

MESG
MESTRADO EM ENGENHARIA
DE SERVIÇOS E GESTÃO

**Melhoria da Eficiência Operacional de uma Linha de Enchimento de
Cerveja**

Manuel Filipe Moreira Soares

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Professor José Manuel Mendonça

Orientador na Empresa: Engenheiro Pedro Costa Pereira



2017-07-01

Resumo

A presente dissertação enquadra-se no Mestrado em Engenharia de Serviços e Gestão da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) e foi realizada em ambiente empresarial, numa empresa do setor de produção de bebidas.

Num contexto de mercados cada vez mais competitivos e com o nível de exigência dos clientes a aumentar, as empresas têm de se adaptar rapidamente às mudanças e às alterações da procura. Para tal, devem focar-se no aumento de qualidade e na redução de custos e tempos, sendo que a melhor forma de se tornarem competitivas nestas vertentes é através da constante otimização de processos.

O objetivo do estágio, que enquadró o trabalho conducente à dissertação, foi o aumento da eficiência de uma linha de enchimento através de ações de redução dos respetivos tempos de mudança e da implementação de estratégias para um melhor funcionamento.

Numa primeira fase do trabalho, efetuou-se um levantamento de informação, nomeadamente através de observação e da participação em diversas atividades do processo de enchimento. De seguida, foram realizadas medições de tempo das atividades desse processo, mais concretamente dos tempos consumidos pelas mudanças de SKU's da linha de enchimento. A análise de toda a informação recolhida permitiu identificar problemas e desperdícios, tendo sido elaborada uma estratégia estruturada em quatro frentes com o objetivo de melhorar a eficiência da linha. A empresa demonstrou intenção de dar continuidade às ações de melhoria que não ficaram completamente finalizadas no decurso do estágio, o que espelha o sucesso desta iniciativa de melhoria contínua.

A aplicação da metodologia SMED e de outras ações de melhoria resultou na redução dos tempos de mudança de tara em um ponto percentual e no aumento da eficiência da Linha 6 em, aproximadamente, 13%.

PALAVRAS-CHAVE

SMED; Mudança; SKU

Improving the Operational Efficiency of a Beer Packaging Line

Abstract

This dissertation is part of the Master in Services Engineering and Management of the Faculty of Engineering of the University of Porto (FEUP), and was held in business environment, in an organization of the beverage sector.

The beverage market is remarkably competitive and with the intensification of costumers' requirements, companies have to adapt quickly to the changes and evolution of the market. These firms should focus on increasing quality and reducing costs, being that the best way to become competitive is through the constant optimization of production processes.

The main goal of this project was to increase the efficiency of a beer packaging line (Line 6), mainly by the reduction of packaging changeovers.

The first step of this work consisted of data collection, namely through the observation and participation on the different activities of the filling process with further time measurements of the activities performed, more specifically of the SKU's changeover. By the analysis of this data, different issues and kinds of waste have been identified, and a strategy divided into four steps was developed to address them. Unicer demonstrated the intention to continue all the actions that were not completely achieved in the course of the internship, which confirms the success of this continuous improvement initiative.

The SMED methodology, along with other improvement actions, resulted in the reduction of the changeover time on a packaging line and consequently in an increase of 6pp (13%) of the efficiency of the Line 6.

KEYWORDS

SMED; Changeover; SKU

Agradecimentos

Gostaria de agradecer à Unicer, empresa onde me senti totalmente integrado, por ter criado todas as condições para o desenvolvimento deste projeto, aprovando prontamente todas as propostas de melhoria por mim apresentadas.

Destaco, no meu agradecimento, a equipa de enchimento pelo fantástico apoio que me ofereceu, sem o qual este trabalho não seria possível. Assim, o meu obrigado ao Albino Marques, à Fátima Henriques, ao José Miguel Beira, ao Licínio Sousa, ao Paulo Teixeira, ao Rui Almeida e ao gestor desta excelente equipa, o Engenheiro Paulo Magalhães, pelo apoio e confiança que depositou em mim desde do início.

Em particular, um obrigado ao meu orientador de empresa, Pedro Costa Pereira, que, desde o primeiro dia, garantiu a minha integração e me apoiou sempre que necessário, depositando permanentemente confiança no meu trabalho, fazendo com que pudesse desenvolver as ações na linha de forma responsável, o que veio a propiciar o meu crescimento profissional.

Gostaria de agradecer a todos os colaboradores da Linha 6, pelo seu apoio, essencial para o sucesso deste projeto.

Agradeço ao meu orientador, Professor José Manuel Mendonça, pela sua permanente disponibilidade e fundamental ajuda.

Por último, um especial obrigado à Kika, aos meus pais, irmãos e amigos, por me terem proporcionado excelentes condições para o meu sucesso.

Conteúdo

1. Introdução	1
1.1 Contexto do Projeto	1
1.2 Descrição do Problema.....	1
1.3 Objetivos do Projeto.....	1
1.4 Estudo e Desenvolvimento do Projeto	2
1.5 Temas Abordados e sua Organização na Presente Dissertação.....	2
1.6 Organização do Presente Relatório	2
2. Conteúdo Teórico – Estado da Arte.....	3
LEAN	3
OEE	4
SMED	6
3. Caracterização do problema	8
3.1 Contexto do problema:.....	8
3.2 Análise Crítica da Situação Atual	10
3.3 Diagnóstico e Identificação de Problemas	13
3.4 Metodologia.....	18
4. Desenvolvimento de Propostas de Melhoria	20
4.1 Intervenção em 4 Fases:.....	20
4.2 As 4 fases:	21
4.2.1 Ações de Melhoria na Linha:	21
4.2.2 Formação SMED:	23
4.2.3 Implementação da Metodologia SMED na Encartonadora (Kisters).....	24
4.2.4 Melhoria Contínua	30
5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	33
5.1 Resultados da Implementação da Metodologia SMED na Encartonadora (Kisters)	34
5.2 Análise dos Dados	34
5.3 Conclusões e Trabalhos futuros:.....	38
Referências	39
Anexo A – Processo de Enchimento da Linha 6.....	41
Anexo B – Ficha de Caracterização da Rotuladora	43
Anexo C – Formação SMED	44
Anexo D – Classificação das Atividades de uma Mudança da Encartonadora Kisters	48
Anexo E – Construção da Plataforma na Entrada da Kisters	49
Anexo F – OEE por Semana.....	50

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Número de mudanças por equipamento. Dados até maio de 2017	17
Tabela 2 - Diferentes referências produzidas na Kisters	25
Tabela 3 - Conteúdo do “quadro de melhoria do funcionamento da linha” implementado	30
Tabela 4 - Formato final do “quadro de melhoria do funcionamento da linha”	31
Tabela 5 - Exemplo de perdas de eficiência	31
Tabela 6 - N° de mudanças por mês de 2016 e 2017	34
Tabela 7 - Número de mudanças e percentagem de OEE	35

Lista de Figuras

Figura 1 - Forma de cálculo do OEE.....	5
Figura 2 - Redução gradual do tempo de mudança	6
Figura 4 - Logotipo da Unicer	8
Figura 3 - Unicer em números.....	8
Figura 5 – Algumas marcas produzidas da Unicer.....	9
Figura 6 - Linha 6.....	10
Figura 7 - Layout Linha 6.....	10
Figura 8 - Perda de eficiência durante uma troca de referência de produto	13
Figura 9 - Gráfico de perdas e OEE Linha 6 – (Referente a 2016).....	14
Figura 10 - Componentes OEE.....	14
Figura 11 - Diferentes tipos de taras enchidas na Linha 6.....	15
Figura 12 - Enchedora a realizar uma mudança	16
Figura 13 - Percentagem de mudanças e de OEE desde 2013.....	16
Figura 14 - Excerto de um plano semanal de enchimento.....	17
Figura 15 – V Gráfico para a Linha 6	18
Figura 16 - Exemplo de problemas de rotulagem.....	22
Figura 17 - Formação SMED	23
Figura 18 - Matriz de Prioridades.....	24
Figura 19 - Valores e indexadores para referências da Kisters	26
Figura 20 - Soluções para melhorar a atividade de troca de pás	28
Figura 21 - Plataforma Kisters (Encartonadora).....	29
Figura 22 - Implementação do “quadro de melhoria do funcionamento da linha”	30
Figura 23 - Velocidade real vs Velocidade nominal dos equipamentos.....	32
Figura 24 - Quadro duas semanas após implementação.....	33
Figura 25 - Número médio de lotes por ano.....	35
Figura 26 - OEE e Número de mudanças	35
Figura 27 - Detalhe do OEE & percentagem de mudanças.....	36
Figura 28 - % OEE desde janeiro 2016	36
Figura 29 - % Mudanças desde janeiro 2016	36
Figura 30 - OEE planeado face ao real.....	37
Figura 31 - Tempo degradado e tempo de avaria	38

Lista de siglas e abreviaturas

OEE – Overall Equipment Efficiency

SAP – Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados – (Sistema informático de registo de dados utilizado na Unicer)

SKU - Stock-Keeping Unit

SMED – Single Minute Exchange of Die

TMP – Tempo de Mudança de Produto

TP – Tara Perdida

TR – Tara Retornável

TT – Trabalhador Temporário

1. Introdução

No âmbito do estágio curricular que faz parte integrante do curso de Mestrado em Engenharia de Serviços e Gestão da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, foi realizado um projeto na empresa Unicer, centrado na “Melhoria da Eficiência Operacional de uma Linha de Enchimento de Cerveja”.

1.1 Contexto do Projeto

No atual contexto de negócios, as empresas têm de estar em constante adaptação, devido ao aumento da competitividade da concorrência e às mudanças dos mercados, bem como à, sempre crescente, exigência dos clientes. Torna-se, portanto, necessário que as empresas consigam aumentar a flexibilidade e a eficiência operacional, e diminuir o tempo de resposta, fatores de desempenho que influenciam diretamente a sua posição no mercado. Deste modo, é assegurada uma atitude de adaptação à mudança, com foco na satisfação dos clientes, garantindo um elevado nível de competitividade através da redução de custos e desperdícios, aliada a um aumento da produtividade sem que a qualidade dos produtos se ressentia. Em Portugal, o mercado é dominado por duas destacadas marcas de cerveja, em constante concorrência, o que leva a que a Unicer, empresa onde o estágio decorreu, tenha que se focar nos objetivos referidos anteriormente.

1.2 Descrição do Problema

Um dos problemas identificados nas linhas de enchimento é a perda de eficiência, resultante do elevado número de referências produzidas, e decorrente da grande quantidade de tempo em que a linha se encontra parada devido a mudanças. Por esta razão, a Linha 6 da fábrica de Leça do Balio tem uma perda de eficiência maior do que as outras linhas de enchimento da fábrica. Foi neste âmbito que surgiu a oportunidade para o desenvolvimento de um projeto de melhoria onde se enquadra o trabalho desenvolvido para a presente dissertação: **Melhoria da Eficiência Operacional de uma Linha de Enchimento de Cerveja**. Este projeto fundamentou-se na análise de todos os fatores que limitam a eficiência da linha, e na aplicação de ferramentas como o SMED¹ (*Single Minute Exchange of Die*), que visa diminuir o tempo necessário nas mudanças entre os vários produtos de uma linha de produção, bem como na aplicação de outras estratégias que com o objetivo de aumentar a eficiência da linha.

1.3 Objetivos do Projeto

O objetivo principal do projeto consistiu pois no aumento da eficiência operacional da linha de enchimento número 6, da fábrica de Leça do Balio da Unicer. Para isso, foi fundamental o estudo da linha, bem como uma forte interação com os colaboradores que nela trabalham, de forma a perceber onde seria mais pertinente intervir. A Linha 6 apresentava uma elevada percentagem de tempo gasto em mudanças de produto, particularmente acentuado na Encartonadora, o que levou à implementação do método SMED nesse equipamento. Dar formação às equipas da Linha 6 e inculcar à prática de um processo de melhoria contínua, foram outros dos objetivos deste projeto.

¹ SMED - Single Minute Exchange of Die

1.4 Estudo e Desenvolvimento do Projeto

O projeto iniciou-se com um acompanhamento diário da linha, sempre com o apoio necessário por parte do orientador do estágio na empresa, responsável pela Linha 6, com o objetivo de observar, analisar e compreender o funcionamento da linha de enchimento. Este acompanhamento diário permitiu a rápida integração do autor junto das pessoas envolvidas no processo e também uma primeira percepção das carências da linha.

