lean Manufacturing* (desenvolvido no ponto 2.1.5), e nomeadamente o SMED coincidiu com a época de maior crescimento económico do Japão, sendo descrito por muitos autores como o “milagre económico japonês” (Figura 8).

⁵ It is a scientific approach to the setup time reduction that can be applied in any factory to any machine.

⁶ Reducing setup time is actually the key to reducing bottlenecks, lowering costs, and improving the quality of your products. Setups are from this perspective, the most critical element of the process.

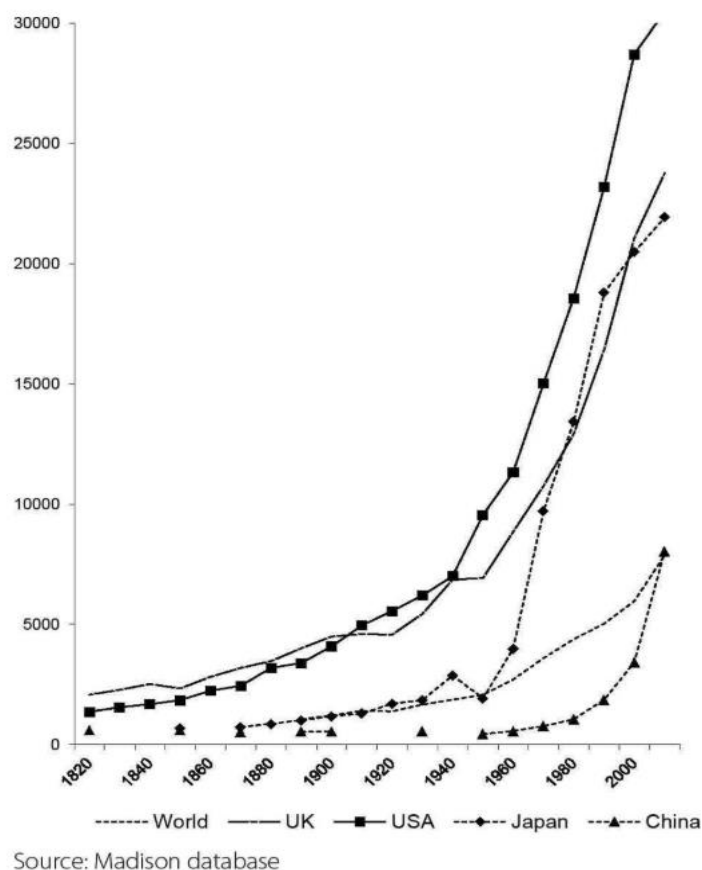


Figura 8 – PIB *per capita* do mundo e de países selecionados 1820-2010 em constante \$1990 (Haynes, 2020)

Em 1950, o PIB do Japão rondava os 2.000 USD por habitante, enquanto o mesmo indicador nos Estados Unidos da América era de 10.000 USD, ou seja, cinco vezes superior. O Japão estando em linha com média mundial, estava muito longe dos rendimentos *per capita* dos EUA e do Reino Unido.

Na década de 90, o Japão conseguiu um impressionante crescimento, situando-se próximo dos 19.000 USD por habitante, ultrapassando o Reino Unido a essa data, e ficando a 21% dos EUA onde o PIB *per capita* rondava os 23.000 USD.

Este feito só foi possível devido ao desenvolvimento no Japão de novas formas de produção, rompendo paradigmas e alcançando vantagens competitivas, levando as empresas japonesas a desempenhar um papel importante na economia mundial nos setores dos veículos motorizados, na eletrônica e nos materiais elétricos.

Na atualidade o SMED é uma ferramenta universal utilizada em diversos países, tendo aplicações nas mais diversas áreas, muitas delas improváveis, tais como o desporto automóvel.

Na década de 50, uma paragem nas boxes demorava mais de 1 minuto. A aplicação da metodologia ao longo dos anos, permitiu a redução drástica dos tempos de paragem, tendo sido estabelecido a 17/11/2019 o record mundial de 1.82 segundos para uma paragem nas boxes, concretizada pela equipa Red Bull Racing e o piloto Max Verstappen (*Guinness World Records - Fastest Formula One Pit Stop*, 2021).

Sistematizando, sendo SMED uma metodologia que tem como objetivo a redução do tempo necessário para a realização de um *setup* (mudança de ferramenta), a sua aplicação bem-sucedida tem as vantagens descritas na Tabela 1:

Tabela 1 – Vantagens do SMED

| Vantagens do SMED | Resultado |
|---|---|
| Custo de fabricação mais baixo | ⇒ Trocas mais rápidas significam menos tempo de inatividade do equipamento |
| Lotes de menor dimensão | ⇒ Trocas mais rápidas permitem trocas de produtos mais frequentes |
| Maior capacidade de resposta à procura do cliente | ⇒ Tamanhos de lote menores permitem uma programação mais flexível |
| Níveis de <i>stocks</i> mais baixos | ⇒ Tamanhos de lote menores resultam em níveis de <i>stocks</i> mais baixos |
| Inicializações de produção mais suaves | ⇒ Processos de mudança padronizados melhoram a consistência e a qualidade |
| Aumento da capacidade produtiva | ⇒ Mais tempo de produção resulta em maior <i>output</i> |
| Aumento da segurança para os trabalhadores | ⇒ Processos de mudança padronizados resultam em operações mais seguras |
| Menor especialização dos operadores | ⇒ Facilitar as ferramentas de mudança de <i>setup</i> elimina a necessidade de trabalhadores especializados |
| Redução do <i>lead time</i> (tempo de resposta) | ⇒ Pela eliminação dos tempos de espera devido a inspeção ou transporte |
| | ⇒ Pela eliminação dos tempos de conclusão de lotes de matérias-primas ou produtos intermédios |
| Revolução no processo de produção | ⇒ Abandonando a necessidade da <i>mass production</i> |
| Nova atitude | ⇒ Tornar o impossível em possível |

(*SMED Dramatically Reduces Changeover Time* | *Lean Production*, 2021) (Shingo, 1985)

2.1.5 SMED e o *Lean Manufacturing*

A metodologia SMED é uma ferramenta efetiva na redução dos tempos de *setup*, com o intuito de obter ganhos de produtividade e eficiência. Está inserida numa filosofia mais abrangente denominada *Lean Manufacturing*. Significando magro, a palavra *Lean* no contexto industrial traduz a filosofia de eliminação do desperdício (*Muda*⁷).

Celebrizado pela Toyota, na segunda metade do século XX, o *Lean Manufacturing* foi trazido para a indústria por Henry Ford, idealizando uma produção automóvel em fluxo contínuo, através de uma linha contínua movida em carris onde eram aplicadas peças intercambiáveis⁸. Taiichi Ohno, dando continuidade aos desenvolvimentos feitos pelos seus antecessores na Toyota, e após a sua visita aos EUA em 1950, inspirou-se no princípio de redução de desperdício aplicado por Ford, aliado ao conceito de supermercado self-service. Potenciou a filosofia considerada um dos alicerces do “milagre económico Japonês”, desenvolvendo a forma de pensamento que hoje em dia domina o paradoxo da produtividade e das organizações capazes de gerar lucros de forma contínua.

À filosofia *JIT – Just In Time* de Kiichiro Toyota, fundador da empresa, Ohno adicionou diversos conceitos, nomeadamente o princípio Kaizen, o sistema *kanban* através do sistema *pull*, células em U, implementação de qualidade em todas as fases do processo produtivo, através de *Poka Yoke’s*⁹, com o objetivo de melhorar o serviço pós venda, entre muitos outros. “É considerado o verdadeiro arquiteto do *Toyota Production System*”.

(*History of Lean | What you need to know for Lean Six Sigma certification*, 2015)

O sucesso do *Lean Manufacturing* advém da absorção de várias metodologias de melhoria da produtividade, que integradas constituem uma poderosa ferramenta.

A eliminação do desperdício (*muda*) tem na filosofia *lean* sete desperdícios “capitais”.



Figura 9 – Sete desperdícios *Lean*

(*Os 7 Desperdícios do Lean*, 2021)

⁷ Palavra japonesa para desperdício

⁸ Interchangeable

⁹ “Mecanismo anti-erro que, por definição, não tem intervenção humana” (Coimbra, 2016)

Os sete desperdícios:

- Sobreprodução → Produzir mais do que é preciso ou antes de ser necessário
- Espera → Produto em curso em espera de processamento
- Transportes → Movimentações desnecessárias de materiais
- Movimentações de pessoas → Movimentações desnecessárias de pessoas
- Processamento excessivo → Realizar processamentos que o cliente não valoriza
- Inventários → Existências acima das necessidades imediatas (inverso de JIT)
- Defeitos → Não criar defeitos e não os repassar. Evitar retrabalho

Mais recentemente surgiu um oitavo desperdício, a não utilização do potencial humano. Deixando de ver os trabalhadores apenas como mão-de-obra, mas envolvendo-os nos processos e utilizando também as suas ideias e oportunidades identificadas. (*The Essence of Lean is to Eliminate Waste | Lean Production*, 2021)

O SMED, foi uma das mais importantes ferramentas aliadas por Ohno ao TPS / *Lean*.

A existência da metodologia SMED potenciou em sentido bidirecional toda a filosofia. Técnicas como 5'S, JIT, gestão visual, produção em fluxo e *Kanban* proporcionaram as condições para o sucesso do SMED. A aplicação conjunta e concertada de todas as metodologias contribui para a obtenção de resultados positivos sustentáveis. A aplicação isolada, extemporânea e acima de tudo, sem o envolvimento da gestão de topo, resultará muito provavelmente no desperdício de tempo e de recursos.

O envolvimento do número 1 das organizações é condição indispensável, promovendo a transformação a partir do topo da organização. Masaaki Imai, fundador do Kaizen Institute, assegura que “para se transformar o modo de gerir uma organização é necessária uma forte abordagem *top-down* e que o Número 1, o CEO, esteja altamente focado nessa transformação.” (Coimbra, 2016, p. xii).

Algumas pessoas tem uma capacidade natural de liderança, mas todos podem desenvolver essas competências. O desenvolvimento de competências de liderança “*ajudará a envolver e inspirar a sua equipa a alcançar o seu melhor*”¹⁰ (*Leadership | Vorne*, 2021).

Para uma liderança efetiva existem oito características fundamentais que devem ser doseadas e desenvolvidas e função do perfil das pessoas a liderar. Um líder deverá ser visionário, apaixonado, confiante, consistente, decidido, orientado para os resultados e humilde. (*Leadership | Vorne*, 2021).

O sucesso do desenvolvimento das organizações e da implementação de metodologias está diretamente relacionado com o envolvimento e exemplo da liderança de topo. O exemplo da mudança de mentalidade tem de partir do líder, influenciando e motivando positivamente os seus colaboradores.

¹⁰ “*Developing leadership skills will help you to engage and inspire your team to achieve their very best.*”

Para enquadramento das metodologias anteriormente mencionadas, é pertinente fazer uma breve descrição dos conceitos *Lean*:

Tabela 2 – Conceitos Lean / Kaizen

| Metodologias | Explicação |
|--------------------|---|
| JIT – Just in time | ⇒ Objetivo de alcançar a melhor qualidade, custo e tempo de entrega, eliminando todos os tipos de desperdício (<i>muda</i>) |
| Kaizen | ⇒ Do japonês " <i>Kai</i> " (mudar) e " <i>Zen</i> " (melhor), é na prática a melhoria contínua em "em todos os colaboradores, em todas as áreas e todos os dias" |
| <i>Kanban</i> | ⇒ Significando em japonês "cartão", sendo que cada cartão está associado a um pequeno <i>stock</i> de consumíveis, materiais primas, acessórios, e tudo o que possa ser aplicado à gestão de stocks |
| Sistema Pull | ⇒ Processos de mudança padronizados melhoram a consistência e a qualidade |
| Produção em fluxo | ⇒ Tipo de produção que tem como objetivo a criação de um fluxo contínuo de materiais, com vista a que não existam pausas entre processos |
| <i>Gemba</i> | ⇒ É o "lugar real" onde o valor acrescentado é gerado e onde os desperdícios ocorrem. É na prática o chão de fábrica, quando nos estamos a referir a uma manufatura. |
| PDCA | ⇒ Planear, fazer, verificar e atuar. O Modelo PDCA é frequentemente utilizado no seguimento de ações e oportunidades de melhoria no <i>gemba</i> |
| OEE | ⇒ OEE - <i>Overall Equipment Efficiency</i> : "indicador de eficiência composto por três categorias de perdas de eficiência de um equipamento - Disponibilidade, velocidade e qualidade." Permite medir a eficiência geral de um equipamento. |

(Coimbra, 2016)

2.1.6 Metodologia 5'S

Todas as ferramentas *Lean* assumem primordial relevância para a concretização de uma organização eficiente, no entanto a metodologia 5'S justifica um destaque. A sigla 5'S deriva das cinco palavras japonesas: *seiri*; *seiton*; *seiso*; *seiketsu*; e *shitsuke*, significando respectivamente: Triagem e separação; Arrumação; Limpeza e manutenção; Normalização e prática; e Disciplina.



Figura 10 – Diagrama 5'S ('Kaizen Gestão e Serviços', 2021)

(*Kaizen glossary definitions*, 2021, minha tradução)

5'S é uma ferramenta simples mas poderosa para organizar um local de trabalho limpo, eficiente e seguro para potenciar a produtividade, gestão visual e garantir a introdução de trabalho padronizado. O principal objetivo do 5'S é apoiar um fluxo eficiente de materiais, informações e pessoas; não para embelezar o local de trabalho.¹¹

Entende-se assim a metodologia 5'S como tendo a finalidade da “melhoria dos postos de trabalho e do seu meio envolvente” (Coimbra, 2016, p. 117). Os benefícios desta metodologia são a poupança de tempo, e a melhoria da qualidade, fazendo bem à primeira.

O pensamento 5'S é perpétuo no tempo (Figura 10), onde todas as fases devem ser alvo de melhoria contínua e o processo deve ser mantido e assegurado através da prática e disciplina, garantindo a evolução para procedimento normal da organização.

A sua aplicação é o primeiro passo para manter postos de trabalho e equipamentos em perfeitas condições de limpeza, organização e normalização de espaço, sendo um requisito essencial para a aplicação da metodologia SMED. A mentalidade 5'S, é o primeiro passo para a promoção do ambiente necessário para a implementação de todas as metodologias *Lean* potenciadoras da produtividade.

¹¹ *5S is a simple but powerful tool for organizing a workplace in a clean, efficient and safe manner to enhance productivity, visual management and to ensure the introduction of standardized working. The main purpose of 5S is to support the efficient flow of materials, information and people; not to beautify the workplace.*

2.1.7 OEE - Overall Equipment Efficiency

O indicador OEE é a principal ferramenta de avaliação da performance de um equipamento. Permite comparar o desempenho de todos os equipamentos de uma unidade industrial agregando a aferição da Disponibilidade, Velocidade (desempenho) e Qualidade. Possibilita identificar a percentagem do tempo de produção planeada verdadeiramente produtiva, funcionando como ferramenta de eliminação do desperdício.

A medida do tempo de operação realizado em comparação com o tempo planeado para produzir é a **Disponibilidade**.

$$Disponibilidade = \frac{Tempo\ de\ Operação}{Tempo\ de\ Abertura}$$

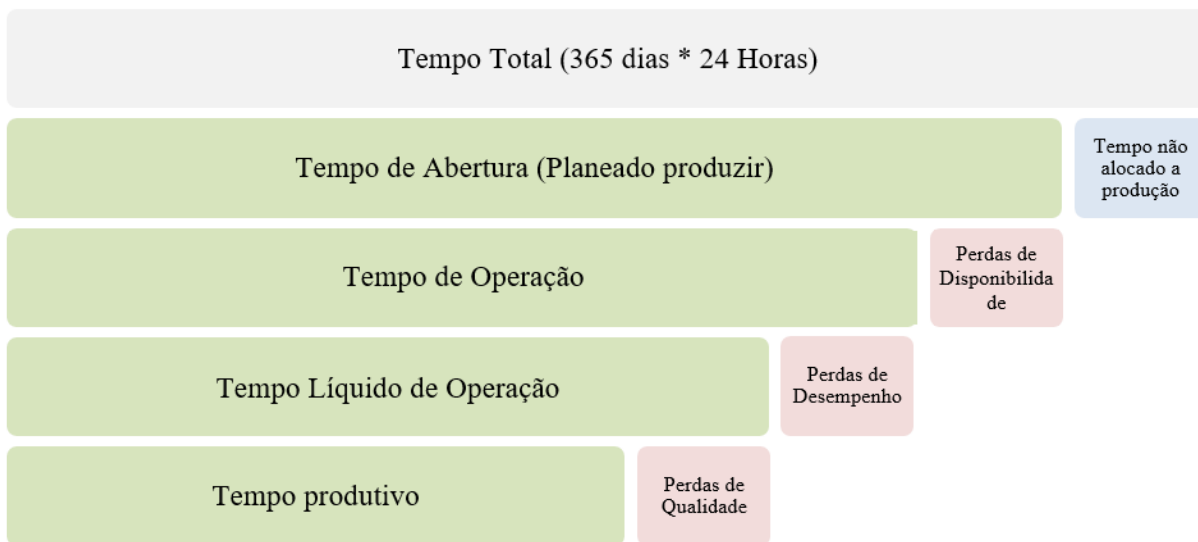


Figura 11 – Estratificação dos tempos usados no cálculo do OEE
(Adaptado de *OEE Measures Improvements in Productivity | Lean Production*, 2021)

$$Desempenho = \frac{Tempo\ de\ ciclo\ ideal * Quantidade\ produzida}{Tempo\ de\ execução} \qquad Qualidade = \frac{Peças\ boas}{Total\ de\ peças\ produzidas}$$

O Tempo de Ciclo Ideal é o tempo teórico mais rápido possível para fabricar uma peça. Quando multiplicado pela quantidade produzida, resulta no tempo líquido de operação: o tempo teórico mais rápido possível para fabricar a quantidade total de peças.

Sendo uma das três componentes do indicador OEE, a avaliação da Disponibilidade será no capítulo seguinte, o principal conceito de avaliação do desempenho dos equipamentos em estudo.

3. Estudo de caso

3.1 Aferição do nível de aplicação da metodologia 5'S

A metodologia 5'S permite alcançar benefícios com a poupança de tempo e melhoria da qualidade, criando condições para fazer bem à primeira. É uma importante ferramenta na manutenção de postos de trabalho e equipamentos em perfeitas condições de limpeza, organização e normalização de espaço, sabendo antecipadamente não se tratar de um caminho finito, mas sim ciclo de melhoria contínua de todos os dias: Triagem e separação, Arrumação, Limpeza e manutenção, Normalização e prática, e Disciplina.

Como requisito essencial para a aplicação da metodologia SMED, decorrentes das primeiras visitas à unidade, realizaram-se relatórios de estado da arte dos postos de trabalho da Orladora Combima e da Furadora Morbidelli (desenvolvidos nos pontos 3.2.2 e 3.3.2) e reuniões de trabalho com os responsáveis pela melhoria contínua, produção e qualidade com o intuito de aferir o nível de implementação e comprimento dos cinco passos da metodologia 5'S.

A verificação local do funcionamento dos centros de trabalho acima referidos, registos fotográficos e entrevista a colaboradores serviram de suporte para a realização de relatórios de verificação. Os relatórios produzidos foram o suporte à interação com os responsáveis da unidade para as áreas da produção, melhoria continua e qualidade no sentido de perceber os problemas e propor potenciais soluções.

Foram identificadas melhorias imediatas (*quick wins*) e melhorias estruturais ou de processo, tais como a necessidade de implementação de um plano diário de arrumação, limpeza, normalização e disciplina dos colaboradores da linha, permitindo um ambiente de trabalho *lean* e produtivo como meio de comunicação de rigor e método. As melhorias imediatas derivaram sobretudo da observação do funcionamento dos postos de trabalho, constatação dos elementos

essenciais à operação e verificação das atividades potencialmente geradoras de problemas de qualidade e rentabilidade.

O exercício foi aplicado no estudo do centro de trabalho da Furadora Morbidelli. Apesar de a bancada auxiliar ao funcionamento do posto estar aparentemente organizada, a mesma só deveria ter o estritamente necessário para a operação do dia. Na bancada existiam folhas de lotes anteriores, aumentando a probabilidade de erro humano e dificultando a gestão visual. A bancada e armários são utilizados como arquivo das folhas das produções realizadas, e repositório dos manuais e regras de funcionamento e produção do centro de furação.



Figura 12 - Bancada posto de trabalho da Furadora Morbidelli

O nível de implementação da metodologia 5'S era diminuto neste centro de trabalho. Apesar de existir alguma normalização, arrumação e limpeza, após análise de pormenor constatou-se a necessidade de realizar uma triagem e separação do essencial, normalizar o posto de trabalho com a formalização das regras de funcionamento e por fim disciplina na verificação do cumprimento dos procedimentos definidos.

