Implementação de Metodologias Kaizen para Melhoria da Eficiência Operacional numa Unidade Industrial Farmacêutica

Luana Filipa da Silva Lobo

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Eduardo Gil da Costa

U.PORTO

FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

2023-07-06

Resumo

Num cenário em que a procura por medicamentos é cada vez maior surge a necessidade de adaptação das empresas do setor farmacêutico. Em contrapartida à elevada procura, os custos logísticos e das matérias-primas aumentaram significativamente nos últimos anos, juntamente com as regulamentações aplicadas aos fármacos, que limita o aumento dos preços de venda. Desta maneira, as empresas passam, atualmente, pelo desafio de aumentar a sua produção para responder à procura, mantendo os custos de produção baixos, de modo a assegurar margens de lucro sustentáveis.

O cliente em análise enfrenta, atualmente, uma forte necessidade de aumento do volume de produção para acompanhar a procura do mercado. Assim sendo, com os estudos realizados na unidade industrial BETA, identificaram-se ineficiências e desperdícios que possibilitam a implementação de melhorias com vista ao aumento da eficiência operacional da fábrica, culminando no objetivo principal- aumento do volume de produção. Neste sentido, foi definido como objetivo elementar deste projeto a melhoria do *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

Desta forma, sabendo que a fábrica à data do início do projeto não detinha nenhuma base de dados ou registos que permitissem o cálculo e o acompanhamento do OEE, foram inicialmente implementadas no chão de fábrica folhas de registo de produção e de paragens de modo a ser possível o cálculo do OEE para as várias máquinas ao longo do projeto.

A metodologia com maior foco desta dissertação é o *Single Minute Exchange of Die* (SMED), cujo objetivo é a redução dos tempos de *setup*. Além de uma abordagem teórica, foram implementadas iniciativas que promoveram a otimização dos tempos de *setup*. Desta maneira, foram definidas duas máquinas piloto, uma da área da embalagem e uma da área do fabrico, onde foram, inicialmente, implementadas as metodologias, atingindo melhorias de cerca de 39% e 35%, respetivamente. O objetivo inicial do projeto seria uma melhoria de 30% que foi alcançada em ambas as áreas. O SMED foi, em seguida, expandido às restantes máquinas das áreas supracitadas.

Adicionalmente, foram implementadas metodologias com foco na promoção de uma cultura de melhoria contínua na unidade industrial. Iniciativas como *Standard Work* e *Kaizen* Diário permitiram um aumento da consciencialização dos colaboradores sobre o seu trabalho, promovendo a motivação e a determinação no alcance dos objetivos definidos.

Abstract

Implementation of Kaizen Methodologies for Improving Operational Efficiency in a Pharmaceutical Industrial Unit

The need for adaptation in the pharmaceutical industry arises as the demand for medicines increases. In contrast to the high demand, logistical and raw material costs have significantly risen in recent years, along with regulations imposed on pharmaceuticals that prevent price increases. Therefore, companies are currently facing the challenge of increasing their production to meet demand while keeping production costs low to ensure sustainable profit margins.

The company under analysis currently strongly needs to increase production volume to meet market demand. Through studies conducted at the BETA industrial unit, inefficiencies and waste were identified. This enabled the implementation of improvements aimed at increasing the factory's operational efficiency, ultimately leading to the main objective of increasing production volume. In this regard, the improvement of Overall Equipment Effectiveness (OEE) was defined as the primary objective of this project.

Considering that the factory had no existing database or records to calculate and track OEE prior to the start of the project, production and downtime tracking sheets were initially implemented on the factory floor to enable OEE calculation for various machines over the project timeline.

The primary methodology emphasized in this dissertation is Single Minute Exchange of Die (SMED), which aims to reduce setup times. In addition to a theoretical approach, initiatives were implemented to optimize setup times. Two pilot machines, one from the packaging area and one from the manufacturing area, were selected for the initial implementation of the methodologies, resulting in setup time reduction of approximately 39% and 35%, respectively. The initial project goal of a 30% improvement was achieved in both areas. SMED was subsequently expanded to the remaining machines in both areas.

Additionally, methodologies focused on promoting a culture of continuous improvement were implemented in the industrial unit. Initiatives such as Standard Work and Daily Kaizen increased employee awareness of their work, promoting motivation and determination to achieve the defined objectives.

Agradecimentos

Primeiramente, quero agradecer ao meu orientador Eduardo Gil Costa pelo apoio dado ao longo da realização desta dissertação. Por me ajudar a qualquer hora e pelo olhar minucioso que teve sobre o meu trabalho.

À Equipa do *Kaizen Institute* de Lisboa por me ter recebido de braços abertos, sempre com palavras amigas e prontos a ajudar. Em especial ao António Cunha, à Catarina Falcato e ao Tiago Dias pelo apoio ao longo do desenvolvimento deste projeto e pela confiança depositada em mim. Em poucos meses cresci tanto, um grande obrigada.

Ainda aos meus pais e avós por acreditarem sempre em mim e serem o meu suporte em todos os momentos.

Por último, a todos os meus amigos. Por todas as palavras, por toda a ajuda e por aturarem o meu feitio difícil. À Sara, à Diana e à Inês por serem tão especiais, pelo seu carinho e pelo esforço na revisão desta dissertação.

Obrigada a todos por estes anos intensos e incríveis!

"There are fish that cannot be caught. It's not that they are faster or stronger than other fish, they're just touched by something extra."

Edward Bloom em *Big Fish*, Tim Burton

Conteúdo

1 Introdução **1**

1.1 O Kaizen Institute 1
1.2 A Indústria Farmacêutica 2
1.3 Enquadramento do Projeto e Motivação 3
1.4 Objetivos do Projeto 3
1.5 Método seguido no Projeto 4
1.6 Estrutura da Dissertação 5

2 Revisão Bibliográfica **7**

2.1 Filosofia *Kaizen* 7
2.1.1 *Kaizen Business System* (KBS) 9
2.1.2 *Kaizen Change Model* 9
2.1.3 *Princípios Kaizen* 10
2.2 *Lean* na Indústria Farmacêutica 11
2.3 Ferramentas *Kaizen* 11
2.3.1 *Single Minute Exchange of Die* (SMED) 11
2.3.2 *Kaizen* Diário 13
2.3.3 *Standard Work* 14
2.4 *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) 15

3 Descrição do Problema **17**

3.1 Contexto do Grupo ALFA e da fábrica BETA 17
3.2 Fluxo de Material na fábrica BETA 18
3.3 Indicador de Eficiência Operacional 20
3.4 Análise de Desperdício e Perdas 20
3.4.1 Análise de Desperdício e Perdas nos *Setups* 22
3.5 *Baselines Setups* 23

4 Metodologia **25**

4.1 Recolha de Dados e Cálculo do OEE 25
4.1.1 Construção de *Dashboard* Visual 26
4.2 Aplicação de Metodologia SMED 27
4.2.1 Definição das Máquinas Piloto 27
4.2.2 SMED nas Máquinas Piloto 28
4.2.3 *Roll Out* 35
4.3 Cultura de Melhoria Contínua 36

5 Resultados **39**
5.1 Evolução dos Tempos de *Setup* 39
5.1.1 Máquina Piloto Fabrico 39
5.1.2 Máquina Piloto Embalagem 40
5.1.3 *Roll Out* SMED 41
5.2 Cultura de Melhoria Contínua 42
5.3 Impacto OEE 44

6 Conclusão **45**
6.1 Considerações Finais 46
6.2 Perspetivas Futuras 46

Referências **49**

A Cronograma do Projeto **53**

B Códigos de Paragens **55**

C *Template* Registos OEE **57**
C.1 *Template* Registos Paragens 57
C.2 *Template* Registos Produção 58

D SMED no Piloto do Fabrico **59**
D.1 Organização de Tarefas Internas e Externas 60
D.2 Análise Operadores de Apoio *Setups* 61
D.3 Exemplos Standards 62
D.4 Standard Final SMED Fabrico 63

E SMED no Piloto da Embalagem **65**
E.1 Tarefas *Setup* Piloto Embalagem 66
E.2 Manual de Afinações Agrupadora 67
E.3 Redistribuição Tarefas *Setup* Piloto Embalagem 68
E.4 Matriz de Competências 69
E.5 Standard Final SMED Embalagem 70

Acrónimos

JIT	*Just-in-time*
KBS	*Kaizen Business System*
KD	*Kaizen* Diário
KPI	*Key Performance Indicator*
OA	Operador de Apoio
OB	Operador da Blisteradora
OE	Operador da Encartonadora
OEE	*Overall Equipment Effectiveness*
OL	Operador de Limpeza
PDCA	*Plan-Do-Check-Act*
R&D	*Research & Development*
SDCA	*Standardize-Do-Check-Act*
SMED	*Single Miunte Exchange of Die*
TM	Técnico de Manutenção
TPM	Gestão da Produtividade Total
TQM	Gestão da Qualidade Total

Lista de Figuras

1.1 Significado de *Kaizen* (Tenreiro, 2015) 1
1.2 Vendas e Serviços Farmacêuticos (BPstat, 2022) 2
1.3 Cronograma do Projeto 4

2.1 *Kaizen Business System* (Coimbra, 2021) 9
2.2 *Single Minute Exchange of Die* (Coimbra, 2017) 13

3.1 Fluxo de Material Cápsulas 18
3.2 Fluxo de Material Compressão 19
3.3 Gráfico de Pareto das Perdas AS-IS 21

4.1 Evolução OEE por Área ao longo das Semanas em *Microsoft Power BI* 27
4.2 KPI Visual 33
4.3 Cronograma *Roll Out* 36

5.1 Evolução dos Tempos de *Setup* no Piloto do Fabrico 40
5.2 Evolução dos Tempos de *Setup* no Piloto da Embalagem 41
5.3 Evolução dos Tempos de *Setup Roll Out* na Compressora 1 42
5.4 Evolução dos Tempos de *Setup Roll Out* na Embaladora 1 42
5.5 Gráfico de Pareto das Perdas Semana 22 43
5.6 Evolução OEE 44

D.1 *Checklist* Fabrico 62

E.1 Tarefas *Setup* Piloto Embalagem 66
E.2 Exemplo Manual de Afinações para Agrupadora 67
E.3 Tarefas *Setup* Piloto Embalagem Redistribuídas 68
E.4 Exemplo Matriz de Competências Embalagem 69
E.5 Standard Final SMED Embalagem 70

Lista de Tabelas

3.1 OEE Embalagem e Fabrico- Estado Atual e Objetivo 20
3.2 Classificação dos Tipos de *Setup* de Fabrico e Embalagem 23
3.3 Tempos de *Baseline* e Objetivo de Máquinas do Fabrico 24
3.4 Tempos de *Baseline* e Objetivo de Máquinas da Embalagem 24

4.1 Tarefas Setup Piloto Fabrico 29
4.2 Tarefas Operador de Apoio a *Setups* e respetivas Durações 30
4.3 Cáculo do Benefício de OA 31
4.4 Cálculo do Benefício Líquido Anual de OA 31

6.1 Evolução OEE 46

D.1 Separação Atividades Internas e Externas SMED Piloto Fabrico 60
D.2 Cálculo do Benefício de OA Extensão Fabrico 61
D.3 Cálculo do Benefício Líquido Anual de OA Extensão Fabrico 61
D.4 Standard Final SMED fabrico 63

Capítulo 1

Introdução

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) com o principal objetivo de estudar como aumentar a eficiência operacional de empresas do setor farmacêutico, com a aplicação prática numa unidade industrial do setor, cliente do *Kaizen Institute Consulting Group* .

1.1 O Kaizen Institute

O *Kaizen Institute Consulting Group* foi fundado em 1985 e é uma empresa de consultoria especializada na melhoria da eficiência operacional e performance geral através da implementação da metodologia *Kaizen*.

A palavra *Kaizen* advém de dois termos japoneses *Kai*, mudar, e *Zen*, melhor, e significa melhoria contínua (Imai, 2012). Esta melhoria consiste numa mudança diária em todas as áreas envolvendo todos os colaboradores assente nos princípios fundamentais do *Kaizen Institute*: envolvimento de pessoas, ir para o *Gemba* (local onde se acrescenta valor), criar valor para o cliente, eliminar o desperdício e gestão visual (Coimbra, 2016).



Figura 1.1: Significado de *Kaizen* (Tenreiro, 2015)

1.2 A Indústria Farmacêutica

A indústria farmacêutica em Portugal tem um papel importante na economia do país, tendo sido identificada como uma área chave para desenvolvimento e investimento. Inclusive, em 2020, a indústria farmacêutica investiu mais de 90 milhões de euros em *Research & Development* (R&D) (apifarma, 2021).

Nos últimos anos a indústria farmacêutica portuguesa tem sofrido um notável crescimento aumentando em 41,5% o seu volume de negócios entre 2016 e 2020. Contrariamente à maioria das áreas económicas, a pandemia COVID-19 surgiu como uma oportunidade ao crescimento desta indústria com as exportações e os investimentos como maiores impulsionadores deste crescimento. Entre 2016 e 2020, estas duas áreas aumentaram para cerca de 1,4 mil milhões de euros (aumento de 73%) e 200 milhões de euros (aumento de 62%), respetivamente. No entanto, apesar do grande crescimento, o desempenho da indústria é ainda inferior quando comparado com outros países europeus (Caeiro e Ferreira, 2022).

Em Portugal, este setor é altamente competitivo, composto por uma grande variedade de empresas. Em 2021, o setor era composto por mais de 4000 empresas e contava com quase 45000 pessoas ao serviço, mostrando-se estes números com uma tendência crescente ao longo dos anos (BPstat, 2022). Relativamente ao volume de negócios também se tem visto uma tendência crescente ao longo da última década como demonstrado na Figura 1.2. De notar ainda um aumento do declive do gráfico de 2019 para 2020 explicado pelo aumento substancial da procura gerado pela pandemia de COVID-19.

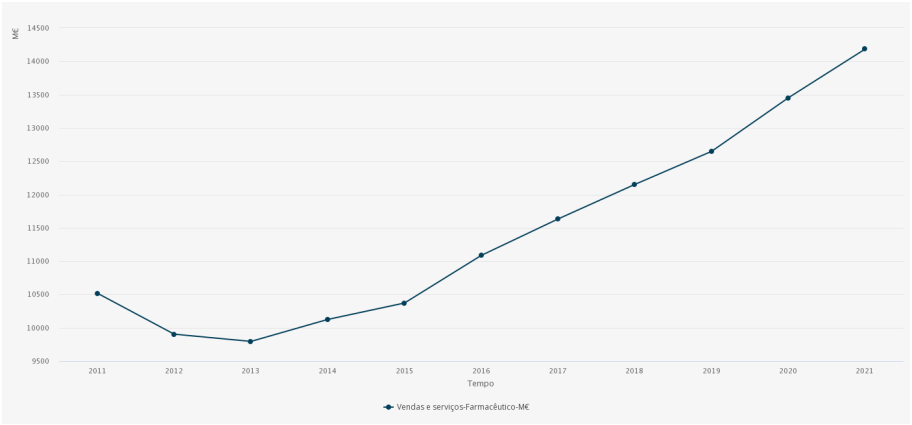


Figura 1.2: Vendas e Serviços Farmacêuticos (BPstat, 2022)

Um dos grandes marcos para o setor farmacêutico em Portugal foi a criação do Infarmed – Instituto Nacional da Farmácia e do Medicamento. Este instituto tem como objetivo regular e supervisionar os setores de medicamentos, podendo inclusive interferir com os custos dos medicamentos (Infarmed, 2016), o que tem provado ser um problema atual para a indústria, fazendo grande pressão sobre os preços de venda dos medicamentos.

Os custos de produção dos medicamentos aumentaram mais de 40%, essencialmente por efeitos da pandemia de COVID-19 e pelo conflito Rússia-Ucrânia. Os maiores impactos nos custos

para as empresas prenderam-se com o preço dos combustíveis e das matérias-primas (Caeiro e Ferreira, 2022). Em contrapartida os preços de venda dos medicamentos têm vindo a baixar precisamente por regulações impostas pelo Infarmed, o que diminui substancialmente as margens de lucro das empresas.

1.3 Enquadramento do Projeto e Motivação

A indústria farmacêutica, ao longo dos últimos anos, tem enfrentado um aumento da escassez e da rutura de medicamentos. De acordo com um estudo recente, 76% dos países da União Europeia admitem que esta situação piorou em 2023 (Jornal Médico, 2023). Em Portugal, segundo o Infarmed, os dois principais motivos para estas ruturas no ano de 2021 foram problemas de fabrico e o aumento da procura (Infarmed, 2022).

Com a pandemia de COVID-19 e o conflito enfrentado atualmente entre a Rússia e a Ucrânia, a rutura de produtos farmacêuticos foi exponenciada pelo aumento da dificuldade na gestão das cadeias logísticas, fruto do aumento da procura de produtos farmacêuticos e de uma grave subida dos preços da energia e dos combustíveis (Vinha et al., 2022). Por conseguinte, os preços dos fármacos revistos e cada vez mais baixos, geraram problemas de sustentabilidade para as empresas do setor, levando à descontinuação de vários produtos (Ordem dos Farmacêuticos, 2021).

A empresa em estudo insere-se na indústria farmacêutica, desenvolvendo, produzindo e comercializando mais de uma centena de produtos e tem como desafio fortalecer a sua posição no mercado, tornando-se capaz de responder ao aumento da procura sentido nos últimos anos. Assim, surge a relevância do desenvolvimento deste projeto, que tem como âmbito final o aumento do volume de produção da fábrica.

1.4 Objetivos do Projeto

Ao início do projeto, a organização e estrutura da empresa não incluíam a prática de uma cultura de melhoria contínua, nem um foco objetivo na eficiência operacional. Focado em duas áreas de uma unidade industrial do setor farmacêutico (fabrico e embalagem), este projeto tem como principal objetivo a melhoria da eficiência operacional com vista ao aumento do volume de produção de forma a corresponder à procura do mercado.

Para alcançar melhorias na eficiência operacional, foram definidos os vários objetivos do projeto que motivaram esta dissertação:

- Redução dos tempos de *setup* em duas áreas de trabalho da indústria farmacêutica (embalagem e fabrico) através da utilização de ferramentas de melhoria contínua;
- Aumento do *Overall Equipement Effectiveness* (OEE) global da fábrica;
- Implementação de metodologias de sustentabilidade de iniciativas *Kaizen*.

Todos estes pontos serão suportados pelo desenvolvimento de uma cultura de melhoria contínua na empresa.

1.5 Método seguido no Projeto

Numa fase inicial de planeamento, foram identificadas oportunidades de melhoria tendo em consideração o objetivo elementar deste projeto - melhoria da eficiência operacional. O projeto será realizado numa fábrica BETA da empresa farmacêutica ALFA cujo nome não pode ser divulgado, por motivos de confidencialidade.

Com a definição do *as-is* da fábrica BETA notou-se uma falta de normalização e otimização de *setups*. Seguido deste diagnóstico, foi definido como principal âmbito desta dissertação a redução destes tempos a partir da implementação de metodologias *Kaizen*, essencialmente *Single Minute Exchange of Die* (SMED) e *Standard Work*. Para tal, foram selecionadas duas máquinas problemáticas, uma da área do fabrico e outra da embalagem, para testes piloto. Este processo envolveu inicialmente observações no *Gemba*, terreno, para identificar oportunidades e recolher dados e informação para análise.

Um outro problema identificado na fase de planeamento foi a inexistência de *Key Performance Indicators* (KPI) para a medição da performance, quer de cada equipa quer global, e de objetivos definidos. Com isto, inicialmente, foram implementados processos de recolha de dados produtivos em tempo real para facilitar a implementação de KPI e medição de OEE, para análise e interpretação futura.

Com vista a que as metodologias para redução de tempos de *setup* impactassem significativamente a medição e melhoria de OEE, estas foram desenvolvidas em paralelo. Para além disto, foi implementada uma cultura de melhoria contínua na empresa, através de metodologias como *Kaizen* Diário, para garantir a sustentabilidade das iniciativas promovidas e para que as equipas pudessem acompanhar a performance e planeamento de trabalho de uma forma contínua e regular.