Após esta fase inicial, que incluiu o apoio em diversas tarefas do dia-a-dia de gestão da linha, procedeu-se à análise dos dados históricos da Linha 6, recorrendo ao Jornal de Bordo (programa de base de dados de gestão da linha) e à plataforma SAP². Esta análise possibilitou a extração de informação que sustenta a investigação dos problemas e fontes causadores de maior impacto como, por exemplo, a demora dos tempos de mudanças, a reduzida eficiência nas três horas após mudanças, e o facto de a velocidade dos equipamentos ser inferior ao que deveria ser.

1.5 Temas Abordados e sua Organização na Presente Dissertação

Após uma breve introdução, é apresentada uma fundamentação teórica obtida pela pesquisa de artigos e bibliografia. Alguns dos temas abordados são o fluxo contínuo numa cadeia de valor *lean*, que foi uma das principais filosofias adotadas no decorrer do projeto, seguido de algumas ferramentas mais específicas para garantir o sucesso do mesmo. Entre estas ferramentas, é apresentado o *SMED* e o seu funcionamento como um dos principais instrumentos para o desenvolvimento do projeto. Servindo este conceito de base, são apresentadas outras ferramentas, como o OEE³. Após esta fase de diagnóstico, são enumeradas algumas ferramentas para melhorar o fluxo e colmatar os problemas identificados.

1.6 Organização do Presente Relatório

A dissertação é composta por cinco capítulos, tendo este primeiro o objetivo de contextualizar o projeto, apresentar a empresa e descrever o método de estudo utilizado.

No capítulo seguinte, apresenta-se o Estado da Arte, através da revisão de literatura sobre os principais conceitos e metodologias que sustentaram o trabalho realizado.

O terceiro capítulo descreve o objeto do estudo, demonstrando a situação em que este se encontrava quando o projeto se iniciou. É também exposto o funcionamento da linha de enchimento e a análise das medições realizadas.

O capítulo quatro foca-se nos problemas identificados na empresa ao longo do estudo, sendo apresentados os pontos principais de intervenção, e descritas as soluções a implementar e as metodologias a usar para aumentar a eficiência operacional da linha.

Por fim, no quinto e último capítulo, encontram-se as análises e discussão dos resultados, bem como as perspectivas de trabalho futuro.

² SAP – Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados

³ OEE - Overall Equipment Effectiveness

2. Conteúdo Teórico – Estado da Arte

LEAN

O conceito Lean Production, literalmente “Produção Magra” surgiu da publicação do livro “*The Machine That Changed The World*” (Womack, Jones, & Roos, 1990). Segundo Womack et al. (1990), a empresa japonesa Toyota estava determinada a entrar rapidamente na indústria automóvel, pretendendo combater os efeitos adversos trazidos pela guerra. Com a escassez de recursos e grandes níveis de competição no mercado externo, tiveram de arranjar soluções alternativas para a produção de veículos.

Nessa mesma altura, expandia-se rapidamente, nos mercados Norte-Americano e Europeu, o modelo de produção implementado por Henry Ford, *Mass Production*, ou produção em massa, que alterou os paradigmas de produção artesanal, em vigor na época. Segundo D. Carvalho (2008), este modelo era caracterizado por uma baixa variabilidade em elevadas quantidades, o que oferecia taxas elevadas de produção por trabalhador, e produtos a preços mais competitivos.

Em 1950, nasce na Toyota um modelo de sistema de produção adaptado ao de Henry Ford, denominado *Toyota Production System* (TPS)⁴. Segundo J.P. Pinto (2008), este novo modelo tinha o seu foco na satisfação do cliente e na eliminação de desperdícios, assim como na implementação da filosofia de melhoria contínua (*kaizen* em japonês), modelo simples de compreensão, mas exigindo outro envolvimento e participação de todos os colaboradores da empresa.

Segundo Womack, et al. (1990), o TPS permitiria diminuir o espaço utilizado para produção, o esforço dos colaboradores, bem como reduzir as quantidades em *stock* e o investimento em ferramentas, conseguindo ainda desenvolver o produto em metade do tempo.

Segundo Ohno (1997), os princípios da produção em massa não se ajustavam à difícil situação económica e ao mercado. Surge, então, a “Produção Magra”, com princípios diferentes dos da produção em massa, particularmente no que respeita à gestão dos materiais (matérias-primas, produtos em processo, componentes, conjuntos e produtos acabados) e à otimização do trabalho humano das fábricas. Alguns alicerces desse novo processo produtivo, como o Just-in-Time, a autonomização (automação com um toque humano), a polivalência dos trabalhadores, o zero defeito, o *kaizen*, o SMED, a produção em pequenos lotes, entre outros, passaram a ser os elementos do novo paradigma que se vinha afirmando.

A abordagem *lean* pode ser vista como um conjunto integrado de princípios, práticas, ferramentas e técnicas, projetados e desenvolvidos com o objetivo de resolver as causas raiz da falta de desempenho num processo produtivo. É uma abordagem sistemática para com o objetivo de eliminar perdas de toda uma cadeia de valor, de forma a diminuir diferença entre o desempenho real do processo produtivo da empresa e o exigido pelos clientes e *shareholders*.

⁴ TPS – Toyota Production System

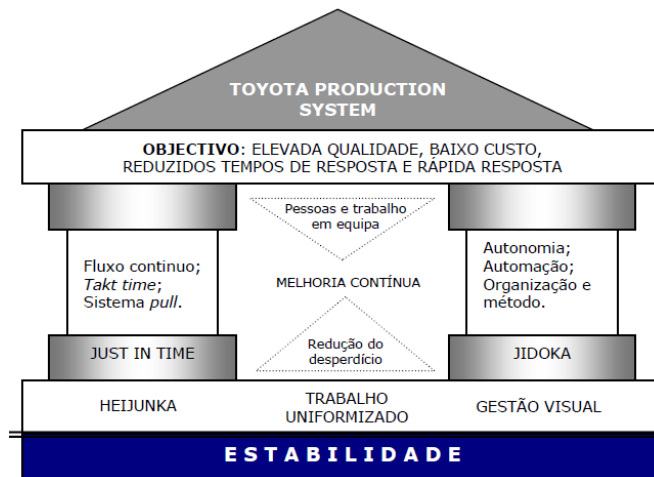


Ilustração 1 - Casa do Toyota Production System (adaptado de Liker J. K. (2004) e Pinto (2008))

Segundo Yingling, Detty, and Sottile Jr (2000) os seus objetivos são:

Máxima satisfação do cliente

Envolve um conhecimento profundo das necessidades e valores do cliente, a fim de desenhar o produto e conduzir o processo de forma a satisfazê-las. Isto implica tanto os aspetos de qualidade, funcionalidade e preço, como os da quantidade e dos tempos de entrega.

Eliminação total de desperdício

Cada passo do processo produtivo é examinado minuciosamente de forma a garantir que é acrescentado valor na perspetiva do cliente. Qualquer atividade que não o faça é considerada desperdício, ou *muda*, e é adotada uma ação para a eliminar. Os sete tipos de desperdício mais comuns são: sobreprodução, *stocks*, produção de defeitos, operações ineficientes, transporte, inspeção e criatividade humana não explorada para o melhoramento de operações. Existem duas categorias de desperdícios; os necessários para levar a cabo as operações de produção atuais e os que não são necessários, devendo os segundos ser eliminados imediatamente.

Máximo respeito pela dignidade humana no processo produtivo

As empresas que adotam as metodologias *lean* veem os colaboradores como o seu maior ativo e procuram afincadamente estabelecer um ambiente de trabalho seguro e gratificante onde eles possam evoluir. Os colaboradores são valorizados pelo seu intelecto e não pelas suas mãos, tanto para seu próprio benefício como para o do empregador, uma vez que se espera que contribuam intelectualmente para os processos de melhoria.

OEE

O OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), ou rendimento operacional global, é uma ferramenta que tem como objetivo medir a eficiência de equipamentos em utilização. Através do seu cálculo é possível identificar as principais causas que afetam o rendimento de um determinado equipamento. Segundo Nakajima (1988), estas perdas podem ser divididas em seis grandes grupos, conhecidas como as “Seis Grandes Perdas”:

- Perdas por avarias do equipamento;
- Perdas por mudanças de *setup*;
- Perdas por paragens temporárias / microparagens;
- Perdas por redução da velocidade de produção;
- Perdas por defeitos e/ou retrabalhos;
- Perdas no arranque do equipamento.

As “Seis Grandes Perdas” encontram-se refletidas nas três componentes utilizadas para o cálculo do OEE:

$$\text{OEE} = \text{DISPONIBILIDADE} \times \text{DESEMPENHO} \times \text{QUALIDADE}$$

Figura 1 - Forma de cálculo do OEE

Estas três componentes incluem as seis principais fontes de perdas que são descritas por Sharma, Kumar, and Kumar (2006) O. Ljungberg (1998).

Disponibilidade: tempo de operacionalidade do sistema produtivo.

As perdas de disponibilidade podem ser consideradas como:

- *Não-Planeadas*: aqui constam as avarias de equipamentos e falta de materiais;
- *Planeadas*: mudanças de ferramentas ou produto, em que é necessária a paragem do sistema produtivo.

Desempenho: tempo de operação à velocidade nominal do equipamento. As perdas são devidas à influência de fatores que façam o sistema produtivo operar abaixo da velocidade máxima, como:

- *Micro-paragens*: produção interrompida temporariamente (não superior a 10 minutos);
- *Perdas de velocidade*: quando o sistema produtivo não opera à velocidade máxima, devido a mau manuseamento dos equipamentos ou a processos ineficientes.

Qualidade: tempo em que o sistema produtivo está a produzir produtos conformes, que vão de encontro aos parâmetros de qualidade.

Quando existe produto que não cumpre os parâmetros de qualidade estabelecida isto pode ocorrer devido a:

- *Perdas no arranque*: ocorrem aquando do arranque dos equipamentos, enquanto o sistema produtivo ainda não se encontra estabilizado;
- *Produção de Sucata e retrabalho*: perdas de volume da produção total devidos a produtos com defeito ou retrabalho de produtos devido ao mau estado dos equipamentos ou à falta de normalização dos processos.

SMED

O acrónimo SMED significa *Single Minute Exchange of Die*, normalmente descrito como troca rápida de ferramentas. O objetivo deste método passa por reduzir o tempo de mudanças entre referências numa linha de produção. Este método permite alterar o produto de uma linha de produção de uma maneira rápida e eficiente, o que permite uma maior flexibilidade da instalação industrial e, ao mesmo tempo, reduzir custos.

O conceito de SMED nasceu nos finais da década de 50, inícios da década de 60, quando Shigeo Shingo, engenheiro na Toyota, tentava calcular qual a quantidade ideal de produtos que cada lote deveria ter de forma a minimizar custos e reduzir o tempo de *setup* entre operações. *Setup* é definido como o tempo decorrido pelo conjunto de operações entre o último produto conforme de um lote e o primeiro produto conforme de um novo lote de produção (McIntosh, Owen, Culley, & Mileham, 2007).

A aplicação desta ferramenta é de grande importância pois, reduzir os tempos *setup*, significa fazer com que o sistema produtivo pare menos vezes, sustentando o seu nível de operacionalidade. Quanto maior for o tempo de *setup*, maior terão de ser os lotes económicos de produção, o que resulta num maior *stock* de produto acabado, o que, por sua vez, se traduz em esforço e custos extra, como a necessidade de mais espaço de armazém, mais mão-de-obra e existência de um maior risco de danos nos produtos finais.

A metodologia é usada como elemento de Total Productivity Maintenance (TPM) e também no processo de melhoria contínua em vários estudos científicos, com base na filosofia Lean Manufacturing (Kumar, 2012) (Almeida, 2014)

Muitos autores referem-se ao “SMED” como uma ferramenta, metodologia ou conceito, pois o SMED é considerado uma ferramenta de melhoria que por sua vez tem a sua metodologia de implementação.