No centro de trabalho da Orladora Combima, um dos problemas estruturais identificados residia no sistema de abastecimento de cola poliuretano, adaptado no equipamento devido a avaria do sistema original. Não sendo um sistema integrado com o equipamento, o abastecimento dos dois depósitos é feito manualmente originando derrames, prejudicando a qualidade do produto final e representando um desperdício de adesivo e por consequência produtos de remoção do poliuretano.



Figura 13 – Sistema de colagem Orladora Combima

A unidade procedeu à recolha de soluções técnicas para permitir avaliar financeiramente a implementação de um sistema mais eficiente e com menos intervenção humana. Na

impossibilidade de repor o componente original da máquina pelo seu elevado custo, ponderou-se a aquisição de dois equipamentos de abastecimento de cola, para fornecer os dois depósitos, evitando perdas de disponibilidade pelo atual processo de abastecimento de adesivo. Após a recolha de soluções técnicas concluiu-se não ser oportuno o investimento estando em curso um projeto de investimento cofinanciado pela união europeia.

(Página MOB Cozinhas - Apoios Comunitários, 2021)

O projeto prevê um aumento de capacidade no estabelecimento fabril da Mob, com vista à introdução de produtos inovadores assentes em novas tecnologias avançadas e materiais diferenciadores (entre os quais o produto/cozinha a reagir aos ambientes), para diferenciação ao produto final. O investimento preconiza ainda a adoção de processos automáticos, assentes em tecnologias avançadas, requerendo para o efeito a criação de postos de trabalho qualificados. Deste modo, o projeto irá dotar a MOB de uma oferta diferenciadora no sector, e competitiva nos mercados mundiais.

Decorrendo um projeto de investimento na modernização da unidade, as melhorias técnicas identificadas tem de ser enquadradas ao abrigo do projeto e de forma a se ajustarem aos equipamentos a incorporar na unidade. Dado o enquadramento, o trabalho concentrou-se na identificação das melhorias organizacionais.

A organização da estante de arrumação de bobines de orla era igualmente um ponto a melhorar. As fitas de orlar deveriam ser catalogadas com o código de material do *software* de gestão (SAP) e colocadas de forma a serem retiradas rapidamente e sem trocas de referências. Em alternativa, se os consumos destas referências forem pontuais, as orlas deveriam retornar ao armazém e serem fornecidas à linha quando for necessário. As orlas de maior rotação tem estantes específicas, corretamente catalogadas e abastecidas através de sistema *Kanban*, mas careciam da elaboração de um plano de limpeza e de normalização da arrumação dos pertences pessoais dos colaboradores.



Figura 14 – Estante com orlas de maior rotação e *Kanban*

A empresa tem na sua unidade implementado o sistema *Kanban* para o reabastecimento de componentes e materiais aos centros de trabalho. O quadro poderia estar num local mais visível e as necessidades deveriam ser recalculadas com regularidade, garantindo na linha só o material necessário à laboração diária. O *stock* de linha de adesivo deveria também estar catalogado, organizado e o mais perto possível do equipamento.

No decorrer das várias seções de trabalho concluiu-se que as orlas armazenadas junto à orladora dupla eram de uso pontual. Resultavam de consumos anteriores, sendo procedimento da unidade armazenar os rolos parcialmente consumidos junto do equipamento. Igual processo era aplicado à orladora simples. Em conjunto com a direção industrial definiu-se a inventariação, codificação e quantificação das orlas em chão de fábrica, para posterior devolução ao armazém de matérias-primas e componentes. Após realização desse trabalho foi feita a arrumação e limpeza da estante e de todo o espaço circundante, melhorando substancialmente a produtividade do posto e identificando corretamente as orlas a permanecer na estante pela sua utilização regular.



Figura 15 – Estante de arrumação de orlas

O exercício de aferição do nível de implementação da metodologia 5'S permitiu concluir a necessidade de identificação e sinalização dos locais de arrumação dos artigos auxiliares com o objetivo de manter na linha de produção apenas o necessário e imprescindível.

A inexistência de um plano (Triagem e separação; Arrumação; Limpeza e manutenção; Normalização e prática; Disciplina) para a fábrica, e monitorização do seu cumprimento, revelam um nível reduzido de aplicação da metodologia. A unidade tem implementadas metodologias *lean*, como por exemplo o *Kanban* e gestão visual, e existe o conhecimento na organização da importância da filosofia 5'S. A formalização de procedimentos e principalmente a mudança de mentalidade para o facto de cada colaborador ser o responsável pelo seu posto de trabalho, são os passos necessários para o aprofundamento do pensamento 5'S.

A melhoria contínua e a disciplina são fundamentais no processo de mudança. Fazer bem, à primeira, todos os dias em todos os locais, é uma mentalidade a ser exercida e posta em prática deste o topo da organização até à base. Os principais embaixadores devem ser os elementos da melhoria contínua, tendo a cargo a implementação, seguimento e disciplina da lógica de arrumação, limpeza e padronização. Com o tempo a metodologia passará a ser intrínseca da organização e os novos colaboradores são integrados e formados numa nova realidade. Nunca deixando de ser um processo constante, os responsáveis da unidade e mais especificamente da melhoria contínua, após assimilação da metodologia por toda a organização, passam a ter um papel de disciplina e efetiva melhoria contínua partindo de uma base de trabalho mais sólida, produtiva e *Lean*.

3.2 Aplicação da metodologia SMED – Orladora Combima

3.2.1 Processo de fabrico da Orladora Combima

O processo de orlagem na indústria do mobiliário consiste na aplicação de orla em plástico, podendo ser de várias tipologias, normalmente em painel aglomerado de madeira com revestimento melamínico, através de um adesivo termofusível PUR – Poliuretano ou EVA - *Etileno-acetato de vinila*. O processo de orlagem no caso em estudo consiste na utilização de orla maioritariamente em PVC (*Policloreto de vinila*) e colagem através de adesivo poliuretano. O equipamento utilizado, a Orladora Combima Concept/II/500/B/R3 (Figura 16), foi construído e instalado em 2007, permite a realização da operação de orlagem dos painéis, colando orla em duas arestas simultaneamente. Caso necessitem de ter as quatro arestas orladas, os painéis são passados duas vezes no equipamento. A entrada e saída é feita por alimentadores automáticos, ou em alternativa alimentação manual pela colocação e retirada das peças dos tapetes de transporte.



Figura 16 – Fotos Orladora Combima Concept e alimentador da entrada de painéis

Devido ao elevado número de referências necessárias produzir originadas pelo processo *make-to-order* aliado ao fabrico por medida, nem sempre a alimentação e retirada das peças da Orladora é feita pelos alimentadores automáticos. Quantidades reduzidas não justificam o tempo de configuração e os alimentadores não conseguem movimentar painéis com filme de proteção.

Neste equipamento são orlados maioritariamente os painéis que compõem os caixotes, sendo as frentes das portas e gavetas orladas em outro equipamento da unidade, uma orladora simples. No fabrico de móveis de cozinha as frentes são o componente com maior variabilidade. Os caixotes a produzir repetem-se em cozinhas com frentes diferentes. A Orladora Combima pode também orlar frentes, quando a quantidade do lote a produzir é elevada. Normalmente usada para obras com produção repetitiva de cozinhas (prédios e empreendimentos).

A Figura 17 permite ver de forma esquemática as operações realizadas pelo equipamento. Sequencialmente, a Orladora Combima realiza nas duas arestas laterais a fresagem das peças de forma a garantir controlo dimensional e esquadria das peças, aplica o adesivo e em seguida a orla, corta o excesso de orla, alinha a orla, realiza o boleamento e alisamento das duas arestas orladas e se necessário aplica um rasgo junto a uma das arestas para que seja aplicada a costa do móvel na fase de montagem.

ORLADORA DUPLA
 IMA Combima concept/II/500/B/R3
 Ano:2007

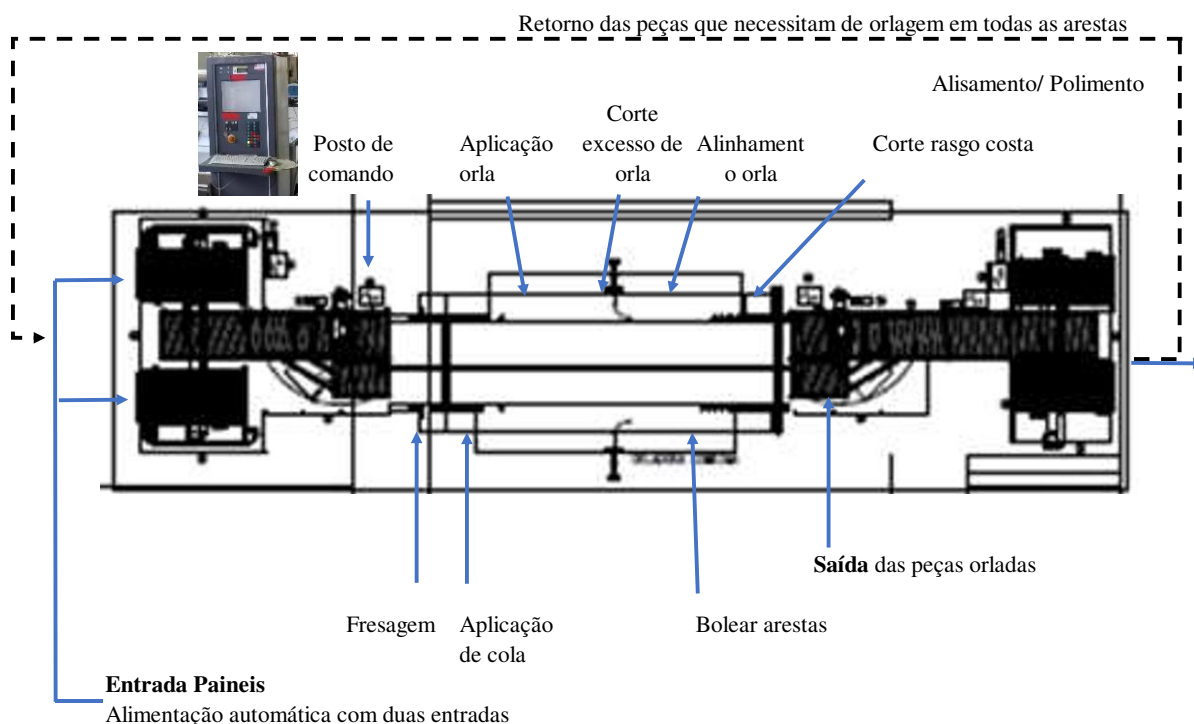


Figura 17 – Esquema de trabalho Orladora Combima Concept

É possível orlar as duas arestas do painel com orlas de cor diferente. No posto de comando são introduzidas as alterações às medidas de painéis a orlar e da tipologia de orla a aplicar. À orladora está ligado o sistema de aspiração da unidade industrial.

3.2.2 Estudo preliminar

Pela realização de levantamento de dados na unidade, entrevista a colaboradores, filmagem do equipamento em funcionamento e consulta das características técnicas, foi possível compilar as informações presentes no estudo preliminar. Os dados de produção são recolhidos diariamente pelo departamento de qualidade através da introdução em plataforma informática interna, agregando de forma estruturada em base de dados os registos efetuados. Nesse formulário são recolhidas as seguintes informações: data, peças processadas, metros lineares processados, operador e lote de produção. O Tempo de Operação do equipamento não é aferido, impossibilitando o apuramento das perdas de desempenho. O Tempo Líquido de Operação, apurado com o tempo de ciclo ideal, permite aferir o somatório das perdas de disponibilidade e de desempenho.

A Orladora demonstra uma cadência regular de 20 metros por minuto quando alimentada automaticamente, tendo a dimensão das peças um impacto pouco considerável no tempo de fabrico. Através da aferição local foi possível perceber que, com as configurações atuais, o tempo de ciclo ideal é de 9 peças por minuto, sendo este o referencial usado para a aferição da

capacidade. Em um turno, de 450 minutos (7 horas e 30 minutos) de laboração, a Orladora pode processar até 4,050 peças, resultando em um mês de 22 dias de trabalho uma capacidade teórica de 89.100 peças.

As quantidades de peças consideradas são as processadas na máquina. Aproximadamente 50% dos painéis é reintroduzido na Orladora Combima para orlar todas as arestas (ilhargas) e os restantes são orlados apenas em duas arestas (cimo e fundo).

Tabela 3 - Evolução da produção Orladora de 2020 e janeiro e fevereiro de 2021

| Ano | Quantidade Peças | Dias de Trabalho Planeados | Tempo de abertura (min.) | Dias trabalhados | Tempo Líquido de Operação (min.) | Média Peças/Dia Trabalho | Média Minutos trabalho / dia | Disponibilidade + Desempenho (%) |
|-----------------|------------------|----------------------------|--------------------------|------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| 2020 | 125,871 | 232 | 104,400 | 219 | 13,986 | 575 | 64 | 13.4% |
| jan/21 e fev/21 | 17,553 | 38 | 17,100 | 32 | 1,950 | 549 | 61 | 11.4% |
| Total | 143,424 | 270 | 121,500 | 251 | 15,936 | 571 | 63 | 13.1% |

O equipamento em 2020 processou 125,871 peças em 219 dias de trabalho realizados, traduzindo-se numa média diária de 575 peças (Tabela 3). O tempo estimado de produção em 2020 foi de 13,986 minutos em 104,400 minutos planeados. A percentagem de tempo de disponibilidade, com o equipamento efetivamente a produzir, foi de 13.4% em 2020.

Importa definir a disponibilidade como o tempo de orlagem de peças em comparação com o tempo de abertura. As perdas de disponibilidade derivam das paragens planeadas (exemplo: tempos de *setup*, manutenção) e não planeadas (exemplo: avaria, falta de matéria prima, falta do operador). Nos 14 meses inicialmente analisados, a diferença entre os 270 dias planeados de trabalho e os 251 dias em laboração foi causada por avarias não previstas do equipamento, representando 7% das perdas de disponibilidade.

$$\% \text{ Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo Líquido de Operação (min.)}}{\text{Dias de trabalho planeados} * 450 \text{ minutos}}$$

Em 2021, nos meses de janeiro e fevereiro, a disponibilidade esteve 2% abaixo do verificado no ano anterior. A Orladora teve uma média de tempo líquido de operação diário de 61 minutos. A verificação dos dados mensais permite aferir na amostragem de 14 meses, a variação da ocupação entre um máximo de 21% em março de 2020 e mínimo de 7% no final desse ano.

A Orladora pode trabalhar apenas com um operador nas séries de maior dimensão. Se existir a necessidade de alimentar manualmente a linha, é alocado um segundo elemento para realizar a movimentação manual das peças.

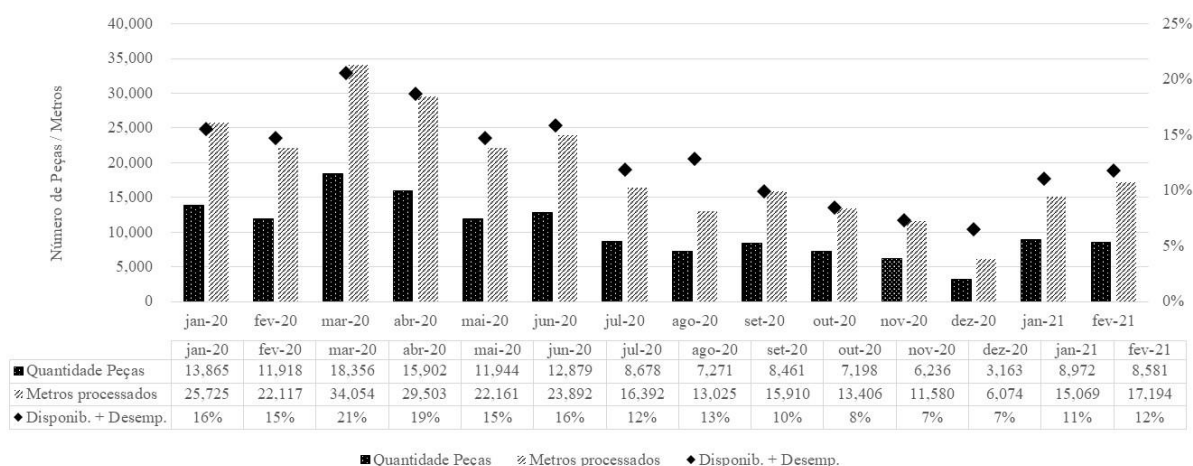


Figura 18 – Gráfico da evolução das peças processadas Orladora Combima

Tendo em consideração os níveis de disponibilidade é pertinente o estudo dos tempos de paragens de forma a mitigar o tempo não produtivo do equipamento. No trabalho de campo realizado foram identificados, de forma empírica, os *setups* como uma das atividades com maior contributo para os tempos de paragem. O processo produtivo, tipologia de equipamento, e envolvente industrial tornam pertinente o estudo dos motivos causadores deste problema.

A metodologia de Espinha de Peixe, também conhecida como diagrama de causa efeito e diagrama de *Ishikawa*, o nome do seu inventor, permite estruturar problemas com o objetivo de encontrar as causas e promover o pensamento em equipa. A aplicação da ferramenta ao problema dos tempos de *setup* à Orladora Combima, resultou na definição de seis principais ramos: Equipamento; Materiais; Processo; Gestão; Pessoal; e Envolve (Figura 19).

As condicionantes do Equipamento prendem-se principalmente com necessidade de mudança frequente das dimensões das peças e com o sistema de abastecimento do adesivo. O sistema de cola original do equipamento funcionava com um adesivo poliuretano termofusível, ou seja, endurece por arrefecimento a partir do estado fundido. A resistência à humidade e vapores da ligação da orla ao painel feita através do adesivo Swiftlock 4197 não era satisfatória. Após avaria do sistema original de abastecimento de cola, a empresa decidiu adaptar outra solução de colagem, do fabricante Nordson, através de equipamento auxiliar e mantendo o funcionamento com outro adesivo termofusível, garantindo uma junta adesiva fina e com melhor resistência a altas temperaturas, humidade e vapores.

Este adesivo à base de poliuretano tem uma temperatura de funcionamento entre 120°C e 140°C, segundo a respetiva ficha técnica. A resistência mecânica final é atingida depois de 7 dias de aplicação. As recargas de adesivo colocado no equipamento são de 2 kg.

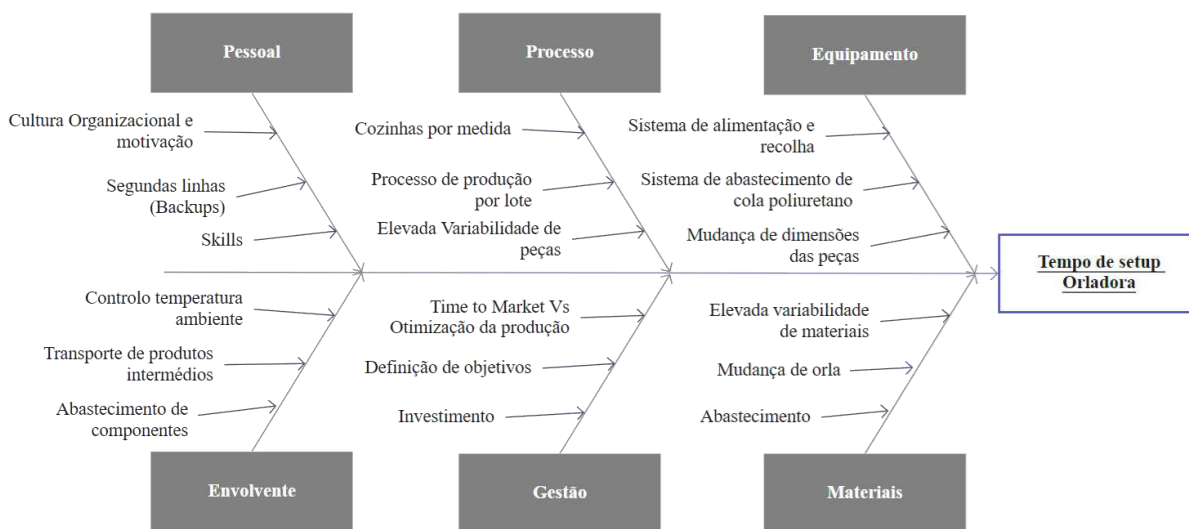


Figura 19 – Diagrama espinha de peixe Orladora Combima

Apesar de o desempenho da ligação da orla ao painel ser satisfatório, o processo de fornecimento é improdutivo devido ao abastecimento dos dois depósitos de cola ser feito por uma única máquina. É necessária a verificação regular dos níveis de cola dos dois depósitos, por inspeção visual. O abastecimento é feito por mangueira amovível para os depósitos esquerdo e direito. Este procedimento, ainda que seja uma atividade externa, provoca desperdício de adesivo e utilização de agentes de limpeza, aumenta a variabilidade do processo com a possibilidade de passarem peças sem existir cola nos depósitos, e gera ocupação de recursos humanos em atividades sem valor acrescentado no produto.