Estas metodologias foram distribuídas e implementadas no espaço temporal representado no cronograma da Figura 1.3 .

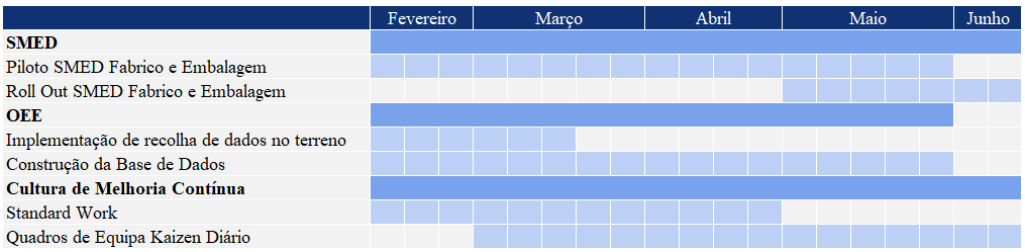


Figura 1.3: Cronograma do Projeto

Apesar do cronograma apresentado apenas detalhar o espaço temporal de desenvolvimento desta dissertação, o projeto envolve outras iniciativas que não estão incluídas no âmbito deste estudo e que estão programadas para serem realizadas durante um ano na fábrica BETA.

1.6 Estrutura da Dissertação

O presente documento está dividido em seis capítulos, onde este primeiro capítulo introdutório teve como propósitos a contextualização da empresa, objetivos do projeto e respetiva metodologia aplicada para os alcançar.

No segundo capítulo é apresentada a revisão de literatura de temas e conceitos no âmbito abordados durante esta dissertação. De forma complementar, são analisados casos semelhantes da indústria que utilizam as técnicas mencionadas ao longo deste relatório. Isto irá assim permitir uma análise mais objetiva dos resultados alcançados bem como a sua interpretação.

Seguidamente, no terceiro capítulo descreve-se o contexto da empresa ALFA e da fábrica BETA, objeto de estudo deste projeto. Para além disso, expõe-se os fluxos de materiais na fábrica BETA relevantes para a interpretação dos problemas enfrentados. Adicionalmente, são explicitados os problemas associados à unidade industrial com os pontos de melhoria que serão analisados.

No quarto e quinto capítulos é explorada a metodologia utilizada na sua resolução e resultados obtidos com as melhorias implementadas na empresa, respetivamente. A metodologia engloba as técnicas utilizadas para atingir os três macro objetivos desta dissertação mencionados na Secção 1.4. Para tal foram abordados os temas do cálculo do OEE, seguido da implementação da metodologia SMED e da fomentação da criação de uma cultura de melhoria contínua em toda a fábrica.

Finalmente, no último capítulo, apresentam-se as conclusões e considerações finais, bem como perspetivas de trabalho futuro.

Capítulo 2

Revisão Bibliográfica

No presente capítulo são abordados os fundamentos para a realização desta dissertação, passando pela filosofia *Kaizen* e pelas ferramentas *Kaizen* utilizadas. Os assuntos abordados nesta secção darão suporte às metodologias implementadas neste estudo.

2.1 Filosofia *Kaizen*

Após a Segunda Guerra Mundial, o Japão enfrentou uma recessão que afetou grande parte das empresas. Posto isto, a *Toyota Motor Company* reconheceu que continuando a utilizar o sistema americano de produção em massa não conseguiria subsistir, nascendo desta necessidade o *Toyota Production System*.

Contrariamente ao defendido pelo sistema americano de grandes lotes e pouca variedade de automóveis, o *Toyota Production System* foca-se numa redução de custos enquanto produz pequenos lotes, mas de uma elevada variedade de automóveis. A base deste sistema é a completa eliminação de desperdício através de dois grandes pilares: o *just-in-time* (JIT) e a *autonomation*. O *just-in-tim*e é baseado numa produção em fluxo, em que os materiais exigidos para a estação de produção seguinte chegam no momento e quantidades exatas em que são necessários, conseguindo assim uma empresa alcançar um nível de inventário igual a zero. A *autonomation* é descrita como automação com um toque humano e apoia-se em máquinas equipadas com dispositivos de paragem automática e de segurança que previnem a produção de peças defeituosas (Ohno, 1988).

O termo *Kaizen*, nascido no contexto industrial japonês e inspirado no *Toyota Production System*, é uma estratégia de melhoria contínua baseada na filosofia de produzir mais e melhor com o mínimo de recursos atuando em várias frentes como a melhoria da eficácia, da eficiência e da produtividade (Coimbra, 2016). Embora os benefícios *Kaizen* sejam pequenos e incrementais, com o acumular do tempo os processos *Kaizen* produzem resultados notáveis (Imai, 2012).

Esta filosofia tornou-se um conceito *umbrella* reunindo em si variados modelos de melhoria contínua estudados no Japão (Imai, 2012). Nesta revisão de literatura serão abordados alguns destes modelos.

Para que uma organização seja capaz de implementar a estratégia *Kaizen* é essencial garantir conhecimento para implementar os seis conceitos básicos *Kaizen* (Imai, 2012):

i. *Kaizen* e Gestão: A metodologia *Kaizen* tem duas funções principais: manutenção e melhoria. A manutenção envolve manter os *standards* implementados através de *trainings* e disciplina, enquanto que a melhoria se foca no desenvolvimento destes mesmos *standards*. A própria melhoria pode ser dividida em *Kaizen*, pequenas mudanças, ou Inovação, que envolve grandes investimentos em tecnologia ou equipamento e é suportada pela gestão de topo.

ii. Processo *versus* Resultado: A metodologia *Kaizen* encoraja pensamentos orientados para o processo, acreditando que para melhorar os resultados é primeiro necessário melhorar os procedimentos. Este pensamento deve ser também aplicado a estratégias *Kaizen* como os ciclos *Plan-Do-Check-Act* (PDCA), ciclos *Standardize-Do-Check-Act* (SDCA), gstão da qualidade totoal (TQM), *just-in-time* (JIT) e gestão da produtividade total (TPM).

iii. Ciclos PDCA e SDCA: O ciclo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) é estabelecido como um meio de assegurar a continuidade do *Kaizen*. *Plan* significa estabelecer objetivos de melhoria e criar planos de ação para conseguir alcançar os objetivos definidos. Pôr estes planos em prática está relacionado com a fase *Do*. *Check* relaciona-se com a confirmação do estado do projeto e da melhoria. Na fase *Act* põem-se em prática os novos procedimentos e definem-se os *standards*. Os ciclos PDCA permitem que uma organização não se contente com o *status quo* e estabeleça consistentemente novos objetivos. Antes de começar estes ciclos, os processos existentes devem ser normalizados através dos ciclos SDCA (*Standardize-Do-Check-Act*). Sempre que uma anomalia no processo acontece os operadores devem questionar-se sobre a razão pela qual esta aconteceu, como normas inadequadas ou o não seguimento das mesmas. Depois de estabilizar os processos com as normas e padrões definidos nos ciclos SDCA, podem implementar-se os ciclos PDCA.

iv. Qualidade em primeiro: A qualidade tem prioridade sobre o custo e os prazos de entrega, sendo que é o fator que permite a uma organização competir no mercado. Há uma necessidade de colocar a qualidade em primeiro para garantir a subsistência do negócio e não comprometer o futuro da empresa.

v. Falar com dados: Para resolver qualquer problema, deve ser recolhida e examinada informação pertinente, para que a solução tenha bases científicas e imparciais.

vi. O processo seguinte é o cliente: Os clientes podem ser internos (dentro da organização) ou externos (no mercado). Cada processo tem um cliente e a maioria deles são internos, sendo possível assumir-se que cada operador de uma organização lida com pelo menos um cliente. Este raciocínio deve incutir um sentido de responsabilidade nas pessoas envolvidas no processo para que nunca sejam fornecidas peças defeituosas ou informações falsas. Se

este princípio for mantido em toda a organização, o cliente externo acabará por receber serviços e produtos com qualidade.

2.1.1 *Kaizen Business System* (KBS)

O modelo de gestão *Kaizen*, o *Kaizen Business System* (KBS), representado na Figura 2.1, pode ser representado no sentido figurado com a estrutura de uma casa onde o topo representa o principal objetivo deste modelo: acrescentar valor para o cliente a longo prazo enquanto trabalha continuamente o crescimento, a qualidade, a eficiência de recursos, a eficiência de fluxo e o respeito pelas pessoas (ciclo GQCDM).

Por baixo, estão presentes os pilares deste sistema, cada um suportado com variadas ferramentas: modelo de crescimento, mudança e operações. O modelo de operações é baseado em processos inovadores na *supply chain* e operações para a redução dos custos do cliente, enquanto o modelo de crescimento baseia-se em processos inovadores nos produtos, marketing e vendas para aumento direto nas vendas e receitas da empresa. Por último, o objetivo do modelo de mudança, *Kaizen Change Model*, é aumentar as capacidades das pessoas numa organização, implementando uma cultura *Kaizen* na empresa cliente.

Na base, encontram-se os princípios fundamentais *Kaizen* que suportam a estrutura do *Kaizen Business System* e que serão abordados mais à frente nesta dissertação (Coimbra, 2021).

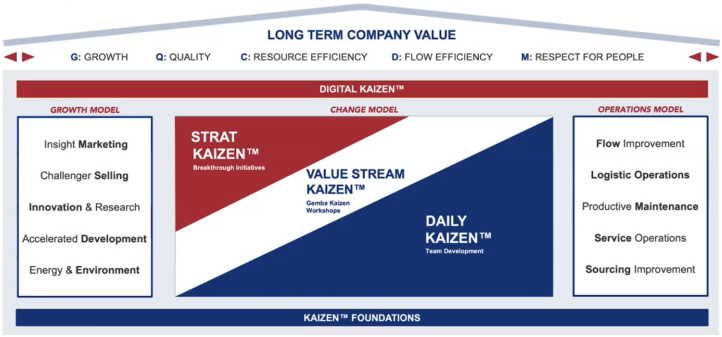


Figura 2.1: *Kaizen Business System* (Coimbra, 2021)

2.1.2 *Kaizen Change Model*

O *Kaizen Change Model* mencionado tem em vista a motivação de todos os envolvidos no processo de mudança com iniciativas que os cativem a fazer parte da melhoria diária da organização. Como espelhado na Figura 2.1 o *Change Model* é constituído por três áreas (Bastos e Sharman, 2019):

i. *Daily Kaizen*: Focado no desenvolvimento de equipas para que através de treinos regulares e sistemáticos sejam capazes de adotar novos *standards* e hábitos verificando-os diariamente;

ii. *Value Stream Kaizen*: Baseado em *workshops* (iniciativas) no *Gemba* para identificação de desperdício nos processos. O objetivo é analisar o estado atual da organização, identificar melhorias e definir planos de ações e *workshops* a por em prática;

iii. *Strat Kaizen*: Através de iniciativas *breaktrough* com objetivos para os 3 a 5 anos seguintes, baseado nas prioridades estratégicas da empresa e usando dados provenientes do cliente ou da *Value Stream Analysis*.

2.1.3 *Princípios Kaizen*

O *Kaizen* distingue-se de outros modelos de gestão essencialmente pelo foco nos seus princípios fundamentais ligados à parte prática da sua implementação (Coimbra, 2016; Tenreiro, 2015):

i. Envolvimento de pessoas: as pessoas são a chave para o sucesso de qualquer organização, e devem estar envolvidas e alinhadas com todo o processo, sendo que serão a base que irá conduzir todos os processos de melhoria. Um ambiente de não julgar nem culpar deve ser promovido para que se dê abertura a que todas as pessoas se envolvam.

ii. Ir para o *Gemba*: é fundamental ter contacto direto com o *Gemba*, local onde se cria valor, para ter uma visão real do campo de ação. Muitas vezes, a informação que é transmitida difere da realidade, daí a importância de ir ao *Gemba* para conseguir uma implementação rápida das metodologias no terreno.

iii. Criar valor para o cliente: centralidade no cliente para a sua satisfação e correspondência às suas expectativas cada vez mais exigentes, oferecendo-lhe, da melhor maneira possível, a melhor utilidade ao melhor preço.

iv. Eliminar o desperdício: identificar e eliminar todas as atividades que não acrescentam valor, isto é, eliminar o desperdício para otimizar o fluxo operacional. O desperdício pode ser dividido em três categorias: *Muda* (o que não acrescenta valor), *Muri* (sobrecarga) e *Mura* (variabilidade). Estes desperdícios podem ser classificados em 7 tipos (Domingo, 2015):

   - Produção em Excesso;
   - Sobre processamento;
   - Transporte de Material;
   - Pessoas em Espera;
   - Material em Espera;
   - Movimento de Pessoas;
   - Erros e Defeitos.

v. Gestão Visual: facilita a comunicação através de normas e *standards* visuais. A Gestão Visual permite a uma organização ser transparente com todos os envolvidos.

2.2 *Lean* na Indústria Farmacêutica

A indústria farmacêutica tem enfrentado épocas de elevada procura o que força as empresas a aumentar a sua produção para conseguir responder ao mercado. Neste cenário, faz sentido avançar com a implementação de metodologias *Lean* com o objetivo de reduzir o desperdício e aumentar a eficiência operacional na indústria.

Segundo Pavlovic e Božanić (2010), as empresas focam-se em reduzir os custos ao mesmo tempo que mantêm a conformidade dos seus produtos e para tal surge a necessidade de aumentar a eficiência operacional otimizando os recursos. Desta forma torna-se possível assegurar uma posição forte no mercado. Grandes empresas no setor farmacêutico, como a AstraZeneca, Johnson & Johnson e a Pfizer, aplicam metodologias *Lean*.

Para além disso, o mercado exige cada vez mais produtos personalizados, o que aumenta a complexidade dos processos produtivos obrigando à produção de lotes mais pequenos e, consequentemente, um maior número de mudanças na máquina. É de notar que as máquinas da indústria farmacêutica enfrentam naturalmente tempos de mudança elevados devido à natureza dos produtos, à complexidade das máquinas e às normas de limpeza e segurança associadas à indústria.

Bevilacqua et al. (2015) conduziu um estudo numa empresa italiana da indústria farmacêutica com o objetivo de aumentar o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), aplicando metodologias para a redução dos tempos de *setup* e consequentemente dos respetivos custos associados. Através da aplicação de SMED (abordado na Secção 2.3.1 desta dissertação) foi possível reduzir o tempo de *setup* em aproximadamente 60% e, juntamente com outras técnicas de *Lean*, a redução de tempo alcançada permite à empresa aumentar o seu volume de produção e variedade de produtos. Todas as metodologias implementadas permitiram aumentar o OEE em 8 pontos percentuais.

2.3 Ferramentas *Kaizen*

Nesta secção serão abordadas três ferramentas *Kaizen* que foram implementadas ao longo deste projeto. O SMED, cujo objetivo é a redução dos tempos de *setup*, é o foco central desta dissertação. No entanto, este projeto está suportado também em *Standard Work* e *Kaizen* Diário.

2.3.1 *Single Minute Exchange of Die* (SMED)

A metodologia SMED, *Single Minute Exchange of Die*, foi desenvolvida por Shigeo Shingo e implica a troca de ferramentas para a produção de um produto diferente, *setup*, com duração inferior a 10 minutos, ou seja, em um número de minutos expresso com apenas um dígito (Shingo, 1985). Este conceito pode ser utilizado em qualquer equipamento (Coimbra, 2013) ou posto de trabalho que perca eficiência e produtividade nas mudanças entre produtos. Este conceito foi desenvolvido e aplicado pela primeira vez em prensas de estampagem.

O SMED começa por definir o tempo de mudança, *setup*, como o período entre a conclusão da última peça de boa qualidade de um lote e o início da primeira peça de boa qualidade do lote seguinte. Este tempo inclui também todos os trabalhos de preparação executados com a máquina

parada ou a funcionar a baixa velocidade, bem como todos os trabalhos de regulação e limpeza efetuados nesses períodos. Além disso, o período desde a primeira peça de boa qualidade até ao momento de estabilização da produção (período de *run-up*) pode ou não ser contabilizado no intervalo de *setup*. Segundo McIntosh et al. (2000), o tempo de *run-up*- até que a mudança deixe afetar a produção- pode ser até 10 vezes superior ao tempo de *setup* (Shingo, 1985).

O objetivo do SMED é sempre atingir um tempo de *setup* nulo. No entanto, na maioria dos casos, este objetivo não é possível de alcançar porque, para tal, seria necessário ter na mesma linha de produção vários produtos diferentes ao mesmo tempo. Ainda assim, com o SMED continua a ser possível alcançar reduções notáveis nos tempos de *setup*.

Um processo de SMED começa por ser aplicado a mudanças que não têm método, com grande variação nos tempos de preparação e sem distinção entre trabalho interno (tarefas que só podem ser feitas quando a máquina não está em funcionamento) e trabalho externo (tarefas que podem ser feitas quando a máquina está em funcionamento). Assim o SMED pode ser divido em cinco fases:

i. Estudo da situação atual: Analisar as mudanças no momento atual através de análises temporais, gravações e diagramas de *spaghetti* que permitem analisar os movimentos necessários de cada operador durante o trabalho;

ii. Separar atividades internas e externas: Através da análise realizada no ponto i, reorganizam-se as atividades externas em trabalho a fazer antes da máquina parar, ou depois da paragem;

iii. Converter atividades internas em atividades externas: Analisar quais as atividades que podem ser transformadas em externas à mudança através de algumas melhorias; Segundo Shingo (1985) , apenas com este passo o tempo de máquina parada pode ser reduzido entre 30 a 50%;

iv. Reduzir as atividades internas;

v. Reduzir as atividades externas.

Estas etapas estão representadas na Figura 2.2 sendo que os blocos I representam atividades internas e os blocos E as atividades externas.

A metodologia SMED é suportada por elementos-chave, como *standards* e treinos das equipas que garantem o bom fluxo de materiais e eficiência das máquinas.

Especialmente na indústria farmacêutica, o SMED é uma metodologia que causa um grande impacto positivo, sendo que os tempos de *setup* são um grande desafio, normalmente com intervalos bastante demorados e que ocorrem com grande frequência, para flexibilizar a resposta à procura do mercado (Winatie et al., 2019).

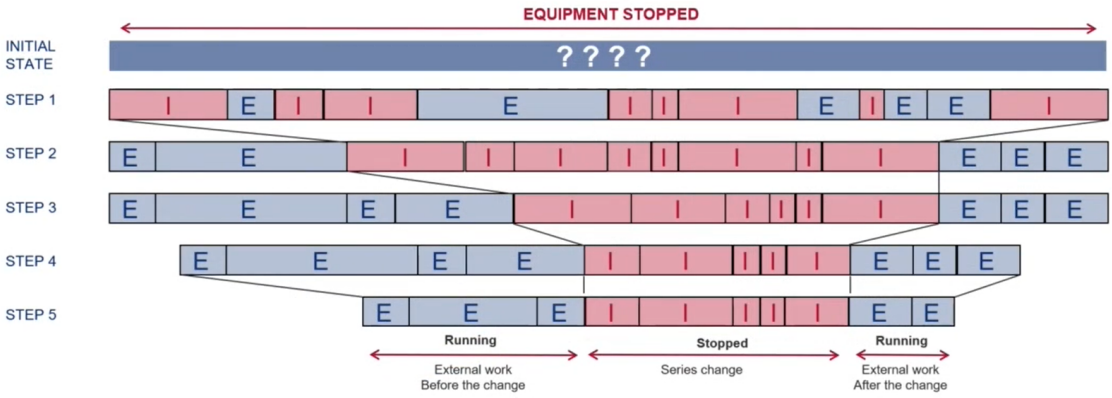


Figura 2.2: *Single Minute Exchange of Die* (Coimbra, 2017)

2.3.2 *Kaizen* Diário

O *Daily Kaizen* é uma ferramenta de melhoria contínua que permite às várias equipas de uma organização manter e melhorar os seus processos diariamente, podendo agir rapidamente sobre anomalias e perturbações (Bastos e Sharman, 2019).