Etapas do SMED

Segundo o próprio S. Shingo (1985), “o SMED é uma abordagem científica para a redução do tempo de *setup*, que pode ser aplicada em qualquer unidade industrial e qualquer máquina”. Segundo o autor, o método deve ser aplicado faseadamente, sendo as fases que o compõem apresentadas em seguida:

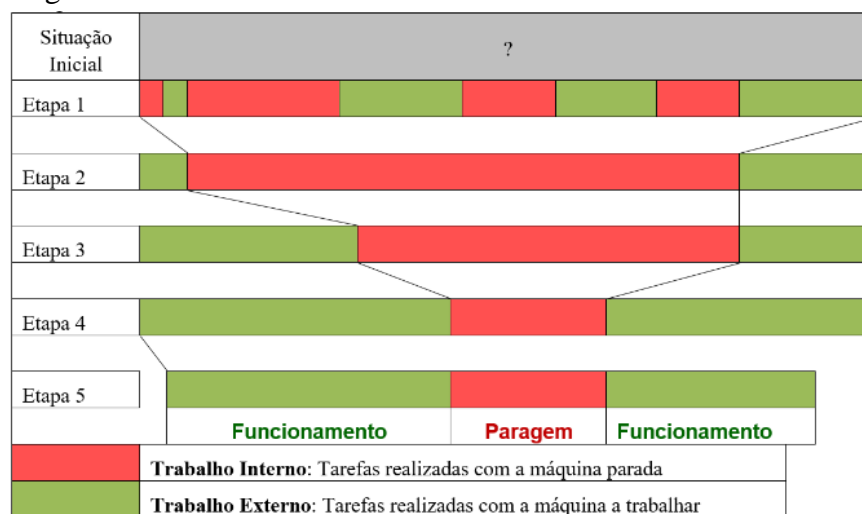


Figura 2 - Redução gradual do tempo de mudança (Adaptado do livro "Kaizen in Logistics & Supply Chains)

Segundo este autor, para a implementação do método SMED é necessário ter em consideração três estágios conceptuais. Inicialmente, Shingo estudou as operações; posteriormente, separou as tarefas internas das externas, de seguida, fez a conversão das atividades internas em externas, e, por último, verificou as tarefas.

- **Separação:** numa primeira fase, é necessário fazer a identificação e separação das atividades. Shingo (1985) divide as atividades em duas categorias:
 - **Atividades Internas:** atividades que só podem ser realizadas quando o equipamento se encontra parado;
 - **Atividades Externas:** atividades que podem ser realizadas com o equipamento em funcionamento.

Para o registo das tarefas executadas, é aconselhável utilizar o cronómetro para o registo de tempos e recomendada captação de todos os movimentos efetuados através de uma camera, sendo, desta forma, possível fazer posteriormente uma descrição detalhada de todas as atividades. S. Shingo (1985) considera este passo o mais importante do SMED, pois há várias atividades que podem ser realizadas com os equipamentos em funcionamento e muitas vezes não o são, porque os operadores esperam pela paragem dos equipamentos para realizar todas as atividades de mudança.

- **Conversão:** uma vez feita a distinção entre atividades internas e externas, procede-se à conversão do máximo número de tarefas internas em externas. Ao diminuir o número de tarefas internas, reduz-se o tempo em que o equipamento se encontra parado.
- **Simplificação:** depois de definida a ordem de realização de atividades e separadas as atividades internas das externas, todos os aspetos do processo de mudança devem ser simplificados.
 - **Simplificação das atividades internas:** a simplificação destas atividades deve ser abordada primeiro, pois é a duração destas que define o tempo de paragem dos equipamentos. Formas eficientes de o fazer podem passar pelo uso de fixadores rápidos, usando ferramentas mais eficientes, processos mecanizados para configurações e ajustes, e paralelização das atividades (Shingo, 1985).
 - **Simplificação das atividades externas:** simplificando estas atividades, é diminuído o esforço requerido para a preparação e processo de mudança. Isto pode ser conseguido atacando áreas como o local onde as ferramentas estão guardadas e a forma como as ferramentas e peças são transportadas.

Análise crítica do método SMED

Ao referir-se à sua aplicabilidade S. Shingo (1985) define SMED como: “abordagem científica para redução do setup, que pode ser aplicada a qualquer fábrica ou equipamento”. De acordo com esta afirmação, a implementação da metodologia SMED poderá não ser compatível com determinados requisitos económicos, técnicos e organizacionais. Reach (2004), ao realizar um estudo numa metalúrgica, considera que existe negligência na implementação do SMED com foco nos problemas organizacionais, nomeadamente, na preparação estratégica, inexistência de reuniões periódicas e falta de formação do operador em relação à metodologia (Sugai, McIntosh, & Novaski, 2007). criticam o facto de Shingo se focar unicamente em prensas e injetoras.

3. Caracterização do problema

3.1 Contexto do problema:

Apresentação da Empresa - Identificação e localização

A Unicer Bebidas, S.A. localiza-se em Leça do Balio – Matosinhos. A Unicer (sigla que significa União Cervejeira), com cerca de 120 anos de existência, é a maior empresa do ramo das bebidas em Portugal.



Figura 4 - Logotipo da Unicer



Figura 3 - Unicer em números

A empresa opera no ramo da indústria alimentar, assentando a sua atividade principal no negócio das cervejas e águas engarrafadas, mas estando também presente em segmentos como refrigerantes, sidras, vinhos, produção e comercialização de malte, e na área do turismo. Conta atualmente com 1350 colaboradores, distribuídos por oito centros de produção em Portugal, exportando mais de 250 milhões de litros para cinquenta países.

Em 2012, foi iniciada a construção de uma nova fábrica em Leça do Balio, permitindo assim concentrar toda a produção de cerveja da Unicer, com uma capacidade de 450 milhões de litros/ano. Como consequência, foi mais tarde encerrado o centro de produção de cerveja de Santarém. Terminadas as obras de renovação e expansão das linhas de enchimento em Leça de Balio, esta nova fábrica tem linhas de enchimento de garrafas com uma capacidade total de 240 mil garrafas/hora, duas linhas de barril, uma de tara perdida com uma capacidade de 150 barris/hora e outra de tara retornável com uma capacidade de enchimento de cerca de 550 barris/hora.

Atualmente, no polo industrial I em Leça do Balio, são produzidos vários tipos de cerveja, aos quais estão ligadas algumas marcas, sendo a mais famosa a Super Bock, nascida em 1927. Esta marca é considerada a cerveja de seleção em Portugal e é a cerveja portuguesa mais vendida mundialmente.

Dentro da marca Super Bock, é possível encontrar inúmeros tipos de cerveja, como a Original, Classic, Stout, sem Álcool, Abadia, Green, sem Álcool Preta e Seleção 1927. Outras cervejas, também produzidas no centro de produção de Leça do Balio, são a Carlsberg, Cristal, e Marina.



Figura 5 – Algumas marcas produzidas da Unicer

Relativamente ao negócio das águas, a Unicer possui vários centros de captação e engarrafamento. Em Castelo de Vide realiza-se a captação das águas Vitalis, na Serra do Caramulo, a água do Caramulo, em Melgaço, a Água Mineral Natural de Melgaço e em Pedras Salgadas procede-se à captação de águas gasocarbónicas naturais de Pedras Salgadas e Vidago.

3.2 Análise Crítica da Situação Atual

O desenvolvimento deste projeto teve lugar na Linha 6 do Serviço de Enchimento, do Departamento de Produção no polo industrial I da Unicer, em Leça do Balio. Havia uma necessidade de melhoria da eficiência operacional da linha em questão, pois era a que apresentava menor OEE e uma taxa de tempo de mudança elevada relacionado com o vasto número de referências diferentes que produz, comparativamente com o resto das linhas de enchimento.



Figura 6 - Linha 6

Funcionamento da Linha 6

Nas secções seguintes deste capítulo, será abordado o funcionamento da Linha 6, dando a conhecer o seu *layout*⁵, explicando o modo de trabalho, e detalhando todos os seus processos de produção. Serão também apresentadas as referências produzidas na linha, bem como o modo de avaliação do desempenho da mesma. De seguida, explicar-se-á e será descrito como são realizados os processos de mudança da linha, fazendo posteriormente uma análise crítica ao sistema produtivo, que inclui um diagnóstico e técnicas de observação, e recolha de informação para identificação de problemas.

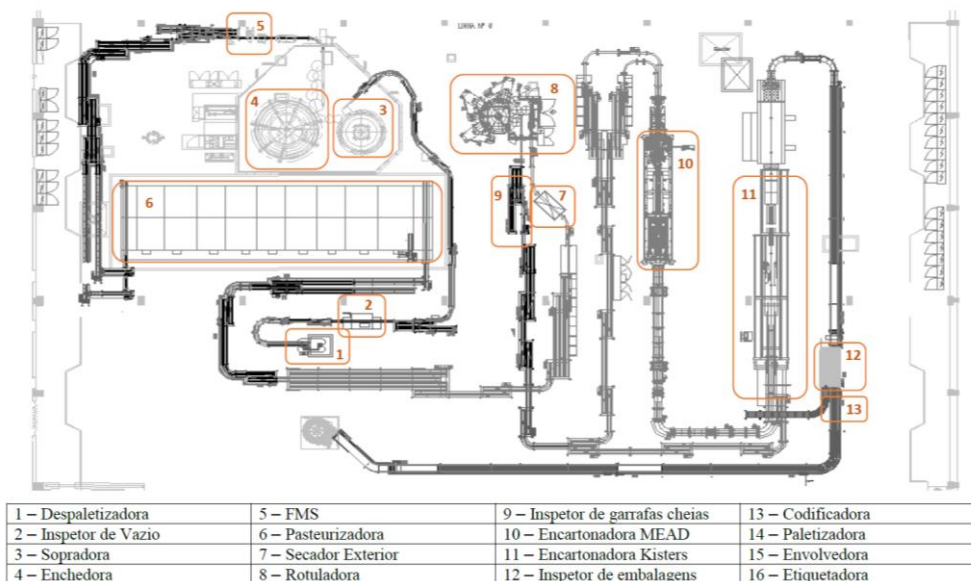


Figura 7 - Layout Linha 6

⁵ Layout- Modo de distribuição e arranjo dos elementos gráficos num determinado espaço ou superfície.

Etapas do Processo de Enchimento

O processo de enchimento é constituído por um conjunto de subprocessos que a seguir se apresenta de forma sucinta.

Despaletização: Na primeira fase, o vasilhame novo que chega de diferentes fornecedores é despaletizado mecanicamente e colocado nos tapetes de transporte.

Inspeção de Garrafas Vazias: O vasilhame passa depois por um equipamento designado de Inspetor de Vazio. A inspeção de garrafas garante a ausência de contaminação física e química das garrafas de vidro antes do enchimento. Esta inspeção consiste na passagem por um inspetor eletrónico que deteta objetos estranhos, líquido residual, ou defeitos de vasilhame. As garrafas não conformes são rejeitadas automaticamente.

Sopragem de garrafas: As garrafas TP⁶ são seguidamente sujeitas a sopragem com ar comprimido tratado. Este processo serve para assegurar que as garrafas estão completamente livres de contaminação por poeiras.

Enchimento e Capsulagem: Nesta fase é efetuado o enchimento e a capsulagem da garrafa de cerveja, respeitando a condicionante tecnológica, a fim de garantir a qualidade do produto e a segurança dos consumidores. A água da rede para espumagem é aquecida com uma resistência elétrica para reduzir o nível de oxigénio. O objetivo desta espumagem é retirar o oxigénio desenvolvido no *head space* (zona do gargalo) da garrafa antes da capsulagem e, ao mesmo tempo, evitar a entrada de oxigénio do exterior para evitar a oxidação da cerveja.

FMS⁷: Após o enchimento e a imediata capsulagem, existe uma inspeção do nível da altura do enchimento e da presença/ausência de cápsula. Perante o não cumprimento destes critérios, as garrafas são automaticamente rejeitadas.

Pasteurização: Este processo destina-se a garantir a estabilidade microbiológica do produto. A fonte de energia utilizada para o aquecimento da água dos banhos do pasteurizador é água quente proveniente do sistema de cogeração de energia. O tipo de pasteurização usado em garrafas de vidro é a pasteurização em túnel, que consiste no aquecimento gradual da temperatura ao longo do processo. Vai desde os 20°C até aos 60°C, e depois volta à temperatura ambiente. O processo completo de pasteurização tem uma duração de aproximadamente 60 minutos.

Secagem exterior de garrafas: Nesta fase, um soprador local retira as gotículas de água existentes junto à cápsula para evitar que esta ganhe ferrugem.