Figura 20 – Sistema Nordson de fundição e abastecimento do adesivo poliuretano

Os Materiais contribuem para os tempos de *setup* da Orladora, devido à mudança frequente de tipologia, aos vários tipos de orla a colocar e ao abastecimento irregular nas séries de menor dimensão.

Já referido anteriormente, o Processo de *tailor made* e de produção por lote conferem complexidade ao planeamento de produção e otimização dos equipamentos fabris. Existe um *trade-off* entre potenciar a agregação de peças idênticas e a personalização do produto, e a concretização de prazos de entrega ágeis e cumprimento de serviço ao cliente. A unidade privilegia o nível de serviço ao cliente e customização em detrimento da otimização de lotes para redução das paragens por *setup*.

A Envolvente da unidade industrial afeta a produtividade pelas variações de temperatura ao longo do ano. Estas adicionam variabilidade no processo e custos de não qualidade. A necessidade de retrabalhar ou voltar a produzir peças não conformes contribui também para o aumento das mudanças de *setup* condicionando a disponibilidade. O sistema de transporte das peças entre fases produtivas é feito por esteiras com rolos, com movimentação manual dos operadores.



Figura 21 – Sistema de transporte por rolos

Para os tempos de *setup*, o Pessoal tem um papel crucial. As competências adquiridas e experiência dos operadores tem impacto direto no tempo de mudança de ferramentas e de *setup*. A existência de segundas linhas com conhecimento é fundamental em qualquer unidade ou negócio, como forma de garantir a substituição imediata de um colaborador ausente. As segundas linhas necessitam de ter formação e envolvimento, prevenindo influência no *output*, tempos de paragem ou qualidade decorrentes da substituição de um operador.

A cultura organizacional e motivação devem ser tidas em conta na procura da produtividade. À Gestão da empresa cabe essa missão, pela via da definição de objetivos e do seguimento das condicionantes que afetam o desempenho. A estratégia de *time to market* e definição do prazo de entrega influenciam a quantidade de referências a produzir e por conseguinte os tempos de *setup*.

3.2.3 Aplicação da Metodologia SMED

3.2.3.1 Fase preliminar à aplicação do modelo

A análise preliminar, abordada no ponto 3.2.2, permitiu recolher a informação necessária para o desenvolvimento da metodologia SMED no caso de estudo e identificar as tarefas abaixo como operações de *setup* do equipamento Orladora Combima, sem uma ordem cronológica definida.

Tabela 4 – Operações *setup* Orladora Combima

| Tarefas de <i>setup</i> | Descrição |
|--------------------------------------|---|
| Abastecimento de cola aos depósitos | Colocação da mangueira do equipamento Nordson de fundição do adesivo poliuretano nos depósitos de adesivo do equipamento |
| Abertura / fecho do equipamento | Configuração do equipamento para adaptação à largura das peças a orlar |
| Alinhamento esquadria | Opção do equipamento que garante a esquadria de peças. Seleccionada quando as arestas a orlar são de menor dimensão que a largura da peça. |
| Colocação do adesivo para fundição | Abastecimento do equipamento Nordson com cartuchos de adesivo de 2 quilogramas. |
| Inserção das novas medidas | Parametrização da Largura, Comprimento e espessura. O equipamento tem já configurações gravadas em função da tipologia de peças. Normalmente é seleccionado o programa e editadas as medidas. |
| Inserção do tipo de orla | Seleção do tipo de Orla no <i>software</i> |
| Mudança ou reposição de orla | A orladora permite ter carregados 6 rolos de cada lado, com tipos de orla iguais ou diferentes. É necessário a sua reposição e colocação de orlas em função dos móveis a produzir. |
| Opção de rasgo e medida | Seleccionar a opção de aplicação de rasgo na peça para colocação de costas |
| Paragem da linha | Paragem da linha para mudança de peça a orlar |
| Reinício da linha e nova alimentação | Configuração do equipamento de alimentação e recolha e reinício da linha |

Para estas tarefas foram aferidos tempos médios de *setup* pela filmagem e retirada de tempos presencialmente. As configurações do equipamento são feitas maioritariamente no posto de comando. A Orladora tem parametrizados os modos de funcionamento e de forma digital são dadas as instruções de operação.

3.2.3.2 Separação entre operações internas e externas

Através da separação das operações é possível desagregar as atividades exequíveis de serem preparadas com a máquina em funcionamento (IED - Internas) e as atividades possíveis de ser realizadas previamente (OED - Externas), com o objetivo de realização das atividades internas no mais curto espaço de tempo.

Tabela 5 – Separação de Operações Internas e Externas - Orladora Combima

| Operação | Tipo (IED /OED) | Descrição | Tempo (H:MM:SS) | % | Tempo acumulado (H:MM:SS) |
|---------------------------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|------------|---------------------------|
| # 1 | IED | Paragem da linha | 0:00:30 | 29% | 0:00:30 |
| # 2 | IED | Inserção das novas medidas | 0:00:10 | 10% | 0:00:40 |
| # 3 | IED | Inserção do tipo de orla | 0:00:05 | 5% | 0:00:45 |
| # 4 | IED | Opção de rasgo e medida | 0:00:05 | 5% | 0:00:50 |
| # 5 | IED | Alinhamento esquadria | 0:00:03 | 3% | 0:00:53 |
| # 6 | IED | Abertura / fecho do equipamento | 0:00:20 | 19% | 0:01:13 |
| # 7 | IED | Reinício da linha e nova alimentação | 0:00:30 | 29% | 0:01:43 |
| Total Operações Internas | | | 0:01:43 | 33% | |
| # 1 | OED | Mudança ou reposição de orla | 0:01:00 | 29% | 0:01:00 |
| # 2 | OED | Abastecimento de cola aos depósitos | 0:02:00 | 57% | 0:03:00 |
| # 3 | OED | Colocação do adesivo para fundição | 0:00:30 | 14% | 0:03:30 |
| Total Operações Externas | | | 0:03:30 | 67% | |
| Tempos totais | | | 0:05:13 | | |

A recolha de tempos de paragem, através de amostragens apuradas em vários dias, permitiu o apuramento dos tempos médios presentes na Tabela 5. As 10 atividades foram separadas em 7 operações internas e 3 operações externas.

As operações internas representam 33% os tempos de *setup*, mas o impacto na produtividade é direto, reduzindo tempos produtivos. As operações externas, apesar de serem realizadas com o equipamento em funcionamento, contribuem para a ocupação de recursos.

Verificou-se que 58% do tempo de *setup* dedicado a operações internas é relativo às operações 1 e 7 que na prática é a paragem da linha e reinício. Neste processo de mudança de referência é necessário que todas as peças cumpram o circuito dos tapetes de transporte. A paragem da linha é feita quando todas as peças de uma medida foram orladas. O reinício da linha e nova alimentação contribui para os tempos de *setup*. O equipamento só volta a orlar quando as novas peças percorrerem o percurso do tapete de alimentação, que opera a vinte metros por minuto.

A operação 6 tem tempo variável em função das medidas a alterar. O tempo de *setup* desta operação é proporcional à diferença das medidas entre as peças a orlar. A Orladora Combima ajusta-se à largura da peça através motores elétricos que deslocam o lado direito do equipamento até à medida pretendida. Quanto maior for a diferença de medida a orlar, maior será o tempo de *setup* desta operação. A orladora pode processar peças com uma largura mínima de 120 milímetros, uma largura máxima de 3300 milímetros, e uma espessura de 8 a 60 milímetros. Os tempos aferidos na Tabela 5 resultam da média da amostragem obtida.

As operações 2 a 5 são realizadas no posto de comando (Figura 22). Nestas operações são dadas as instruções à Orladora selecionando o tipo de peça a orlar nos programas predefinidos e editando as dimensões, tipo de orla e opção por rasgo ou certificação da esquadria da orlagem. Representam 23% dos tempos de *setup* consumidos.

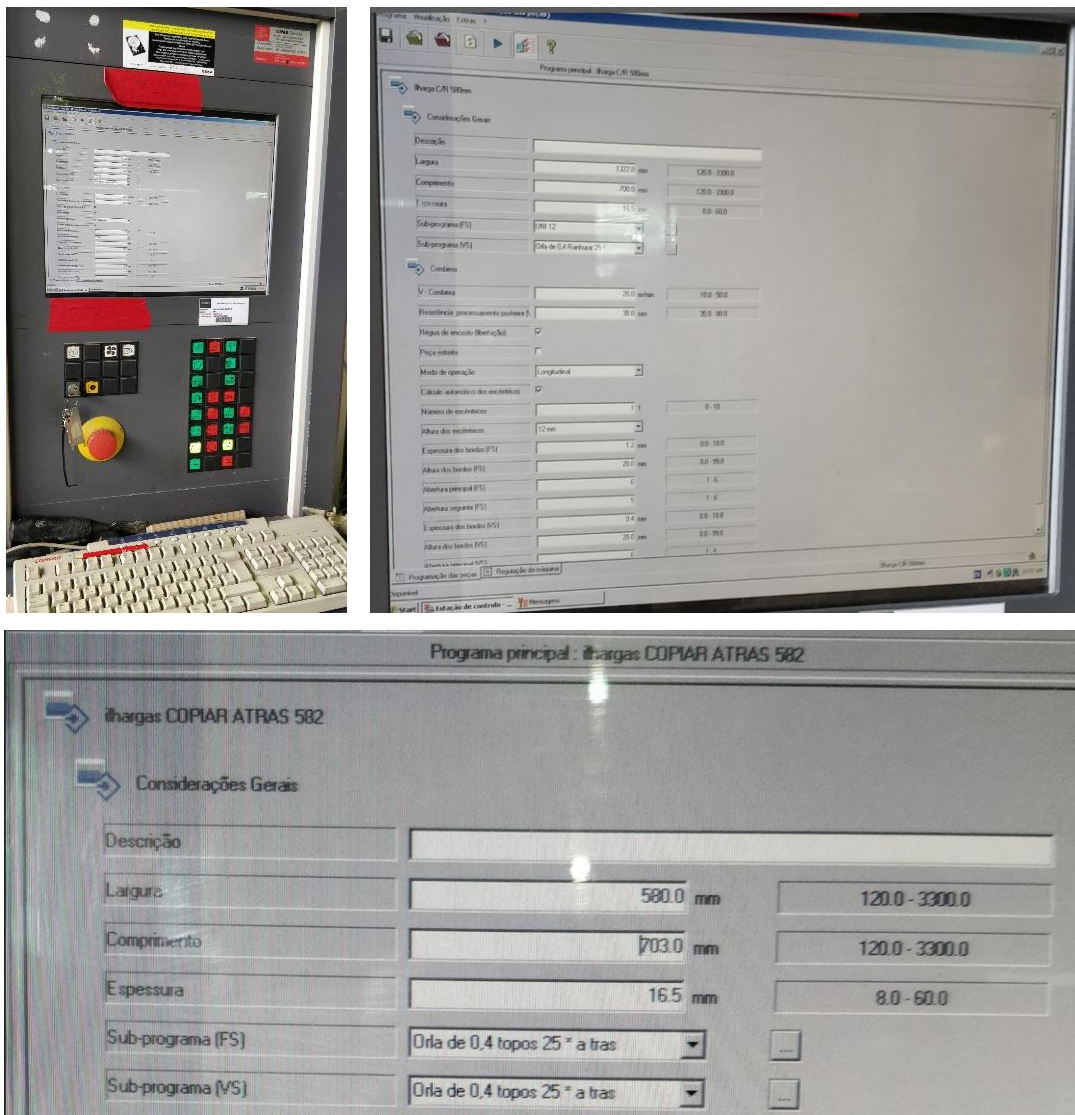


Figura 22 – Posto de comando Orladora Combima

A operação externa de maior relevância é o abastecimento de adesivo aos depósitos do equipamento. No estudo preliminar desenvolvido no ponto 3.2.2 constatou-se a improdutividade desta operação, não pelo tempo de paragem do equipamento mas sim pelo desperdício de adesivo, necessidade de inspeção visual dos níveis de cola e inconstância na qualidade do produto final. A mudança ou reposição de orla e o abastecimento de adesivo ao equipamento de fundição são feitos com o equipamento em funcionamento não implicando a paragem da Orladora. O equipamento funciona autonomamente quando alimentado pelos alimentadores automáticos, podendo o operador realizar as operações externas de *setup*. O controlador do sistema de alimentação e descarga está localizado junto ao posto de comando da Orladora, reduzindo as deslocações do operador.

3.2.3.3 Converter operações internas em externas

A aplicação integral do modelo preconiza a examinação de todas as operações com o objetivo de identificar tarefas erradamente classificadas como internas e encontrar formas de as converter para atividades externas.

As operações internas de maior relevância no que diz respeito ao tempo despendido são as operações de paragem da linha, abertura ou fecho do equipamento e reinício e nova alimentação. Representam 77% do tempo de *setup* e uma perda de disponibilidade de 1 minuto e 20 segundos a cada mudança.

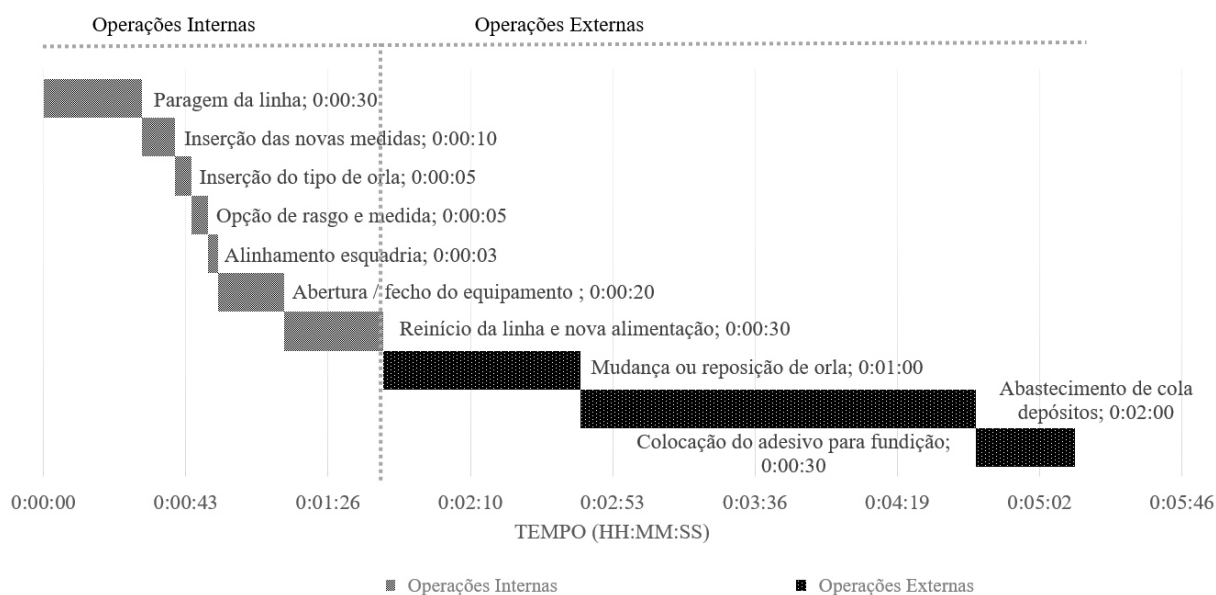


Figura 23 – Operações Internas e Externas – Orladora Combima

Por aferição no terreno constatou-se a viabilidade de reconverter para operações externas as restantes tarefas internas 2 a 5 de configuração da Orladora no posto de comando. A melhoria alcançada a cada mudança poderia ser de 23 segundos. As operações em causa são de configuração das medidas e opções, cujas informações a dar ao equipamento podem ser previamente introduzidas e garantir a execução da atividade antes de uma mudança.

3.2.3.4 Simplificação de todos os aspetos da operação de *setup*

A última fase da metodologia prevê a simplificação dos aspetos do *setup*, consubstanciada na análise detalhada dos desenvolvimentos obtidos com vista à reengenharia dos processos e ferramentas. O objetivo fundamental é converter tarefas internas em externas. Esta fase pode ocorrer em simultâneo com a fase anterior.

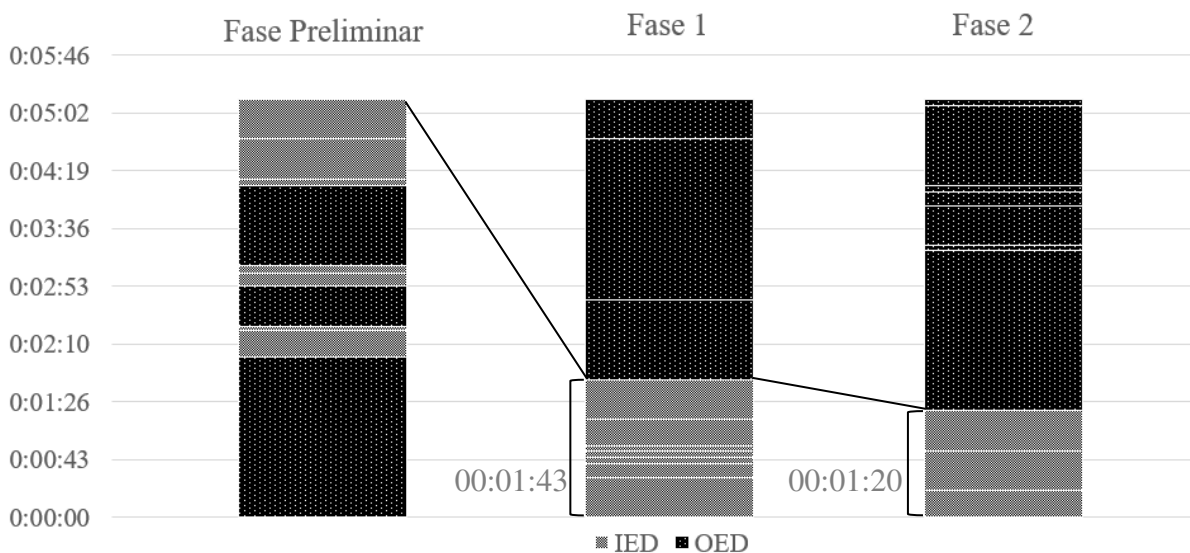


Figura 24 – Fases aplicação da metodologia SMED – Orladora Combima
(Adaptado de ‘Sistemas de Troca Rápida de Ferramentas (SMED) | Nortegubisian’, 2021)

A sistematização da Figura 24 permite perceber a vantagem da aplicação da metodologia e organização das tarefas. No entanto a evolução da fase 1 de separação das atividades internas para externas e a fase 2 de conversão de tarefas internas para externas teve um impacto reduzido na diminuição dos tempos de paragem do equipamento, passando de um tempo total de *setup* interno de 1 minuto e 43 segundos para 1 minuto e 20 segundos. Existindo sempre espaço para melhoria dos equipamentos, processos e demais influenciadores do tempo de *setup*, há poucas oportunidades de forma imediata e no decorrer do projeto de reduzir o impacto na disponibilidade motivado pelas tarefas internas de *setup*.

A constatação anterior conduz-nos ao problema já identificado na aplicação da metodologia de Espinha de Peixe, o elevado número de referências a produzir. O estudo do número de referências colocadas a produção diária permite perceber o tempo desperdiçado em paragens de *setup*. A metodologia SMED preconiza a produção de lotes mínimos e a otimização dos tempos de *setup* como forma de obtenção de maior flexibilidade das unidades industriais. Mas é inegável o impacto que o elevado número de referências a produzir tem na produtividade, mesmo em equipamentos com tempos de *setup* baixos sem necessidade de mudança de ferramentas, como é o caso da orladora. O estudo das referências a produzir e sequência de produção é abrangido pelo planeamento e *layout*. Não sendo o âmbito desta tese, interessa analisar a quantidade de referências colocadas a produção diariamente, avaliar a quantidade de mudanças de *setup* realizadas e mensurar o impacto na disponibilidade. A pergunta pode

inclusivamente colocar-se de outra forma, serão as quantidades colocadas a produção suficientes para garantir a completa utilização da capacidade do equipamento?

Identificada a necessidade constatou-se ser inviável a análise com os dados existentes.

Nas interações realizadas com a equipa técnica da MOB, decidiu-se solicitar a implementação de um desenvolvimento informático com a finalidade de recolher as estatísticas do número de peças produzidas nos centros de trabalho. Esta decisão levou ao desenvolvimento de uma nova plataforma informática de registo de dados de produção permitindo fiabilizar a recolha e obtenção de mais informação para suportar o estudo da produtividade e auxiliar a tomada de decisão da direção industrial.