Este programa é constituído por quatro níveis:

i. Gestão Diária : Consiste em reuniões de equipa frequentes, normalmente diárias para o acompanhamento do progresso, do planeamento do trabalho e da comunicação. Nestas reuniões, a informação, normalmente contida num quadro visual, é analisada seguindo uma agenda que passa pela distribuição do trabalho, análise de desvios e implementação de contra medidas. O objetivo do nível 1 do *Kaizen* Diário é melhorar gradualmente a performance ao definir métricas que mostrem o progresso.

ii. 5S: Mudança nos espaços de trabalho para diminuição do tempo perdido à procura de materiais ou informação, melhoria da gestão da informação e redução de custos com a melhor utilização de materiais e equipamento. Esta ferramenta concretiza-se a partir de cinco passos com denominação em japonês dada a origem da metodologia:

   - *Seiri* (Ordenar): separar o necessário do desnecessário;
   - *Seiton* (Organizar): organizar as ferramentas essenciais para que sejam de fácil acesso;
   - *Seiso* (Limpar): limpar as ferramentas e o espaço de trabalho para remover todas as manchas e nódoas para erradicar as fontes de sujidade;
   - *Seiketsu* (Normalizar): definir rotinas de limpeza e controlo;
   - *Shitsuke* (Disciplina): normalizar os quatro passos anteriores para que possa ser continuamente melhorado.

iii. Normalização: Tem como objetivo definir rotinas de normalização contínuas para a eliminação de desperdício e da variabilidade e melhoria contínua de métodos existentes. Estes

standards servem como referência para a identificação de desvios às normas e correção de falhas.

iv. Melhoria de processos: Implementação de rotinas de definição de objetivos de melhoria e resolução de problemas. Nesta fase, as equipas devem ser capazes de sustentar e melhorar o seu trabalho numa base diária.

O passo 1 do *Kaizen* Diário foca-se nas reuniões que as equipas de uma organização devem implementar na sua rotina diária. Estas reuniões devem ser curtas, com uma agenda bem definida e padronizada e acompanhadas com quadros de equipa, onde deve estar contida a mais variada informação que se considere pertinente. Estas reuniões têm como principal objetivo incutir um sentido de melhoria contínua diário às equipas (Coimbra, 2016).

Esta é uma ferramenta visual que oferece aos líderes e às respetivas equipas a concentração e responsabilidade necessárias para a melhoria contínua dos processos. Ter o quadro de equipa visível garante que a informação é persistente, ao mesmo tempo que consegue indicar o estado dos projetos de uma forma rápida e clara (Schipper e Swets, 2010).

2.3.3 *Standard Work*

O *Standard Work* inclui-se num dos níveis de *Kaizen* Diário, sendo uma metodologia usada para a gestão diária das equipa com utilização frequente em projetos de melhoria contínua. Desta forma, um *standard* é uma lista de pontos de controlo que devem ser cumpridos para garantir um fluxo de operações contínuo e sem problemas. De acordo com Taiichi Ohno, responsável pela criação do *Toyota Production System*, os padrões ou normas são a base das metodologias *Kaizen*, acreditando que onde não há *standards* não há melhorias (Ohno, 1988). Para definir os *standards* escolhem-se as melhores sequências de tarefas para cada processo, conhecida até ao momento como ponto de partida. Sem estes *standards* não existe forma de medir os progressos feitos (Imai, 2021).

Para a construção de um *standard* há necessidade de incluir 3 elementos-chave (Bragança e Costa, 2015):

i. Tempo de ciclo *standard*: tempo de ciclo para a produção de uma peça desde o início até ao fim;

ii. Ordem *standard* das tarefas: a ordem de tarefas que representa a melhor e mais segura forma de realizar um trabalho;

iii. Stock em processo: representa a quantidade mínima necessária que deveria estar disponível para que não ocorram paragens e um fluxo contínuo na produção.

Segundo Williams (2001), para a melhoria contínua, as normas seguem ciclos de quatro passos, começando por observar o trabalho e definir objetivos SMART (específicos, mensuráveis, alcançáveis, realistas e temporizáveis), analisar o trabalho e identificar o desperdício, eliminar o desperdício e, por último, normalizar e documentar os novos processos.

Os *standards* têm como principal objetivo reduzir a variabilidade nos processos e a sua complexidade, sendo que um tipo de trabalho é sempre realizado na mesma sequência independentemente do operador (Bragança e Costa, 2015). Desta forma, normalizar trabalho é a chave para a eliminação do erro humano no processo produtivo (Misiurek, 2016).

Assim, *standards* ou normas são desenvolvidos para realizar processos sem erros e devem ser: (MÍkva et al., 2016)

i. Breves e conter apenas as instruções necessárias para os processos do operador;

ii. Simples e visuais, para que o operador consiga encontrar e perceber facilmente as instruções;

iii. De fácil e rápida mudança se necessário;

iv. Claros, garantindo que todos os operadores têm presentes todas as atividades necessárias à sua função;

v. Monitorizáveis, para que seja possível medir o impacto nos parâmetros do processo.

É da responsabilidade da gestão comparar o trabalho realizado com as normas estabelecidas, analisar as anomalias e restabelecer a normalidade do processo, alterando ou criando novas normas adaptadas à informação que foi recolhida e tratada (Imai, 2021).

2.4 *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

O conceito de *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) surge com o *Total Productive Maintenance* (TPM) desenvolvido por S. Nakajima e cujo objetivo é alcançar uma performance ideal para atingir zero defeitos. Este resultado é o rácio entre o output real de um equipamento e o output máximo desse mesmo equipamento na sua melhor performance, expondo uma visão sobre a performance real dos equipamentos (Almeanazel, 2010).

O OEE calcula-se através da multiplicação de três fatores:

i. Disponibilidade, indica as perdas por inatividade da máquina;

$$Disponibilidade = \frac{Tempoemfuncionamento - Tempodefalha}{Tempoemfuncionamento} * 100 \tag{2.1}$$

ii. Performance, indica as perdas por velocidade;

$$Performance = \frac{Quantidadedeproducaoreal}{Quantidadedeproducaoteorica} * 100 \tag{2.2}$$

iii. Qualidade, indica as perdas por peças desperdiçadas e retrabalho.

$$Qualidade = \frac{Pecastotaisproduzidas - Defeitosdequalidade}{PecasTotaisProduzidas} * 100 \tag{2.3}$$

$$OEE = Disponibilidade * Performance * Qualidade \tag{2.4}$$

Estes três fatores estão associados a seis grandes perdas que são as mais comuns nas perdas de eficiência na produção:

i. Perdas de inatividade:

   - Falhas ou avarias das máquinas, que afetam negativamente o tempo de produção da máquina e, consequentemente, a quantidade produzida;
   - Tempo de *setup*, em que a máquina se encontra parada para a mudança entre produtos diferentes.

ii. Perdas de velocidade:

   - Diferenças entre a velocidade teórica de uma máquina e a velocidade real de funcionamento;
   - As perdas que ocorrem em pequenas paragens, como por exemplo o encravamento da máquina.

iii. Perdas de qualidade:

   - Peças com defeitos de qualidade e as que precisam retrabalho;
   - Matéria-prima que é perdida com os ajustes da máquina no começo da produção.

Posto isto, o OEE classifica as principais perdas de um processo e, por conseguinte, permite a definição de prioridades de melhoria e a análise das causas raiz dos problemas.

A validade e a utilidade da medida OEE está altamente dependente da recolha e exatidão dos dados. Só é possível melhorar aquilo que for corretamente medido, portanto, a fase de recolha de dados é imprescindível à medição do OEE (Muchiri e Pintelon, 2008).

Capítulo 3

Descrição do Problema

Com o intuito de descrever o estado atual e problemas associados, tornou-se necessário fornecer uma contextualização do Grupo ALFA e, mais especificamente, da sua fábrica BETA. Neste sentido, inicialmente, são apresentados o âmbito e dimensão da fábrica, bem como o fluxo de materiais relevante para o estudo, destacando etapas críticas e identificando oportunidades de melhoria ao longo do processo produtivo.

Em seguida, é introduzido o indicador de Eficiência Operacional juntamente com os seus valores atuais e metas futuras. Além disso, são identificados desperdícios e perdas no processo produtivo, sendo os *setups* destacados como a maior fonte de perdas. Desta forma, uma análise mais profunda é realizada neste capítulo, com foco específico na análise dos desperdícios e atividades sem valor acrescentado nestas etapas. Para complementar, foram estabelecidas as *baselines* para os tempos de *setup*, juntamente com a definição dos objetivos de melhoria.

3.1 Contexto do Grupo ALFA e da fábrica BETA

O Grupo ALFA é uma empresa portuguesa e tem como negócio o desenvolvimento de produtos medicinais para uso humano distribuídos não só em Portugal, mas também nas mais variadas partes do mundo. Uma área de grande investimento e um dos principais focos do grupo é o *Research* & *Development* (R&D), tendo apostado na construção de um centro dedicado totalmente a R&D, com o intuito de alcançar uma forte posição no mercado internacional. O grupo conta com um portfólio com mais de 100 referências e produtos.

O Grupo ALFA, que começou a sua atividade há mais de 40 anos em Portugal, conta atualmente com uma faturação de mais de 100 milhões de euros anuais.

Embora esta dissertação se foque na fábrica BETA do Grupo ALFA, o Grupo tem vários pontos de produção e distribuição em Portugal, noutros países da Europa e e em África, exportando atualmente para mais de 50 países, o que representa 27% da faturação de todo o grupo.

A fábrica BETA, situada em Sintra-Lisboa, tem capacidade de produção de produtos sólidos, semissólidos, líquidos e suspensões, com uma capacidade produtiva média de 12 000 000 caixas

de produto por ano. Dado que a fábrica produz essencialmente genéricos, as margens de lucro são tendencialmente reduzidas o que obriga a uma otimização contínua de recursos produtivos.

A unidade industrial BETA conta, atualmente, com mais de 500 funcionários que trabalham a 3 turnos 5 dias por semana. O objetivo da fábrica é que as máquinas tenham produção contínua e que se evitem paragens na produção, uma vez que quando ocorrem paragens é frequente haver tempos perdidos associados com limpezas ou afinações de máquina. Alguns equipamentos funcionam de forma contínua os 7 dias por semana, quando há uma necessidade extrema de produção.

A unidade industrial BETA conta com 19 equipamentos principais nas duas áreas da fábrica: o fabrico e a embalagem, sendo 12 máquinas de fabrico e 7 máquinas de embalagem. Todos os produtos que passam nas máquinas de fabrico irão terminar o seu fluxo nas máquinas de embalagem para terminar o processo produtivo como será explicado na Secção 3.2.

3.2 Fluxo de Material na fábrica BETA

Na fábrica BETA, foi inicialmente realizado um estudo do fluxo de material para perceber a sequência das operações nas duas áreas de produção, fabrico e embalagem, e, a partir daí, definir as etapas mais críticas e com maior desperdício dos processos.

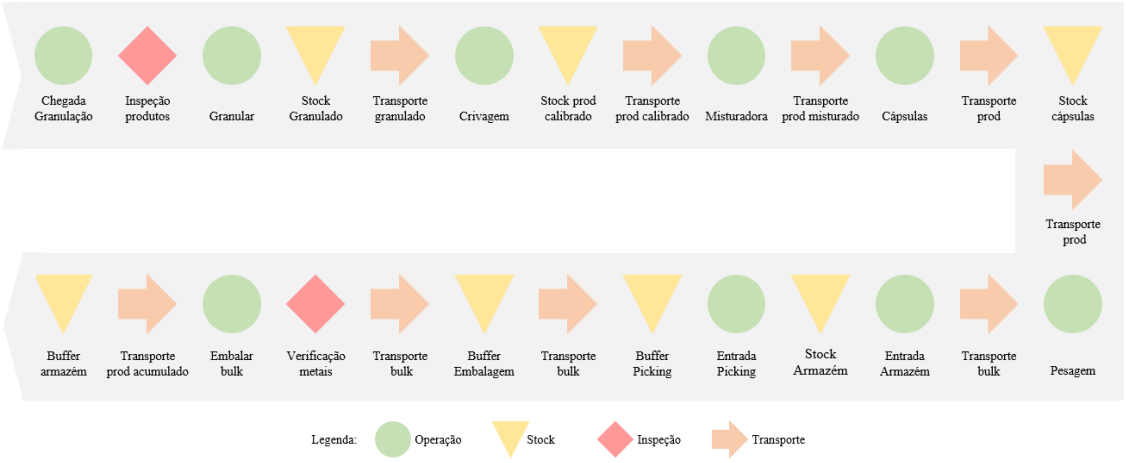


Figura 3.1: Fluxo de Material Cápsulas

Os mapeamentos de fluxos de material das Figuras 3.2 e 3.1 ilustram todas as etapas dos processos produtivos de fármacos comprimidos e cápsulas, respetivamente, permitindo identificar oportunidades de melhoria ao longo de todo o processo. A Figura 3.2 representa a produção de um fármaco sólido comprimido, do qual não serão referidos o nome e as especificidades por motivos de confidencialidade, desde a chegada de material à granulação até ao momento em que o produto está embalado e em stock (produto final).

Neste processo, a matéria-prima chegada à granulação é submetida a inspeção e, quando aprovada, poderá inicializar-se a operação de granulação do material. Este produto intermédio, quando terminado, é guardado em stock e transportado para a fase de crivagem assim que solicitado, que

por sua vez irá passar à operação da misturadora, que finaliza o composto que irá ser comprimido e formará os comprimidos finais.

Depois de finalizada a fase de compressão, os comprimidos são armazenados em barricas nos corredores da fábrica. Quando as máquinas se encontrarem disponíveis, os comprimidos são transportados até às salas de revestimento para iniciarem esta operação.

No que toca à Figura 3.1, as etapas da compressão e do revestimento, são substituídas pelas máquinas de enchimento de cápsulas, representando o processo produtivo de um outro fármaco, mas, no caso, de cápsulas.

Quando terminadas todas estas fases de ambos os processos, os comprimidos, armazenados em barricas, são transportados até à zona de stock, para posteriormente serem pesados e darem entrada no armazém. Aqui acaba a parte do processo correspondente ao fabrico, estando o produto pronto para entrar na área da embalagem.

Deste modo, o produto entra no *picking*, onde fica armazenado até haver disponibilidade nas linhas de embalagem para o produto. Quando é realizada a ordem de fabrico do produto, o *bulk* é transportado até à zona de stocks da embalagem para posteriormente ser submetido à verificação de metais e, assim que o material for validado, começar o processo de embalagem que completa o produto que fica pronto para expedição.

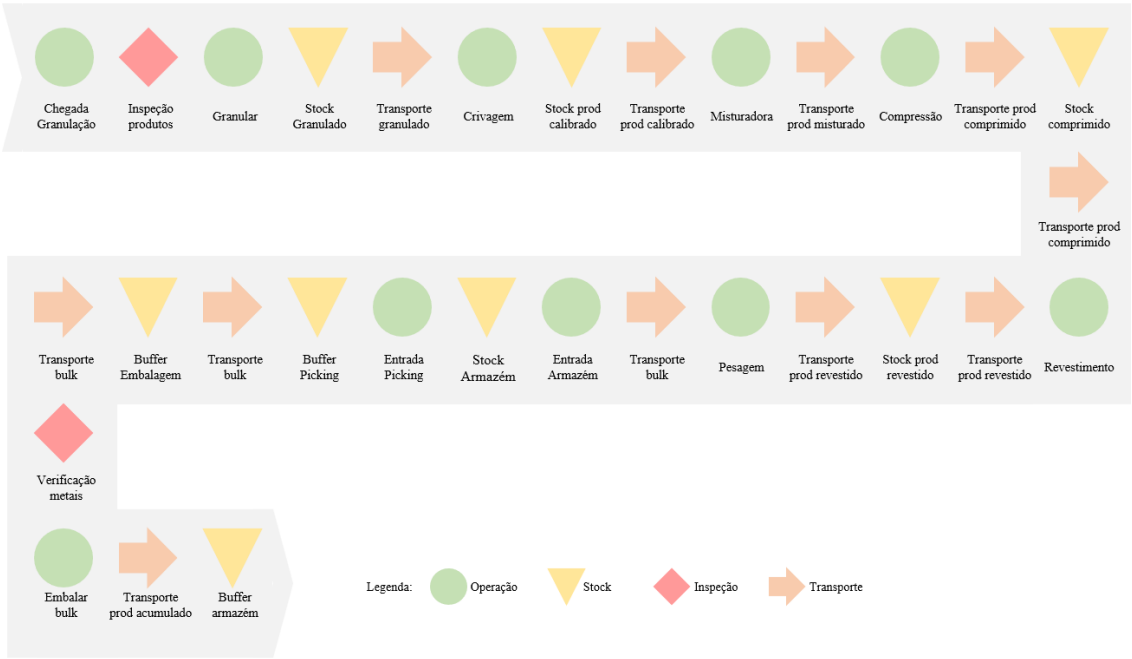


Figura 3.2: Fluxo de Material Compressão

No processo da embalagem, os comprimidos entram na linha onde são colocados em *blisters*, embalagens que contêm os comprimidos, pela blisteradora, numa câmara primária com condições ambientais específicas para garantir a qualidade dos medicamentos. Quando encerrados, os *blisters* passam para a encartonadora na câmara secundária onde é dobrada a literatura e montada

a cartonagem (caixa que irá conter um determinado número de *blisters* e a literatura do medicamento) . Inserem-se os *blisters* e a literatura na cartonagem que é seguidamente fechada e, finalmente, as caixas são agrupadas pela agrupadora, normalmente em maços de 10 caixas.

3.3 Indicador de Eficiência Operacional

No início do projeto, a empresa ALFA encontrava-se com um atraso médio na resposta aos clientes de um mês e meio, o que despoletou a necessidade de aumento de volumes de produção. Para tal, e para reduzir o atraso na entrega ao cliente e responder mais rapidamente à procura do mercado, surge a necessidade de aumentar a eficiência operacional. Com este intuito, definiu-se como medida principal deste projeto o OEE, que permite medir a eficiência de equipamentos. Para além disso, o OEE permite identificar que equipamentos estão a operar abaixo do seu máximo potencial, permitindo direcionar os esforços para estes equipamentos específicos. Permite, de igual forma, identificar oportunidades de redução de tempos não produtivos e atuar diretamente sobre estes.

Neste ponto inicial, a empresa ALFA não tinha qualquer método para análise deste KPI, não tendo registos passados dos estados da produção fa fábrica BETA que permitissem o cálculo dos indicadores. Assim sendo, o primeiro passo para definir a análise deste indicador foi implementar *standards* de registos de produção e paragens ou avarias de máquinas pelos operadores em todas as linhas, que será explorado na Secção 4.1.

No mês de fevereiro, início do projeto, os OEE encontravam-se nos valores representados na Tabela 3.1 cujo método de cálculo será explicado juntamente com a metodologia. Os valores objetivos definiram-se para uma melhor perceção das melhorias e resultados alcançados, definindo-se assim um objetivo de melhoria de 20% para cada uma das áreas. É de notar que estes objetivos estão delineados para um espaço temporal de um ano de projeto e que esta dissertação apenas inclui os resultados dos primeiros quatro meses. Deste modo, o projeto tem como finalidade o aumento da eficiência produtiva em 20%, o que permite um aumento do output em 20%.

Tabela 3.1: OEE Embalagem e Fabrico- Estado Atual e Objetivo

Área	OEE inicial	OEE objetivo
Embalagem	30%	36%
Fabrico	45%	52,8%

3.4 Análise de Desperdício e Perdas

Com o objetivo de compreender os desperdícios nos vários processos que agravavam o OEE, foi realizada uma análise das atividades que não acrescentam valor, as atividades *Muda* mencionadas na Secção 2.1.3.

Através de observações no terreno das várias partes do processo produtivo, a equipa chegou à conclusão que os principais desperdícios eram relativos a "Material em Espera", com as

pausas dos vários operadores e, principalmente, a ocorrência de *setups*. O "Movimento de Pessoas"representava também um grande tempo de desperdício, sendo notório o tempo que os operadores usavam na procura pelas várias ferramentas nas linhas de produção.