Rotulagem e codificação: A rotulagem identifica o produto de acordo com os requisitos definidos para o efeito, nomeadamente no que respeita à informação ao consumidor e à imagem do produto. Recorre-se ao uso de gargantilha, rótulo e contra-rótulo. Os produtos são codificados com o lote e data de validade, através de marcação laser.

Inspeção de garrafas cheias: Esta inspeção tem por objetivo garantir o volume especificado de cerveja na garrafa (nível), sendo também controlada a existência de gargantilha, rótulo, contra-rótulo e cápsula. Em caso de rejeição, a cerveja é enviada para reprocessamento, bem como o vasilhame rejeitado.

⁶ TP – Tara perdida

⁷ FMS - Filing management system

Embalamento Secundário: As garrafas são embaladas de acordo com as unidades de venda indicadas no Plano de Enchimento. Neste ponto há dois caminhos que as garrafas cheias podem seguir: embalagem em caixas ou em packs. Para o embalagem de garrafas em caixas, aquelas passam por uma máquina denominada de “Kisters⁸”, enquanto o embalagem em pack é realizado na máquina designada “MEAD⁹”. No entanto, em ambos os casos as garrafas acabam todas por passar na Kisters, uma vez que é neste equipamento que se faz o envolvimento dos packs em filme retrátil, ou o embalagem dos packs em caixa.

Inspeção de embalagens cheias: Esta inspeção, através da análise do peso, tem como objetivo garantir que a embalagem secundária contém todas as unidades individuais. No caso de ocorrer uma inspeção não conforme, as garrafas individuais podem voltar a ser reprocessadas para embalagem secundário.

Codificação de embalagens: As embalagens são codificadas com o lote de validade.

Paletização: As embalagens cheias são paletizadas de acordo com a matriz de paletização.

Envolvimento: As paletes são envolvidas em filme estirável.

Identificação de Paletes: A etiquetagem de palete tem como objetivo identificação de cada palete individualmente, garantindo assim a sua identificação e rastreabilidade.

No anexo A é possível visualizar graficamente todo o processo do enchimento da Linha 6.

Modo de Trabalho

A Linha 6 trabalha sob o regime de laboração contínua em turnos de 12 horas. Possui quatro equipas, sendo cada uma constituída por um coordenador e três operadores, cada um destes alocado a uma zona da linha.

O início e fim de linha estão subcontratados a uma empresa prestadora de serviços. No caso de algum elemento da equipa estar ausente, é substituído por um trabalhador temporário (TT¹⁰).

⁸ Kisters – Encartonadora

⁹ MEAD – Embaladora

¹⁰ TT – Trabalhador Temporário

3.3 Diagnóstico e Identificação de Problemas

Desde o início do estágio tornou-se evidente que o principal problema de perda de eficiência da Linha 6 advinha do elevado número de mudança de produto. Acontece que uma mudança não só faz com que a linha esteja parada durante um certo intervalo de tempo, como também exige um período de arranque até chegar à velocidade nominal. Este “tempo de arranque” pode variar e depende da “qualidade da mudança”, ou seja, todas as afinações de parâmetros dos equipamentos que se realizam durante a alteração de produto comprometem a rapidez com que se atinge a velocidade máxima de enchimento. Na figura 8 é possível ver o impacto que uma mudança tem na eficiência de uma linha.

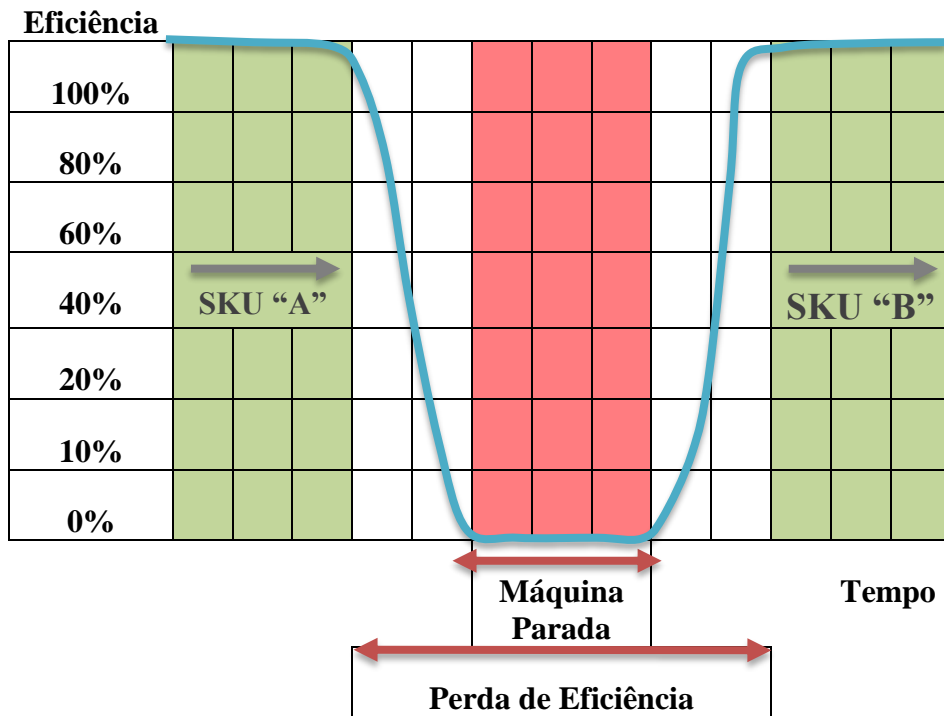


Figura 8 - Perda de eficiência durante uma troca de referência de produto

Através da observação dos processos de mudança, do diálogo com os operadores e com o coordenador da linha, e da análise de documentação existente, foi possível identificar alguns problemas ligados aos processos de mudança. Houve também uma integração do autor nas equipas da Linha 6, onde foi feito trabalho de campo, ou seja, operou como um elemento da equipa, de modo a perceber melhor todos os processos e entender as dificuldades do sistema produtivo.

A acrescer à perda de eficiência decrescente dos tempos de mudança, constatou-se que a linha tem várias perdas de eficiência relacionadas com as trocas de produto que realiza. Como se pode observar na figura 9, o impacto do tempo de mudança no OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) anual é de aproximadamente 9%, sendo que parte do mau funcionamento e de avaria está relacionado com as mudanças ou com a **perda de eficiência de referências que não estão a ser produzidas à velocidade homologada**.

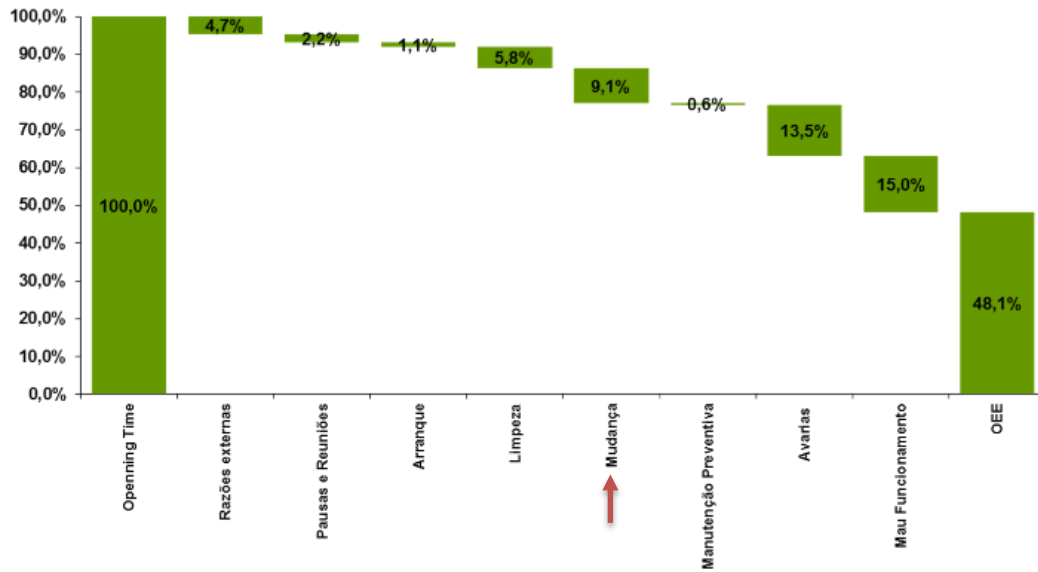


Figura 9 - Gráfico de perdas e OEE Linha 6 – (Referente a 2016)

Como é possível observar, o tempo perdido na realização de mudanças no último ano corresponde a 9,1%, e é sobre esse tempo que vai incidir o objetivo principal da dissertação. O “mau funcionamento” também oferece margem para trabalhos de melhoria. Os componentes que causam impacto no OEE são apresentados na Figura 10 e definidos a seguir.

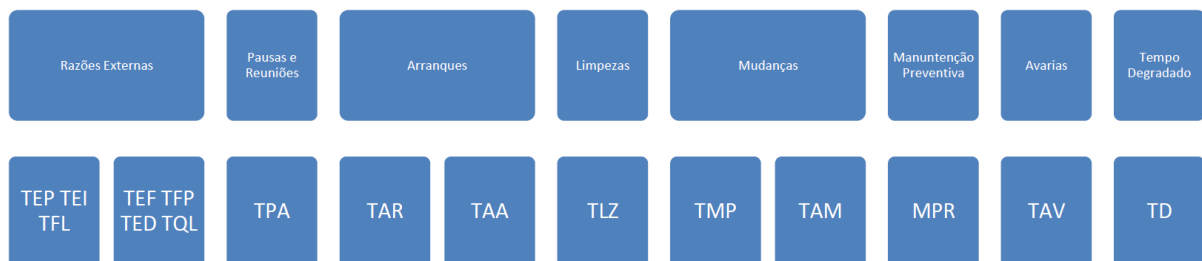


Figura 10 - Componentes OEE

TEP (Tempo de Falta de Embalagem) – tempo de paragem da linha por falta de disponibilidade de material de embalagem, como garrafas de vidro ou caixas;

TEI (Tempo de Embalagem Imprópria) – tempo perdido na produção por paragens e perdas de velocidade atribuídas ao estado do material de embalagem, prejudicando ou impedindo o normal funcionamento dos equipamentos;

TFL (Tempo de Falha Logística) – tempo perdido por falta de abastecimento de garrafas de vidro ou por falha ao retirar produto acabado;

TEF (Tempo de Falta de Energia e Fluidos) – tempo de paragem por falta de energia ou de fluidos que abastecem a linha (CO₂, ar comprimido e água);

TFP (Tempo de Falta de Produto) – tempo de paragem por interrupção do fornecimento de cerveja ou sidra por parte da adega;

TES (Tempo de Testes) – tempo perdido por realização de testes aos equipamentos novos ou testes de novos produtos;

TQL (Tempo de Químicos e Lubrificação) – tempo perdido por falta de lubrificante dos transportadores da linha ou falta de químicos necessários ao funcionamento normal da mesma;

TPA (Tempo de Pausas e Reuniões) – tempo de reuniões planeadas, (reunião de turno), não planeadas e pausas;

TAR (Tempo de Arranque) – tempo que decorre desde o arranque da linha até que sai a primeira paleta de produto acabado; (apenas acontece com falhas de energia ou paragens para revisões)

TAA (Tempo de Atraso no Arranque) – tempo acrescido ao que seria o normal para o arranque da linha;

TLZ (Tempo de Limpeza) – tempo dispendido a fazer a limpeza e higienização da linha (limpeza de turno, limpeza diária, e limpeza semanal);

TMP (Tempo de Mudança de Produto) – tempo de paragem para realização de tarefas associadas à troca de produto;

TAM (Tempo de Atraso à Mudança) – tempo dispendido para além do tempo normal de paragem para mudança;

MPR (Manutenção Preventiva) – tempo dispendido, mas planeado, como por exemplo intervenções preventivas dos serviços de manutenção;

TAV (Taxa de Avaria) – tempo de paragem superior a 10 minutos de algum equipamento, ou tempo acumulado de uma série de pequenas paragens sucessivas num mesmo equipamento;

TD (Tempo Degradado) – tempo que sobra do tempo total e que não é justificado por nenhum dos tempos anteriores.

Mudanças de Produto

Com o passar dos anos, as exigências do mercado têm vindo a aumentar, com impacto direto nas necessidades de adaptação à volatilidade da procura. A Unicer tem, de facto, aumentado bastante a sua versatilidade, de modo a acompanhar as exigências dos seus clientes. Assim sendo, o número de produtos que a Unicer tem para oferecer tem aumentado significativamente, o que se traduz numa maior exigência em termos de flexibilidade nas suas linhas de produção.