Para tal, os sistemas de informação do Grupo Visabeira passaram a recolher do *software* de desenho técnico a explosão de materiais constituintes de um móvel. Após concluído esse desenvolvimento, em específico para Orladora Combima foi necessária a classificação das peças orladas uma ou duas vezes, definindo o cimo, fundo, régua, prateleira fixa e divisória como tendo uma passagem na orladora. As ilhargas e prateleiras móveis é necessário orlar duas vezes e por conseguinte ter duas passagens no equipamento.

| Material Caix... | Orla 1 | Orla 2 | Peça | Quantidade | Dim1 | Dim2 | Dim 3 | Rasgo | Especial | Validar |
|------------------|--------------------|--------------------|----------------|------------|------|-------|-------|-------|----------|---------|
| 2113 | | | | | | | | | | |
| Antracite 16 | Antracite_CX0.4... | Antracite_CX0.4... | CIMO_FUNDO_... | 1 | 1018 | 559.5 | 16 | 26 | X | ✓ |
| Antracite 16 | L167_Antracite_... | Antracite_CX0.4... | CIMO_FUNDO_... | 5 | 568 | 540 | 16 | 26 | | ✓ |
| Antracite 16 | L167_Antracite_... | Antracite_CX0.4... | CIMO_FUNDO_... | 2 | 568 | 578.5 | 16 | 26 | | ✓ |
| Antracite 16 | L167_Antracite_... | Antracite_CX0.4... | ILH_RASGADA | 4 | 703 | 580 | 16 | 26 | | ✓ |
| Antracite 16 | L167_Antracite_... | Antracite_CX0.4... | ILH_RASGADA | 2 | 2215 | 580 | 16 | 26 | | ✓ |
| Antracite 16 | L167_Antracite_... | Antracite_CX0.4... | ILH_RASGADA | 2 | 2215 | 580 | 16 | 66 | | ✓ |
| Antracite 16 | L167_Antracite_... | | PRAT_FIX | 1 | 568 | 554 | 16 | | | ✓ |
| Antracite 16 | L167_Antracite_... | Antracite_CX0.4... | PRAT_ORL | 5 | 566 | 494 | 16 | | | ✓ |
| Antracite 16 | L167_Antracite_... | Antracite_CX0.4... | CIMO_FUNDO_... | 1 | 1018 | 578.5 | 16 | 26 | X | ✓ |
| Antracite 16 | L167_Antracite_... | Antracite_CX0.4... | CIMO_FUNDO_... | 2 | 1023 | 578.5 | 16 | 26 | X | ✓ |
| Antracite 16 | L167_Antracite_... | Antracite_CX0.4... | ILH_RASGADA | 2 | 500 | 580 | 16 | 66 | X | ✓ |
| Antracite 16 | L167_Antracite_... | Antracite_CX0.4... | PRAT_ORL | 3 | 566 | 454 | 16 | | X | ✓ |
| Antracite 16 | L167_Antracite_... | Antracite_CX0.4... | PRAT_ORL | 2 | 1021 | 494 | 16 | | X | ✓ |
| Branco 16 | | | ILH_RASGADA | 2 | 703 | 320 | 16 | 26 | | ✓ |
| Branco 16 | | | ILH_RASGADA | 1 | 903 | 320 | 16 | 26 | | ✓ |

Figura 25 – Nova plataforma de recolha de produção

A nova plataforma de recolha foi aplicada em toda a unidade industrial e passou a existir o detalhe das peças processadas em cada centro de trabalho, desmaterializando as ordens de trabalho que eram exclusivamente em papel. A aplicação anterior apenas permitia recolher a quantidade produzida, sem ter a informação da tipologia de peças feitas, e por consequência sem ter a informação de quantas referências diferentes cada centro de trabalho realizava. A nova aplicação entrou em testes no final de fevereiro de 2021 e permitiu a partir de março do mesmo ano recolher dados detalhados da produção. O registo passou a ser feito pelos operadores de cada centro de trabalho, através de *tablets* ou computadores, confirmando informaticamente a produção de uma referência. Os registos validados na plataforma são guardados como registo de produção de cada peça com a data e hora de validação. A unidade passou a ter de forma rápida a informação das diferentes referências em produção e consequentemente dos reais tempos de *setup*, criando o suporte para a definição e seguimento de objetivos de produção.

A definição de objetivos está na base dos modelos económicos, funcionando como motivação e foco para alcançar o crescimento contínuo e sustentável. A definição de objetivos existiu sempre na gestão individual ou corporativa. Na década de 80 do século passado, foi criada a técnica mais conhecida da atualidade para definição de objetivos, os objetivos *SMART*. Em 1981, George T. Doran, no artigo “*There's a S.M.A.R.T. Way to Write Management's Goals and Objectives*”¹², defendeu que todas as organizações, gestores e supervisores aquando da definição de objetivos devem ter presente o acrónimo *SMART* (*A Brief History of SMART Goals*, 2021):

- *Specific*: Específico, relativo a uma determinada área
- *Measurable*: Mensurável, ou pelo menos um indicador de progresso
- *Assignable*: Atribuível, deve ser definido quem o deve cumprir
- *Realistic*: Realista, objetivos atingíveis com os recursos disponíveis
- *Time-related*: Definido no tempo, quando os resultados devem ser alcançados

No Diagrama de Ishikawa, apresentado no estudo preliminar (3.2.2, p. 27) foi identificada a definição de objetivos como uma das condicionantes da Gestão, influenciadoras dos tempos *setup* da Orladora Combima. Neste centro de trabalho vários fatores afetam a produtividade e a quantidade de peças trabalhadas por dia, sendo o principal a mudança de referências.

Agregando os dados de produção do período de janeiro de 2020 a abril de 2021, verifica-se um histograma assimétrico. A quantidade produzida em 79% dos dias é igual ou inferior a 700 peças. Verificam-se também vários registos diários de produção superiores, indicando capacidade para a realização de quantidades mais elevadas. No período em análise foram identificados 5 dias com produções superiores 1200 peças. A pergunta retórica a colocar é: porque não é possível processar sempre 1,543 peças por dia, o registo diário mais elevado do período?

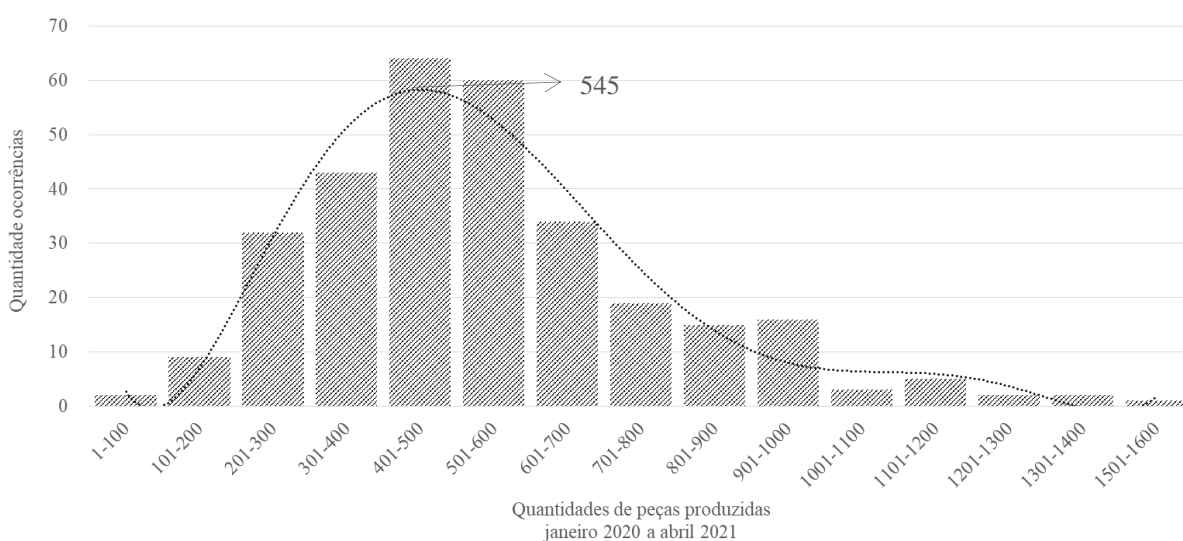


Figura 26 – Histograma produção peças Orladora Combima

¹² Há uma maneira *SMART* de definir metas e objetivos na gestão

A quantidade produzida tem vários fatores influenciadores levando a grande variabilidade entre as quantidades produzidas, a capacidade e a disponibilidade. Nas produções do primeiro semestre de 2020 está incluído um projeto com grandes quantidades de móveis iguais. Em todo caso, a definição de objetivos deve ser clara e objetiva, promovendo a assimilação e aceitação dos operadores. Fazer variar a meta em função das referências a produzir seria uma medida de ajuste dos objetivos, mas tornaria as metas confusas, complexas e portanto difíceis de assimilar pelos operadores.

Nos dezassete meses considerados no cálculo, a média global por dia trabalhado foi de 545 peças. É notória a capacidade de realizar produções mais elevadas, verificando-se em todos os meses quantidades máximas diárias superiores às quantidades médias, entre 35% e 134%.

A ausência de objetivos diários pode também contribuir para a variabilidade da produção diária, transitando para o dia seguinte produção que poderia ter sido feita no próprio dia, originando desequilíbrios nos fluxos produtivos e agravando *bottlenecks*.

A metodologia a aplicar deve inicialmente garantir os três primeiros pressupostos *SMART*, criando objetivos específicos, mensuráveis e atribuíveis. Como fatores de promoção da produtividade e motivação, os objetivos devem ser ambiciosos mas realistas. A metodologia utilizada para cálculo e definição dos objetivos foi sustentada no apuramento das quantidades de peças produzidas médias e os valores mínimos e máximos atingidos num só dia em cada mês (Figura 27).

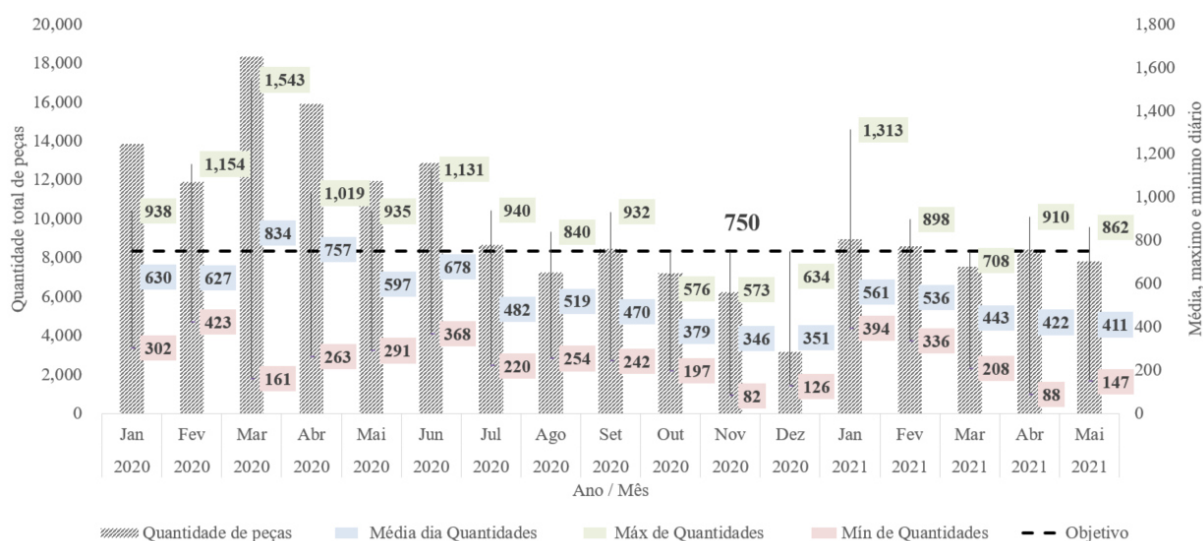


Figura 27 – Cálculo dos objetivos diários da Orladora Combima

A média dos valores máximos verificados no período foi de 936 unidades, cruzando este valor com a média diária obtemos o valor de 734 unidades. Este é o valor entre a média mensal do período e a média dos valores máximos mensais, criando um objetivo de melhoria e aumento da produção diária. Para mais fácil interiorização dos objetivos propôs-se o arredondamento em excesso do objetivo para 750 peças, fixando-se este número como o objetivo diário para o posto de trabalho.

A definição de objetivos deve ser conciliada através da partilha de informação com os responsáveis pelo cumprimento das metas. Estes devem saber como são avaliados e ser-lhes disponibilizada a informação da produção realizada comparativamente com o objetivo definido. A partilha de informação tem um efeito de autocontrolo nos influenciadores diretos da produtividade, os operadores. Para o efeito, foram desenvolvidos painéis de controlo digitais, evidenciando a produção realizada aos trabalhadores, responsáveis e direção da unidade, proporcionando um fácil, rápido e fiável acesso à informação.



Figura 28 – Dashboards de acompanhamento dos objetivos globais e específicos da Orlandora Combima

A criação de objetivos e partilha da informação envolvem os trabalhadores no objetivo coletivo, levando as organizações a tornarem-se orientadas para o resultado final e por arrastamento, mais produtivas e competitivas. Medir o impacto destas medidas nem sempre é possível, pois feitas em conjunto com outras iniciativas, o seu efeito isolado não é mensurável de forma clara. A sinergia das ações e a melhoria contínua dos processos promovem o crescimento orgânico e produtividade. Não sendo possível medir o impacto isolado de uma medida sem influência direta na quantidade produzida, sugere-se o estudo cuidadoso e regular dos registos de produção como forma de aferir a efetividade das ações implementadas e agir atempadamente no caso de necessidade de revisão das implementações.

3.2.4 Análise dos resultados obtidos

A implementação da metodologia SMED impele a organização para o foco na análise de dados. Os registos obtidos no período de março a maio de 2021 foram agregados e analisados por lote. O lote é o conjunto de peças a produzir onde é feita a agregação de peças similares constituintes de um móvel, de forma a otimizar as operações nos centros de trabalho de corte, orlagem e furação da unidade. Em média, um lote tem um ciclo de produção de uma semana, mas pode ocorrer a composição de lotes mais pequenos com durações inferiores, ou a capacidade de tratamento de mais peças em função do *output* e tempo de ciclo de produção. Os lotes são heterogéneos em função das encomendas a produzir. Lotes constituídos maioritariamente por encomendas de obras de média e grande dimensão tem um número de referências inferior comparativamente com lotes constituídos por cozinhas de particulares ou agentes.

Comparativamente com a perspetiva mensal, a análise feita por lotes é a mais correta. A Tabela 6 contem o resumo mensal da quantidade de referências orladas e do impacto do *setup* na disponibilidade mensal. Pode ser consultada no Anexo 3 a tabela completa por lote.

Tabela 6 – Peso tempo de *setup* na Disponibilidade Orladora Combima

| Mês / Nº Lote | Referências a Orlar | Quantidade e peças | Quantidade e de passagens | Média Passagens por referência | Dias Trabalho | Média nº referências a orlar / dia | Média tempo <i>setup</i> por dia (HH:MM:SS) | Peso <i>setup</i> na disponibilidade |
|---------------|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------|------------------------------------|---|--------------------------------------|
| Mar/21 | 3,241 | 11,731 | 16,386 | 5 | 22 | 146 | 03:15:16 | 43% |
| Abr/21 | 2,309 | 13,659 | 19,476 | 18 | 20 | 104 | 02:18:04 | 31% |
| Mai/21 | 3,106 | 11,832 | 16,875 | 6 | 19 | 160 | 03:33:58 | 48% |
| Total | 8,656 | 37,222 | 52,737 | 10 | 61 | 136 | 03:01:31 | 40% |
| | | | | | | | Duração dia de trabalho | 07:30:00 |
| | | | | | | | Tempo médio de <i>setup</i> | 00:01:20 |

O estudo mensal das diversas referências a produzir não é o mais correto pois dilui os tempos de *setup* de referências iguais produzidas em lotes diferentes. Foi considerado como tempo de *setup* 1 minuto de 20 segundos, obtidos na fase 2 da aplicação da metodologia.

No período em estudo (Tabela 6), são orladas em média 137 referências diferentes por dia, representando uma perda de disponibilidade de 40% no equipamento, com aproximadamente 3 horas de paragem diárias para mudança de *setup*. Não obstante, nesta amostragem, a percentagem de perda de disponibilidade máxima verificada foi de 58% e a mínima de 11%, corroborando o impacto da agregação de referências no *output*. O lote com menor perda de disponibilidade é o lote com maior número médio de passagens por referência, significando uma produção mais repetitiva e mais quantidades por referência.

Outro fator de relevância a destacar é o incremento da quantidade de peças processadas. A unidade nestes 3 meses processou em média 865 peças por dia, comparativamente com os

meses janeiro e fevereiro de 2021, com uma média de 549 peças por dia. Não foi possível aferir se a evolução positiva dos indicadores da quantidade e disponibilidade em 9 p.p. está diretamente relacionada com as iniciativas implementadas ou se são resultados de uma conjuntura favorável.

Tabela 7 - Evolução dos registos de produção orladora de janeiro a maio de 2021

| Ano | Quantidade Peças | Dias Trabalho Planeados | Tempo de abertura (min.) | Dias trabalho realizados | Tempo Líquido de Operação (min.) | Média Peças/Dia a Trabalho | Média Minutos trabalho / dia | Disponibilidade + Desempenho (%) |
|-----------------|------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| jan/21 e fev/21 | 17,553 | 38 | 17,100 | 32 | 1,950 | 549 | 61 | 11.4% |
| mar/21 a mai/21 | 52,737 | 64 | 28,800 | 61 | 5,860 | 865 | 96 | 20.3% |
| Total | 70,290 | 102 | 45,900 | 93 | 7,810 | 756 | 84 | 17.0% |

Subsiste a questão se o planeamento e constituição de lotes estarão a condicionar o *output*. A informação disponível não permite analisar as perdas de desempenho e disponibilidade por motivo de perda. Essa será uma futura melhoria no processo de recolha de dados atual, permitindo isolar tempos de manutenção, avaria, falha de operador do tempo de não produção por falta de produção atribuída. É possível ainda assim a análise das perdas de desempenho originadas pelas mudanças de *setup* e a quantificação das restantes perdas. Quantificado o tempo de *setup* estimado para o período de março de 2021 a maio 2021, concluiu-se que as atividades de *setup* representam 40% das perdas de desempenho. Sendo as perdas de desempenho no período de 80%, excluídas as perdas de disponibilidade de 5%, as restantes perdas não identificadas tem um peso de 35%. Na percentagem de Outros Motivos residem as perdas por manutenção não prevista, avaria, lotes subdimensionados entre outros. Dados obtidos do departamento de manutenção, indicam em 2020 uma indisponibilidade de 42 horas do equipamento por motivos de avaria ou reparação não prevista, não sendo na amostragem uma perda representativa ou relevante.

É pertinente detalhar as perdas de eficiência e produtividade de origem desconhecida, possibilitando a atuação sobre os fatores inibidores de produtividade e competitividade.



Figura 29 – Eficiência da Orladora Combima - Março 2021 a Maio 2021

3.2.4.1 Eficiência global – OEE Orladora Combima

Na Tabela 8 é explanada a evolução do OEE – *Overall Equipment Efficiency* como forma de resumo da evolução do trabalho desenvolvido no decorrer da tese, neste centro de trabalho. Para o apuramento deste indicador foram consideradas as perdas de disponibilidade e perdas de desempenho. As perdas de qualidade foram desprezadas. Pela informação do departamento de qualidade da empresa constatou-se a sua reduzida dimensão, levando a serem desconsideradas no cálculo do OEE da Orladora Combima.

No período de aplicação das melhorias de produtividade ao abrigo do projeto (março de 2021 a maio de 2021), verificou-se um progresso relevante no OEE, passando de 13% em 2020 e 11% de janeiro e fevereiro de 2021 para 20% de março de 2021 a maio de 2021. A informação do peso dos *setups* na perda de desempenho, informação anteriormente não disponível, evidencia no período 60% de perdas de desempenho originadas pelas mudanças de referências na Orladora.

A referir novamente a impossibilidade de garantir a ligação direta da melhoria dos indicadores e o trabalho desenvolvido. Seria necessário um seguimento contínuo e prolongado para aferir a consistência das medidas adotadas no alcance da competitividade da empresa. Em todo o caso, a perceção do peso do *setup* no desempenho do equipamento é uma ferramenta importante para a tomada de decisão da empresa. Permitirá no futuro ter em linha de conta a flexibilidade dos equipamentos como fator de seleção, ao invés de apenas considerar o *output* e qualidade, como era tradicionalmente observado.