Com isto, várias ineficiências foram detetadas, comprovando o sentido da realização da análise do OEE para chegar às causas raízes quantificadas dos desperdícios. As principais causas de desperdício detetadas numa fase inicial foram a falta de processos normalizados e balanceados, com operadores com pouca experiência no trabalho realizado e sem qualquer suporte para a realização das tarefas do dia-a-dia.

A fim de ter uma análise quantitativa de algumas perdas tanto nos processos da embalagem como do fabrico, foram recolhidos dados para ambas as áreas, tendo em consideração que a fábrica não detinha qualquer registo deste tipo de dados. Para tal, e para conseguir alcançar resultados de perdas o mais aproximados possível à situação real atual da empresa, foram levantados dados durante uma semana (semana 6 do ano de 2023) de todas as máquinas do fabrico e da embalagem para os três turnos de produção.

Com isto calcularam-se os gráficos de Pareto, representado na Figura 3.3, das perdas com a recolha de dados sobre tempos de avaria ou paragens das máquinas, avarias nas blisteradoras (parte primária da embalagem), avarias nas encartonadoras (parte secundária da embalagem), falta de pessoal, falta de produto, intervenções da manutenção, pausas dos operadores, *setups*, troca de material na blisteradora, troca de material na encartonadora e outras situações que não se encontrassem enquadradas dentro de alguma das categorias mencionadas.

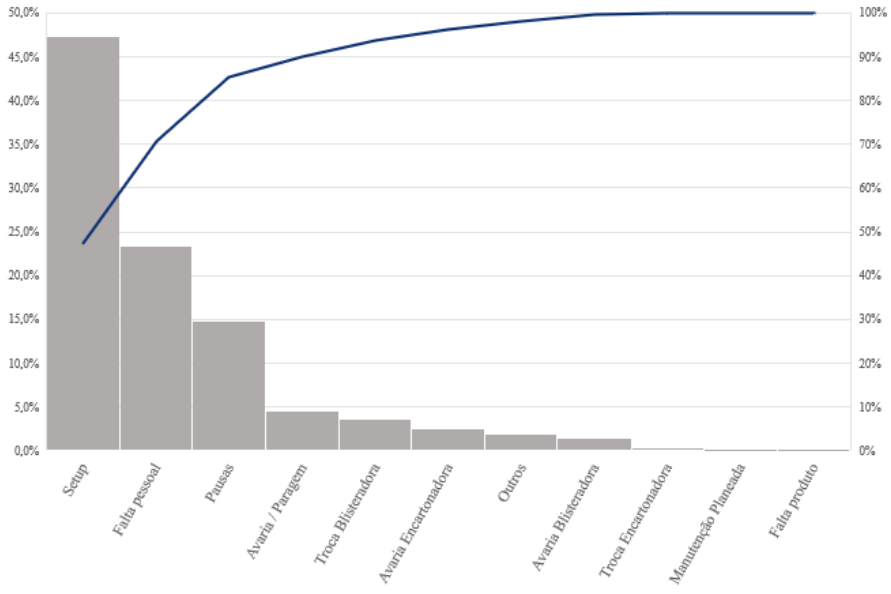


Figura 3.3: Gráfico de Pareto das Perdas AS-IS

Assim, é possível concluir que uma das maiores perdas da fábrica BETA ocorre nos *setups*. De facto, e como mencionado na Secção 2.2, os *setups* são um problema natural da indústria farmacêutica, sendo que se tratam de equipamentos complexos, de difícil limpeza e manutenção (Bandyopadhyay et al., 2015). Segundo Gilmore e Smith (1996), os *setups* representam a maior

porção de tempo não produtivo e constituem uma grande oportunidade para melhoria de utilização e capacidade de máquinas.

O SMED é uma metodologia que, por um lado, reduz o tempo de máquina parada, permitindo à fábrica responder com maior facilidade ao aumento da procura e necessidade de aumento da produção e, por outro lado, garante flexibilidade de produzir lotes mais pequenos e económicos, sendo que a mudança será otimizada reduzindo-se o tempo associado à mesma. Isto permite à fábrica um planeamento *Pull*, ou seja, conseguir adaptar a sua produção à procura real dos produtos, começando a produção apenas depois de receber as encomendas (Bonney et al., 1999).

3.4.1 Análise de Desperdício e Perdas nos *Setups*

Em observações do estado atual dos *setups*, identificaram-se problemas que originam desperdícios e, portanto, que prejudicam o tempo de *setup* e aumentam o período em que as máquinas se encontram paradas, sem produção:

i. Pessoas em Espera:
   - Operadores de limpeza à espera que a máquina acabe o ciclo de lavar as peças;
   - Operadores parados quando acabam de higienizar a máquina enquanto os supervisores verificam a limpeza das salas;
   - Operadores à espera que os técnicos da manutenção terminem as suas tarefas;

ii. Material em Espera:
   - Material no corredor à espera de lavagem;
   - Espera dos supervisores para verificarem a limpeza das salas;
   - Limpeza de material da máquina pelos operadores;

iii. Movimentos de Pessoas:
   - Recolha de materiais de limpeza;
   - Percurso para ligar a aspiração central (um único interruptor para todas as máquinas);
   - Procura de materiais pelas várias máquinas que não têm um lugar de armazenamento pré-definido;

iv. Transporte de Material:
   - Transportar IBC (alimentador das máquinas de fabrico) para sala de lavagens;
   - Transporte de peças para a sala de lavagens;
   - Atividades realizadas num piso diferente do piso da sala da máquina (Piso 1);

v. Sobre processamento:
   - Lavagens não passam na primeira verificação do supervisor e há necessidade de lavar novamente.

3.5 *Baselines Setups*

Tendo em consideração que os tempos de *setup* são um dos grandes problemas da fábrica BETA, foram recolhidos registos dos *Logbooks* (registos de produção da fábrica) dos últimos três meses de produção (neste caso os meses de novembro, dezembro e janeiro), os tempos dos vários tipos de mudanças de várias máquinas tanto na embalagem como no fabrico, para uma análise real do impacto destas mudanças nas linhas de produção.

Para esta análise, consideraram-se nas áreas do fabrico apenas as máquinas de compressão e enchimento de cápsulas por serem as mais críticas e os *bottlenecks* do processo de fabrico. Encontrando-se no início do processo produtivo e sendo o seu gargalo, aumentando a produtividade destas máquinas, as restantes teriam capacidade para acompanhar um ritmo de produção mais elevado. Relativamente à embalagem, foram consideradas na análise todas as embaladoras de produtos sólidos, o que corresponde a um total de cinco máquinas.

Quando recolhidos os dados dos *Logbooks*, foi necessário classificar todos os tipos de *setup* para as várias máquinas para definir quais mudanças seriam o foco do estudo. Na Tabela 3.2 estão apresentadas as classificações atribuídas aos tipos de *setup* do fabrico, sendo que serão objeto de estudo os *setups* do tipo 1 (S1) tendo em conta que são os mais complexos, os mais demorados e com uma frequência considerável, para permitir acompanhamentos recorrentes a este tipo de mudança. Assumiu-se que apenas seria feito seguimento deste tipo de mudança mais completo e que as melhorias nos restantes *setups* (mais simples) ocorreriam com efeito cascata, ou seja, ao melhorar os tempos das mudanças mais complexas, os tempos das mudanças mais simples iriam reduzir por consequência.

Tabela 3.2: Classificação dos Tipos de *Setup* de Fabrico e Embalagem

Tipos Setup Embalagem	Tipos de Setup Fabrico
S1- Mudança de Base e Produto	S1- Mudança de Produto (ou Cor)
S2- Mudança de Produto com a mesma base	S2- Mudança de Dosagem (não isométrica)
S3- Mudança de Dosagem	S3- Mudança de Dosagem (isométrica)
S4- Mudança de Apresentação	S4-Mudança de Lote
S5- Mudança do Cliente	

Relativamente à área da embalagem, a lógica aplicada para definir o objeto de estudo foi semelhante. No entanto, serão estudados os *setups* não só do tipo 1 (os mais complexos), mas também do tipo 2, assinalados na Tabela 3.2. Isto deve-se essencialmente à pouca diferença de complexidade e tempos médios entre estes dois tipos de mudança. Enquanto nos *setups* do tipo 1 (S1) a mudança é completa, nos *setups* do tipo 2 (S2) só não ocorre a mudança de formato do *blister*, ou seja, o tamanho do *blister* mantém-se igual de um produto para outro. Esta seleção facilitou a realização de acompanhamentos destas mudanças nos terrenos, por aumentar o leque de possíveis ocorrências.

Tendo todos os tipos de *setup* definidos, foi então possível construir as *baselines* dos tempos de *setup* para os S1 das máquinas do fabrico (compressão e enchimento de cápsulas) e para os S1 e S2 das máquinas da embalagem, como indicado nas Tabelas 3.3 e 3.4, respetivamente

Tabela 3.3: Tempos de *Baseline* e Objetivo de Máquinas do Fabrico

Máquina	*Baseline*	Objetivo
Compressora 1	12h06min	08h28min
Compressora 2	09h36min	06h43min
Compressora 3	13h06min	09h10min
Compressora 4	08h30min	05h57min
Cápsulas 1	12h40min	08h52min

Tabela 3.4: Tempos de *Baseline* e Objetivo de Máquinas da Embalagem

Máquina	*Baseline*	Objetivo
Embaladora 1	05h42min	03h59min
Embaladora 2	06h37min	04h37min
Embaladora 3	05h02min	03h31min
Embaladora 4	07h18min	05h06min
Embaladora 5	06h30min	04h33min

No caso dos *setups* será definido um objetivo de melhoria de 30% para cada máquina, criando um impacto significativo na capacidade das máquinas e consequentemente da fábrica como um todo, como já mencionado. Esta melhoria traduz-se nos tempos objetivos indicados nas Tabelas 3.3 e 3.4.

Estas melhorias permitem um aumento desde 2,5% até 6,5% (máquina com menor e maior tempo reduzido, respetivamente) da disponibilidade das máquinas, libertando entre aproximadamente 3 horas e 8 horas de tempo produtivo, assumindo que cada máquina trabalha sempre a 3 turnos de 8 horas cada um, 5 dias por semana, mantendo uma produção contínua.

Para além do que já foi mencionado, a fábrica BETA padecia de uma falta extrema de indicadores de performance que permitissem acompanhar a prestação das equipas e os objetivos por elas definidos. Dado isto, não existe uma cultura de melhoria contínua nem qualquer foco na melhoria.

Capítulo 4

Metodologia

No capítulo anterior foi descrita a situação atual da fábrica BETA, com a identificação de problemas e ineficiências associadas. Assim, este capítulo mostra como será calculado o OEE da fábrica, o que possibilitará um melhor acompanhamento da execução das melhorias na referida unidade industrial. É importante ressalvar que, até ao início do projeto, não era dado qualquer ênfase a possíveis melhorias nem à monitorização de indicadores.

Desta forma, tendo os *setups* sido identificados como uma das principais causas de ineficiência, consideraram-se como focos primordiais desta dissertação tanto a metodologia SMED como a implementação de uma cultura de melhoria contínua. Para além de uma abordagem tradicional das metodologias, foi tido um olhar crítico sobre os processos, o que permitiu o levantamento de várias oportunidades de melhoria e respetiva implementação. Como consequência, é expectável um impacto positivo direto nos valores de OEE. É importante notar que este projeto será desenvolvido durante o espaço temporal de um ano, apresentando-se o cronograma completo do projeto com a distribuição dos vários *workshops* (iniciativas *Kaizen*) no Anexo A.

4.1 Recolha de Dados e Cálculo do OEE

Conforme referido na Secção 3.3 o OEE assume um papel central neste projeto. Além de possibilitar o acompanhamento do impacto das metodologias implementadas, permite também identificar oportunidades de melhoria e identificar as áreas ou máquinas que se encontram com pior desempenho e precisam de um maior foco no trabalho.

Considerando que a fábrica BETA não possuía registos anteriores que possibilitassem o cálculo desta métrica, o primeiro passo consistiu em implementar métodos para recolher os dados necessários para as análises de OEE. Com este objetivo, foram identificados os dados necessários para cada um dos fatores do OEE (disponibilidade, performance e qualidade).

Para o fator de disponibilidade, é essencial obter informações precisas sobre o tempo de funcionamento da máquina e o tempo de falha (ou em que a máquina esteve parada). Portanto, torna-se relevante registar todas as interrupções ocorridas nas máquinas, como pausas ou avarias. Para isso,

foram implementadas folhas de registos, tanto na área de embalagem como na área de fabrico, utilizando códigos específicos para identificar as causas das interrupções das máquinas. No Anexo B apresenta-se um exemplo dos códigos de paragens utilizados para uma embaladora, os quais possibilitarão, posteriormente, a análise e a categorização das causas das paragens. Estas causas foram as mesmas utilizadas para a construção do gráfico de Pareto representado na Figura 3.3.

Assim sendo, o fator de disponibilidade é calculado considerando o tempo de paragens registado e o tempo de funcionamento da máquina, conforme expresso na Equação 2.1, já mencionada no Capítulo 2.

No que diz respeito ao fator de performance, é essencial obter informações sobre a quantidade de produção teórica em cada turno, ou seja, a quantidade de unidades que poderiam ser produzidas se a máquina funcionasse sem ineficiências, em condições ideais. Para isso, foram recolhidos os valores das velocidades teóricas das máquinas (valores conhecidos) para os diferentes tipos de produtos. Com base nestes dados, é possível determinar o número de unidades que teoricamente deveriam ser produzidas por cada máquina. Com isto, e com dados levantados do terreno sobre a quantidade real, calcula-se o fator utilizando a Equação 2.2.

Por último, em relação ao fator de qualidade, são conhecidos o número de unidades produzidas em cada turno e o número de unidades rejeitadas. Dado isto, utiliza-se a Equação 2.3 do fator de qualidade para calcular este último dado necessário para o cálculo do OEE.

Foram, assim, implementadas duas folhas de registo em todas as linhas de fabrico e embalagem: uma para registar as paragens e outra para registar os intervalos de produção e as respetivas quantidades produzidas, cujos *templates* se encontram nos Anexos C.1 e C.2 respetivamente. Com base nestes dados, foi criada uma base de dados em *Microsoft Excel*, que é alimentada semanalmente com as informações registadas no *Gemba* (terreno). Esta base de dados calcula o OEE associado a cada produto em cada turno, permitindo a sua análise por máquina, por intervalos de tempo ou até mesmo por produto, de acordo com o interesse da unidade industrial BETA.

A partir desta base de dados, torna-se possível identificar os valores de OEE mais críticos, o que facilita a compreensão dos problemas enfrentados e auxilia na implementação de medidas reativas para controlo e aumento deste KPI.

4.1.1 Construção de *Dashboard* Visual

De maneira a permitir uma interpretação mais visual dos dados recolhidos, construiu-se uma *dashboard* na ferramenta *Microsoft Power BI* que auxiliasse a tomada de decisões. Nesta *dashboard* é possível visualizar a evolução semanal dos KPI do projeto, o que permite um melhor acompanhamento das metodologias implementadas e do seu impacto.

Os indicadores apresentados na *dashboard* são os seguintes:

i. OEE por área (fabrico ou embalagem) ou por tipo de equipamentos (compressoras, enchimento de cápsulas, embaladoras);

ii. Fatores do OEE (disponibilidade, performance e qualidade);

iii. Paragens das máquinas por duração ou por número de ocorrências;

iv. Duração dos *setups* por equipamento.



Figura 4.1: Evolução OEE por Área ao longo das Semanas em *Microsoft Power BI*

Na Figura 4.1 é possível visualizar, como exemplo, a evolução do indicador de OEE por área, ao longo das várias semanas de projeto.

4.2 Aplicação de Metodologia SMED

Sabendo que um dos maiores problemas para a fábrica BETA são os tempos de *setup*, foi inicialmente aplicada a metodologia SMED a duas máquinas piloto, uma na embalagem e outra no fabrico, com o intuito de aumentar a disponibilidade da máquina e, consequentemente, o OEE. Após alcançar a maturidade necessária nas máquinas piloto, a metodologia foi expandida às restantes máquinas.

4.2.1 Definição das Máquinas Piloto

O primeiro passo para a implementação do SMED na fábrica foi a definição das máquinas piloto.

Para o fabrico, foi necessário perceber entre as várias máquinas de compressão e de enchimento de cápsulas qual a mais crítica para o processo e, assim, atribuir-lhe prioridade na implementação das metodologias. Sendo que o estudo se irá focar em quatro máquinas de compressão e apenas numa de enchimento de cápsulas, decidiu-se que a máquina piloto seria uma compressora, acelerando a extensão das metodologias às restantes compressoras por apresentaram características semelhantes entre elas. Assim, e assumindo que todas são igualmente críticas para os

processos, representando *bottlenecks*, definiu-se que a máquina piloto da área do fabrico seria a Compressora 3 que apresenta o tempo mais elevado nas *baselines* de S1 do fabrico (13 horas e 6 minutos) como apresentado na Tabela 3.3.

No que diz respeito à embalagem, a motivação subjacente à seleção da máquina piloto teve uma abordagem distinta. Neste caso, na secção da embalagem, a fábrica BETA dispunha de duas embaladoras idênticas, distinguindo-se apenas pela agrupadora utilizada (parte final do processo da embalagem) que se diferenciavam nas afinações necessárias. Consequentemente, a decisão relativa à máquina piloto para a embalagem consistiu em escolher entre estas duas opções (Embaladora 1 e Embaladora 2), com base no tempo de *setup* mais longo nas *baselines* definidas, que correspondeu à Embaladora 2 (06 horas e 37 minutos).

4.2.2 SMED nas Máquinas Piloto

Para ambas as áreas, a primeira fase consistiu no estudo da situação atual com observação e mapeamento das tarefas de *setup* e as suas respetivas durações. Estes registos foram posteriormente discutidos com as equipas, a fim de complementar as informações recolhidas, chegando-se à conclusão de que há uma falta de normalização das tarefas, uma vez que cada operador seguia o seu próprio método de trabalho, resultando em processos com alta variabilidade. Assim, definiu-se um *as-is* baseado na sequência mais eficiente de tarefas observada e com os tempos médios recolhidos dos vários acompanhamentos no terreno, tendo também em consideração a *baseline* definida através dos dados de *setups* dos *Logbooks* dos últimos três meses de produção. Posteriormente, foram adotados os passos da metodologia SMED, conforme indicado no Capítulo 2. No entanto, a abordagem adotada não seguiu estritamente o regime teórico mencionado na revisão da literatura, uma vez que foram implementadas abordagens adaptadas que se mostraram mais adequadas para o caso em questão.

Área do fabrico

Na Tabela 4.1, é apresentada a listagem das tarefas do S1 da Compressora 3, com a identificação das tarefas internas, que necessariamente devem ser executadas com a máquina parada, e das tarefas externas, que podem ser realizadas enquanto a máquina está em produção.