Figura 11 - Diferentes tipos de taras enchidas na Linha 6

Processos de Mudança



Figura 12 - Enchedora a realizar uma mudança

Na Linha 6, existem quatro equipamentos críticos num processo de mudança de produto: Enchedora, Rotuladora e as respetivas Embaladora e Encartonadora (MEAD e Kisters). As mudanças na Enchedora compreendem a troca da tara, trocas de tipo de cerveja e trocas de cápsulas. Na Rotuladora, consoante o determinado pelo programa de enchimento, é possível trocar os tipos de rotulagem, sendo eles dependentes da tara e da cerveja. A MEAD é responsável pela produção de qualquer tipo de pack passível de ser produzido na Linha 6. Por último, a Kisters (Encartonadora) realiza mudanças consoante o tipo de pack vindo da produção da MEAD, ou do tipo de caixa a considerar como produto acabado.

A Enchedora, como já referido anteriormente, é o equipamento mais crítico da linha, pois é aquele que define a capacidade homologada da mesma. É, portanto, de extrema importância que este equipamento volte à plena funcionalidade o mais rapidamente possível, de modo a não causar atrasos no sistema produtivo. A Rotuladora é a máquina seguinte a sofrer mudança no seguimento do sistema produtivo. É importante enfatizar que sempre que se realizam mudanças na Rotuladora também se faz mudança na Enchedora. Porém, como as mudanças da Enchedora são sempre mais demoradas que as da Rotuladora, o tempo gasto na Rotuladora não terá impacto direto.

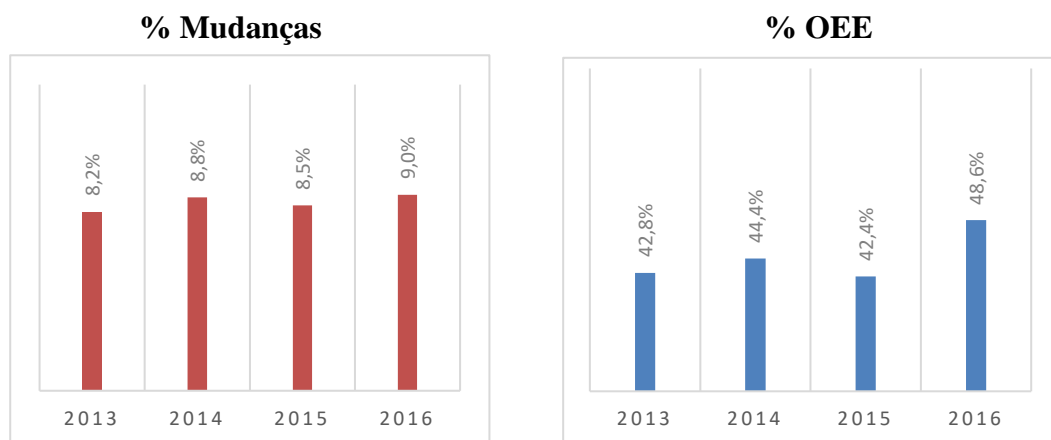


Figura 13 - Percentagem de mudanças e de OEE desde 2013

No processo de mudança de produto, visto na sua globalidade, é importante reter que os equipamentos não sofrem a mudança simultaneamente, mas sim de modo faseado. Inicialmente é feita a mudança na Enchedora, de seguida realiza-se de forma faseada a mudança nos outros equipamentos da linha. É de salientar que se a Enchedora demorar, por exemplo, uma hora a ser mudada, os outros equipamentos terão um *buffer* de uma hora para executar a mudança, não afetando a duração total do processo caso fiquem abaixo desse limite temporal. Deste modo, o tempo que a Enchedora demora é mais significativo do que o dos outros equipamentos pois, por norma, é o equipamento que, na sua mudança, exige mais tempo. A razão de a Kisters ter maior foco e prioridade no processo de melhoria, deve-se à grande percentagem de mudanças que se realizam exclusivamente na mesma. A acrescentar a este facto, a Kisters era o equipamento que apontava maior oportunidade de melhoria nesses mesmos tempos de mudança. Na Figura 14 pode ver-se o excerto de um plano semanal, com o enchimento de quatro referências com dois tipos diferentes de tara e quatro tipos de embalagem distintos, levando a uma necessidade de quatro mudanças na Kisters para apenas duas na Enchedora

IP0192.01

LINHA 6					
DESCRIÇÃO MATERIAL	ORDEM	CÓDIGO	QTD L	QTD UV	QTD CONF UV
SB ORIG. TP 0,25x24 CX EU BP	400000107771	105814025	90.000	15.000	
SB ORIG. TP 0,33x15 CX	400000107748	100804533	247.500	50.000	
SB ORIG. TP 0,33x24 CX CANADA SEMI ACAB	400000107785	4003718	39.600	5.000	
SB SEM ALCOOL TP 0,33x6*4 SH BP	400000107786	270714633	198.000	25.000	
SB GREEN TP 0,33x6*4 SH PULL OFF O	400000107784	250404633	79.200	10.000	

Figura 14 - Excerto de um plano semanal de enchimento

Nos processos de mudança, é importante que os operadores intervenientes sejam metódicos e atentos para que as operações sejam realizadas o mais eficazmente possível. Tornou-se evidente, no período inicial de acompanhamento da linha, que havia elementos mais experientes do que outros, mas, de um modo geral, não conheciam os componentes do OEE ou mesmo o seu significado e, ainda menos, o funcionamento da ferramenta SMED já usada em certos aspetos na linha.

Linha 6	2016	2017
Total Mudanças	452	270
Garrafa	193	102
Embalamento	259	168

Tabela 1 - Número de mudanças por equipamento. Dados até maio de 2017

Velocidades dos Equipamentos

Todas as linhas de enchimento no centro de produção de Leça do Balio têm uma capacidade homologada que corresponde à quantidade de garrafas que conseguem encher por hora. Na Linha 6, essa capacidade é de 45000 garrafas/hora. Na realidade, cada SKU (referência produzida) tem a sua capacidade homologada mas, no caso da Linha 6, a grande parte deles tem uma capacidade de 45000, pelo que se pode generalizar para esse valor. Por sua vez, para determinar a velocidade dos equipamentos da linha é usado um gráfico designado de “gráfico V”, em que o objetivo do seu funcionamento é que a Enchedora esteja à velocidade máxima, ou seja, a 100%, e os outros equipamentos a uma velocidade adequadamente superior.



Figura 15 – V Gráfico para a Linha 6 (Adaptado do livro “Technology Brewing & Malting” (Kunze, 2014))

Este valor é a base para a regulação das velocidades dos equipamentos para uma linha de enchimento. Os transportadores e os *buffers* por eles constituídos serão responsáveis por garantir a acumulação necessária de garrafas, de forma a assegurar o funcionamento em contínuo da Enchedora, máquina que limita a capacidade e que, por sua vez, serve de base para todos os cálculos de eficiência no processo de enchimento.

O gráfico apresentado na Figura 15 mostra o fator de capacidade (f) para equipamentos montados a jusante e a montante de uma enchedora de garrafas.

3.4 Metodologia

A metodologia de investigação mais conveniente para a realização desta dissertação, dado que foi realizada em ambiente empresarial, é a Investigação/Ação ou *Action/Research*, sendo este método caracterizado pela resolução de problemas operacionais em ambientes de constante mudança Coughlan & Coughlan (2002). Segundo Susman (1978) a investigação/ação é um processo cíclico que pode ser dividido em cinco fases:

- **Diagnóstico** – Identificação e definição do problema. Nesta fase inicial foi necessário aprofundar os conhecimentos sobre a área de trabalho, mais propriamente na Linha 6, área de produção inserida no departamento de enchimento, observando todo o processo de enchimento

desta linha. Aqui tornou-se fundamental diagnosticar todos os fatores envolventes nas atividades de mudança, incluindo os operadores da linha e o seu método de trabalho.

- **Plano de Ações** - Considerar planos de ação alternativos para a resolução de problemas. Nesta fase pretendeu-se encontrar alternativas para combater os problemas identificados na fase anterior.

- **Implementação de Ações** – Face aos problemas identificados e ao plano de ações realizado, foram implementadas estratégias e ações que permitissem solucionar as dificuldades encontradas nas tarefas do dia-a-dia da linha.

- **Avaliação** – Estudo das consequências das ações tomadas. Após a implementação de ações, foi efetuada uma análise e comparação de resultados, de modo a perceber as melhorias obtidas face ao estado inicial. Para tal foram definidos KPI¹¹'s (*Key Performance Indicators*) para o acompanhamento do trabalho realizado.

- **Especificação de aprendizagem** – Conclusões gerais e estudos futuros. Nesta última fase foram analisados os resultados finais obtidos, assim como a elaboração de propostas futuras que não tiveram oportunidade de serem implementadas na empresa

¹¹ KPI - Indicador-chave de desempenho

4. Desenvolvimento de Propostas de Melhoria

Neste capítulo serão apresentadas e justificadas propostas de melhoria, tendo como objetivo a resolução dos problemas identificados no capítulo anterior. O trabalho desenvolvido foi estruturado em quatro iniciativas, que podem também ser vistas como fases do processo de melhoria. A primeira foi a implementação de ações de melhoria para um melhor funcionamento da linha. A segunda foi a formação de equipas, uma vez que se constatou desde cedo que o sucesso do trabalho teria de passar necessariamente pela colaboração empenhada dos intervenientes da linha. A terceira iniciativa foi a aplicação da ferramenta SMED, com foco na Kisters que, como se referiu, é o equipamento responsável por encantonar as garrafas ou packs em caixas ou tabuleiros. Por último, deve referir-se o treino dos colaboradores e o acompanhamento diário dedicado às mudanças. Para tal, foi fundamental a sala de reuniões de turno, onde foi instalado um quadro para apoiar as reuniões diárias com o objetivo de debater e procurar solucionar as dificuldades do dia-a-dia.

4.1 Intervenção em 4 Fases:

Ações de Melhoria

Após um período inicial de acompanhamento da linha, durante o qual houve oportunidade de assistir e, por vezes, de participar em inúmeras mudanças de produto, foi possível entender melhor os processos de mudança e as dificuldades inerentes às mesmas. Dessa observação e subsequente análise, surgiram várias ações de melhoria a implementar na linha, ações essas que, de uma forma geral, resultaram no aumento da eficiência da linha, nomeadamente através da criação de melhores acessos a zonas de mudança, do aperfeiçoamento dos sistemas de apertos e da regulamentação do modo como se realizavam certos procedimentos. Numa fase avançada do estágio, surgiu também a oportunidade para fazer uma correção da velocidade real da linha face à homologada para cada referência.

Formação das Equipas

Tornou-se evidente que, para o sucesso da implementação das ações, os elementos das equipas deveriam receber formação e serem incluídos no processo de melhoria contínua. Ficaram assim a par das vantagens da metodologia SMED e treinaram o uso da ferramenta, possibilitando a recolha de feedback relativamente às propostas de melhoria apresentadas.

Implementação da Ferramenta SMED na Encartonadora: Em relação à utilização da ferramenta SMED, a mesma, em determinadas situações, foi adaptada de forma a ir ao encontro das maiores necessidades da linha pois, em vários locais e equipamentos, já se verificava o uso da mesma. No caso da Encartonadora Kisters, a metodologia SMED foi aplicada na íntegra. Antes de serem executados esses passos, foi necessário que a equipa de SMED estivesse focada numa área ou numa máquina, que seriam selecionadas consoante a sua importância (exemplo: onde se realizam mais mudanças de produto? Qual a máquina/linha com menor eficiência?).

Melhoria Contínua

Houve um acompanhamento e treino das equipas através da utilização de um novo quadro, designado por “quadro de melhoria do funcionamento da linha”, implementado pelo autor, adaptado para colmatar falhas existentes e facilitar o cumprimento de certos aspetos dos procedimentos. O objetivo era que a equipa tivesse facilidade em apresentar a solução para um

problema ou uma melhoria de qualquer aspeto e dar continuidade eficaz à sua implementação. Para isto, foi possível contar com o auxílio das reuniões diárias de turno, nas quais se passou a incluir o registo dos problemas no “quadro de melhoria do funcionamento da linha”, criado para o efeito. O acompanhamento da velocidade de cada referência e respetiva análise, caso não estivesse a cumprir a velocidade homologada, também passou a ser feito com auxílio do quadro já referido. De acrescentar que se decidiu incluir um espaço dedicado à limpeza pois, antes de uma mudança acontece com frequência que os componentes necessários para a produção da nova referencia não estejam em conformidade. Por exemplo, as escovas da Rotuladora com cola já dura, por falta de limpeza, irão exigir um maior tempo para que possam ser limpas.