Tabela 8 – Evolução OEE Orladora Combima

| OEE - Overall Equipment Efficiency | Jan/20 a Dez/20 | | | Jan/21 e Fev/21 | | | Mar/21 a Mai/21 | | |
|------------------------------------|-----------------|------|------|-----------------|------|------|-----------------|------|------|
| | Minutos | % TA | % TO | Minutos | % TA | % TO | Minutos | % TA | % TO |
| Tempo de Abertura | 104,400 | | | 17,100 | | | 28,800 | | |
| Perda Disponibilidade * | 5,850 | 6% | | 2,700 | 16% | | 1,350 | 5% | |
| Tempo de Operação | 98,550 | 94% | | 14,400 | 84% | | 27,450 | 95% | |
| Tempo Líquido de Operação | 13,986 | 13% | 14% | 1,950 | 11% | 14% | 5,860 | 20% | 21% |
| Perda Desempenho | 84,564 | 81% | 86% | 12,450 | 73% | 86% | 21,590 | 75% | 79% |
| Mudanças de <i>Setup</i> | | | | | | | 11,541 | 40% | 42% |
| Outros Motivos | | | | | | | 10,049 | 35% | 37% |
| OEE | 13% | | | 11% | | | 20% | | |

* Dias planeados - Dias trabalhados | TA = Tempo de Abertura | TO = Tempo de Operação

3.3 Aplicação da metodologia SMED – Furadora Morbidelli

3.3.1 Processo de fabrico da Furadora Morbidelli

A Furadora Morbidelli U26 é um equipamento com data de fabrico de 1992, produzido em Itália. No âmbito do presente trabalho a seleção deste equipamento em detrimento de outros equipamentos similares mais recentes da unidade teve como objetivo o estudo dos tempos de *setup* deste centro de trabalho visto serem furados os painéis com medidas especiais ou ilhargas de móveis altos, resultando em um volume de produção reduzido. O processo de furação na indústria do mobiliário consiste na realização de furos num painel, com o propósito de introdução das cavilhas metálicas, de madeira ou de plástico que permitirão a junção do painel com os outros painéis constituintes do móvel. Este processo é imprescindível na produção de mobiliário montado ou vendido em *kit* para montagem pelo cliente final.

O equipamento opera com dois cabeçotes nas coordenadas introduzidas pelo operador pelo referencialortonormado, em que “x” é a deslocação lateral, “y” a medida de largura da peça e “z” a profundidade da furação (Figura 30). Os dois cabeçotes de furação tem brocas de rotação para esquerda e para a direita, com diâmetros de cinco, oito, dez e quinze milímetros. O cabeçote 1 tem dezasseis brocas para de cavilhas, pendurais, pés e basculantes. O 2º tem três brocas para furação de prateleiras.



Figura 30 – Furadora Morbidelli U26 e cabeçote 1

O equipamento *hardware* com memória, armazenando modelos de furação predefinidos, geralmente usados pelo operador como base para alterar as coordenadas do painel a furar. Na grande maioria dos casos, tratando-se de peças com medidas especiais, é necessário reintroduzir novas medidas de furação. É muito rara a repetição de dimensões por se tratarem de componentes de móveis feitos por medida. O processo de configuração é demorado e requer formação específica do funcionamento do equipamento. O centro de trabalho opera com uma funcionária, sendo especializada em trabalhar na furadora e responsável pelo cálculo das medidas a furar em função de cada móvel. Os móveis especiais na maioria dos casos não tem parametrizado no *software* de desenho técnico as medidas de furação, que permitiriam à operadora apenas dar as instruções à máquina sem apurar previamente as medidas.

As peças chegam ao equipamento por intermédio de tapetes de rolos, a colaboradora recolhe os painéis atribuídos, coloca no equipamento, parametriza as coordenadas e retira o painel furado para o processo seguinte de ultimateção e montagem.

3.3.2 Estudo preliminar

Aplicando o procedimento adotado para a Orladora Combima foi possível recolher as informações presentes no estudo preliminar. Nos formulários de recolha de produção são recolhidas as seguintes informações: data, peças processadas, quantidade de furos realizados, operador e lote de produção. À semelhança da orladora, o Tempo de Operação do equipamento não é aferido, impossibilitando o apuramento das perdas de desempenho. O Tempo Líquido de Operação, apurado com o tempo de ciclo ideal, permite aferir o somatório das perdas de disponibilidade e de desempenho.

Nas configurações atuais o tempo de ciclo ideal é de 16 furos a cada 90 segundos, ou seja, 10.67 furos por minuto, sendo este o referencial usado para definição da capacidade. Para este equipamento optou-se por medir a capacidade em furos pois é a atividade condicionadora do tempo líquido de operação. Em média as peças tem 16 furos devido ao centro de trabalho processar maioritariamente ilhargas de móveis altos.

Em um turno de 450 minutos (7 horas e 30 minutos) de laboração a Furadora Morbidelli pode realizar 4,800 furos, resultando em, um mês de 22 dias de trabalho, uma capacidade teórica de 105,600 furações, em média dá 6,600 peças / dia.

No período em estudo o equipamento laborou em 258 dos 274 dias planeados. Representando uma perda de disponibilidade por avaria ou ausência de peças especiais de 6%.

Tabela 9 - Evolução da produção Furadora de 2020 e janeiro e fevereiro de 2021

| Ano | Quantidade Peças | Quantidade de Furos | Dias de Trabalho Planeados | Tempo de abertura (min.) | Dias trabalho realizados | Tempo Líquido de Operação (min.) | Média Peças/Dia Trabalho | Média Minutos trabalho / dia | Disponibilidade + Desempenho (%) |
|----------------|------------------|---------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| 2020 | 15,194 | 243,306 | 232 | 104,400 | 228 | 22,810 | 67 | 100 | 21.8% |
| jan e fev 2021 | 1,105 | 17,680 | 38 | 17,100 | 30 | 1,658 | 37 | 55 | 9.7% |
| Total | 16,299 | 260,986 | 270 | 121,500 | 258 | 24,467 | 63 | 95 | 20.1% |

Em média, em 2020, o equipamento trabalhou 100 minutos por dia, resultando em uma disponibilidade de 21.8%. Nos 14 meses avaliados na Tabela 9, o tempo líquido de operação foi de 24.467 minutos, comparativamente com o tempo de abertura planeado de 121,500 minutos. As perdas por disponibilidade derivam das paragens planeadas (exemplo: tempos de *setup*, manutenção) e não planeadas (exemplo: avaria, falta de matéria prima, falta do operador). Nos dois primeiros meses 2021, o equipamento teve uma disponibilidade inferior a metade da média de 2020, com maior incidência no mês de fevereiro trabalhando 10 dias dos 18 dias planeados. O equipamento em 2020 trabalhou em média 67 peças por dia de trabalho, comparativamente com a média de 37 peças por dia trabalhado em janeiro e fevereiro de 2021. A baixa disponibilidade de fevereiro é justificada pela ausência de operador devido a confinamento profilático. A elevada especialização do equipamento, e dos procedimentos

adjacentes ao seu funcionamento dificultam a formação de segundas linhas capazes de operar com o equipamento. Nos tempos de indisponibilidade da furadora Morbidelli são utilizados outros dois equipamentos de furação da unidade.

Os meses com melhor nível de disponibilidade foram março e julho de 2020 com 27.7% e junho de 2020 com 30.4%.

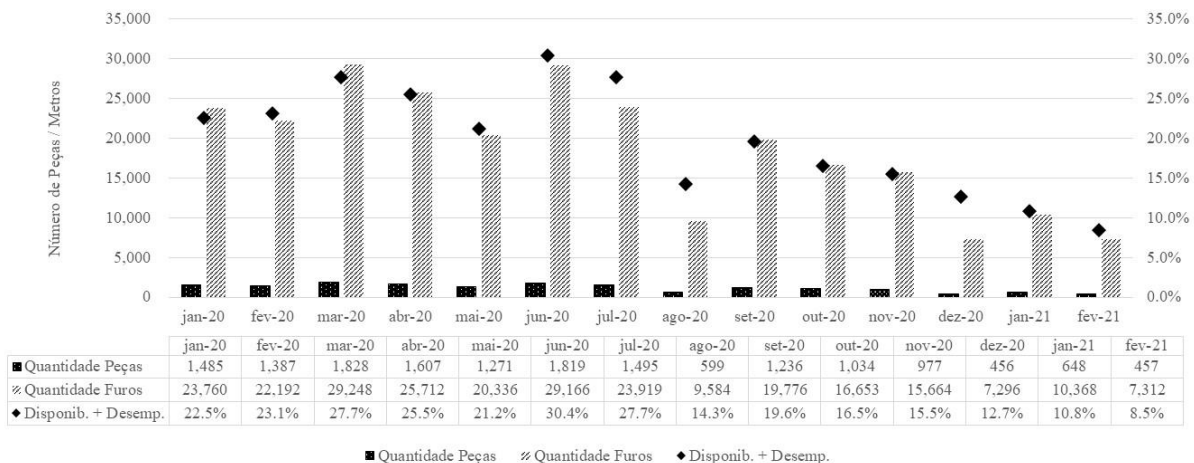


Figura 31 - Gráfico da evolução das peças processadas Furadora Morbidelli

Para estruturar as causas para o problema dos tempos de *setup* do Furadora, foi utilizada a mesma ferramenta para o caso da Orladora Combima, diagrama de *Ishikawa*. Aplicando a metodologia ao problema, foram identificados os seis ramos: Equipamento; Materiais; Processo; Gestão; Pessoal; e Envolve.

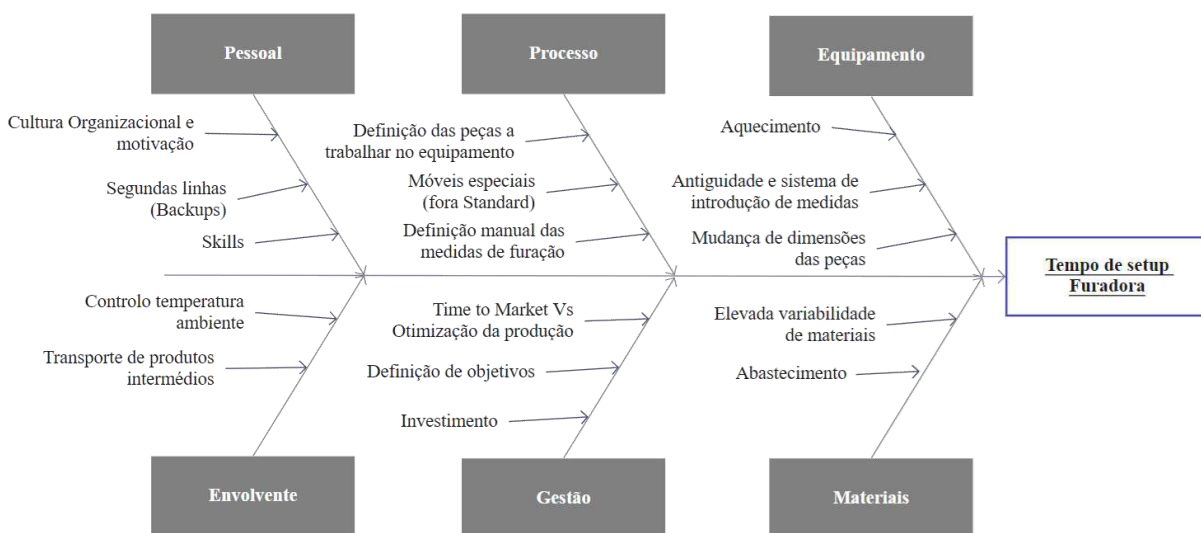


Figura 32 - Diagrama espinha de peixe Furadora Morbidelli

O equipamento influencia os tempos de *setup* pela antiguidade e complexidade de parametrização das medidas. Esta dificuldade é potenciada pelo número elevado de peças

diferentes a furar, sendo pouco frequente neste centro furar em momentos diferentes peças de igual dimensão. A dificuldade transversal ao processo da empresa, neste centro intensifica-se por processar componentes de móveis especiais. Quando a temperatura ambiente é mais elevada, nomeadamente nos meses de verão, o equipamento sobreaquece levando à sua paragem por alguns períodos.

Por se tratarem de lotes pequenos, os Materiais influenciam as mudanças pela sua variabilidade e necessidade de abastecimento manual.

O Processo de fabrico terá a maior preponderância nos tempos de *setup* da Furadora Morbidelli. A necessidade de introdução das medidas a furar no equipamento é demorada, bem como a necessidade de cálculo prévio das coordenadas a furar nas peças de medidas especiais. Por existir uma elevada variabilidade de processo, surge a questão do planeamento e roteiro de produção. A direção de produção com o gabinete técnico definem as peças a processar neste centro, tornando pertinente o estudo de roteiros alternativos, ou de formas diferentes de dar instruções ao equipamento.

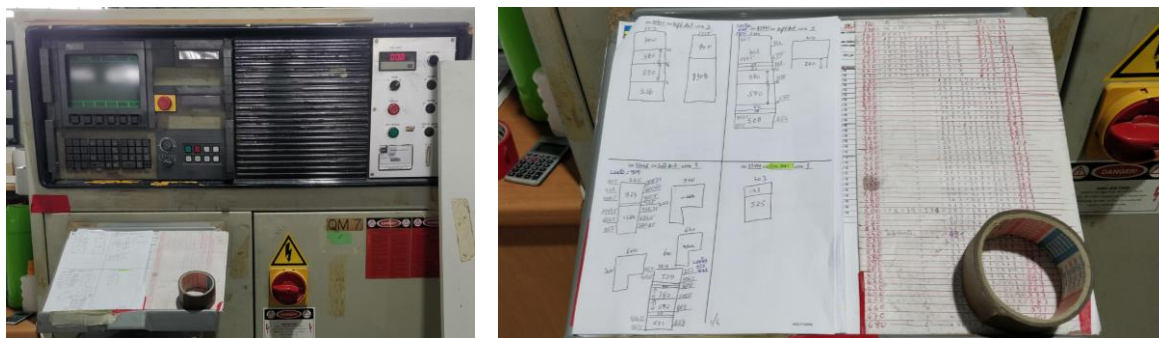


Figura 33 – Consola Furadora Morbidelli e folha de cálculo medidas

Se o Pessoal tem um papel determinante nos tempos de *setup*, neste centro a relevância é superior ao verificado na Orladora. A não existência de segundas linhas limita o funcionamento da Furadora e cria elevada dependência da operadora atual. É necessária a partilha de conhecimento com as segundas linhas possibilitando a substituição do operador.

A Envolvente da unidade industrial, cultura organizacional e Gestão tem neste centro de trabalho a mesma influência e importância verificada na Orladora Combima. A definição de objetivos como medida de produtividade é muito importante para o incremento das peças processadas por hora trabalhada. A Furadora tem 29 anos de laboração, colocando-se a questão da necessidade de investimento. Deve ser ponderada a importância do equipamento no *output* da unidade, tendo em consideração a existência de outras duas furadoras. A função da Furadora Morbidelli é sobretudo conferir flexibilidade e libertar equipamentos mais produtivos para as peças padronizadas.

3.3.3 Aplicação da Metodologia SMED

3.3.3.1 Fase preliminar à aplicação do modelo

Adotando a mesma metodologia foram recolhidas as operações de *setup* da Furadora Morbidelli. A Tabela 10 enumera as operações, descrevendo o processo das atividades de *setup*. Todas as atividades são de caráter humano. Não existem trocas de ferramentas do equipamento nem ajuste mecânico, o *setup* consiste na essência na parametrização do equipamento e movimentação de placas a furar.

Tabela 10 – Operações de *Setup* Furadora Morbidelli

| Tarefas de <i>setup</i> | Descrição |
|--|---|
| Cálculo das medidas | Tarefa de calcular as medidas de furação para configurar o equipamento. Cálculo feito em função do tipo de peça especial com base no conhecimento adquirido pelo operador. |
| Colocação da peça em posição | Colocação na posição correta de furação no equipamento |
| Inserção de medidas | Inserção no equipamento das medidas previamente calculadas |
| Medição da peça | Confirmação das medidas da peça como forma de controlo dimensional, com o objetivo de mitigar variações entre as medidas reais da peça e as medidas colocadas a produção. As medidas reais são a base para o cálculo das coordenadas de furação |
| Recolha de peça a furar | Recolha da peça a furar do tapete |
| Registo em folha de controlo | Registar peça produzida na folha de obra |
| Retirada da peça e colocação no tapete | Retirada da peça furada do equipamento e colocação no tapete de transporte para a próxima operação |
| Soprar furações da peça | Com o auxílio de ar comprimido, são sopradas as furações da peça para remoção de pedaços de serrim restantes ou não aspirados pelo sistema de aspiração |

Com os tempos médios de *setup* obtidos por filmagens e retirada de tempos presencialmente, foi possível organizar cronologicamente as atividades de *setup* e mensurar o tempo despendido em cada operação. No local constatou-se de imediato que as atividades de cálculo e inserção das medidas representam uma parte importante do tempo de *setup*.

Não sendo um centro de produção em serie, onde são processadas peças com medidas especiais, é esperada uma elevada rotação de referências com quantidades reduzidas de trabalho. A seleção deste equipamento para estudo tem como objetivo perceber a potencialidade da metodologia num centro com limitações técnicas e de fluxo produtivo.

3.3.3.2 Separação entre operações internas e externas

A separação das operações possibilita desagregar as atividades preparadas com a máquina em funcionamento (OED) das atividades realizadas com a máquina parada (IED). O objetivo desta etapa é o de identificar claramente as atividades influenciadoras do tempo de funcionamento e mensurar o seu impacto no desempenho e *output*.

Tabela 11 - Separação de Operações Internas e Externas – Furadora Morbidelli

| Operação | Tipo (IED/OED) | Descrição | Tempo (H:MM:SS) | % | Tempo acumulado (H:MM:SS) |
|---------------------------------|----------------|--|-----------------|-----|---------------------------|
| # 1 | IED | Recolha de peça a furar | 0:00:40 | 10% | 0:00:40 |
| # 2 | IED | Medição da peça | 0:00:10 | 2% | 0:00:50 |
| # 3 | IED | Cálculo das medidas | 0:01:00 | 15% | 0:01:50 |
| # 4 | IED | Inserção de medidas | 0:04:30 | 65% | 0:06:20 |
| # 5 | IED | Colocação da peça em posição | 0:00:10 | 2% | 0:06:30 |
| # 6 | IED | Soprar furações da peça | 0:00:08 | 2% | 0:06:38 |
| # 7 | IED | Retirada da peça e colocação no tapete | 0:00:10 | 2% | 0:06:48 |
| # 8 | IED | Registo em folha de controlo | 0:00:05 | 1% | 0:06:53 |
| Total Operações Internas | | | 0:06:53 | | |
| # 0 | OED | <i>Não aplicável</i> | 0:00:00 | | 0:00:00 |
| Total Operações Externas | | | 0:00:00 | | |
| Tempos totais | | | 0:06:53 | | |

Organizando as atividades constatou-se a inexistência de operações de *setup* realizadas com o equipamento em funcionamento. Todas as atividades de *setup* são realizadas com o equipamento parado. Devido à alimentação manual e reduzida quantidade de cada referência a furar, foi considerado o abastecimento e retiradas das placas como fazendo parte do *setup*. Nos tempos de movimentação o equipamento não está a laborar.

A recolha da peça a furar é a primeira atividade de *setup*. Esta atividade simples, representa 10% do tempo total de *setup* por consistir na seleção e verificação da peça. Em seguida são verificadas as medidas da peça com a finalidade de controlo de qualidade e aferição das dimensões realizadas pela secção de corte. Com as medidas validadas é feito o cálculo pelo operador das coordenadas de furação.

A quarta operação, de inserção das coordenadas de furação do equipamento, é a etapa com maior tempo consumido no *setup* com uma duração média de 4 minutos e 30 segundos. Representando em média 65% do tempo total de paragem, caracteriza-se por ter tempo variável em função da complexidade da peça a furar.

Para aferição, foi considerada a média dos tempos da amostragem recolhida. Peças com mais número de furos a aplicar terão também mais tempo de parametrização do equipamento.

A furadora tem um ecrã de introdução com conceção anterior a 1992, não sendo de operação de simples, obriga a uma elevada especialização do operador do equipamento, além de tornar as mudanças de referência perlongadas. Mesmo existindo programas predefinidos, o carácter especial das peças a furar, leva à edição permanente das coordenadas das peças trabalhadas.

As operações três e quatro de inserção e cálculo de medidas, em conjunto representam 80% do tempo de *setup*, com 5 minutos e 30 segundos de duração.

As seguintes operações de colocação da peça em posição, sopro das furações, retirada da peça e registo em folha de controlo representam 8% do tempo de *setup*.

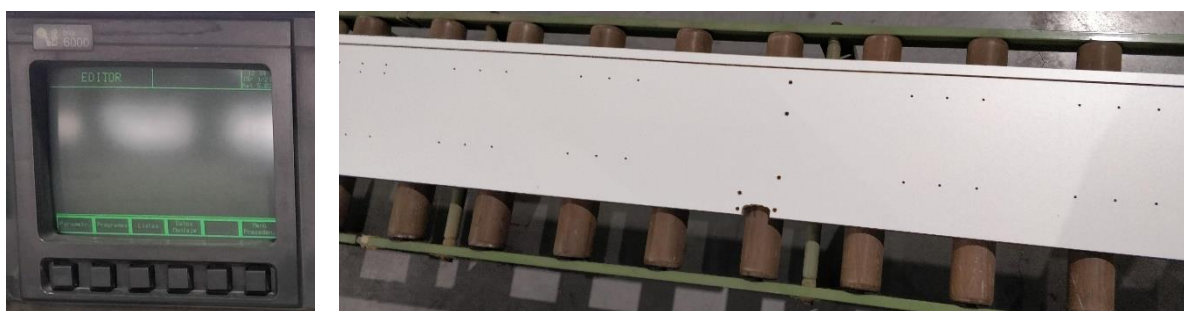


Figura 34 – Ecrã introdução dados e peça furada – Furadora Morbidelli

O *setup* na sua totalidade apresentou um tempo médio de 6 minutos e 53 segundos. Comparativamente com a Orladora em estudo, o *setup* da Furadora Morbidelli é substancialmente mais dilatado.