Tabela 4.1: Tarefas Setup Piloto Fabrico

#	I/E	Tarefa	Tempo (h:min)	Tempo Acumulado (h:min)
1	I	Retirar palete com barricas para corredor	0:11	0:11
2	E	Preenchimento de registos nos LogBooks e documentação dos lotes	0:15	0:26
3	I	Retirada do IBC (piso 1)	0:13	0:39
4	I	Desmontagem da válvula (piso 1)	0:21	1:00
5	I	Transporte IBC e válvula para lavagem (piso 1)	0:14	1:14
6	I	Desmontagem do detetor de metais e despoeirador	0:22	1:36
7	I	Desmontagem da tremonha grande, mangueiras	0:05	1:41
8	I	Desmontagem de tremonha pequena, distribuidor, raspador, meia lua e rampa de saída	0:29	2:10
9	I	Desmontagem dos punções e guardas	1:13	3:23
10	I	Filmar mesas com material e mover para sala de lavagens	0:12	3:35
11	I	Limpeza da máquina	2:07	5:42
12	I	Apoio ao operador de limpeza	1:04	6:46
13	I	Apoio para verificação de limpeza	0:27	7:13
14	E	Limpeza e polimento de punções e matrizes	1:32	8:45
15	I	Montagem do detetor de metais e do despoeirador	0:15	9:00
16	I	Montagem guardas	0:10	9:10
17	I	Montagem dos punções e matrizes	1:09	10:19
18	I	Montagem de tremonhas e mangueiras	0:14	10:33
19	I	Montagem meia lua, raspador e rampa de saída	0:16	10:49
20	I	Montagem do distribuidor	0:15	11:04
21	I	Montagem peça de saída de comprimidos	0:06	11:10
22	I	Montagem da válvula (piso 1)	0:30	11:40
23	I	Ligação válvula com tremonha grande (piso 0)	0:10	11:50
24	I	Colocação IBC (piso 1)	0:15	12:05
25	I	Verificação detetor de metais e balança	0:15	12:20
26	E	Preparação de documentação para arranque	0:15	12:35
27	I	Tarar barricas	0:18	12:53
28	I	Descarregar produto e iniciar afinação	0:13	13:06

Após a análise da situação atual, a segunda etapa do método SMED consiste em separar as tarefas externas (E) das internas (I) e reorganizá-las de forma a que as tarefas externas possam ser realizadas imediatamente antes da máquina parar ou depois da produção já ter sido iniciada. Neste caso, foram identificadas três tarefas externas, no entanto, apenas duas delas podem ser realizadas enquanto a máquina está em andamento, pois a tarefa de "limpeza e polimento de punções"é um

processo longo, que ocorre fora da sala da máquina, que o operador não pode abandonar durante o seu funcionamento. A ordenação das tarefas é apresentada no Anexo D.1.

No passo subsequente de conversão de atividades internas em atividades externas, não foram identificadas alterações viáveis, uma vez que esses processos são intrínsecos à mudança e não podem ocorrer antes da paragem da máquina ou após o início da produção. Desta forma, avançou-se para a etapa seguinte, que consiste na redução das atividades internas, onde foram adotadas diversas abordagens:

i. **Remoção de Atividade sem Valor**

Optou-se por remover a tarefa de apoio ao operador de limpeza (tarefa 12), tendo em consideração que o gargalo (*bottleneck*) do processo é o próprio operador da máquina. Esta operação fica agora concentrada apenas no operador de limpeza, que anteriormente prejudicava o processo em 1 hora e 4 minutos.

ii. **Realização do *Setup* com dois Operadores**

Seguidamente, optou-se por analisar o impacto da realização dos *setups* com dois operadores, sendo o primeiro o operador da máquina e o segundo um operador de apoio a *setups*. Para tal, foram recolhidas as margens de lucro para a fábrica BETA dos produtos que mais ocupam a Compressora 3. Para fazer uma análise conservadora, selecionou-se o produto com menores margens para avançar com a análise. Seguidamente, procedeu-se ao estudo do tempo que seria reduzido com o apoio deste operador, seguindo um raciocínio de que todas as atividades que fossem realizadas fora da sala da máquina seriam realizadas pelo operador de apoio (OA), sabendo que todas podem ocorrer em paralelo. Assim, na Tabela 4.2 identificam-se as tarefas do operador de apoio que correspondem a um tempo total de 3 horas e 5 minutos.

Tabela 4.2: Tarefas Operador de Apoio a *Setups* e respetivas Durações

Tarefas Operador de Apoio	Tempo (h:min)	Tempo Acumulado (h:min)
Retirada do IBC (piso 1)	00:13	00:13
Desmontagem da válvula (piso 1)	00:21	00:34
Transporte IBC e válvula para lavagem (piso 1)	00:14	00:48
Limpeza e polimento dos punções e matrizes	01:32	02:20
Montagem da válvula (piso 1)	00:30	02:50
Colocação IBC (piso 1)	00:15	03:05

Assim, sabendo que por semana ocorrem em média 1,5 *setups* S1 na Compressora 3 e assumindo que com o apoio deste operador se reduziriam 3 horas e 5 minutos a cada mudança, obtém-se um benefício semanal (sem considerar custos associados aos OA) de aproximadamente 15 000€, como exemplificado na Tabela 4.3.

Tabela 4.3: Cáculo do Benefício de OA

Benefício/hora (€)		3 416€
Fatores	Tempo ganho com OA	03h05min
	Nº médio de setups por semana	1,5
Total Benefício/semana (€)		15 372€

Agora, considerando um OEE de 55% (visão futura), um peso de Fabrico/Embalagem de 50% (valor indicado pela unidade industrial que representa a probabilidade de a máquina ser o *bottleneck* do processo) e a contratação de 4 operadores de apoio (1 para cada turno e um rotativo), a fábrica BETA conseguiria alcançar um benefício anual de mais de 100 000€ (já considerando todos os custos associados a estas contratações). Na Tabela 4.4 estão representados todos estes fatores.

Tabela 4.4: Cálculo do Benefício Líquido Anual de OA

Benefício/semana (€)		15 372€
Fatores	Nº de semanas/ano	52
	OEE considerado	55%
	Peso Fabrico/Embalagem considerado	50%
	Total Benefício/ano (€)	219 820€
Custos	Contratação 4 OA (€)	100 000€
Total Benefício Líquido/Ano(€)		119 820€

Ao expandir esta análise para as restantes máquinas (máquinas compressoras e a máquina de enchimento de cápsulas), espera-se alcançar um benefício significativamente maior. Para estimar o benefício real que poderia ser obtido, calculou-se a média semanal de *setups* em cada máquina e pressupôs-se que, em cada uma delas, o benefício por hora e o tempo economizado seriam os mesmos que na Compressora 3 (considerando que muitos dos processos são semelhantes e que produzem repetidamente os mesmos produtos). Desta forma, os operadores de apoio a *setups* seriam capazes de reduzir um total de aproximadamente 17 horas no tempo acumulado de *setups* nas 5 máquinas em análise. Seguindo uma linha de raciocínio semelhante à apresentada para a Compressora 3 e considerando uma sobreposição de *setups* de 30% (situações em que mais de um *setup* ocorre simultaneamente e o operador não consegue reduzir o tempo de ambos), estima-se que o ganho anual seja próximo a 474 000€. No Anexo D.2 apresenta-se a análise para as várias máquinas, semelhante ao realizado para o caso da Compressora 3.

Neste sentido, a fábrica BETA decidiu contratar os quatro operadores de apoio recomendados, a fim de facilitar a redução do tempo de *setup* e, consequentemente, a implementação da metodologia SMED.

iii. ***Standards* de Processos**

Conforme mencionado anteriormente, constatou-se uma significativa falta de normalização das tarefas, o que impactava negativamente os tempos de *setup*, uma vez que cada operador seguia a sua própria sequência de tarefas. Diante dessa situação, foram desenvolvidos *standards* visuais de apoio e *checklists* das tarefas, com uma sequência definida. Estas normas visuais e *checklists* evitam desigualdades de carga de trabalho e retrabalho decorrente da falta de conhecimento da sequência ótima das tarefas. Ao longo de várias observações, ficou evidente que estes *standards* causaram um impacto positivo na redução do tempo de execução de cada tarefa individual. Exemplos destes *standards* podem ser encontrados no Anexo D.3.

iv. **Interruptores de Aspiração Central**

Além disso, é importante ressalvar que a fábrica BETA possuía apenas um interruptor para a aspiração central em toda a unidade industrial. Isso implicava que, durante o processo de desmontagem e limpeza, o operador da máquina precisasse de sair da sala em média 9 vezes. Em cada uma destas ocasiões, o operador utilizava aproximadamente 3 minutos para realizar o processo de fardamento, deslocar-se até o interruptor e de volta até à sala e em seguida desfardar-se para entrar na sala, conforme as normas de higiene e segurança da fábrica. Essas atividades totalizavam uma perda de tempo de 27 minutos por *setup*. Assim, por esta razão, e considerando que o investimento necessário não representava um montante significativo para a fábrica, foram instaladas nas antecâmaras de todas as máquinas interruptores para a aspiração com o intuito de diminuir o tempo despendido na limpeza da sala.

v. **KPI Visual**

Por fim, foram implementados KPI visuais (Figura 4.2) para motivar os operadores, utilizando um sistema de codificação por cores. Esse sistema consiste em preencher a célula com a cor vermelha quando o tempo alcançado for superior ao tempo objetivo estabelecido, e preencher a célula com a cor verde quando o tempo alcançado for inferior ao tempo objetivo.

Esta abordagem de KPI visuais proporciona uma representação clara e instantânea do desempenho dos operadores em relação aos objetivos estabelecidos, o que gera um ambiente competitivo saudável que estimula a melhoria contínua. Além disto, a clareza proporcionada pelos KPI visuais facilita a identificação das máquinas que requerem maior atenção e a implementação de ações corretivas de forma mais eficaz.

Neste estudo, não foram identificados pontos de redução de tempo de atividades externas, não tendo sido efetuadas alterações com o último passo do SMED.

Assim, em conclusão, foi alcançado um tempo teórico total de *setup* de 8 horas e 57 minutos com a implementação de todas estas atividades, representando uma redução de 4 horas e 9 minutos em relação ao tempo da *baseline* para a Compressora 3 . No Anexo D.4 está representada a sequência de tarefas que incluem este *standard* final.

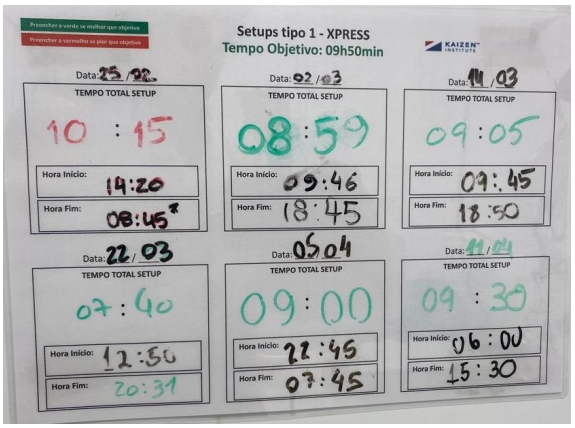


Figura 4.2: KPI Visual

Área da Embalagem

Para a área de embalagem, os procedimentos adotados seguiram uma abordagem semelhante aos da área de fabrico. Inicialmente, foram elaboradas listagens das tarefas com os seus respetivos tempos, tipificando-as como tarefas internas (I) ou tarefas externas (E). Vale ressalvar que a aplicação do SMED nesta área é mais complexa, uma vez que o processo de *setup* envolve 3 operadores: o operador da blisteradora (OB), o operador da encartonadora (OE) e o técnico de manutenção (TM), cujas tarefas têm de ser organizadas temporalmente para obter a melhor distribuição possível.

Por meio de observações no local de trabalho, foram mapeadas as tarefas realizadas pelos diferentes operadores. Na Figura E.1 do Anexo E, é possível visualizar a distribuição dessas tarefas pelos operadores ao longo do tempo. O segundo passo do SMED consiste na separação das atividades internas e externas, tendo sido identificadas duas atividades externas para o OB, três para o OE e nenhuma atividade externa para o TM (representadas na Figura E.1 com a letra "I"as tarefas internas e com a letra "E"as tarefas externas). Consequentemente, estas atividades foram reorganizadas de forma a serem executadas imediatamente antes de desligar a máquina ou após o *setup*, com a máquina já em funcionamento. Além disso, houve uma redistribuição de tarefas entre os 3 operadores para equilibrar o tempo de trabalho.

Inicialmente, percebeu-se que os operadores OB e OE passavam muito tempo parados em espera, resultando num elevado desperdício de tempo. Nesse sentido, notou-se que as tarefas do TM eram iniciadas assim que o OE concluísse o seu trabalho, não havendo uma necessidade direta de aguardar a finalização de todas as atividades do OE. Assim, avaliou-se com o responsável pela equipa dos técnicos de manutenção, quais as atividades do OB e do OE que precisavam necessariamente de estar concluídas para que o TM pudesse iniciar o seu trabalho. Concluiu-se que a única restrição enfrentada era a necessidade de iniciar a montagem das peças de formato após a conclusão da etapa de colocação do material de cobertura na máquina. Dessa forma, o TM passou a iniciar o seu trabalho mais cedo na máquina, reduzindo o tempo de espera do OB e do OE.

Posteriormente, com o objetivo de equilibrar as tarefas entre os operadores, houve uma alteração na atribuição de algumas tarefas. A tarefa de "Levar *bulk* para a sala"foi transferida do operador da blisteradora (OB) para o operador da encartonadora (OE), enquanto a tarefa "Afinação agrupadora"foi transferida do técnico de manutenção (TM) para o OE. É relevante destacar que, neste cenário, os OE necessitam de receber formações específicas para desempenhar esta nova tarefa. Para facilitar a execução da afinação da agrupadora, foram elaborados manuais de afinação da agrupadora em colaboração com a equipa de técnicos de manutenção. Estes manuais detalham os valores de ajuste para cada parte da máquina, de acordo com os diferentes tamanhos de cartonagem utilizados. No Anexo E.2 está apresentado um exemplo do manual de afinações para um tamanho de cartonagem. Com estas alterações na distribuição de tarefas representadas no Anexo E.3, estima-se que o tempo de *setup* seja reduzido para cerca de 5 horas.

A terceira etapa do SMED não se aplica neste caso, uma vez que não é possível converter atividades internas em atividades externas. Todas as tarefas classificadas como internas devem ser realizadas com a máquina parada.

Na quarta etapa da metodologia, cujo objetivo é redução das atividades internas, foram adotadas diversas medidas descritas na lista abaixo:

i. **Matriz de Competências**

   Foi elaborada uma matriz de competências com a estrutura representada no Anexo E.4, que avaliou as competências dos operadores nas diferentes máquinas. Esta alocação estratégica tem como objetivo reduzir a rotatividade dos operadores e promover a especialização em determinadas máquinas. Esta matriz permitiu que os supervisores de turno na área de embalagem pudessem alocar os operadores de uma forma mais adequada, tendo em consideração o conhecimento e a experiência de cada um. Com isto, foi possível selecionar os operadores com maior conforto em cada máquina, resultando em tarefas realizadas com maior rapidez e eficiência.

ii. **Acessórios Aspiração Central**

   Foram adquiridos acessórios para os tubos de aspiração central, a fim de facilitar a tarefa da limpeza da sala. Estes acessórios eram necessários devido à falta de acessibilidade aos pontos da máquina que exigiam aspiração, o que resultava em perda de tempo e esforço excessivo por parte dos operadores. Essa aquisição contribuiu para reduzir parcialmente o tempo necessário para limpar a máquina e a sala, beneficiando tanto o OB quanto o OE.

iii. **Kits de Ferramentas para *Setup***

   Também foram adquiridos kits de ferramentas necessárias para os *setups*, visando reduzir o tempo que cada operador perdia à procura das ferramentas na área da embalagem. Anteriormente, as ferramentas não possuíam um local fixo e definido, o que dificultava a sua localização no terreno. Com a aquisição dos kits de ferramentas, cada supervisor da embalagem ficou responsável por um kit que agora possui um local definido para armazenamento.

iv. ***Standards* de Processos**

Adicionalmente, com o mesmo intuito que na área do fabrico, foram estabelecidos *standards* e *checklists* para os operadores, que detalham a sequência de tarefas a serem seguidas. Esses *standards* e *checklists* foram criados com o objetivo de facilitar o trabalho dos operadores, fornecendo orientações claras sobre a ordem das atividades a serem realizadas durante o processo de *setup*.

v. **KPI Visual**

Na área de embalagem, também foi implementado um KPI visual no terreno, com o objetivo de acompanhar e monitorizar os tempos de *setup*, além de motivar a equipa a alcançar melhores tempos.

A métrica funciona da mesma forma que nas máquinas do fabrico. O sistema visual fornece informações sobre o desempenho dos *setups*, permitindo que a equipa identifique rapidamente qualquer desvio em relação às metas estabelecidas. Através da codificação por cores, onde o vermelho indica tempos de *setup* superiores ao objetivo e o verde indica tempos de *setup* inferiores ao objetivo, os operadores são incentivados a atingir constantemente a um melhor tempo.

Adicionalmente, foi incluída a participação dos operadores de limpeza (OL) no processo de *setup*, contribuindo assim quatro operadores para a execução das tarefas. É importante destacar que os OL, geralmente, possuem disponibilidade para auxiliar nas atividades de *setup* e desta forma, a responsabilidade pela limpeza da sala da blisteradora passa a ser atribuída aos OL. Com as iniciativas promovidas estima-se uma duração de 4 horas e 15 minutos para o *setup* na área de embalagem, como demonstrado no Anexo E.5.

Por fim, é relevante mencionar que a última etapa do SMED não foi aplicada no caso da embalagem, uma vez que não foram identificados pontos de redução de tempo significativos nas atividades externas.

4.2.3 *Roll Out*

Após a implementação do SMED nas duas máquinas piloto do setor de fabrico e embalagem, torna-se necessário estender a análise e aplicação desta metodologia às restantes máquinas mencionadas no Secção 3.5. Com o objetivo de reduzir os tempos de *setup* nessas máquinas, o primeiro passo consistiu na criação de KPI visuais, estabelecendo assim um sistema de acompanhamento mais eficiente das variações nos tempos alcançados .

Em seguida, deu-se início à implementação da abordagem SMED nas diferentes máquinas para expandir e replicar os resultados obtidos nas máquinas piloto. Neste processo, foram estabelecidos *standards* e *checklists* específicos para cada máquina, a fim de otimizar e normalizar os procedimentos de *setup*.

No entanto, o processo de *Roll Out* ainda se encontra em curso e, portanto, serão apresentados os resultados até à data de conclusão desta dissertação. O cronograma de implementação do *Roll*

Out (Figura 4.3) explicita que até ao momento as inciativas piloto já foram terminadas, havendo duas máquinas da iniciativa de Roll Out já com mais maturidade (Compressora 1 e Embaladora 1) por terem sido as primeiras com iniciativas *Roll Out*.

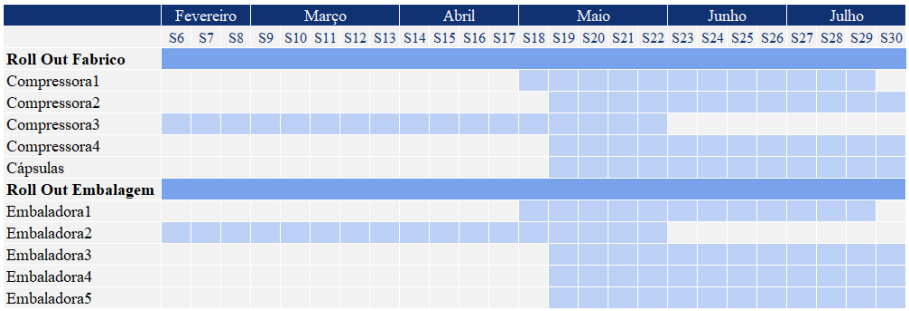


Figura 4.3: Cronograma *Roll Out*

Até à semana 22, em todas as máquinas já foram implementados KPI visuais e iniciativas de *Standard Work*. Futuramente, para finalizar a iniciativa, serão levantadas melhorias e implementadas nas várias máquinas. É importante mencionar que, nesta etapa, as equipas responsáveis pelo *setup* são mais autónomas, sendo encorajadas a identificar pontos de melhoria e oportunidades de redução de tempo nos processos

4.3 Cultura de Melhoria Contínua

Para implementar uma cultura de melhoria contínua na fábrica BETA foram implementados quadros de *Kaizen* Diário (KD) cujo objetivo final passa, também, pela melhoria de desempenho da equipa. Até ao momento, apenas estão implementados quadros de KD na área do fabrico e para a equipa de manutenção, sendo que a implementação dos quadros nas restantes áreas já não se encontra dentro do espaço temporal de desenvolvimento desta dissertação.