4.2 As 4 fases:

4.2.1 Ações de Melhoria na Linha:

- Atualização da matriz de tempos de mudança:

Problema:

A previsão do tempo de mudança a realizar, era feita usando uma tabela-matriz com todos os tempos padrão de mudança possíveis. Entre os problemas encontrados destaca-se a presença de referências que não existem, pois já foram descontinuados do mercado, fazendo com que a tabela ficasse desatualizada. A matriz antiga era também muito complexa, de difícil consulta, e usava valores diferentes da realidade. Esse sistema acabou por ficar em desuso.

Enchedora		0,33					0,25		0,50XL	1L
		SB	CRISTAL/CHEERS	MARINA/ED. LIM.	ALUMINIO	GREEN	SB	CARLSBERG		
0,33	SB		30	100	165	50	125	155	125	166
	CRISTAL/CHEERS	255		155	155	155	155	155	155	255
	MARINA/ED. LIM.	120	155		195	155	155	155	155	255
	ALUMINIO	205	195	195		215	165	195	165	205
	GREEN	140	140	265	305		265	265	265	305
0,25	SB	125	155	165	175	175		155	125	165
	CARLSBERG	155	155	155	195	175	80		155	255
0,50XL		125	155	155	165	175	125	155		165
1L		165	255	255	205	215	165	155		165

CERVEJA	20 min
CERVEJA+AGUA+CERVEJA	45 min
CIP	1:30H

Kisters		0,33								0,25						0,50 XL 12 CX	1Lx6 TB	
		CX 15	CX 24	6*4 SH	6*4 TB	6*4 CX	MARINA 6*4 SH	ALUMINIO CX 24	CX 15	CX 24	6*4 SH	6*4 CX	CARLSBERG 6*4 SH	CARLSBERG 15 CX	CARLSBERG CX 24			
0,33	CX 15		60	65	60	65	65	40	45	45	65	60	65	45	45	45	45	75
	CX 24	40		80	80	80	80	40	45	40	65	60	65	45	45	45	45	65
	6*4 SH	90	75		70	70	30	75	75	75	70	70	30	75	75	75	75	75
	6*4 TB	65	65	60		45	60	65	65	65	60	45	60	65	65	65	65	60
	6*4 CX	60	60	60	45		60	60	60	60	60	x	60	60	60	60	60	75
	MARINA 6*4 SH	75	75	135	70	70		75	75	30	70	75	75	75	75	75	75	75
	ALUMINIO CX 24	40	40	65	65	60	65		45	45	65	60	65	45	45	45	45	75
0,25	CX 15	60	60	60	45	x	60	60		45	65	60	65	x	65	45	75	
	CX 24	45	45	65	65	60	65	45	45		65	60	65	45	45	45	75	
	6*4 SH	75	75	30	70	70	30	75	75	75		70	30	75	75	75	75	
	6*4 CX	60	60	60	45	x	60	60	60	60	60		60	60	60	60	75	
	CARLSBERG 6*4 SH	75	75	30	70	70	30	75	75	75	65	70		75	75	75	75	
	CARLSBERG 15 CX	60	60	60	45	x	60	60	60	45	65	60	65		65	45	75	
CARLSBERG CX 24	45	45	65	65	60	65	45	40	45	65	60	65	40		45	75		
0,50 XL 12 CX		45	45	65	65	60	65	45	45	45	65	60	65	45	45		75	
1Lx6TB		65	65	65	60	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65		

De forma a perceber o funcionamento da matriz, observando o seu lado esquerdo, é possível ver o produto correspondente ao que está a ser produzido no momento e, na parte superior, o que se lhe irá seguir. O valor que os une corresponde ao tempo de mudança de um produto para o outro.

Solução:

A solução para este problema passou pela atualização das tabelas para valores das mudanças da Enchedora e da Kisters. As novas tabelas desenvolvidas pelo autor são de mais fácil leitura e mais práticas no uso diário.

- Resposta aos problemas de rotulagem

Problema:

Muitas paragens da linha são provocadas por defeitos relacionados com uma má rotulagem. Estes problemas tem a particularidade de, muitas vezes, não ser possível encontrar as respetivas causas. Muitos ajustes feitos para os resolver (temperatura da cola, posição do rótulo, tipo de cola, quantidade de cola, fornecedor do rótulo, entre outros... não ficavam registados. Assim, uma vez encontrada a solução, não se conseguia perceber qual a alteração que resultara.



Figura 16 - Exemplo de problemas de rotulagem

Solução:

A solução encontrada passou pela criação de uma tabela com todos os parâmetros necessários (fornecedor rótulo, fornecedor garrafa, fornecedor cola, temperatura cola, temperatura ambiente, velocidade do equipamento, entre muitos outros) para ser preenchida assim que surgisse o problema e, de igual modo, quando o mesmo fosse solucionado. No anexo B é apresentada a tabela desenvolvida para o problema de rotulagem, designada por “Ficha de Caracterização da Rotuladora”.

4.2.2 Formação SMED:

A intenção de formar as equipas começou por uma necessidade de colocar os colaboradores da Linha 6 inseridos no processo de melhoria contínua, tomando parte ativa em todas as melhorias que fossem realizadas na linha. Para a preparação desta formação, foi necessário reunir material teórico e prático, o estudo e preparação de todos os aspetos a ser abordados, e o planeamento de forma a conduzir a formação com sucesso.



Figura 17 - Formação SMED

De modo a criar maior impacto nos intervenientes, decidiu-se realizar a formação fora do ambiente normal de trabalho, na fábrica do grupo de enchimento das águas de Pedras Salgadas. Para além de estar presente um elemento de cada equipa, totalizando quatro colaboradores, achou-se pertinente incluir também um elemento do departamento de manutenção, de forma a receber *feedback* imediato das ações propostas e analisar a sua viabilidade. O elemento do departamento de manutenção presente na formação permitiu acrescentar aspetos específicos de outras linhas, esclarecendo assim mais prontamente algumas das problemas em discussão.

Outro dos objetivos principais desta formação foi a análise detalhada de uma mudança. Cada elemento presente tinha uma função diferente: um cronometrava o tempo de cada tarefa, outro era encarregado de fazer um diagrama de *spaghetti*, um terceiro elemento ia apontando todas as tarefas num quadro e fazendo sugestões de melhoria para as mesmas e, por último, havia um responsável por classificar cada tarefa em interna ou externa. Na análise da mudança seria expectável, encontrar ações de melhoria em diferentes aspetos com o objetivo de facilitar as tarefas e reduzir o tempo de mudança da Kisters. Para isso, realizou-se a observação de uma

mudança, seguindo todas as etapas da metodologia SMED – isto é, separação de todas as ações realizadas pelo operador em atividade internas e externas, cronometragem de todas essas mesmas ações e análise de cada tarefa, debatendo depois cada sugestão de melhoria proposta.

No final do dia, foi possível organizar todas as sugestões de melhoria numa matriz de prioridades. Na Figura 18 é possível observar o resultado do trabalho: a matriz de prioridades a implementar na Kisters.

+	Matriz de Prioridades		
Custo \ Dificuldade de Implementação	Existência de apenas uma só guia		Plataforma Kisters
	Melhorar aperto das guias Tabelas Atualizadas	Sistemas de Aperto Posição do carro com peças da Kisters	Marcar Posições
-	Benefício \ Impacto		+

Figura 18 - Matriz de Prioridades

O último capítulo da formação teve como objetivo a análise de situações reais da linha e respetivos impactos de tempos parados – por exemplo, a explicação do impacto do esquecimento de uma ferramenta durante uma mudança, medido através de perda de produção. Com este último ponto, o resultado esperado era o de sensibilizar os elementos presentes para as perdas de produção e, com isso, dinamizar a postura dos mesmos na linha. No anexo C é possível consultar os slides da formação.

4.2.3 Implementação da Metodologia SMED na Encartonadora (Kisters)

A necessidade de aplicar a metodologia SMED na Kisters tornou-se evidente desde o início do trabalho. A forma como se realizam as mudanças de produto neste equipamento deixava ainda margem para melhorias, comparativamente com outros equipamentos que já se encontravam com métodos de mudança eficazes.

A diversidade de oferta, em termos de embalagem de um mesmo produto, exigida pelo mercado, faz com que exista mais variedade de mudanças na Kisters do que em todos os outros equipamentos. As referências produzidas na Kisters estão representadas na Tabela 2, onde fica bem evidente essa diversidade.

Kisters	
0,33	CX 15
	CX 24
	6*4 SH
	6*4 TB
	6*4 CX
	MARINA 6*4 SH
	EDIÇÃO LIMITADA CX 24
	ALUMINIO CX 24
0,25	CX 15
	CX 24
	6*4 SH
	6*4 TB
	6*4 CX
	CARLSBERG 6*4 SH
	CARLSBERG 15 CX
	CARLSBERG CX 24
0,50	XL 12 CX
1L	6TB

Tabela 2 - Diferentes referências produzidas na Kisters

Passo 1 – Separação

Para além do tipo de mudança influenciar o número de tarefas que ela exige, existem também outros fatores que interferem numa mudança. Se ocorrer numa hora de almoço ou jantar, estará apenas um operador disponível para realizar a mudança. Caso seja necessária antes uma mudança de tara, ou seja, se houver necessidade de realizar mudanças na Enchedora, e sendo a mudança de tara na Enchedora mais demorada do que uma mudança na Kisters, não há pressão para fazer a mudança na Kisters, acabando por se realizar mais lentamente do que se seria possível fazê-lo. Nota-se que apesar de, por vezes, estarem dois operadores a realizar a mudança na Kisters, esse processo é exequível apenas com um operador.

Uma vez identificadas quais são as atividades internas e externas, procede-se agora à separação das mesmas. Este processo será efetuado tendo em consideração todas as outras análises SMED, de modo a representar todas as atividades envolvidas em todos os tipos de mudanças possíveis. No anexo D apresenta-se uma tabela com o conjunto de todas as atividades envolvidas nas mudanças da Kisters.

Passo 2 – Conversão

O objetivo da Conversão passa por transformar o máximo de atividades anteriormente consideradas internas em externas. No entanto, todas as atividades internas identificadas no passo anterior, que passam todas pela mudança de peças de formato, só são exequíveis quando a Kisters se encontra parada, pois é necessário suprimir o funcionamento do equipamento e entrar no mesmo para fazer a troca das peças de formato.

Passo 3 – Simplificação

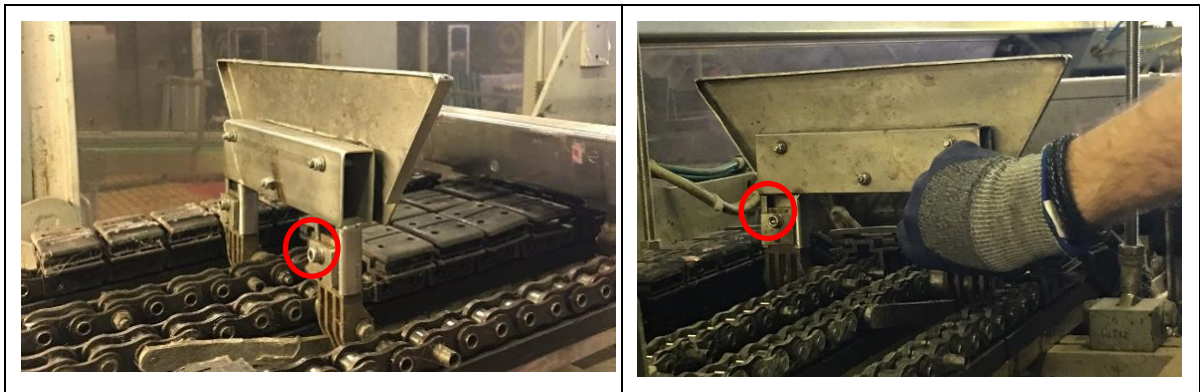
Uma vez identificadas todas as atividades e, divididas em internas e externas, procede-se à sua simplificação, por forma a facilitar a mudança e reduzir o seu tempo de paragem. Como é o

- **Forma de aperto das pás:**

Numa das zonas da Kisters existem umas peças em forma de pá que servem para fechar as abas das caixas, havendo necessidade de substituir esses componentes em algumas mudanças.