Não foi possível no tempo do projeto implementar uma solução para o centro de trabalho idêntica à adotada no estudo de equipamento da orladura dupla, devido às dimensões especiais das peças processadas na furadora. As peças alocadas a produção na Morbidelli são selecionadas posteriormente ao planeamento, em função da tipologia de peças. Não havendo uma distinção antecipada, inviabilizou a atribuição das peças a produzir e por consequência das referências diferentes produzidas.

Com o estudo aprofundado da organização de trabalho, a direção industrial percebeu que algumas peças furadas neste equipamento de maior antiguidade e menos produtivo, poderia ser furadas noutro equipamento da unidade, com algumas adaptações simples. Desta forma, perdeu-se a pertinência da implementação de melhores soluções de recolha para a Furadora.

Não obstante, existem atividades possíveis de converter em operações externas, mas a atividade inserção de medidas, representando 4 minutos e 30 segundos do tempo de *setup*, terá sempre um peso muito significativo no tempo de paragem. Mesmo estudando a possibilidade de inserção das medidas com o equipamento em funcionamento, o *output* do centro tendencialmente menor não justifica a alocação de meios e recursos para o desenvolvimento.

3.3.3.3 Converter operações internas em externas

A fase da conversão de atividades internas para externas configura-se como a mais importante da metodologia. Permite obter ganhos de produtividade com o aumento da disponibilidade do equipamento e consequentemente do *output*.

O modo de funcionamento implementado para o centro de trabalho não previa tarefas externas de *setup*. Todas as atividades de mudança de referência eram feitas com o equipamento em funcionamento, em concordância com a Figura 35. Esta figura permite ver de forma gráfica o peso do cálculo e inserção de medidas nas paragens por *setup*. Se a tarefa de cálculo das medidas pode ser convertida para atividade externa, a inserção de medidas atualmente não é possível ser feita com equipamento em funcionamento. A limitação do equipamento impede converter a tarefa de maior peso no *setup* para uma operação externa. Seriam necessárias melhorias técnicas para o efeito.

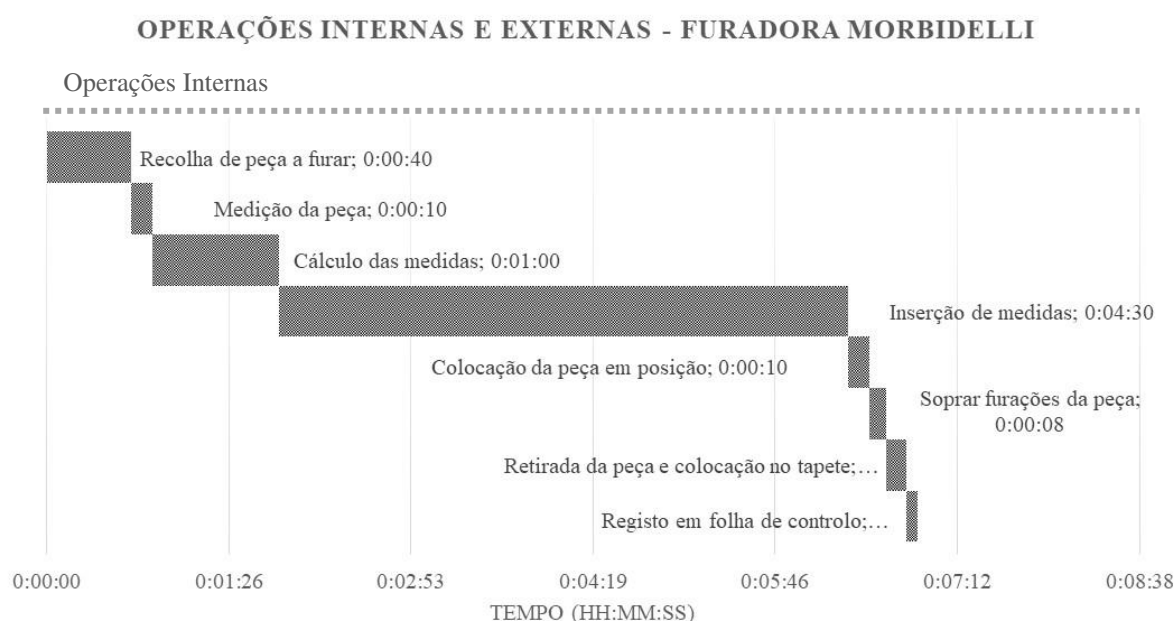


Figura 35 – Operações Internas e Externas – Furadora Morbidelli

Mesmo não introduzindo melhorias técnicas, analisando as tarefas descritas e cronometradas no ponto anterior conclui-se ser possível transformar várias atividades internas em externas, com o recurso a um operador adicional. Nomeadamente: Recolha de peça a furar; Medição da peça; Cálculo das medidas; Soprar furações da peça; e Registo em folha de controlo. A introdução de um colaborador permitiria uma redução nas atividades internas de 2 minutos e 3 segundos, representando uma redução de 30% do tempo de *setup*.

Tendo como alvo principal a melhoria da produtividade, a alocação de mais um recurso ao equipamento, para o volume de trabalho atual, reduziria a produtividade do centro, sendo necessários mais recursos (mão de obra) para produzir as mesmas peças.

Pode verificar-se na Figura 36 a potencial melhoria obtida, caso fosse introduzido o colaborador adicional nos recursos afetos ao centro de trabalho. Atualmente a Furadora opera com 1 trabalhador.

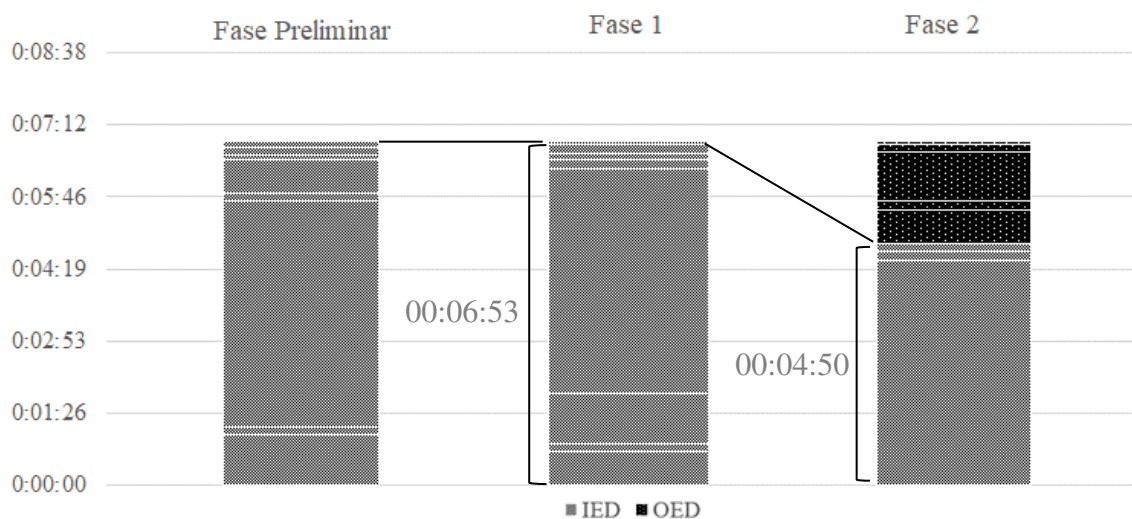


Figura 36 – Fases aplicação da metodologia SMED – Furadora Morbidelli
(Adaptado de ‘Sistemas de Troca Rápida de Ferramentas (SMED) | Nortegubisian’, 2021)

3.3.3.4 Simplificação de todos os aspetos da operação de *setup*

O ciclo perpétuo de análise, separação e simplificação de todos os aspetos do *setup*, permite alcançar ganhos de competitividade contínuos e crescimentos sustentáveis.

Desenvolveram-se diligências com o gabinete técnico e departamento de manutenção da unidade com o objetivo de encontrar soluções para minorar o impacto das operações com maior peso no tempo de *setup*, cálculo e inserção de medidas.

O cálculo manual de medidas resulta do facto de o *software* de orçamentação não ter parametrizado pontos e coordenadas de furação para móveis especiais, móveis cujas medidas estão fora do padrão de produção da MOB. A parametrização destes móveis no *software* é demorada tendo em conta que tem de ser feita caso a caso no momento de colocação à produção dos móveis especiais. Estando em curso outras melhorias no *software* com maior importância para a produtividade, foi considerada não prioritária implementação para otimização deste centro de trabalho. Adicionando este facto à decisão de passar parte da produção para outro centro de furação, tornou menos pertinente o desenvolvimento do *software* atual para reduzir tempos de *setup* da Furadora. O centro da Furadora Morbidelli passou a ser de apoio aos outros dois centros de furação, operando apenas quando os outros centros não tem capacidade de fazer as peças colocadas em produção.

Em relação à inserção de medidas, para alcançar poupanças de tempo seria necessário ter o *software* de orçamentação parametrizado e ainda de investimento em controladores e autómatos mais modernos, permitindo a comunicação com o equipamento através de ficheiros CAD ou similares. Pelos motivos anteriormente descritos, a Administração e Direção Industrial decidiram não investir neste equipamento, pela antiguidade e por estar em curso um projeto de investimento.

Decorrendo um projeto de investimento na modernização da unidade, as melhorias técnicas possíveis de aplicar à Furadora Morbidelli datada de 1992, deixaram de ter contexto ou pertinência.

Não existindo enquadramento para implementação melhorias técnicas, não inviabiliza a importância das melhorias organizacionais potenciadoras da produtividade dentro das valências atuais do equipamento.

Dando continuidade à necessidade identificada no Diagrama de Espinha de Peixe, presente no estudo preliminar (p. 46), foi realizado o estudo dos dados de produção para a definição de objetivos do centro de trabalho, adotando a mesma metodologia descrita para a Orladora Combima. Nos dados de produção do período de janeiro de 2020 a abril de 2021, foi possível obter um histograma assimétrico, demonstrando um fabrico igual ou inferior a 80 peças em 88% dos dias de produção. No período, a média de peças produzidas por dia foi de 60 unidades.

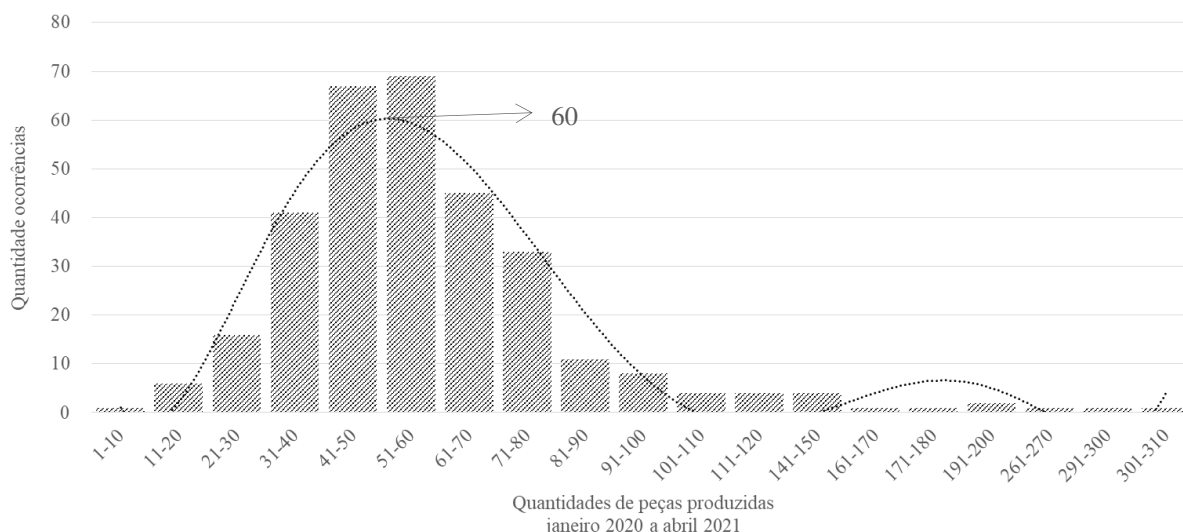


Figura 37 – Histograma produção peças Furadora Morbidelli

Conjugando a média de peças diárias produzidas de 60 unidades, com a média da quantidade máxima produzida em cada mês de 126 unidades, obtemos o valor de 93 unidades. Este é o valor entre a média mensal do período e a média dos valores máximos mensais, criando um objetivo de crescimento da produção diária. Para facilitar a assimilação dos objetivos realizou-se o arredondamento para 100 peças planeadas, sendo este o objetivo diário definido para o posto de trabalho.

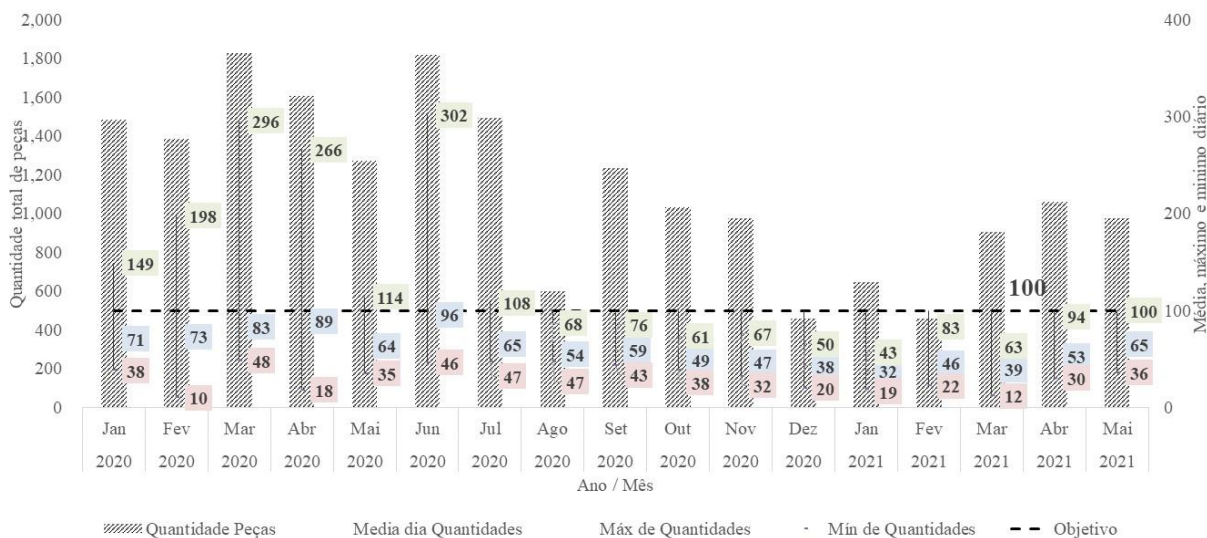


Figura 38 - Cálculo dos objetivos diários da Furadora Morbidelli

A implementação de um objetivo diário para o posto de trabalho permitirá ter uma meta e um valor de referência, servindo de aferição do volume de trabalho realizado em termos comparativos com o esperado. A criação, implementação e divulgação do valor de objetivo só funcionará como uma verdadeira medida de melhoria da produtividade se for aliada com outras medidas complementares, e sobretudo se for atribuído ao centro de trabalho uma quantidade de peças suficiente que lhe permita alcançar o objetivo proposto.

A variabilidade do processo da unidade não permite garantir o planeamento diário de 100 unidades a processar no posto. O modelo de controlo implementado para este centro dificulta a leitura da origem dos desvios ao planeado. Estes podem ser de origem produtiva, como seja produtividade do pessoal, performance do equipamento e tempos de *setup*, ou paragens por falta de material originando interrupções não previstas.

A capacidade diária do centro de trabalho é de aproximadamente 300 peças, ou seja, o cumprimento do objetivo diário de 100 peças ficará a um terço da real capacidade da furadora. Mesmo estando longe da sua capacidade, continua a ser pertinente a redução dos tempos de *setup* permitindo a conclusão da produção planeada em menos tempo e libertando um recurso para operar em outros centros de trabalho com necessidade de reforço.

3.3.4 Análise dos resultados obtidos

A aplicação da metodologia SMED neste centro de trabalho permitiu à organização obter informação consistente e objetiva acerca do histórico e modo de funcionamento da Furadora Morbidelli. Mesmo não tendo sido alcançada a profundidade dos desenvolvimentos aplicados no estudo anterior, o conhecimento empírico e as decisões por percepção foram substituídas pela utilização da informação disponível, passando a ser o suporte para a tomada de decisão. A aplicação da metodologia permitiu a obtenção de informação aprofundada do funcionamento e dificuldades de operação, mas não ultrapassou os condicionalismos de ordem técnica, funcional e organizacional. As características do equipamento e o papel auxiliar do centro de trabalho limitou o alcance da aplicação da metodologia.

A análise da evolução do *output* e disponibilidade da furadora, no período de março de 2021 a maio de 2021, mostra a evolução positiva dos indicadores. A furadora passou a processar em média 50 peças por dia, comparativamente com os dois meses anteriores com valores médios de 37 peças. Isto traduziu-se em um incremento de 7 p.p. na disponibilidade, fixando-se 16.9% no período. Em todo o caso, a Tabela 9 (p. 45) evidencia que em 2020 a Furadora tinha verificado uma disponibilidade de 21.8%.

Tabela 12 - Evolução dos registos de produção orladora de janeiro a maio de 2021

| Ano | Quantidade Peças | Quantidade de Furos | Dias de Trabalho Planeados | Tempo de abertura (min.) | Dias trabalhados | Tempo Líquido de Operação (min.) | Média Peças/Dia Trabalhadas | Média Minutos trabalho / dia | Disponibilidade + Desempenho (%) |
|-----------------|------------------|---------------------|----------------------------|--------------------------|------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| jan/21 e fev/21 | 1,105 | 17,680 | 38 | 17,100 | 30 | 1,658 | 37 | 55 | 9.7% |
| mar/21 a mai/21 | 3,196 | 51,835 | 64 | 28,800 | 64 | 4,860 | 50 | 76 | 16.9% |
| Total | 4,301 | 69,515 | 102 | 45,900 | 94 | 6,517 | 46 | 69 | 14.2% |

Não é possível garantir a relação direta das melhorias obtidas no *output* com as iniciativas tomadas. O *output* do centro de trabalho é muito condicionado pela produção atribuída. As alterações nos roteiros de produção e desvio de peças para centros de trabalho mais produtivos, reduziu a necessidade de trabalho realizado no posto. Na visão da empresa, a Furadora Morbidelli terá no futuro um contributo tendencialmente menor, pela introdução de equipamentos mais produtivos, pela normalização de dimensões e pela adaptação de outras furadoras ao trabalho atualmente realizado pelo equipamento.

Persiste a necessidade de uma análise a médio prazo, e sobretudo uma maior extensão e seguimento das medidas aplicadas, garantindo que passam a fazer parte do modo de funcionamento da unidade de forma natural e não por exigência pontual. O foco na produção por objetivos, na redução dos tempos de paragem, na organização e arrumação e na tomada de decisão com dados, é um processo evolutivo e cultural da organização.

3.3.4.1 Eficiência global – OEE Furadora Morbidelli

No apuramento do OEE foi considerada a perda de disponibilidade e perda de desempenho. A informação do departamento de qualidade da empresa indica que são praticamente inexistentes as perdas por qualidade, desconsiderando este fator no cálculo do OEE da Furadora Morbidelli. No período de aplicação das melhorias de produtividade ao abrigo do projeto (março de 2021 a maio de 2021), não se verificaram melhorias relevantes no OEE, tendo em conta o valor apurado em 2020 de 22%, de 10% de janeiro e fevereiro de 2021 e de 17% de março de 2021 a maio de 2021. Não existem evidências sólidas para relacionar a evolução positiva do indicador, nos últimos 3 meses em estudo, com o trabalho realizado.

A informação do peso dos *setups* na perda de desempenho não foi possível obter, limitando o alcance da análise dos resultados obtidos. Em todo o caso, a empresa passou a ter conhecimento das dificuldades e limitações de operação do posto de trabalho, pelos números levantados de forma objetiva. A informação do detalhe das operações e tempo de *setup* e contribuiu para a implementação de medidas de adaptação e passagem do trabalho para centros de furação mais produtivos. Reconhece-se a possibilidade reduzir os tempos de mudança de referência com a introdução de mais um recurso humano na operação. Mas tal não contribuiria positivamente para a produtividade e rentabilidade global da unidade.