Estes quadros servem de base às reuniões diárias das equipas que têm como objetivo a participação de todos os colaboradores das equipas na tomada de decisões. Assim, servem como uma ferramenta visual à discussão de tópicos essenciais do dia-a-dia com uma agenda normalizada que passa pelo mapa de presenças, análise de indicadores, PDCA e informação de passagem de turnos. Tanto para a equipa do fabrico, como para a manutenção, estas reuniões são diárias com duração de 15 minutos.

Nos quadros e nas reuniões são abordados vários indicadores como, por exemplo, a percentagem de cumprimento de medidas preventivas para a manutenção ou a evolução dos tempos de *setup* no fabrico para uma recolha sistematizada de dados, que permitem um controlo frequente dos KPI com avaliação dos resultados alcançados. Estes KPI permitem à equipa participar em ciclos de contra medidas para desvios de KPI ou mesmo a identificação de novas áreas com necessidades de melhoria.

Não só estas contra medidas, como quaisquer outras ações levantadas pelos operadores ou pelos líderes das reuniões podem ser adicionadas ao PDCA do quadro numa das quatro secções

disponíveis: *Plan*, *Do*, *Check* ou *Act* consoante o ponto de situação de cada ação. Isto permite um acompanhamento frequente das ações levantadas e respetivas *deadlines* de cumprimento, que facilitam a implementação de novas normas e o desenvolvimento de espírito de equipa em todos os colaboradores.

Nestes quadros também estão incluídos os planos de trabalho dos colaboradores, onde estão distribuídas as atividades que cada colaborador está responsável por fazer e respetivos prazos para cada uma.

Estas reuniões pretendem fomentar uma cultura de melhoria contínua entre todos os operadores com objetivos claros e os benefícios esperados, incentivando à mudança de paradigmas e à participação na mudança. A sua frequência regular promove a colaboração de todos os colaboradores nos processos de melhoria diários.

Para além disso, como foi mencionado, notou-se uma falta de normalização das tarefas e das atividades dos operadores, o que dificultava a consistência do trabalho e respetiva qualidade. Assim, promoveram-se atividades que fomentaram a construção de normas para as atividades diárias dos operadores com *checklists* visuais no *Gemba* de fácil acessibilidade e visualização.

Foi promovido também uma iniciativa de capacitação da equipa da manutenção para aumentar a sua versatilidade e capacidade de resposta às necessidades das máquinas e dos operadores, tanto na área da embalagem como do fabrico. O objetivo será no final do *workshop* encontrar uma equipa especializada, não só mais eficiente na resposta às necessidades, mas também mais capaz para identificar problemas e sugerir melhorias em toda a fábrica BETA. Este *workshop* foi promovido não só com formações externas à fábrica, mas também internas promovendo a partilha de conhecimento e experiência entre todos os colaboradores.

Capítulo 5

Resultados

Neste capítulo são apresentados os resultados da metodologia implementada, conforme descrito no Capítulo 4, com o objetivo central de melhorar a eficiência operacional da fábrica BETA. Assim sendo, encontra-se dividido em três partes. A primeira parte aborda os resultados alcançados com a implementação da metodologia SMED, tanto nas máquinas piloto com resultados conclusivos, como nas máquinas de *Roll Out* onde o SMED já demonstra tendências passíveis de interpretação. Na segunda parte, são abordados os resultados qualitativos da fomentação de uma cultura de melhoria contínua na unidade industrial.

A última parte deste capítulo demonstra o impacto das metodologias implementadas no OEE da área do fabrico e da embalagem e sua evolução ao longo das várias semanas de projeto.

5.1 Evolução dos Tempos de *Setup*

A metodologia SMED traz benefícios diretos à fábrica BETA. Por um lado, aumenta a disponibilidade para produção, ou seja, diminui o tempo de *setup* (inatividade da máquina) maximizando a capacidade produtiva da fábrica. Por outro lado, aumenta a flexibilidade da fábrica sendo que com mudanças mais rápidas surge a possibilidade de fazer lotes mais pequenos e consequentemente produzir mais variedade de produtos com as mudanças das máquinas. Desta forma, a fábrica consegue responder mais rápida e facilmente à procura e às necessidades dos clientes.

Dado isto, com a redução dos tempos de *setup* a fábrica consegue aumentar a sua eficiência ao aumentar o fator disponibilidade do OEE..

5.1.1 Máquina Piloto Fabrico

A máquina piloto do fabrico (Compressora 3) começou o estudo com uma *baseline* para o S1 de 13 horas e 6 minutos e com um objetivo de melhoria de 30% o que representava 9 horas e 10 minutos.

Os acompanhamentos no terreno começaram a ser feitos na semana 6 do ano de 2023, sendo que as metodologias abordadas nesta dissertação só começaram a ser implementadas na semana 7. Desde então, nos períodos compreendidos entre a semana 7 e a 22 a média de tempos alcançado foi

8 horas e 29 minutos (17 observações), o que representa uma melhoria de 35,14% nos tempos de *setup* da Compressora 3. O tempo mínimo alcançado durante este estudo foi 6 horas 45 minutos, correspondendo a uma redução de 48,47% relativamente à *baseline*. A evolução dos tempos de *setup* ao longo das semanas é mostrada na Figura 5.1 com as médias de tempo de S1 por semana, começando os registos na semana 50 do ano de 2022 até à semana 22 do ano de 2023.

A contratação dos operadores de apoio a *setup* mencionados na Secção 4.2.2 ocorreu na semana 14 (primeira semana de abril), daí notar-se uma redução substancial do tempo de mudança da semana 12 para a semana 14. É importante mencionar que existem alguns fatores externos que não são controláveis, como a ocorrência de vários *setups* simultaneamente que influenciam a disponibilidade dos operadores de limpeza que poderão por vezes tornar-se o *bottleneck* de alguns processos e atrasar algumas tarefas. No caso do fabrico, enquanto ocorre a limpeza da máquina realizada pelo respetivo operador, a sala da máquina e as peças da máquina são limpas pelos operadores de limpeza. Para além disso, o tempo também é afetado pela experiência e conhecimento do operador a realizar a mudança que impacta diretamente o tempo individual de cada tarefa do operador.

Assim sendo, o objetivo inicial de 30% de melhoria foi atingido num espaço temporal de 16 semanas, ou seja, até ao final de maio, cumprindo o cronograma de implementação da metodologia SMED que se encontra na Figura 4.3 da Secção 4.2.3.

De notar que não existem registos em algumas semanas pela não ocorrência de mudanças.

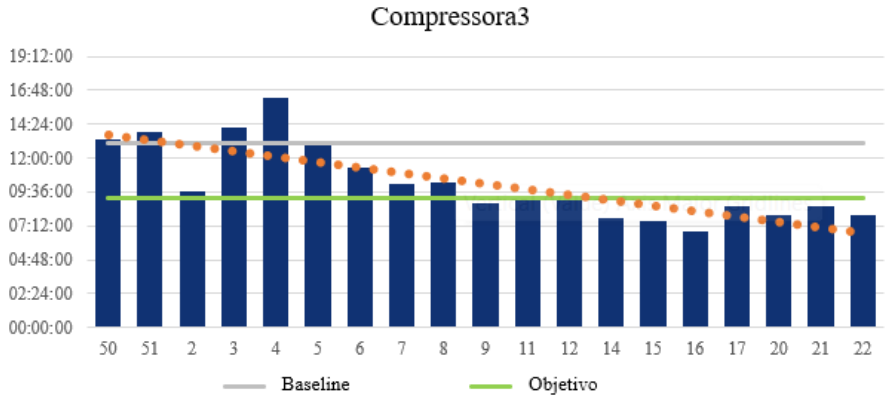


Figura 5.1: Evolução dos Tempos de *Setup* no Piloto do Fabrico

5.1.2 Máquina Piloto Embalagem

No caso da embalagem, a *baseline* inicial dos S1 e S2 para a Embaladora2 era 06 horas 37 minutos, com o mesmo objetivo de melhoria de 30%, o que representa 4 horas e 37 minutos.

Nesta área, as observações foram também realizadas na semana 6 mas a implementação só começou na semana 8 pela condição da não ocorrência de *setups* na semana 7, o que atrasou o processo em 1 semana relativamente ao fabrico. Aqui, desde a semana 8 até à semana 22, a média de tempos alcançada foi 4 horas (11 observações) correspondendo a uma melhoria de 39,35%. O

menor tempo alcançado ocorreu na semana 18, com 3 horas e 15 minutos (redução de 50,88% face à *baseline*). A evolução semanal do SMED na máquina piloto da embalagem está representada na Figura 5.2.

Também na área da embalagem, existem fatores externos não controláveis nos *setups* que se assemelham aos do fabrico. No entanto, para além da disponibilidade da limpeza e da experiência dos operadores, neste caso, os tempos de mudança também são afetados pela disponibilidade dos técnicos da manutenção que, no momento do *setup*, poderão estar ocupados com outras tarefas com igual prioridade, não conseguindo responder no momento à necessidade de apoio às mudanças.

O SMED na Embaladora 2 também cumpriu a *deadline* de implementação que seria até ao final de maio, atingindo uma redução de tempo de S1 e S2 para a máquina piloto maior que o objetivo inicial de 30%, finalizando o *workshop* com uma melhoria de 39,35% como já mencionado.

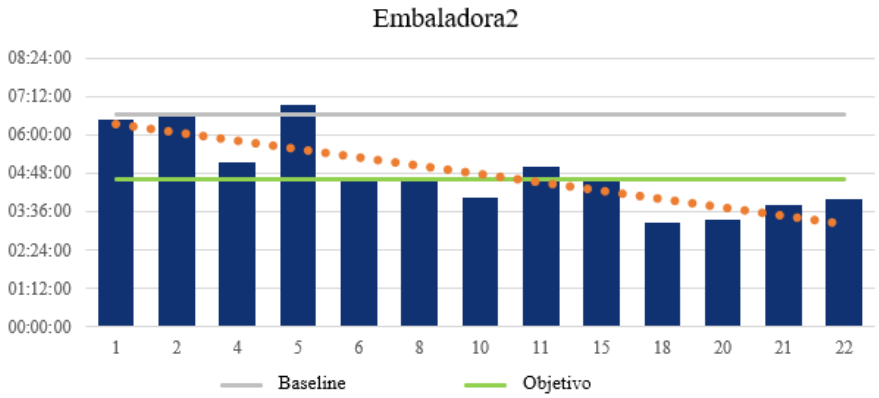


Figura 5.2: Evolução dos Tempos de *Setup* no Piloto da Embalagem

5.1.3 *Roll Out* SMED

As iniciativas de *Roll Out* tanto para a embalagem, como para o fabrico, começaram na semana 18, primeira semana de maio, para as máquinas não piloto para ambas as áreas. Assim sendo, foi apenas analisado um espaço temporal de 5 semanas para a implementação das metodologias o que não permite maturidade suficiente para tirar conclusões da metodologia nas restantes máquinas.

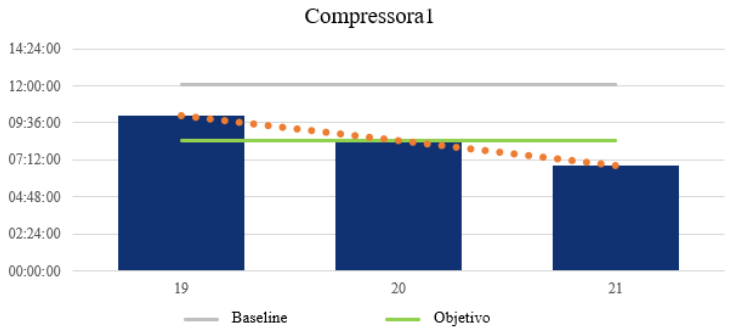


Figura 5.3: Evolução dos Tempos de *Setup Roll Out* na Compressora 1

No entanto, a avaliação realizada na Compressora 1 e na Embaladora 1 (Figura 5.3 e Figura 5.4, respetivamente) começou uma semana mais cedo em comparação com restantes máquinas (semana 19), permitindo uma análise mais profunda nestas duas máquinas de *Roll Out*. Assim, consequência do número de ocorrências de *setups* desde a semana 18 à semana 22, é possível notar uma tendência decrescente nos tempos de *setup*, o que era esperado tendo em conta os resultados obtidos nas máquinas piloto e a semelhança entre as várias máquinas do fabrico e da embalagem.

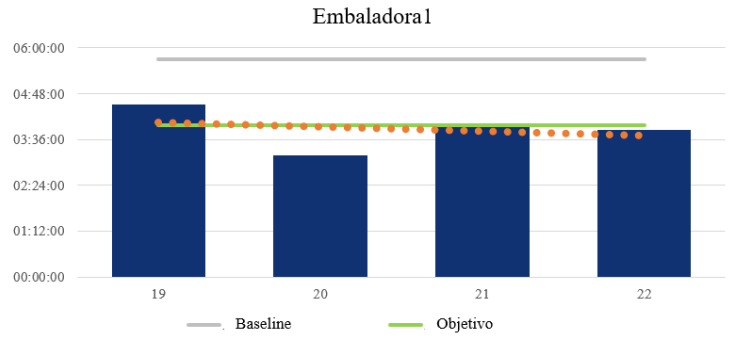


Figura 5.4: Evolução dos Tempos de *Setup Roll Out* na Embaladora 1

Comparando o gráfico de Pareto realizado no início do estudo, representado na Figura 3.3, com o gráfico construído com os dados da semana 22 (Figura 5.5), consegue perceber-se o impacto da redução dos tempos de *setup* nas perdas totais da fábrica. Na semana 6, os *setups* representavam 47% das causas de paragem, sendo que reduziram em 8 pontos percentuais, comparativamente à semana 22. Isto significa que houve uma redução significativa da contribuição dos *setups* para as perdas da unidade industrial BETA.

Esta redução de 8 pontos percentuais nos tempos de *setup* face ao tempo total de paragens nas máquinas sugere que as medidas de otimização dos tempos de *setup* foram bem sucedidas.

5.2 Cultura de Melhoria Contínua

A implementação de metodologias que focam a melhoria contínua da unidade industrial favorecem a motivação das equipas na realização das suas tarefas diárias e consequentemente o alcance

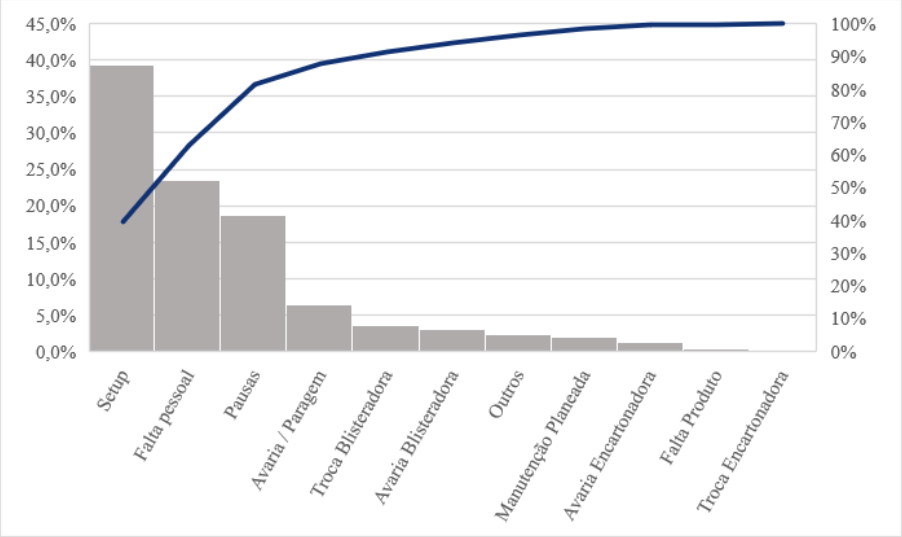


Figura 5.5: Gráfico de Pareto das Perdas Semana 22

de melhores resultados em várias frentes.

Os quadros de *Kaizen* Diário na Manutenção permitem um controlo frequente do planeamento do trabalho da equipa, que inclui a distribuição das medidas preventivas planeadas pelo líder de equipa semanalmente e a validação do cumprimento das respetivas *deadlines*. Estes quadros incluem, também, um indicador visual do cumprimento das medidas preventivas planeadas que promovem um espírito crítico de análise por parte de todos os técnicos da manutenção. Tendo em conta que, antes da implementação dos quadros de KD, a equipa não controlava de forma alguma o seu trabalho e o cumprimento das tarefas dentro de prazos, esta medida permitiu evitar avarias frequentes e promover comportamentos mais preventivos que corretivos.

No que diz respeito aos quadros KD do fabrico, estes incluem essencialmente indicadores relativos à produção diária de cada máquina. Estes indicadores permitem comparar a produção real do turno com a produção teórica, assim como o número de paragens do turno e o tempo dedicado a *setups* se for o caso. Estes indicadores permitem uma análise crítica regular da performance da máquina quando os indicadores apresentam oscilações. Um exemplo será quando o indicador da produção efetiva se encontra abaixo do objetivo de produção. Neste cenário, são levantadas questões entre os operadores e o líder do quadro sobre as causas do resultado que poderão muitas vezes ser justificadas pelos indicadores das paragens e dos *setups*. Estas reuniões diárias motivam os operadores a alcançarem melhores resultados diariamente, para serem apresentados à restante equipa. Para além disso, os operadores ficam consciencializados do desempenho das máquinas que lhes estão atribuídas de uma forma diária de forma a conseguirem reagir rapidamente em caso de desvios.

O *Standard Work* foi implementado com a criação de normas das várias tarefas dos operadores que permitiram também aumentar a produtividade reduzindo variabilidade. Para além disso, como todos os operadores têm um único método para realizar as suas tarefas esta metodologia permite obter resultados consistentes.

Como estas metodologias não têm resultados diretamente mensuráveis, foi recolhido no terreno *feedback* dos líderes de cada iniciativa, assim como de alguns operadores envolvidos, totalizando doze pessoas inquiridas.

Nesta recolha foram avaliados quatro aspetos: impacto na motivação, na facilidade percecionada do trabalho diário, na independência do trabalho e no conhecimento dos operadores sobre as tarefas. De uma forma geral, os resultados foram positivos sendo que os inquiridos sentiram uma mudança positiva nestes pontos. Concordou-se que fator mais impactado favoravelmente foi o conhecimento e à vontade com as tarefas diárias.

5.3 Impacto OEE

Todas as metodologias implementadas impactaram significativamente o OEE, cuja evolução pode ser analisada a partir do gráfico da Figura 5.6. Desde fevereiro que o OEE do fabrico tem mostrado uma evolução crescente tendo aumentado, desde este primeiro mês de projeto, 15 pontos percentuais, representando uma melhoria de aproximadamente 33%, tendo já alcançado o objetivo definido inicialmente para o projeto (20% de melhoria).

Relativamente à embalagem, mostrou-se uma melhoria de 7 pontos percentuais no OEE de fevereiro até maio, ou seja, uma melhoria de 23% alcançando também o objetivo definido inicialmente para o projeto. No entanto, esta área assume-me com menor maturidade do que o fabrico, demonstrado pela descida de 1 ponto percentual no OEE de fevereiro para março. Para além disso, e através de *feedback* recolhido, reconhece-se uma maior cultura de melhoria contínua para área do fabrico o que se revê na evolução do OEE ao longos dos vários meses.