- **Problema** – O sistema de mudança atual é muito demorado e pouco prático. Exige aliviar dois parafusos de cabeça *umbrako* para cada uma das pás, cinco no total. Para dificultar ainda mais a tarefa, a posição do operador não facilita o manuseio, aumentando o risco de queda de material.

- **Solução** – Como solução para este problema sugeriu-se o uso de outra chave, mais rápida e de mais fácil manuseio, “Solução 1”. A primeira solução seria de implementação mais fácil e não necessitaria de alterações no equipamento; exigia apenas a compra de quatro chaves iguais (uma por equipa). A alteração ideal passaria pela modificação do sistema de encaixe, como se pode ver na “Solução 2”, desenvolvida na plataforma “autoCAD” pelo autor. A segunda solução passou por várias etapas, desde a fase criativa no desenvolvimento de uma solução viável, desenho dos componentes, até ao pedido de orçamentos às empresas fornecedoras.



Solução 1



Chave usada anteriormente



Chave proposta

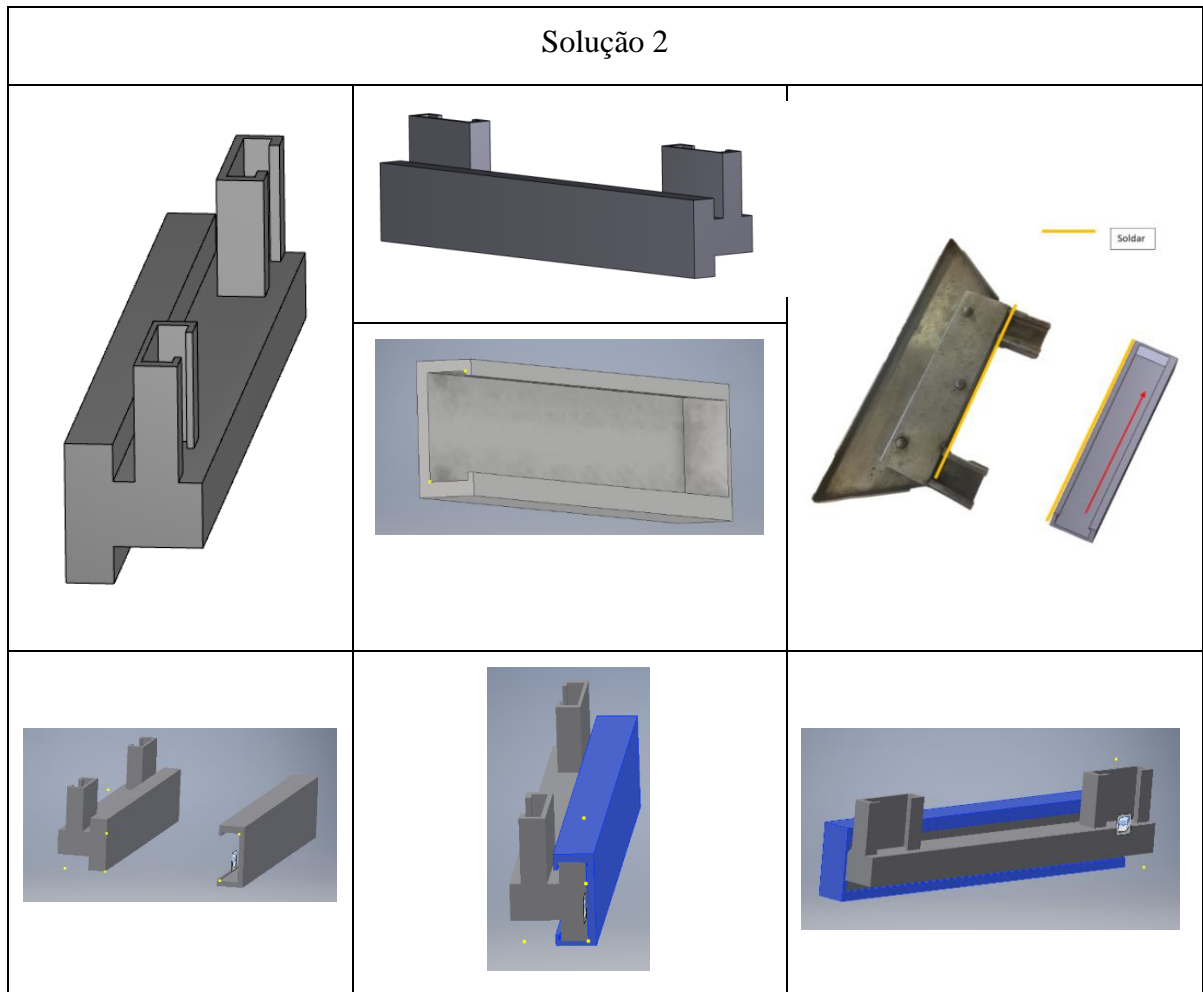


Figura 20 - Soluções para melhorar a atividade de troca de pás

- **Plataforma:**

Desde início do trabalho foi claramente identificada uma zona de risco de operação durante as mudanças na entrada da máquina.

- **Problema** – O operador fica exposto ao risco de queda na zona em que se posiciona, e não existe espaço para que se possa movimentar confortavelmente.

- **Solução** – Após análise do local com o apoio de vários elementos da empresa, estudou-se a introdução de uma plataforma na zona de operação. No anexo E são apresentadas as fases de montagem. Todo o processo, começando pela idealização, passando por aprovação dos responsáveis do departamento do enchimento, pedido de orçamentos a várias empresas, decisão interna, adjudicação e realização dos trabalhos, esteve sempre à responsabilidade do autor.

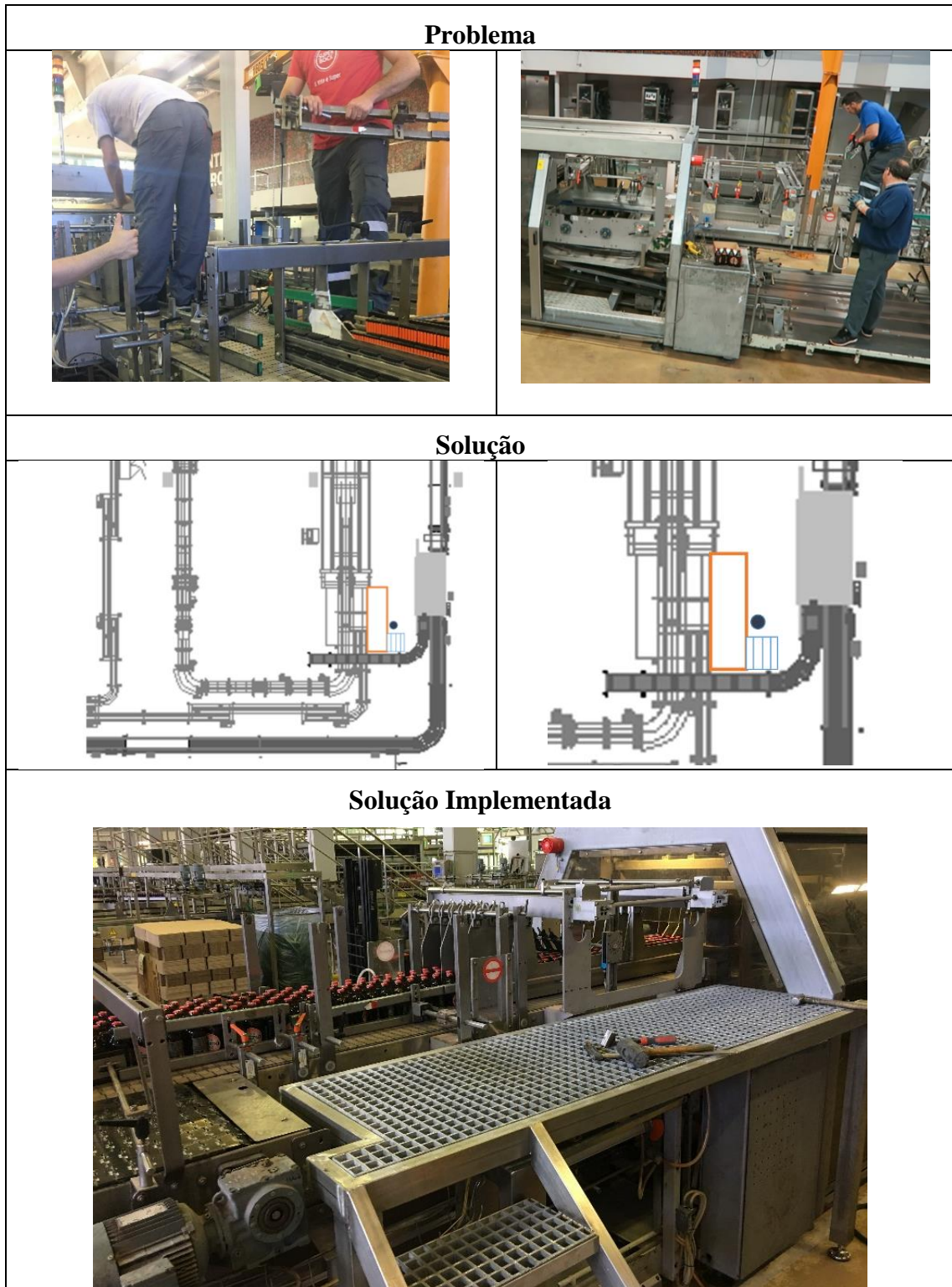


Figura 21 - Plataforma Kisters (Encartonadora)

4.2.4 Melhoria Contínua

O principal objetivo da introdução de processos de melhoria contínua era o treino e adaptação do dia-a-dia das equipas para que mais atenção fosse dedicada às mudanças.

Após análise de campo, foi possível concluir que parte dos atrasos nas mudanças decorria de uma deficiente preparação das mesmas. A preparação para a mudança pode incluir aspetos como: verificação de todas as peças necessárias para a mudança, cartão da próxima embalagem, rótulos, cápsulas já prontas, etc. Deste modo, havendo a possibilidade de remodelação de um quadro existente com indicadores na sala de reuniões diárias de turno, construiu-se um novo quadro designado por “quadro de melhoria do funcionamento da linha”. Para além da preparação da mudança, foram introduzidos no mesmo espaço outros aspetos que, ao longo do estágio, emergiram como potenciadores de vantagens para o funcionamento da linha.



Figura 22 - Implementação do “quadro de melhoria do funcionamento da linha”

Os principais objetivos do “quadro de melhoria do funcionamento da linha” são:

Problemas	Passagem direta de problemas entre equipas de uma forma visível para que todos possam conhecerem as necessidades de resolução para o problema. (Gestão visual)
Velocidade Homologada	Compreender a velocidade homologada da linha para cada referência e, caso se esteja a produzir abaixo dessa velocidade, identificar as causas e tentar corrigir essa diferença de rendimento.
Limpeza	Destaque da necessidade de limpeza dos equipamentos; Um dos problemas relacionados com atraso nas mudanças advém da falta de limpeza dos componentes a serem usados nas mesmas.
Preparação Mudança	Preparação das mudanças, para que as atividades que as antecedem sejam realizadas mais prontamente e com maior sucesso.
Manutenção	Indicação das intervenções necessárias à manutenção.