Tabela 13 – Evolução OEE Furadora Morbidelli

| OEE - Overall Equipment Efficiency | Jan/20 a Dez/20 | | | Jan/21 e Fev/21 | | | Mar/21 a Mai/21 | | |
|------------------------------------|-----------------|------------|------------|-----------------|------------|------------|-----------------|-------------|------------|
| | Minutos | % TA | % TO | Minutos | % TA | % TO | Minutos | % TA | % TO |
| Tempo de Abertura | 104,400 | | | 17,100 | | | 28,800 | | |
| Perda Disponibilidade * | 1,800 | 2% | | 3,600 | 21% | | 0 | 0% | |
| Tempo de Operação | 102,600 | 98% | | 13,500 | 79% | | 28,800 | 100% | |
| Tempo Líquido Operação | 22,810 | 22% | 22% | 1,658 | 10% | 12% | 4,860 | 17% | 17% |
| Perda Desempenho | 79,790 | 76% | 78% | 11,843 | 69% | 88% | 23,940 | 83% | 83% |
| OEE | 22% | | | 10% | | | 17% | | |

* Dias planeados - Dias trabalhados | TA = Tempo de Abertura | TO = Tempo de Operação

No projeto em curso de modernização e adequação da unidade, continuará a ser pertinente a utilização de equipamentos com valências diferenciadas permitindo dar resposta às necessidades dos clientes de um produto *tailor made*. Deixando de ser um equipamento integrado na linha e fluxo de produção, a Furadora Morbidelli passará a ser uma secção auxiliar, operando peças com requisitos específicos. A seleção de novos equipamentos para a unidade, teve em consideração o conhecimento obtido no estudo dos tempos de paragem e sobretudo na disponibilidade atual e constatação da necessidade de dar resposta a uma variedade grande de tipologias de produto contrariamente ao foco exclusivo no *output* e volume de produção.

3.4 Impacto da metodologia aplicada na produtividade e competitividade

Nesta tese por diversas ocasiões foi abordado o tema da personalização, diversificação e produção por medida indo de encontro à necessidade dos clientes. Esta abordagem ao mercado tem o seu reflexo no funcionamento da unidade industrial na **flexibilidade**. Quanto maior for a flexibilidade melhor e mais rápida será a resposta às exigências do mercado. Empresas com tempos de ciclo de produção inferiores aos da sua concorrência terão uma vantagem alcançada, permitindo-lhes diferenciar-se e ser mais competitivas. Sem menosprezar a qualidade do produto, o *time to market* é cada vez mais um fator fundamental na decisão dos consumidores.

Usualmente as fábricas com este desafio organizam a sua produção por lotes de peças idênticas nos diversos centros de trabalho. Esta necessidade obriga a uma maior carga administrativa no processamento de encomendas e na constituição de lotes para entrega à produção. Costa, J. da ATEC afirma que “O trade-off para a flexibilidade é perda de tempo de produção durante as mudanças no set-up de estações de trabalho” (Costa, 2021). Foi possível verificar no caso de estudo da orladora que este *trade-off* entre a flexibilidade e o *output* representava uma perda de 42% do tempo alocado à operação.

Importa aferir se as melhorias implementadas nos centros de trabalho conferiram maior flexibilidade à organização. Para tal propõe-se mensurar a quantidade de referências diferentes produzidas no período em estudo face aos registos históricos, e aferir a evolução do tempo de resposta ao cliente (*time-to-market*).

A Figura 39 contém a informação das referências produzidas e da quantidade total de móveis produzidos de janeiro de 2020 a junho de 2021.

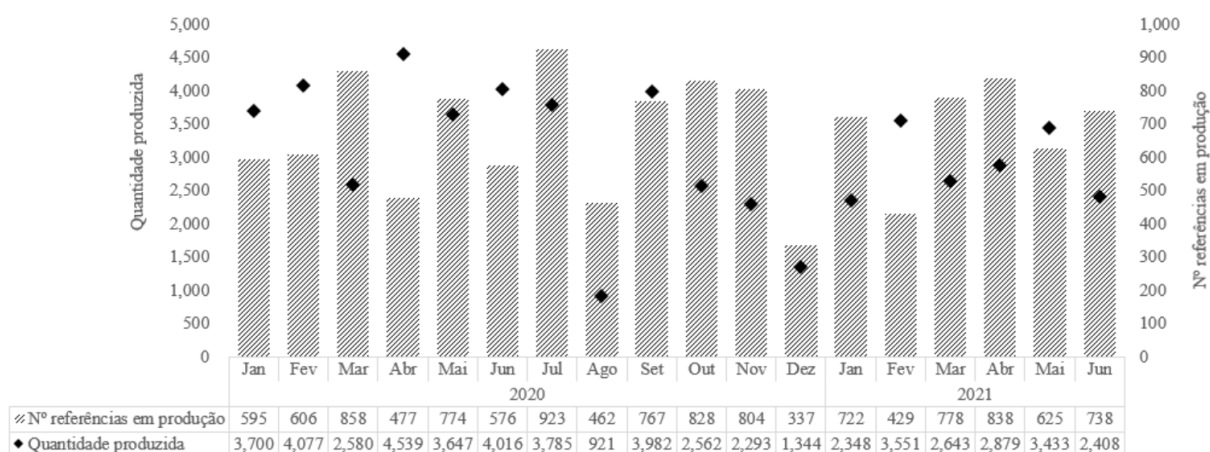


Figura 39 – Evolução da quantidade de referências e de móveis produzidos MOB

A análise não evidencia nenhuma alteração relevante ao padrão de produção. Existe uma variabilidade não homogênea de mês para mês entre a quantidade de móveis produzidos e número de referências diferentes. A amostragem de março de 2021 a junho de 2021 é reduzida

para perceber se a unidade passou a produzir mais referências diferentes em cada mês. Existem muitos fatores exógenos à performance industrial influenciadores destes indicadores, nomeadamente a origem do tipo de encomendas colocadas em produção (clientes particulares, obras, agentes, etc.), mas também a eficiência na constituição de lotes a produzir.

Quanto mais referências diferentes são produzidas em cada mês, tendencialmente menor é a quantidade total de móveis produzidos, existindo uma relação inversa entre os dois indicadores. Em 2021, os meses de fevereiro e maio tiveram quantidades de móveis produzidos superiores, aliadas a um menor número de referências em produção.

A quantidade de referências e de móveis executados permitem aferir do desempenho global da unidade industrial. Mas o fator de sucesso mais importante de qualquer empresa será sempre a satisfação dos seus clientes. O *time-to-market* permite avaliar o tempo médio de entrega de cozinhas. Para avaliar a evolução deste indicador desde 2020 até junho de 2021, foi recolhida a informação de todas as encomendas colocadas por clientes, tomando como referência inicial a data de adjudicação e como data final o momento de entrega dos móveis ao cliente.

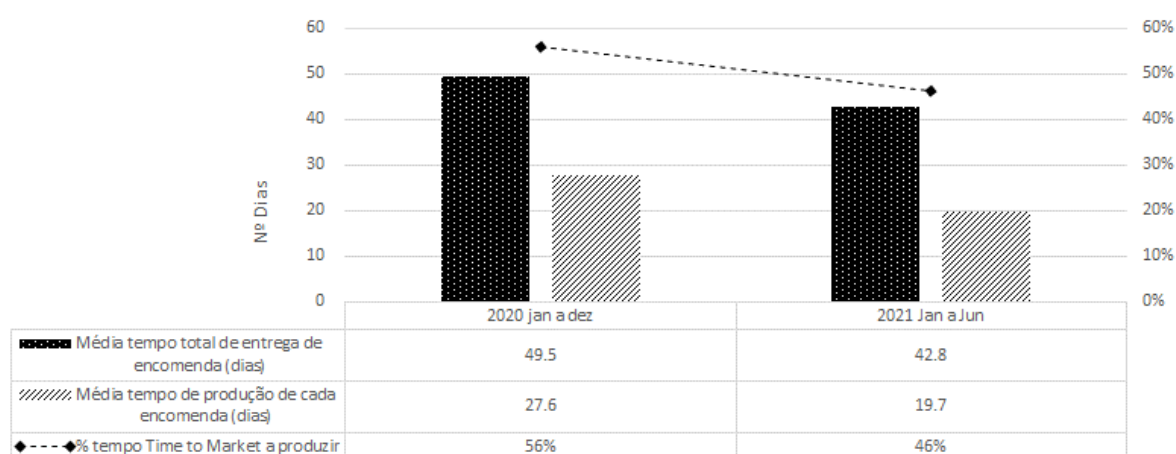


Figura 40 – *Time-to-Market* de 2020 e janeiro a junho 2021

Foi adicionado na figura acima o tempo médio de produção de cada encomenda, recolhido através do cruzamento da data de colocação das encomendas em produção e a data de entrada em armazém dos móveis produzidos. Analisando estes dois indicadores verifica-se em 2020 um *time-to-market* de 49.5 dias e um tempo de ciclo de produção médio de 27.6 dias. São considerados dias corridos de calendário. Em 2021, de janeiro a junho, observou-se uma melhoria significativa destes indicadores, tendo o *time-to-market* reduzido 13.5% para 42.8 dias e o ciclo de produção diminuído em 7.9 dias, fixando-se no período em 19.7 dias corridos. O tempo de produção em 2020 tinha um peso de 56% no tempo total de entrega ao cliente, tendo reduzido 10 p.p. no primeiro semestre de 2021.

É visível a evolução positiva do indicador de tempo de resposta ao cliente, alavancados por uma melhor *performance* industrial. Aconselha-se em estudos posteriores a análise ao tempo de resposta ao cliente originado pelas atividades precedentes ao processo produtivo.

4. Melhorias alcançadas na produtividade e rentabilidade do negócio

A principal finalidade de uma organização tradicional é a obtenção do lucro. Na concretização desse objetivo as empresas procuram geralmente melhorar a sua produtividade, otimizando a relação entre os recursos utilizados e os resultados obtidos. O crescimento dos resultados nem sempre é sustentado na incremento da produtividade mas sim da maior utilização de recursos, podendo ter ganhos proporcionais ou até tendencialmente menores. O exercício proposto neste trabalho é o da aplicação de metodologias com vista ao aumento da produtividade e competitividade da empresa em estudo.

A aferição do impacto na produção e produtividade dos desenvolvimentos e implementações feitos no chão de fábrica são de difícil mensuração. A forma mais correta de avaliar o sucesso das políticas e opções da gestão de topo de uma organização é a avaliação dos resultados e da rentabilidade.

Na análise dos resultados obtidos existem vários fatores influenciadores do lucro potencialmente desvirtuadores da comparabilidade das contas entre exercícios económicos. Só mantendo fixo esses fatores, nomeadamente preços médios de venda, preços de compra da matéria-prima, valor dos salários, entre outros, é possível ter um confronto correto.

Na impossibilidade de analisar as contas da MOB de 2021, dado ser o exercício em curso, propõe-se neste trabalho a simulação do impacto na rentabilidade do aumento da disponibilidade do equipamento Orladora Combima. Considerou-se como pressupostos a manutenção de todos os fatores produtivos enumerados no parágrafo anterior, a existência de procura do mercado, e a capacidade das secções precedentes e subsequentes de darem resposta ao aumento de disponibilidade, e por consequência de *output* do centro de trabalho da orladora dupla, com os recursos atuais.

Na Tabela 8, p. 43, pode constatar-se no período de março a maio de 2021 uma evolução positiva de 7% na disponibilidade da orladora comparativamente com os valores verificados em 2020. Transpondo essa melhoria para a demonstração de resultados, tendo como referência o ano de 2020, fez-se o exercício de incremento dos rendimentos na mesma proporção (7%).

Tabela 14 – Simulação impacto no resultado de melhoria de 7% na disponibilidade

| Demonstração de Resultados | 2020 | | Melhoria 7% | | Variação | |
|----------------------------|-------|--------|-------------|--------|----------|------------|
| | € | Peso % | € | Peso % | € | % |
| Proveitos Operacionais | 6,542 | | 7,000 | | 458 | 7% |
| CMVMC* | 2,185 | 33% | 2,337 | 33% | 153 | 7% |
| Custos com o Pessoal | 1,499 | 23% | 1,499 | 21% | 0 | 0% |
| Outros Custos Operacionais | 1,820 | 28% | 1,820 | 26% | 0 | 0% |
| EBITDA** | 1,038 | 16% | 1,343 | 19% | 305 | 29% |
| Amortizações do Exercício | 462 | 7% | 462 | 7% | 0 | 0% |
| Resultados Operacionais | 577 | 9% | 882 | 13% | 305 | 53% |

* Custo mercadorias vendidas e matérias consumidas

Milhares €

** Resultado antes de amortizações juros e impostos

Considerando o custo das mercadorias vendidas e matérias consumidas na mesma proporção do volume de negócios em 2020, e tornando fixos os custos com pessoal, outros custos operacionais e amortizações, a empresa poderá obter um incremento no seu resultado operacional de 53% (Tabela 14). A rentabilidade operacional neste cenário sairia incrementada em 4 p.p., passando de 9% em 2020 para 13%, mas principalmente a firma obteria um ganho de 305 mil euros. Os ganhos de escala são um efeito fundamental na busca da competitividade empresarial. Com o valor adicional de resultados e obtendo rentabilidades acima da média do setor, a organização poderá reinvestir no negócio ou atrair mais recursos humanos e materiais, colocando-a numa posição mais favorável para se diferenciar da concorrência.

Realizando um exercício semelhante mas aplicando um hipotético crescimento de 10% nos proveitos operacionais, resultaria no crescimento dos resultados operacionais em 76%, e de 5 p.p. na rentabilidade operacional (Tabela 15). Será expectável a necessidade de reforços de recursos humanos, energéticos e outros custos operacionais para possibilitar o incremento de 10% nos rendimentos e produção da fábrica. Ainda assim o aumento dos gastos será previsivelmente inferior aos ganhos obtidos, diluindo a estrutura de custos fixos atuais e alcançando pontos críticos de venda inferiores pela otimização da utilização dos custos variáveis. Uma evolução positiva na qualidade, menos rejeição, é um exemplo da redução de custos variáveis, utilizando tendencialmente menos matérias-primas e menos mão-de-obra para dar resposta à procura dos clientes, passando a fazer bem “à primeira”.

Sendo a Orladora Combima um dos principais equipamentos influenciadores do *output*, produzindo os painéis constituintes dos caixotes dos móveis, uma melhoria da disponibilidade conseguiria originar um efeito de onda, levando todos os centros de trabalho a aumentar o seu *output* e incrementando o OEE dos equipamentos precedentes e subsequentes da cadeia produtiva.

Tabela 15 – Simulação impacto no resultado de melhoria de 10% na disponibilidade

| Demonstração de Resultados | 2020 | | Melhoria 10% | | Variação | |
|----------------------------|-------|--------|--------------|--------|----------|------------|
| | € | Peso % | € | Peso % | € | % |
| Proveitos Operacionais | 6,542 | | 7,196 | | 654 | 10% |
| CMVMC* | 2,185 | 33% | 2,403 | 33% | 218 | 10% |
| Custos com o Pessoal | 1,499 | 23% | 1,499 | 21% | 0 | 0% |
| Outros Custos Operacionais | 1,820 | 28% | 1,820 | 25% | 0 | 0% |
| EBITDA** | 1,038 | 16% | 1,474 | 20% | 436 | 42% |
| Amortizações do Exercício | 462 | 7% | 462 | 6% | 0 | 0% |
| Resultados Operacionais | 577 | 9% | 1,012 | 14% | 436 | 76% |

* Custo mercadorias vendidas e matérias consumidas

Milhares €

** Resultado antes de amortizações juros e impostos

Não deve ser desvalorizado o efeito dos preços de venda no exercício em questão. Não obstante do pressuposto da simulação ter sido feita a preços constantes, no ambiente de negócios onde a busca de clientes é constante e a carteira de encomendas se altera ao longo do tempo, a maior probabilidade é de serem observadas variações mais ou menos importantes nos preços de venda. As variações nos preços de venda tem repercussões na rentabilidade dos negócios. Uma empresa pode aumentar o seu *output* mas para dar resposta a negócios de preços médios mais reduzidos, estando a desenvolver um cenário pior comparativamente com a realidade anterior. A rentabilidade e por conseguinte a produtividade alcançada será inferior. O cenário inverso é também influenciador da análise dos negócios. Incrementos na rentabilidade originados por aumentos circunstanciais dos preços de venda, sem a existência de melhorias da produtividade, podem levar a uma falsa perceção de ganhos de produtividade.

Com os pressupostos definidos para este exercício é possível perceber o alcance de pequenas melhorias na produção e *output* de uma unidade industrial. Utilizando os mesmos recursos a empresa pode potenciar a sua rentabilidade económica e obter lucros de forma consistente e sustentável. Conclui-se, os ganhos de *output* alcançados sem o incremento de recursos tem um efeito exponencial no resultado e na rentabilidade das organizações.

5. Conclusão

Este projeto teve a intenção de reduzir tempos de *setup* como ferramenta para obtenção de ganhos de produtividade e competitividade no caso de estudo MOB, através da aplicação de filosofias *Lean* e mais especificamente da metodologia SMED. A necessidade de customização e de produção “por encomenda” de móveis de cozinha evidenciou a necessidade de estudo do problema dos tempos de *setup*.

A avaliação do nível de implementação do pensamento 5'S revelou a necessidade de desenvolvimento da metodologia. Apesar de terem sido realizadas algumas iniciativas, a gestão de topo da organização reconhece a necessidade de aprofundamento do processo de triagem e separação, arrumação, limpeza, normalização e disciplina no chão de fábrica. Para a extensão do pensamento a todos os níveis da organização será necessário priorizar o tema na agenda da gestão, destacando os recursos para a formação e capacitação dos colaboradores.

Realizado o estudo preliminar dos centros de trabalho da Orladora Combima e da Furadora Morbidelli, surgiu a necessidade de definir os fatores geradores de desperdício de recursos nas mudanças de referência. Pela utilização do diagrama de Espinha de peixe foram estruturados os influenciadores dos tempos de *setup*: Equipamento; Materiais; Processo; Gestão; Pessoal; e Envolvente. A procura de respostas e o levantamento da origem dos problemas direcionou as atividades do projeto para a busca de informação inicialmente não disponível. Desenvolvendo novos sistemas de recolha de dados de produção, a unidade passou a ter ao dispor a informação relativa às referências produzidas. Pelo desenvolvimento de ecrãs e áreas de consulta dos principais indicadores diários e mensais, o conhecimento ficou disponível e acessível aos influenciadores da produtividade. A nova informação recolhida proporcionou as condições para o cálculo e definição de objetivos diários para os postos de trabalho, operando como instrumento promotor do autocontrolo e impulsionador da produtividade individual e coletiva.

A aplicação das quatro fases preconizadas pela SMED aos dois centros de trabalho objeto de estudo, viabilizou a identificação das operações constituintes dos *setups* e a separação das atividades internas e externas. A desagregação permitiu analisar pormenorizadamente as atividades internas passíveis de transformar em atividades externas, mais especificamente, converter atividades de *setup* feitas com o equipamento parado, para atividades realizáveis com o equipamento em funcionamento, não afetando negativamente a disponibilidade.

A metodologia SMED aplicada ao centro de trabalho da Orladora Combima possibilitou uma redução do tempo de *setup* em 22%, passando a ser feito o registo das dimensões das peças a orlar com o equipamento em funcionamento. Após a aplicação desta redução de tempo de *setup*, a aferição da disponibilidade e desempenho do equipamento evidenciou uma ocupação de 20% no período de março de 2021 a maio de 2021. Os tempos de *setup* explicam metade da perda de disponibilidade da Orladora. A implementação de sistemas de recolha de informação com detalhe dos tempos de paragem é a solução para o apuramento dos restantes motivos causadores de perda de disponibilidade do equipamento.

No estudo da Furadora Morbidelli a informação do peso do *setup* na perda de disponibilidade e desempenho não foi possível obter. A metodologia SMED permitiu a identificação e separação das atividades internas e externas. Dado o carácter humano de todas as atividades, e tendo em conta a inexistência de atividades externas, foi admitida a hipótese de reduzir os tempos de *setup* com a introdução de mais um recurso humano na operação. O levantamento de dados sustentou a decisão da produção de transferir parte das unidades produzidas para centros de furação mais produtivos, deixando de ter pertinência o reforço de um colaborador.

Como forma de obtenção de maior flexibilidade produtiva, a metodologia SMED defende a produção de lotes mínimos e a redução dos tempos de *setup*. Não obstante, o presente estudo permitiu evidenciar o impacto do elevado número de referências a produzir na produtividade, mesmo em equipamentos com tempos de *setup* reduzidos e sem necessidade de mudança de ferramentas. Processos industriais com elevado número de referências diferentes a produzir tem no planeamento de produção, *layout*, capacidade e *time to market* desafios acrescidos que condicionam diretamente a produtividade e competitividade dos negócios.

O exercício de simular o incremento de volume de negócios originado por ganhos potenciais de disponibilidade permitiu apurar que pequenas melhorias no processo produtivo e *output*, sem incrementar recursos, resultam em importantes ganhos de rentabilidade e competitividade.