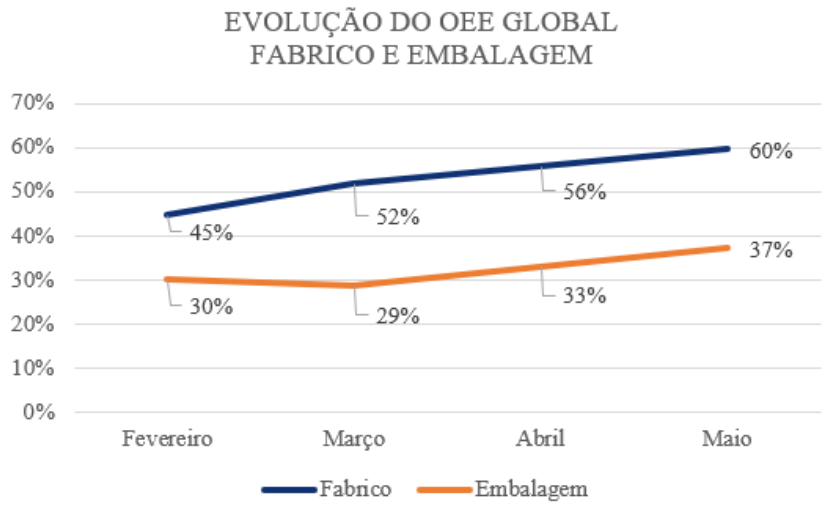


Figura 5.6: Evolução OEE

Capítulo 6

Conclusão

Ao longo dos últimos anos, a indústria tem sofrido mudanças significativas subjacentes a alterações do ambiente a que está sujeita. Especificamente, a pandemia de COVID-19 e o conflito entre a Rússia e a Ucrânia, levaram a um aumento substancial da procura por produtos medicinais. No entanto, várias empresas enfrentam dificuldades para responder às necessidades do mercado, devido não apenas à falta de capacidade, mas também a dificuldades logísticas.

Para além disto, os custos de produção de medicamentos aumentaram devido ao aumento do custo das matérias-primas e dos custos logísticos. No entanto, as empresas têm visto as suas margens de lucro diminuírem pela impossibilidade de aumentar os preços de venda dos medicamentos por condições impostas pelo Infarmed. Assim, as empresas enfrentam o desafio de responder à procura aumentando a sua capacidade, mantendo os custos de produção baixos o suficiente para garantir a sua sobrevivência.

Neste contexto, o projeto no cliente ALFA surgiu no âmbito de aumentar o volume de produção da fábrica BETA para responder à procura do mercado. Para tal, e notando-se uma falta de foco e acompanhamento do desempenho geral da fábrica, definiu-se como objetivo do projeto o aumento da eficiência operacional para o aumento do volume de produção da unidade industrial.

Desta forma, o primeiro passo deste projeto foi a realização de uma análise do estado atual da fábrica, que passou inicialmente pela análise dos fluxos de materiais das duas grandes áreas de estudo (fabrico e embalagem), a fim de compreender melhor os processos da fábrica para posterior análise. Tendo em conta o considerável atraso da fábrica na resposta aos clientes, e com o objetivo de identificar os fatores que mais impactavam negativamente a produtividade, foi realizada uma análise preliminar aos valores de OEE definindo os objetivos futuros.

Para além disso, foi importante analisar as principais causas de desperdício na fábrica BETA, concluindo que os *setups* eram um dos fatores mais impactantes. Esta conclusão é suportada pelo estudo realizado na revisão de literatura, que revelou que *setups* pouco normalizados e prolongados representam um dos principais problemas na indústria farmacêutica por estarem associados a processos com elevado desperdício em máquinas de grandes dimensões que exigem uma grande atenção tanto nas limpezas, estando sujeitas a normas de higiene e seguranças bastante rígidas, como na montagem e desmontagem com peças minuciosas e sensíveis. Assim sendo, foi realizada

uma análise de desperdícios específica dos *setups*, para conseguir direcionar de forma mais precisa a abordagem na implementação da metodologia.

Recolhida a informação da situação atual, avançou-se para a implementação da metodologias que passou por três áreas de ação. A primeira concentrou-se na implementação de uma recolha de dados consistente que permitisse o cálculo real do indicador de OEE e respetivos fatores. Para isto foi necessário tipificar os vários tipos de paragens e normalizar alguns processos de recolha de informação no terreno. A segunda área de ação é focada na implementação de SMED nas várias máquinas da fábrica BETA, com base tanto numa abordagem teórica analisada na revisão de literatura, quanto em melhorias direcionadas à situação em questão. Por fim, desenvolveu-se uma cultura de melhoria contínua que sustentará todo o projeto e a sua continuidade a longo prazo.

6.1 Considerações Finais

O trabalho realizado na fábrica BETA ao longo da realização desta dissertação culminou em resultados positivos alcançando em 4 meses o objetivo final definido para o projeto. Tanto o OEE do fabrico como o da embalagem atingiram uma melhoria superior a 20%, tal como indicado na Tabela 6.1.

Tabela 6.1: Evolução OEE

Área	Fevereiro	Março	Abril	Maio	**Aumento Percentual**
Embalagem	30%	29%	33%	37%	**23,3%**
Fabrico	45%	52%	56%	60%	**33,3%**

De facto, as reduções obtidas nos tempos de *setup* foram significativas para a melhoria do OEE. Para além disso, provou-se que uma cultura de melhoria contínua pode ter grandes benefícios em todos os fatores do OEE. As equipas tornam-se mais focadas nos seus objetivos, assumindo uma postura mais atenta e mais focada aumentando o fator da qualidade, performance e disponibilidade das máquinas. Apesar de estes serem indicadores que medem diretamente o desempenho das máquinas, são altamente influenciados pelas pessoas responsáveis por elas. De facto, um dos princípios do *Institute Kaizen* é o envolvimento de pessoas que aqui se torna notório.

6.2 Perspetivas Futuras

Para que as metodologias implementadas continuem a ser suportadas e continuem a trazer melhorias para a fábrica BETA, é necessário continuar a focar na implementação de uma cultura de melhoria contínua em todas as pessoas, todos os dias em todas as áreas. Este é o mote do *Kaizen* e o que suporta todas as otimizações processuais implementadas.

A fábrica BETA, como demonstrado no cronograma do Anexo A, irá focar-se em mais áreas para otimizar o OEE. Ainda no fabrico e na embalagem, surge a necessidade de um *workshop*

direcionado à otimização das velocidades das máquinas de ambas as áreas, que irá impactar diretamente e de forma positiva o fator da performance do OEE. Este *workshop* surgiu com a necessidade de criação de registos das velocidades das várias máquinas e consiste na análise da velocidade ótima dos vários produtos nas várias máquinas. Deste modo, sempre que um novo produto começa numa máquina, os técnicos da manutenção são responsáveis por aumentar as velocidades das máquinas e registar as afinações ideais para a melhor velocidade atingida criando uma base de dados para utilizações futuras.

Ainda no âmbito do *Kaizen* Diário, serão realizados *workshops* de 5S (ordenar, organizar, limpar, normalizar e disciplina) para organização do espaço de trabalho em todas as áreas da unidade industrial. Inicialmente, será dado um *workshop* de formação a todos os colaboradores que devam implementar 5S em zonas da sua responsabilidade. Depois de uma formação teórica, toda a equipa realizará os 5S num projeto piloto para que futuramente se tornem independentes a realizar esta iniciativa.

Serão também realizadas várias iniciativas de planeamento com vista à sua otimização. Tendo a fábrica agora mais flexibilidade para a ocorrência de *setups* com a redução do seu tempo médio, faz sentido fazer-se um planeamento com lotes mais pequenos de modo a responder à procura dos clientes mais rapidamente.

Referências

Almeanazel, O. T. R. (2010). Total productive maintenance review and overall equipment effectiveness measurement. *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, 4:517–522.

apifarma (2021). A indústria farmacêutica em números. Acedido a 25 de abril de 2023, Disponível em: `https://apifarma.pt/wp-content/uploads/2021/04/IF_em_Numeros_2018.pdf`.

Bandyopadhyay, P. K., Naik, S., e Ganguly, K. K. (2015). Reduction of setup time through smed approach: A case study in the pharmaceutical industry. *International Journal of Applied Management Sciences and Engineering (IJAMSE)*, pages 20–32.

Bastos, A. e Sharman, C. (2019). *Strat to Action*. ISBN: 978-989-20-8816-7.

Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., Sanctis, I. D., Mazzuto, G., e Paciarotti, C. (2015). A changeover time reduction through an integration of lean practices: A case study from pharmaceutical sector. *Assembly Automation*, 35:22–34.

Bonney, M. C., Zhang, Z., Head, M. A., Tien, C. C., e Barson, R. J. (1999). Are push and pull systems really so different? *International journal of production economics*, pages 53–64.

BPstat (2022). Análise das empresas do setor farmacêutico. Acedido a 4 de março de 2023, Disponível em: `https://bpstat.bportugal.pt/conteudos/publicacoes/1339`.

Bragança, S. e Costa, E. (2015). An application of the lean production tool standard work. *Jurnal Teknologi*, 76:47–53.

Caeiro, T. e Ferreira, R. S. (2022). Quem é quem na indústria farmacêutica. Acedido a 28 de março de 2023, Disponível em: `https://leitor.jornaleconomico.pt/download?token=66ed32421e587f31db76ea9c5809cfde&file=Quem_%C3%A9_Quem_na_ind%C3%BAstria_Farmac%C3%AAutica1.pdf`,.

Coimbra, E. (2013). *Kaizen in Logistics & Supply Chains*. McGraw-Hill Education. ISBN: 978-0-07-181105-7.

Coimbra, E. (2017). Smed - single minute exchange of die. *Manual Interno Instituto Kaizen*.

Coimbra, E. (2021). Kbs- kaizen business system. *Manual Interno Instituto Kaizen*.

Coimbra, E. A. (2016). *Kaizen: Uma Estratégia de Melhoria, Crescimento e Rentabilidade*. McGraw Hill Education. ISBN: 978-84-486-1121-7.

Domingo, R. T. (2015). Identifying and eliminating the seven wastes or muda.

Gilmore, M. e Smith, D. J. (1996). Set-up reduction in pharmaceutical manufacturing: an action research study. *International Journal of Operations & Production Management*, 16:4–17.

Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen: A commonsense approach to a continuous improvement strategy*. McGraw Hill New York. ISBN: 978-0-07-179036-9.

Imai, M. (2021). *Strategic Kaizen: Using Flow, Synchronization, And Leveling Assessment To Measure And Strengthen Operational Performance*. McGraw-Hill Education. ISBN: 978-1-26-014384-3.

Infarmed (2016). O infarmed - infarmed, i.p. Acedido a 25 de abril de 2023, Disponível em: https://www.infarmed.pt/web/infarmed/apresentacao.

Infarmed (2022). Gestão da disponibilidade de medicamentos. Acedido a 20 de março de 2023, Disponível em: https://www.infarmed.pt/web/infarmed/gestao-da-disponibilidade-do-medicamento.

Jornal Médico (2023). Jornal médico - rutura de medicamentos aumenta na europa. Acedido a 15 de abril de 2023, Disponível em: https://www.jornalmedico.pt/atualidade/42925-rutura-de-medicamentos-aumenta-na-europa.html.

McIntosh, R. I., Culley, S. J., Mileham, A. R., e Owen, G. W. (2000). A critical evaluation of shingo's 'smed' (single minute exchange of die) methodology. *International Journal of Production Research*, 38:2377–2395.

Misiurek, B. (2016). *Standardized work with TWI : eliminating human errors in production and service processes*. CRC Press. ISBN: 978-1-4987-3754-8.

Muchiri, P. e Pintelon, L. (2008). Performance measurement using overall equipment effectiveness (oee):literature review and practical application discussion. pages 3517–3535.

MÍkva, M., Prajová, V., Yakimovich, B., Korshunov, A., e Tyurin, I. (2016). Standardization-one of the tools of continuous improvement. *Procedia Engineering*, 149:329–332.

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System*. crc Press. ISBN: 0-915299-14-3.

Ordem dos Farmacêuticos (2021). Bastonário explica ruturas de medicamentos. Acedido a 11 de abril de 2023, Disponível em: https://www.ordemfarmaceuticos.pt/pt/noticias/bastonario-explica-ruturas-de-medicamentos/.

Pavlovic, K. e Božanić, V. (2010). Lean and six sigma concepts-application in pharmaceutical industry. pages 259–268.

Schipper, T. e Swets, M. (2010). *Innovative Lean Development*. CRC Press. ISBN: 978-1-4200-9298-1.

Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. CRC Press. ISBN: 978-0915299034.

Tenreiro, R. (2015). Kaizen foundations. *Manual Interno Instituto Kaizen*.

Vinha, N., Silva, N. M., Carvalho, F., Bandeira, M., e Romeira, A. (2022). Quem é quem no transporte e logística em portugal. Acedido a 4 de abril de 2023, Disponível em: https://leitor.jornaleconomico.pt/download?token=0c3966ec86216fe1512800ee90ccea18&file=Q%C3%A9Q_Log%C3%ADstica1.pdf.

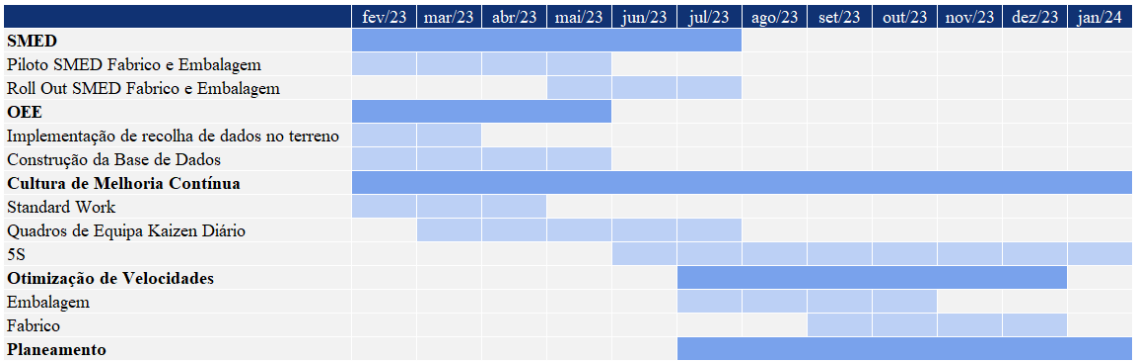
Williams, B. A. (2001). Standard work-lean tools and techniques.

Winatie, A., Maharani, B. P., Riksa, V. H., e Hasibuan, S. (2019). Increasing time efficiency of change over process on solid product using smed (single minute exchange of dies) method in pharmaceutical industry. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 4:639–644.

Anexo A

Cronograma do Projeto

O cronograma total do projeto envolve as iniciativas programadas para o espaço temporal de 1 ano de desenvolvimento.



Anexo B

Códigos de Paragens

CODIFICAÇÃO PARAGENS
EMBALAGEM - BLISTERADORAS / ENCARTONADORAS

Codificação	Ocorrência/Equipamento	Detalhe
T1	Troca Blisteradora (Microparagem)	Alumínio/PVC/OPA
T2	Troca Blisteradora	Barrica
T3	Troca Blisteradora	Tinteiros
T4	Troca Encartonadora	Rolos Selos
T5	Troca Encartonadora	Tinteiros
T6	Troca Encartonadora	Rolos filme retráctil
S1	Setup	Mudança de Base e Produto
S2	Setup	Mudança de Produto com a mesma Base
S3	Setup	Mudança Dosagem
S4	Setup	Mudança de Apresentação
S5	Setup	Mudança Cliente
SA	Setup	Afinação
AB1	Avaria Blisteradora	Alimentação
AB2	Avaria Blisteradora	Formação álveolos
AB3	Avaria Blisteradora	Câmara
AB4	Avaria Blisteradora	Spot
AB5	Avaria Blisteradora	Centragem
AB6	Avaria Blisteradora	Selagem
AB7	Avaria Blisteradora	Impressão
AB8	Avaria Blisteradora	Marcação
AB9	Avaria Blisteradora	Rejeição
AB10	Avaria Blisteradora	Retirar Desperdício
AB11	Avaria Blisteradora	Outros
AE1	Avaria Encartonadora	Abertura Cartonagem
AE2	Avaria Encartonadora	Puxar Cartonagem
AE3	Avaria Encartonadora	Dobragem Folheto
AE4	Avaria Encartonadora	Puxar Folheto
AE5	Avaria Encartonadora	Blisters Encravados
AE6	Avaria Encartonadora	Encravamento Carregador
AE7	Avaria Encartonadora	Fecho Cartonagem
AE8	Avaria Encartonadora	Ilegibilidade Marcação
AE9	Avaria Encartonadora	Colagem Selos
AE10	Avaria Encartonadora	Formação Maços
AE11	Avaria Encartonadora (Microparagem)	Literatura
F1	Falta pessoal	-
F2	Falta produto	Documentação
F3	Falta produto	Bulk
F4	Falta produto	Material Embalagem
P1	Pausas	Refeição
P2	Pausas	Outras (Reuniões, Formações, etc)
MP	Manutenção Planeada	-
SP	Sem produção	-
O	Outros	-

Anexo C

Template Registos OEE

C.1 *Template* Registos Paragens

REGISTO PARAGENS KAIZEN™ INSTITUTE

Fabrico ____ Embalagem ____ Linha/Equipamento: _____

Data	Lote	Hora Início	Hora Fim	Codificação	Comentário
___/__/__		__h__	__h__		
___/__/__		__h__	__h__		
___/__/__		__h__	__h__		
___/__/__		__h__	__h__		
___/__/__		__h__	__h__		
___/__/__		__h__	__h__		
___/__/__		__h__	__h__		
___/__/__		__h__	__h__		
___/__/__		__h__	__h__		
___/__/__		__h__	__h__		
___/__/__		__h__	__h__		
___/__/__		__h__	__h__		
___/__/__		__h__	__h__		
___/__/__		__h__	__h__		
___/__/__		__h__	__h__		
___/__/__		__h__	__h__		
___/__/__		__h__	__h__		
___/__/__		__h__	__h__		
___/__/__		__h__	__h__		

__/__

C.2 *Template* Registos Produção

REGISTO DE PRODUÇÃO
FABRICO

KAIZEN™ INSTITUTE

Semana: _____ **Sala/Equipamento:** _____

Produto	Lote	Data Início	Hora Início	Data Fim	Hora Fim	Quantidade Produzida	Código Operador
		___/__/__	__h__	___/__/__	__h__		
		___/__/__	__h__	___/__/__	__h__		
		___/__/__	__h__	___/__/__	__h__		
		___/__/__	__h__	___/__/__	__h__		
		___/__/__	__h__	___/__/__	__h__		
		___/__/__	__h__	___/__/__	__h__		
		___/__/__	__h__	___/__/__	__h__		
		___/__/__	__h__	___/__/__	__h__		
		___/__/__	__h__	___/__/__	__h__		
		___/__/__	__h__	___/__/__	__h__		
		___/__/__	__h__	___/__/__	__h__		
		___/__/__	__h__	___/__/__	__h__		
		___/__/__	__h__	___/__/__	__h__		

Anexo D

SMED no Piloto do Fabrico

D.1 Organização de Tarefas Internas e Externas

Tabela D.1: Separação Atividades Internas e Externas SMED Piloto Fabrico

#	I/E	Tarefa	Tempo	Tempo Acumulado
1	E	Preenchimento de registos nos LogBooks e documentação dos lotes	0:15	0:15
2	I	Retirar palete com barricas para corredor	0:11	0:26
3	I	Retirada do IBC (piso 1)	0:13	0:39
4	I	Desmontagem da válvula (piso 1)	0:21	1:00
5	I	Transporte IBC e válvula para lavagem (piso 1)	0:14	1:14
6	I	Desmontagem do detetor de metais e despoeirador	0:22	1:36
7	I	Desmontagem da tremonha grande, mangueiras	0:05	1:41
8	I	Desmontagem de tremonha pequena, distribuidor, raspador, meia lua e rampa de saída	0:29	2:10
9	I	Desmontagem dos punções e guardas	1:13	3:23
10	I	Filmar mesas com material e mover para sala de lavagens	0:12	3:35
11	I	Limpeza da máquina	2:07	5:42
12	I	Apoio ao operador de limpeza	1:04	6:46
13	I	Apoio para verificação de limpeza	0:27	7:13
14	E	Limpeza e polimento de punções e matrizes	1:32	8:45
15	I	Montagem do detetor de metais e do despoeirador	0:15	9:00
16	I	Montagem guardas	0:10	9:10
17	I	Montagem dos punções e matrizes	1:09	10:19
18	I	Montagem de tremonhas e mangueiras	0:14	10:33
19	I	Montagem meia lua, raspador e rampa de saída	0:16	10:49
20	I	Montagem do distribuidor	0:15	11:04
21	I	Montagem peça de saída de comprimidos	0:06	11:10
22	I	Montagem da válvula (piso 1)	0:30	11:40
23	I	Ligação válvula com tremonha grande (piso 0)	0:10	11:50
24	I	Colocação IBC (piso 1)	0:15	12:05
25	I	Verificação detetor de metais e balança	0:15	12:20
26	I	Tarar barricas	0:18	12:38
27	I	Descarregar produto e iniciar afinação	0:13	12:51
28	E	Preparação de documentação para arranque	0:15	13:06

D.2 Análise Operadores de Apoio *Setups*

Na Tabela D.3 é utilizado o benefício por hora calculado para a máquina piloto para calcular o benefício obtido para a extensão da análise às várias máquinas. Assim, sabendo o benefício por hora e o tempo que seria poupado com os operadores de apoio nas várias máquinas do fabrico estima-se um benefício de aproximadamente 57 000€.