Os resultados obtidos ao longo do trabalho demonstraram a grande importância da abordagem aos problemas através de metodologias comprovadas e estruturadas cientificamente. Sugere-se a continuação do estudo e desenvolvimento de soluções de forma a dar visibilidade à origem de todas perdas de disponibilidade em toda a unidade fabril. É também pertinente o estudo detalhado do *time do market* e dos seus responsáveis com a finalidade de alcançar uma cadeia de distribuição mais ágil. A implementação plena da metodologia 5'S produzirá as condições necessárias para o desenvolvimento das restantes metodologias *Lean*, servindo como fio condutor para uma organização mais produtiva e competitiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A Brief History of SMART Goals (2021) *Project Smart*. Available at: <https://www.projectsart.co.uk/brief-history-of-smart-goals.php> (Accessed: 1 May 2021).

Barone, A. (2020) *Understanding Bottlenecks*, *Investopedia*. Available at: <https://www.investopedia.com/terms/b/bottleneck.asp> (Accessed: 2 January 2021).

Base de dados SABI (2021).

Carvalho, J.E. (2007) *Produtividade*. 2ª. Quimera.

Coimbra, E.A. (2016) *Kaizen: Uma Estratégia de Melhoria, Crescimento e Rentabilidade*. McGraw-Hill.

Costa, J. (2021) *Flexibilidade - é uma vantagem para a organização?*, *ATEC - Academia de Formação*. Available at: <https://www.atec.pt/artigos-tecnicos/flexibilidade.html> (Accessed: 11 July 2021).

DGAE (2020). Available at: https://www.dgae.gov.pt/gestao-de-ficheiros-externos-dgae-ano-2020/htmp_cae_31_industria_mobiliario_e_colchoaria.aspx (Accessed: 20 December 2020).

Furniture market value worldwide 2027 (2021) *Statista*. Available at: <https://www.statista.com/statistics/977793/furniture-market-value-worldwide/> (Accessed: 27 December 2020).

Guinness World Records - Fastest Formula One Pit Stop (2021) *Guinness World Records*. Available at: <https://www.guinnessworldrecords.com/world-records/108666-fastest-formula-one-pit-stop> (Accessed: 2 January 2021).

Haynes, M. (2020) *Productivity*. Agenda Publishing.

History of Lean | What you need to know for Lean Six Sigma certification (2015) *Six Sigma Study Guide*. Available at: <https://sixsigmastudyguide.com/history-of-lean/> (Accessed: 3 January 2021).

Jacobs, F.R. and Chase, R.B. (2021) *Operations and Supply Chain Management*. 16th edition.

‘Kaizen Gestão e Serviços’ (2021). Available at: <https://www.kaizengestaoeservicos.com.br/> (Accessed: 4 September 2021).

Kaizen glossary definitions (2021). Available at: <https://www.kaizen.com/learn-kaizen/glossary.html> (Accessed: 29 August 2021).

Leadership | Vorne (2021). Available at: <https://www.vorne.com/accelerants/leadership.htm> (Accessed: 29 August 2021).

Marques, W. (2014) ‘Exportação portuguesa de mobiliário (2013 a 2017)’, p. 8.

REFERÊNCIAS

MOB Cozinhas - Apoios Comunitários (2021). Available at: <https://mob.pt/apoios-comunitarios> (Accessed: 4 July 2021).

OEE Measures Improvements in Productivity | Lean Production (2021). Available at: <https://www.leanproduction.com/oe.html> (Accessed: 8 March 2021).

Os 7 Desperdícios do Lean (2021) *Kanban Software for Agile Project Management*. Available at: <https://kanbanize.com/pt/gestao-lean/valor-desperdicio/7-desperdicios-do-lean> (Accessed: 3 January 2021).

Portal do INE (2020). Available at: https://ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_bdc_tree&contexto=bd&selTab=tab2 (Accessed: 26 December 2020).

Portal do INE (2021). Available at: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0008485&contexto=bd&selTab=tab2 (Accessed: 13 August 2021).

Productivity - GDP per hour worked - OECD Data (2021) *the OECD*. Available at: <http://data.oecd.org/lprdy/gdp-per-hour-worked.htm> (Accessed: 3 January 2021).

Shingo, S. (1985) *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Productivity.

Silva, P.B.M. (2019) ‘Parcerias Empresariais na Indústria Portuguesa de Mobiliário: um diagnóstico preliminar’, *Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting*, 5(9). Available at: <http://u3isjournal.isvoug.pt/index.php/PJFMA/article/view/373> (Accessed: 7 December 2020).

‘Sistemas de Troca Rápida de Ferramentas (SMED) | Nortegubisian’ (2021). Available at: <https://www.nortegubisian.com.br/blog/sistemas-de-troca-rapida-de-ferramentas-smed> (Accessed: 11 April 2021).

SMED Dramatically Reduces Changeover Time | Lean Production (2021). Available at: <https://www.leanproduction.com/smed.html> (Accessed: 2 January 2021).

Taiichi Ohno Quote (2021) *A-Z Quotes*. Available at: <https://www.azquotes.com/quote/731342> (Accessed: 21 September 2021).

The Essence of Lean is to Eliminate Waste | Lean Production (2021). Available at: <https://www.leanproduction.com/intro-to-lean.html> (Accessed: 3 January 2021).

Diagrama de Ishikawa

ANEXO 1

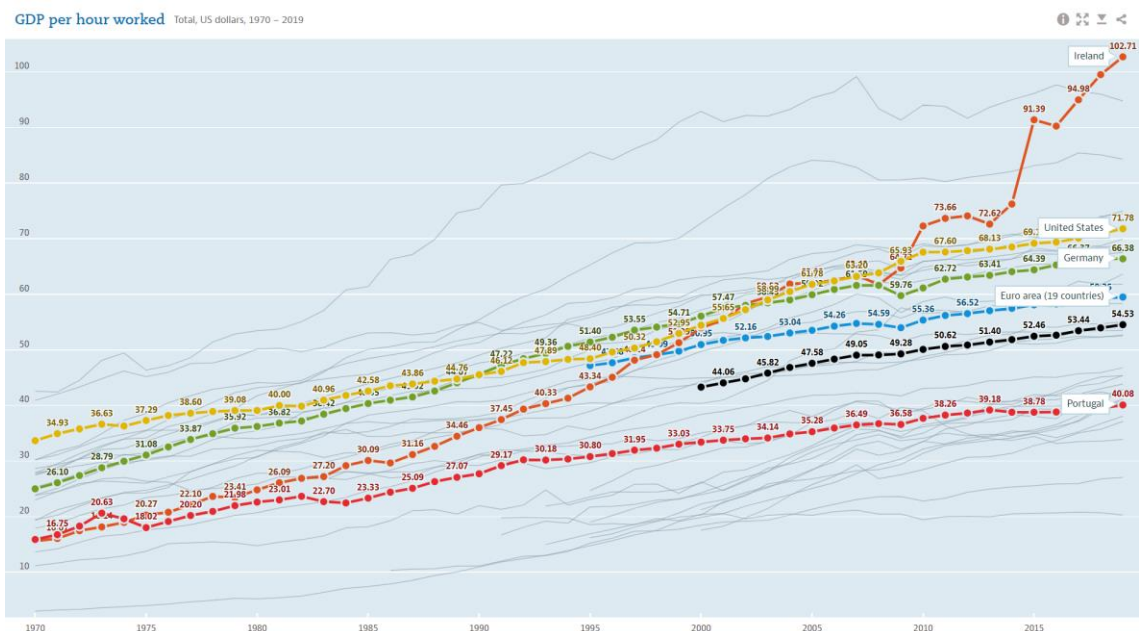


Figura 41 - Evolução do PIB por hora trabalhada
(Productivity - GDP per hour worked - OECD Data, 2021)

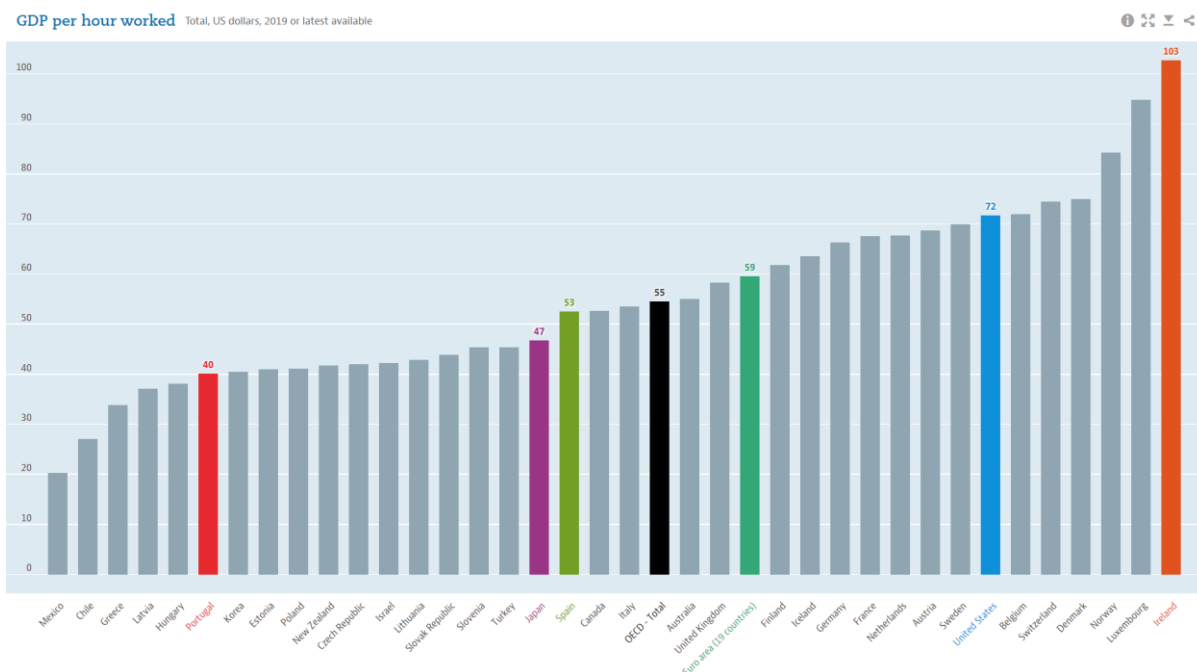


Figura 42 - PIB por hora trabalhada em 2019
(Productivity - GDP per hour worked - OECD Data, 2021)

ANEXO 2

Tabela 16 - Demografia e Atividade do Setor do Mobiliário e Colchões

| Ano | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2010 - 2019 (Δ percentual) | |
|---|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------------|----------------|
| Demografia das empresas | | | | | | | | | | | | |
| Nº de empresas do Setor | Nº | 5,512 | 5,252 | 4,880 | 4,573 | 4,489 | 4,446 | 4,414 | 4,421 | 4,438 | 4,479 | -18.74% |
| Nº Empresas Fabricação mobiliário de Cozinha | Nº | 665 | 653 | 612 | 578 | 556 | 554 | 544 | 555 | 580 | 593 | -10.83% |
| % Fabricantes de Cozinhas do setor | % | 12.06 | 12.43 | 12.54 | 12.64 | 12.39 | 12.46 | 12.32 | 12.55 | 13.07 | 13.24 | 9.74% |
| Atividade das empresas | | | | | | | | | | | | |
| Pessoal ao serviço | Nº | 35,452 | 34,285 | 30,605 | 28,611 | 28,873 | 29,867 | 31,154 | 32,540 | 33,770 | 34,222 | -3.47% |
| Pessoal ao serviço empresas Fabricação mobiliário de Cozinha | Nº | 3,573 | 3,344 | 2,914 | 2,606 | 2,599 | 2,600 | 2,717 | 2,849 | 3,089 | 3,289 | -7.95% |
| Volume Negócios | 10 ⁶ € | 1,512.19 | 1,379.31 | 1,277.00 | 1,342.76 | 1,462.70 | 1,585.65 | 1,683.50 | 1,823.34 | 1,911.77 | 2,001.43 | 32.35% |
| VAB | 10 ⁶ € | 497.99 | 438.26 | 385.79 | 414.01 | 446.86 | 491.44 | 541.07 | 585.49 | 625.69 | 680.35 | 36.62% |
| Produtividade do trabalho ajustada ao salário | % | 117.92 | 107.75 | 105.59 | 121.40 | 126.52 | 131.56 | 133.62 | 133.23 | 131.74 | 134.59 | 14.14% |
| Volume de negócios / Pessoal ao serviço | 10 ³ € | 42.65 | 40.23 | 41.73 | 46.93 | 50.66 | 53.09 | 54.04 | 56.03 | 56.61 | 58.48 | 37.12% |
| Peso dos gastos com pessoal no VAB | % | 75.73 | 83.27 | 84.88 | 74.53 | 72.46 | 69.78 | 69.24 | 69.98 | 70.66 | 69.15 | -8.69% |
| Fabricação de mobiliário de cozinha* (CAE 3102) | 10⁶ € | 168.97 | 134.88 | 118.23 | 113.62 | 119.35 | 130.47 | 141.68 | 157.13 | 178.06 | 202.44 | 19.81% |
| Peso da Fabricação de mobiliário de cozinha no Volume de Negócios do Setor do Mobiliário | % | 11.17 | 9.78 | 9.26 | 8.46 | 8.16 | 8.23 | 8.42 | 8.62 | 9.31 | 10.11 | -9.48% |
| VAB Fabricação de mobiliário de cozinha* (CAE 3102) | 10⁶ € | 54.30 | 42.49 | 35.83 | 34.30 | 35.63 | 40.36 | 45.64 | 52.45 | 59.44 | 71.49 | 31.67% |
| Peso do VAB da Fabricação de mobiliário de cozinha no Setor do Mobiliário | % | 10.90 | 9.70 | 9.29 | 8.28 | 7.97 | 8.21 | 8.43 | 8.96 | 9.50 | 10.51 | -3.62% |

Fonte: DGAE (2020), dados do INE (Sistema de contas integradas das empresas, Demografia das empresas, Estatísticas do comércio internacional de bens) - Indústria de Mobiliário e Colchões

*Fonte: INE, 2020-12-26 16:21:39 e dados de 2019 a 2021-08-13 18:58, https://ine.pt/portal/xmain?xid=INE&xpgid=ine_bdc_tree&contexto=bd&selTab=tab2

(DGAE, 2020; Portal do INE, 2020; Portal do INE, 2021)

Tabela 17 – Contexto na Indústria Transformadora e na Economia Nacional

| Ano | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2010 - 2019 (Δ percentual) | |
|---|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------|---------|
| O setor em contexto Na Indústria Transformadora | | | | | | | | | | | | |
| Peso dos gastos com pessoal no VAB em relação ao Total da Ind. Transformadora | p.p. | 15.17 | 20.05 | 21.02 | 12.82 | 11.16 | 11.79 | 11.73 | 13.23 | 12.03 | 7.23 | -52.34% |
| VAB em % do Total da Ind. Transformadora | % | 2.75 | 2.54 | 2.36 | 2.47 | 2.56 | 2.55 | 2.68 | 2.68 | 2.78 | 3.02 | 9.82% |
| O setor em contexto Na Economia Nacional | | | | | | | | | | | | |
| Peso dos gastos com pessoal no VAB em relação ao Total Economia | p.p. | 17.79 | 22.60 | 23.51 | 14.46 | 13.62 | 11.56 | 11.96 | 13.21 | 12.89 | 9.83 | -44.74% |
| Volume de Negócios em % do PIB nacional ¹ | % | 0.84 | 0.78 | 0.76 | 0.79 | 0.85 | 0.88 | 0.90 | 0.93 | 0.94 | 0.99 | 17.86% |
| VAB em % do PIB nacional ¹ | % | 0.28 | 0.25 | 0.23 | 0.24 | 0.26 | 0.27 | 0.29 | 0.30 | 0.31 | 0.34 | 21.43% |

¹Dados provisórios para o PIB de 2018; PIB a preços correntes (Base 2016) - dados ajustados de efeitos de calendário e de sazonalidade

Fonte: DGAE (2020), dados do INE (Sistema de contas integradas das empresas, Demografia das empresas, Estatísticas do comércio internacional de bens) - Indústria de Mobiliário e Colchões

(DGAE, 2020; Portal do INE, 2020; Portal do INE, 2021)

Tabela 18 – Contexto no mercado externo

| | Ano | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2010 - 2019 (Δ percentual) |
|--|-------------------------|--------|----------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------|----------|-------------------------------|
| O setor em contexto No Comércio Externo | | | | | | | | | | | | |
| Exportações ² | 10 ⁶ € | 940.00 | 1,008.12 | 1,059.83 | 1,166.95 | 1,348.38 | 1,511.97 | 1,589.32 | 1,703.74 | 1,713.18 | 1,764.80 | 87.74% |
| Intensidade exportadora ³ do setor | % | 65.58 | 75.97 | 86.07 | 90.87 | 96.33 | 99.03 | 99.98 | 97.45 | 93.44 | 91.52 | 39.55% |
| Peso do setor no total das exportações nacionais | % | 2.52 | 2.35 | 2.34 | 2.47 | 2.81 | 3.05 | 3.18 | 3.10 | 2.96 | 2.95 | 17.06% |
| Exportação portuguesa de Fabricação de mobiliário de cozinha (CAE 3102)** | 10⁶ € | | | | 33.45 | 50.82 | 61.84 | 66.94 | 78.78 | | | |
| Peso das exportações de mobiliário de cozinha no setor do mobiliário | % | | | | 2.87 | 3.77 | 4.09 | 4.21 | 4.62 | | | |

² Dados provisórios para 2018 e preliminares para 2019; Exportações e Importações segundo a Classificação Estatística dos Produtos por Atividades na Comunidade Europeia (CPA 2008)

³ A intensidade exportadora indica a percentagem da produção vendida ao exterior, medindo a relação entre o valor das exportações e o valor da produção (Valor total das exportações / Valor total da produção)

Fonte: DGAE (2020), dados do INE (Sistema de contas integradas das empresas, Demografia das empresas, Estatísticas do comércio internacional de bens) - Indústria de Mobiliário e Colchões

** Fonte: Marques, Walter (Exportação portuguesa de mobiliário (2013 a 2017))

(Marques, 2014; DGAE, 2020; Portal do INE, 2020; Portal do INE, 2021)

ANEXO 3

Tabela 19 – Tabela completa Peso tempo de *setup* na Disponibilidade Orladora Combima

| Mês / Nº Lote | Referências a Orlar | Quantidade e peças | Quantidade e de passagens | Média Passagens por referência | Dias Trabalho | Média nº referências a orlar / dia | Média tempo <i>setup</i> por dia (HH:MM:SS) | Peso <i>setup</i> na disponibilidade |
|---------------|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------|------------------------------------|---|--------------------------------------|
| Mar/21 | 2,610 | 11,731 | 16,386 | 5 | 22 | 146 | 03:15:16 | 43% |
| 2113 | 898 | 3,127 | 4,302 | 5 | 6 | 150 | 03:19:33 | 44% |
| 2115 | 974 | 2,960 | 4,047 | 4 | 6 | 162 | 03:36:27 | 48% |
| 2117 | 698 | 2,684 | 3,798 | 5 | 5 | 140 | 03:06:08 | 41% |
| 2118 | 671 | 2,960 | 4,239 | 6 | 5 | 134 | 02:58:56 | 40% |
| Abr/21 | 1,878 | 13,659 | 19,476 | 18 | 20 | 104 | 02:18:04 | 31% |
| 2119 | 391 | 1,401 | 1,913 | 5 | 4 | 98 | 02:10:20 | 29% |
| 2120 | 290 | 2,589 | 3,864 | 13 | 4 | 73 | 01:36:40 | 21% |
| 2121 | 721 | 3,606 | 5,218 | 7 | 5 | 144 | 03:12:16 | 43% |
| 2122 | 73 | 3,267 | 4,511 | 62 | 2 | 37 | 00:48:40 | 11% |
| 2123 | 834 | 2,796 | 3,970 | 5 | 5 | 167 | 03:42:24 | 49% |
| Mai/21 | 2,460 | 11,832 | 16,875 | 6 | 19 | 160 | 03:33:58 | 48% |
| 2124 | 783 | 2,197 | 3,032 | 4 | 4 | 196 | 04:21:00 | 58% |
| 2125 | 660 | 3,334 | 4,785 | 7 | 4 | 165 | 03:40:00 | 49% |
| 2126 | 567 | 2,888 | 4,226 | 7 | 4 | 142 | 03:09:00 | 42% |
| 2127 | 269 | 1,058 | 1,515 | 6 | 2 | 135 | 02:59:20 | 40% |
| 2128 | 827 | 2,355 | 3,317 | 4 | 5 | 165 | 03:40:32 | 49% |
| Total | 5,187 | 37,222 | 52,737 | 10 | 61 | 136 | 03:01:31 | 40% |
| | | | | | | | Duração dia de trabalho | 07:30:00 |
| | | | | | | | Tempo médio de <i>setup</i> | 00:01:20 |

Quantidades de referências a orlar totais do mês e globais não representam a soma direta da quantidade dos lotes, mas sim a quantidade global de referências diferentes em cada período.