Tabela D.2: Cálculo do Benefício de OA Extensão Fabrico

Benefício/hora	3 416€
Tempo ganho com OA (h:min)	16:48
Total Benefício/semana	57 389€

Utilizando o benefício calculado e seguindo uma análise semelhante à utilizada na máquina piloto, utilizaram-se os mesmos parâmetros para o cálculo final (55% de OEE e os custos associados à contratação de 4 operadores de apoio de 100 000€). Adicionalmente, considerou-se um peso Fabrico/Embalagem de 50% (valor indicado por registos internos à unidade industrial) e uma sobreposição de setups de 30%. Desta forma, alcança-se um valor final de benefício líquido de cerca de 474 000€, como representado na Tabela D.3.

Tabela D.3: Cálculo do Benefício Líquido Anual de OA Extensão Fabrico

	Benefício/semana	57 389€
Fatores	Nº de semanas/ano	52
	Considerando OEE	55%
	Considerando Peso Fabrico/Embalagem	50%
	Considerando sobreposição de *setups*	30%
	Total Benefício/ano	574 463€
Custos	Contratação 4 OA	100 000€
	Total Benefício Líquido/Ano	474 463€

D.3 Exemplos Standards

MODO OPERATÓRIO DO SETUP TIPO 1
OPERADOR MÁQUINA

#	Operação	T.total	Tempo Real	OK
	DESMONTAGEM			
1	Preenchimento de registos nos LogBooks e documentação dos lotes	00:15		☐
2	Retirar palete com barricas para corredor	00:26		☐
3	Desmontagem do detetor de metais e despoeirador	00:48		☐
4	Desmontagem da tremonha grande, mangueiras	00:53		☐
5	Desmontagem de tremonha pequena, distribuidor, raspador, meia lua e rampa de saída	01:22		☐
6	Desmontagem dos punções e guardas	02:35		☐
7	Filmar mesas com material e mover para sala de lavagens	02:47		☐
	LIMPEZA			
8	Limpeza da máquina	04:54		☐
9	Apoio para verificação de limpeza	05:21		☐
	MONTAGEM E PREPARAÇÃO			
10	Montagem do detetor de metais e do despoeirador	05:36		☐
11	Montagem guardas	05:46		☐
12	Montagem dos punções e matrizes	06:55		☐
13	Montagem de tremonhas e mangueiras	07:09		☐
14	Montagem meia lua, raspador e rampa de saída	07:25		☐
15	Montagem do distribuidor	07:40		☐
16	Montagem peça de saída de comprimidos	07:46		☐
17	Ligação válvula com tremonha grande	07:56		☐
18	Verificação de detetor de metais e balança	08:11		☐
19	Tara barricas	08:29		☐
	AFINAÇÃO FINAL			
20	Descarregar produto e iniciar afinação	08:42		☐
21	Preparação de documentação para arranque	08:57		☐
	FIM DO SETUP			

Figura D.1: *Checklist* Fabrico

D.4 Standard Final SMED Fabrico

Tabela D.4: Standard Final SMED fabrico

#	I/E	Tarefa	Tempo	Tempo Acumulado
1	E	Preenchimento de registos nos LogBooks e documentação dos lotes	0:15	0:15
2	I	Retirar palete com barricas para corredor	0:11	0:26
3	I	Desmontagem do detetor de metais e despoeirador	0:22	0:48
4	I	Desmontagem da tremonha grande, mangueiras	0:05	0:53
5	I	Desmontagem de tremonha pequena, distribuidor, raspador, meia lua e rampa de saída	0:29	1:22
6	I	Desmontagem dos punções e guardas	1:13	2:35
7	I	Filmar mesas com material e mover para sala de lavagens	0:12	2:47
8	I	Limpeza da máquina	2:07	4:54
9	I	Apoio para verificação de limpeza	0:27	5:21
10	I	Montagem do detetor de metais e do despoeirador	0:15	5:36
11	I	Montagem guardas	0:10	5:46
12	I	Montagem dos punções e matrizes	1:09	6:55
13	I	Montagem de tremonhas e mangueiras	0:14	7:09
14	I	Montagem meia lua, raspador e rampa de saída	0:16	7:25
15	I	Montagem do distribuidor	0:15	7:40
16	I	Montagem peça de saída de comprimidos	0:06	7:46
17	I	Ligação válvula com tremonha grande (piso 0)	0:10	7:56
18	I	Verificação detetor de metais e balança	0:15	8:11
19	I	Tarar barricas	0:18	8:29
20	I	Descarregar produto e iniciar afinação	0:13	8:42
21	E	Preparação de documentação para arranque	0:15	8:57

Anexo E

SMED no Piloto da Embalagem

E.1 Tarefas *Setup* Piloto Embalagem

	Operador da Blisteradora		Tempo		Operador da Encartonadora	Tempo	Técnico da Manutenção	Tempo
00:00–00:10	I	Retirar Materiais para devolução	00:13	I	Retirar Materiais para devolução	00:13		
00:15–00:30	E	Terminar processo	00:21	E	Terminar processo	00:21		
00:35–00:45	I	Desmontar peças do alimentador	00:17	I	Limpeza da máquina e da área	00:58		
00:50–01:15	I	Limpeza das peças do alimentador	00:26					
01:20–01:40	I	Limpeza da sala	00:48	I	Confirmação limpeza pelos supervisores	00:10		
01:45–02:00				I	Aguardar material novo lote	00:27		
02:05–02:10	I	Confirmação limpeza pelos supervisores	00:10					
02:15–02:45	I	Montagem do alimentador	00:32	I	Afinação e teste de arranque wipotec	00:07		
				E	Preenchimento do processo	00:10		
02:50–03:10	I	Colocar material de cobertura na máquina	00:26	Operador em Espera		03:40	I 1ª Afinação encartonadora	01:13
03:15–03:20	I	Colocar material de formação na máquina	00:13					
03:25–03:35	I	Levar bulk para a sala	00:16					
03:40–03:45	I	Fazer carimbo para novo lote	00:09					
03:50–04:00	I	Tirar blisters e acertar PVC/Alumínio	00:15				I Afinação agrupadora	00:48
04:05–05:05	I	Operador em Espera	02:05				I Desmontagem de peças de formato	00:20
							I Montagem de formato	00:23
							I Fazer fita até selagem	00:27
							I Afinação do passo	00:14
							I Afinação do corte	00:15
06:10–06:15	I	Chamada da Garantia para confirmação de cartonagem e blisters	00:08	I	Chamada da Garantia para confirmação de cartonagem e blisters	00:08		
06:20	E	Organização da linha para iniciar lote	00:05	E	Organização da linha para iniciar lote	00:05		
06:25–06:35	I	Por comprimido na tremonha	00:13					

Figura E.1: Tarefas *Setup* Piloto Embalagem

E.2 Manual de Afinações Agrupadora

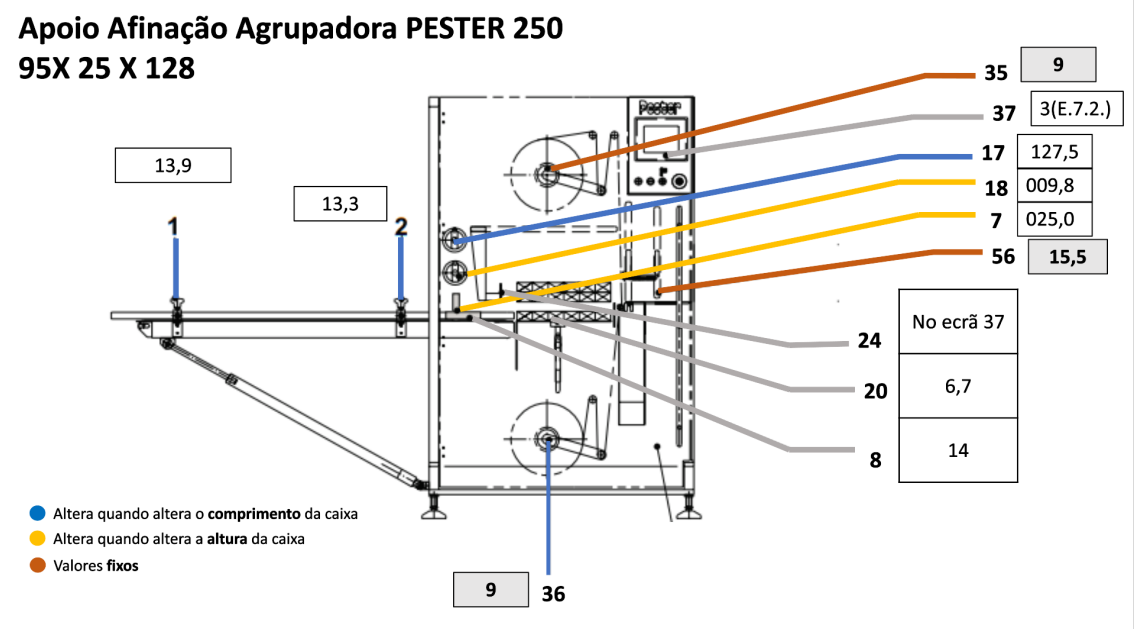


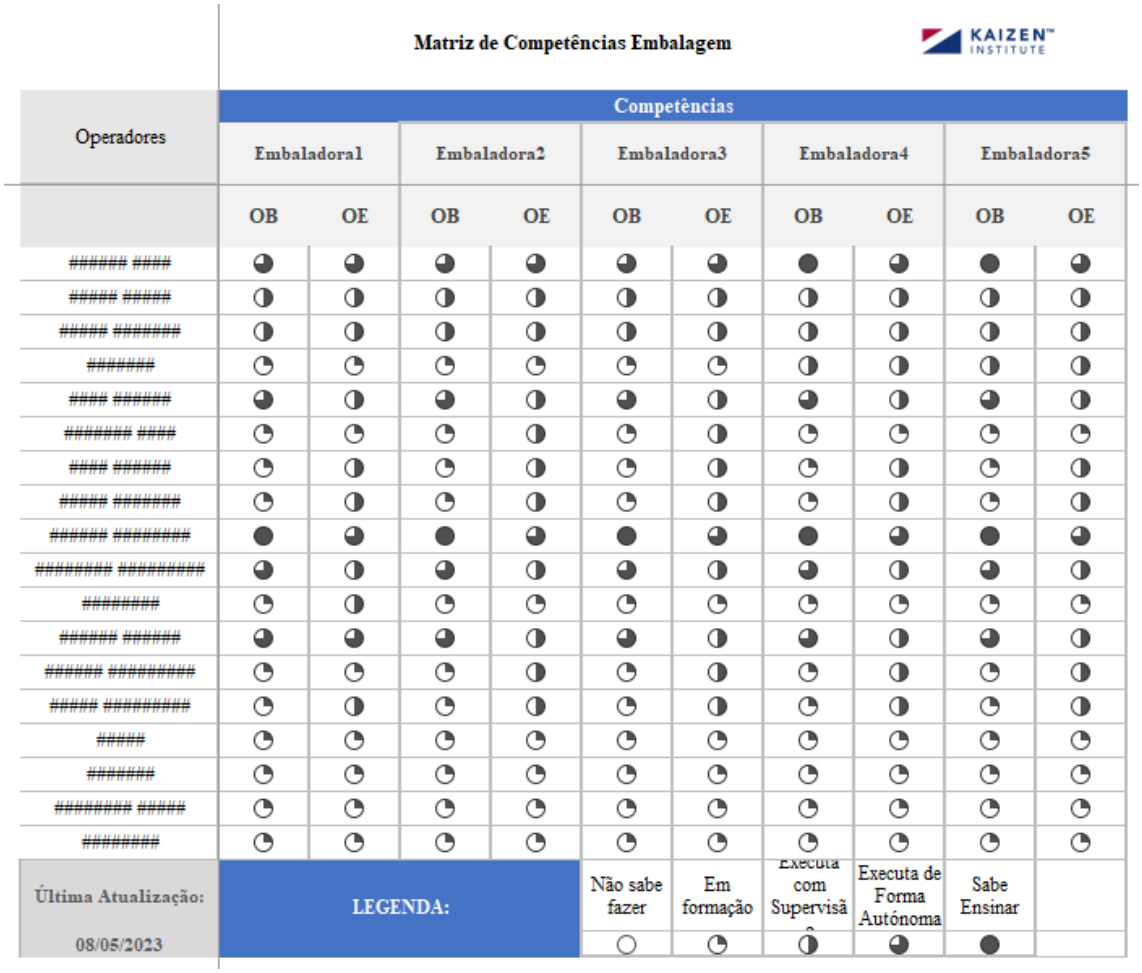
Figura E.2: Exemplo Manual de Afinações para Agrupadora

E.3 Redistribuição Tarefas *Setup* Piloto Embalagem

		Operador da Blisteradora	Tempo		Operador da Encartonadora	Tempo		Técnico da Manutenção	Tempo
00:00									
00:05	E	Terminar processo	00:21	E	Terminar processo	00:21			
00:10									
00:15									
00:20									
00:25	I	Retirar Materiais para devolução	00:13	I	Retirar Materiais para devolução	00:13			
00:30									
00:35									
00:40	I	Desmontar peças do alimentador	00:17						
00:45									
00:50									
00:55									
01:00	I	Limpeza das peças do alimentador	00:26	I	Limpeza da máquina e da área	00:58			
01:05									
01:10									
01:15									
01:20									
01:25									
01:30									
01:35				I	Confirmação limpeza pelos supervisores	00:10			
01:40	I	Limpeza da sala	00:48						
01:45									
01:50				I	Aguardar material novo lote	00:27			
01:55									
02:00									
02:05	I	Confirmação limpeza pelos supervisores	00:10						
02:10									
02:15				I	Afinação e teste de arranque wipotec	00:07	I	1ª Afinação encartonadora	01:13
02:20				I	Levar bulk para a sala	00:16			
02:25	I	Montagem do alimentador	00:32						
02:30									
02:35									
02:40				I	Afinação agrupadora	00:48			
02:45									
02:50									
02:55							I	Desmontagem de peças de formato	00:20
03:00	I	Colocar material de cobertura na máquina	00:26						
03:05									
03:10									
03:15	I	Colocar material de formação na máquina	00:13				I	Montagem de formato	00:23
03:20									
03:25	I	Fazer carimbo para novo lote	00:09						
03:30									
03:35									
03:40	I	Tirar blisters e acertar PVC/Aluminio	00:15				I	Fazer fita até selagem	00:27
03:45									
03:50									
03:55									
04:00					Operador em Espera	01:15			
04:05									
04:10	I	Operador em Espera	00:45				I	Afinação do passo	00:14
04:15									
04:20									
04:25							I	Afinação do corte	00:15
04:30									
04:35	I	Chamada da Garantia para confirmação de cartonagem e blisters	00:08	I	Chamada da Garantia para confirmação de cartonagem e blisters	00:08			
04:40									
04:45				E	Organização da linha para iniciar lote	00:05			
04:50	I	Por comprimido na tremonha	00:13	E	Preenchimento do processo	00:10			
04:55									
05:00	E	Organização da linha para iniciar lote	00:05						

Figura E.3: Tarefas *Setup* Piloto Embalagem Redistribuídas

E.4 Matriz de Competências



Matriz de Competências Embalagem

KAIZEN™ INSTITUTE

Operadores	Competências									
	Embaladora1		Embaladora2		Embaladora3		Embaladora4		Embaladora5	
	OB	OE	OB	OE	OB	OE	OB	OE	OB	OE
###### ####	◕	◕	◕	◕	◕	◕	●	◕	●	◕
##### #####	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑
##### #######	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑
#######	◔	◔	◔	◔	◔	◔	◑	◑	◑	◑
#### ######	◕	◑	◕	◑	◕	◑	◕	◑	◕	◑
####### ####	◔	◔	◔	◑	◔	◑	◔	◔	◔	◔
#### ######	◔	◑	◔	◑	◔	◑	◔	◑	◔	◑
##### #######	◔	◑	◔	◑	◔	◑	◔	◑	◔	◑
###### ########	●	◕	●	◕	●	◕	●	◕	●	◕
######## #########	◕	◑	◕	◑	◕	◑	◕	◑	◕	◑
########	◔	◑	◔	◔	◔	◔	◔	◔	◔	◔
###### ######	◕	◕	◕	◑	◕	◑	◕	◑	◕	◑
###### ##########	◔	◔	◔	◑	◔	◑	◔	◑	◔	◑
##### ##########	◔	◑	◔	◑	◔	◑	◔	◑	◔	◑
#####	◔	◔	◔	◔	◔	◔	◔	◔	◔	◔
#######	◔	◔	◔	◔	◔	◔	◔	◔	◔	◔
######## #####	◔	◔	◔	◔	◔	◔	◔	◔	◔	◔
########	◔	◔	◔	◔	◔	◔	◔	◔	◔	◔
Última Atualização: 08/05/2023	LEGENDA:				Não sabe fazer ○	Em formação ◔	Executa com Supervisã ◑	Executa de Forma Autónoma ◕	Sabe Ensinar ●	

Figura E.4: Exemplo Matriz de Competências Embalagem

E.5 Standard Final SMED Embalagem

	Operador da Blisteradora		Tempo	Operador da Encartonadora		Tempo	Técnico da Manutenção		Tempo	Operador da Limpeza		Tempo
00:00 – 00:10	E	Terminar processo	00:21	E	Terminar processo	00:21						
00:15 – 00:30	I	Retirar Materiais para devolução	00:13	I	Retirar Materiais para devolução	00:13						
00:35 – 00:45	I	Desmontar peças do alimentador	00:17	I	Limpeza da máquina e da área	00:58				I	Limpeza da sala	00:48
00:50 – 01:15	I	Limpeza das peças do alimentador	00:26									
01:20 – 01:25	I	Confirmação limpeza pelos supervisores	00:10				I	1ª Afinação encartonadora	01:13			
01:30 – 01:55	I	Montagem do alimentador	00:32	I	Confirmação limpeza pelos supervisores	00:10						
				I	Aguardar material novo lote	00:27						
02:05 – 02:25	I	Colocar material de cobertura na máquina	00:26	I	Afinação e teste de arranque wipotec	00:07	I	Desmontagem de peças de formato	00:20			
				I	Levar bulk para a sala	00:16						
02:30 – 02:35	I	Colocar material de formação na máquina	00:13	I	Afinação agrupadora	00:48	I	Montagem de formato	00:23			
02:40 – 02:45	I	Fazer carimbo para novo lote	00:09									
02:50 – 03:00	I	Tirar blisters e acertar PVC/Aluminio	00:15				I	Fazer fita até selagem	00:27			
03:05 – 03:40	I	Operador em Espera	00:45	I	Operador em Espera	00:30	I	Afinação do passo	00:14			
							I	Afinação do corte	00:15			
03:45 – 03:50	I	Chamada da Garantia para confirmação de cartonagem e blisters	00:08	I	Chamada da Garantia para confirmação de cartonagem e blisters	00:08						
03:55 – 04:00	I	Por comprimido na tremonha	00:13	E	Organização da linha para iniciar lote	00:05						
04:05 – 04:10	E	Organização da linha para iniciar lote	00:05	E	Preenchimento do processo	00:10						

Figura E.5: Standard Final SMED Embalagem