Tabela 3 - Conteúdo do “quadro de melhoria do funcionamento da linha” implementado

● Criticidade ● Problemas	Problemas	Limpeza	Velocidade homologada (Gfs/h)	Preparação Mudança	Manutenção		
						Despaletizadora	Inspetora Vazio

Tabela 4 - Formato final do “quadro de melhoria do funcionamento da linha”

Acompanhamento da velocidade real de cada referência:

Um outro aspeto que foi considerado fundamental, foi o acompanhamento da velocidade real da linha no enchimento para cada referência que, por isso, foi integrado no quadro diário. O objetivo é compreender as falhas de rendimento da linha através dos desvios da velocidade a que cada referência está a ser produzida relativamente à velocidade homologada. Com este indicador, é possível perceber a diferença de velocidade a que cada referência se produz. Existem perdas de eficiência praticamente em todas as referências – por exemplo, é comum uma referência em que a velocidade homologada seja 45.000 Gfs/h¹² esteja, na verdade, a produzir a 40.000 Gfs/h, muitas vezes sem uma razão que o justifique. Este facto ocorre, por vezes, porque os operadores reduzem a velocidade da linha para obterem uma “velocidade de conforto”, que, do seu ponto de vista, reduza a probabilidade de aparecerem falhas. Outras vezes, este problema deve-se ao facto de uma certa referência ter muitas dificuldades em circular à velocidade homologada e, em vez de se resolverem os problemas que causam esse constrangimento, se proceda à redução da velocidade da linha. Visível na Tabela 5 um exemplo para que melhor se perceba a perda de eficiência derivada do não cumprimento da velocidade homologada e suas consequências. Considera-se muito importante que os operadores de linha percebam a dimensão das perdas de produção.

Equipamento	Velocidade homologada	Velocidade real	Perda de eficiência	Quantidade de garrafas não cheias ao fim de 8h
Mead (Embalador)	48.000gfs/h	37.000 Gfs/h	- 18%	64.000 Gfs
Enchedora	45.000gfs/h	40.000 Gfs/h	- 11%	45.000 Gfs

A Figura 23 apresenta dados [Tabela 5 - Exemplo de perdas de eficiência](#) de uma auditoria realizada pelo autor à Linha 6 em abril de 2017, onde é possível observar equipamentos como a

¹² Gfs/h – Garrafas por hora

Rotuladora e a Kisters, a uma velocidade inferior à homologada o que justifica o problema a cima apresentado.

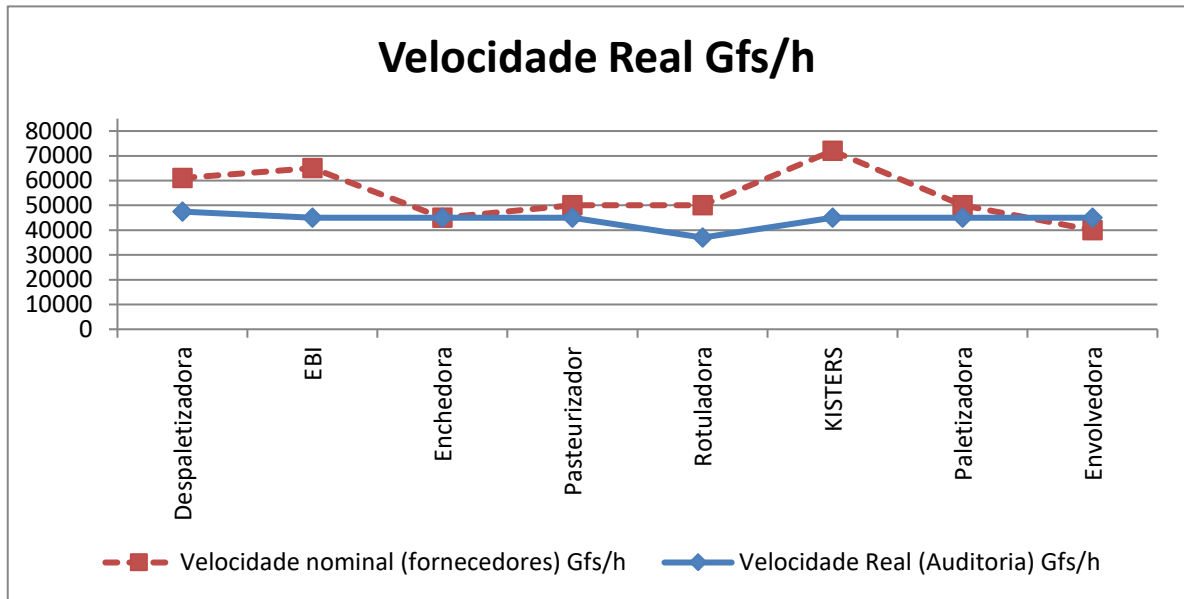


Figura 23 - Velocidade real vs Velocidade nominal dos equipamentos

5.1 Resultados da Implementação da Metodologia SMED na Encartonadora (Kisters)

Não foi possível avaliar o impacto total das melhorias realizadas no equipamento pois, das três ações implementadas, apenas uma ficou concluída no período de estágio. A plataforma para facilitar as movimentações na entrada máquina foi projetada no início do segundo mês de estágio, mas só ficou concluída na última semana do mesmo, não sendo possível realizar medições comparativas do tempo de mudança. Como se compreende, todo o processo, começando pela idealização, passando por aprovação dos responsáveis do departamento do enchimento, pedido de orçamentos a várias empresas, decisão interna, adjudicação e realização dos trabalhos, torna-se demorado tendo em conta o tempo disponível. De acordo com a análise feita no local, espera-se que os trabalhos de mudança no início do equipamento passem a ser realizados de uma forma completamente segura e com o acesso facilitado, o que irá tornar as tarefas mais rápidas.

A nova solução para a forma de aperto das pás surgiu no terceiro mês do projeto e, no final do estágio, já tinha sido aprovado o orçamento de uma empresa externa para a construção dos componentes necessários. A estimativa do tempo que se poderia poupar com a simplificação das tarefas de troca de pás, que consiste em retirar as que estão no equipamento e instalar as necessárias para o enchimento da próxima referência, é de dez a doze minutos.

Por último, o processo de validação do posicionamento/calibração dos indexadores exige no mínimo um período de seis meses de operação. Para se concluir este processo, é necessário fazer o levantamento dos valores para cada referência e, passados seis meses, voltar a verificá-los de forma a perceber se houve alterações. Não sendo possível a conclusão desta ação, foi deixado todo o processo preparado para que a equipa o consiga implementar facilmente. Caso os indexadores não apresentem problemas de calibração e seja possível finalizar o processo, as mudanças irão tornar-se mais simples, uma vez que os ajustes feitos manualmente serão instantaneamente afinados.

5.2 Análise dos Dados

Tendo em conta o OEE, a percentagem de mudanças, o número de mudanças realizadas e percentagem do tempo degradado, é possível observar que, no ano de 2016, houve, em média, 37,7 mudanças por mês, um valor significativamente inferior, comparativamente com os meses de 2017 em que realizaram uma média de 52,2 mudanças.

Número de mudanças médias por mês:

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Nov	Dez	MÉDIA
2016	28	22	39	27	43	48	54	51	51	27	37,7
2017	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	MÉDIA					
	55	33	82	41	52	52,2					

Tabela 6 - N° de mudanças por mês de 2016 e 2017

É possível, entretanto, verificar que no ano 2017 o número médio dos lotes diminuiu, o que explica o aumento do número de mudanças.

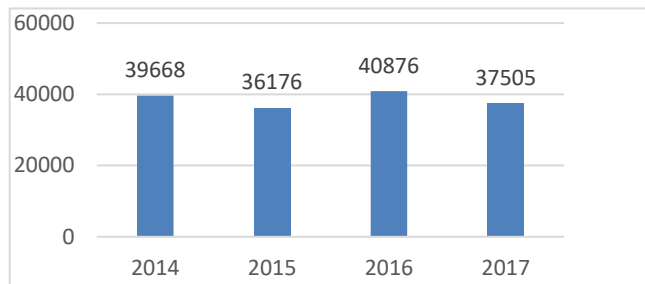


Figura 25 - Número médio de lotes por ano

É esperado que, num mês com um elevado número de mudanças, o valor de OEE seja inferior ao valor de OEE num mês com menos mudanças realizadas, pois a linha fica parada no decorrer dessas mudanças e os tempos de arranques e paragens significam perdas de eficiência.

Como se pode observar nos gráficos em baixo constata-se que, apesar do aumento do número de mudanças, o valor médio do OEE nos meses de estágio aumentou e a percentagem de tempo de mudança desceu, o que vai de encontro aos objetivos estabelecidos para o projeto.

Analisando a Tabela 7, que apresenta tanto o número médio de mudanças realizadas como a eficiência da linha (OEE) e compara os meses de estágio com o mesmo período do ano anterior, é possível concluir que a Linha 6 atingiu uma eficiência muito superior, mesmo realizando um número significativamente mais elevado de mudanças.

	Número de Mudança				OEE			
	Março	Abril	Maió	MÉDIA	Março	Abril	Maió	MÉDIA
2016	39	27	43	36,3	53,6%	42,6%	46,5%	47,6%
2017	82	41	52	58,3	53,6%	53,6%	55,7%	54,3%

Tabela 7 - Número de mudanças e percentagem de OEE

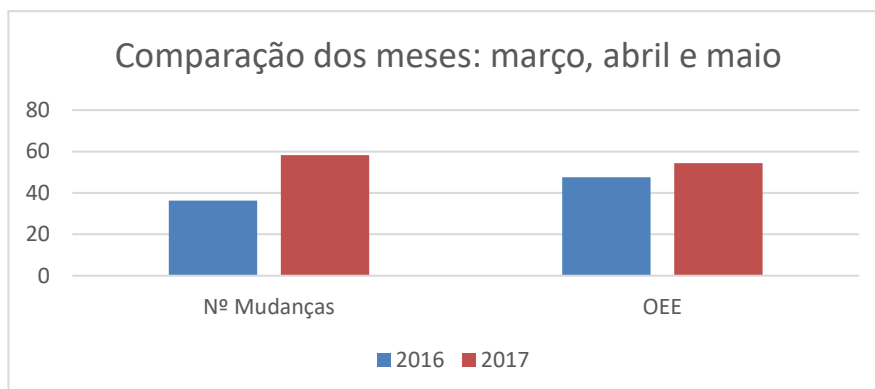


Figura 26 - OEE e Número de mudanças

Numa análise comparativa com o mesmo período do ano de 2016, apresentado na Tabela 7, mesmo tendo o número de mudanças aumentado, verifica-se que a eficiência operacional da linha subiu 6,7 pontos percentuais (pp), de 47,6% para 54,3%, o que equivale a um aumento de 14%.

De seguida, analisando comparativamente com todo o ano de 2016, como apresentado na Figura 28 e 29 e detalhado na Figura 27, constata-se que os dados vão ao encontro dos objetivos estabelecidos no início do projeto. A eficiência operacional aumentou 6,1pp (12,7%), o que justifica um melhor funcionamento geral da linha e uma redução de 1,0pp (11%) no tempo de mudança. No anexo F é possível ver o resultado do OEE por semana para os dois anos (2016 e 2017).

OEE														
Antes										Depois				
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai
48,6%	42,5%	53,6%	42,6%	46,5%	49,2%	48,9%	53,6%	48,1%	49,9%			53,6%	53,6%	55,7%
Média: 48,2										Média: 54,3				
↑ 6,1pp – 12,7%														
% Mudanças														
Antes										Depois				
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai
8,2%	8,8%	6,5%	8,1%	9,7%	7,8%	10,5%	8,2%	9,9%	12,5%			8,2%	8,6%	7,9%
Média: 9,2%										Média: 8,2%				
↓ 1,0pp – 11% %														

Figura 27 - Detalhe do OEE & percentagem de mudanças

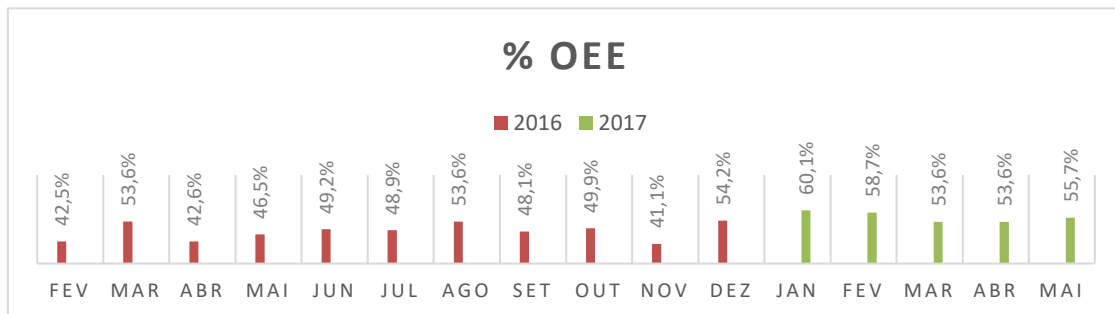


Figura 28 - % OEE desde janeiro 2016

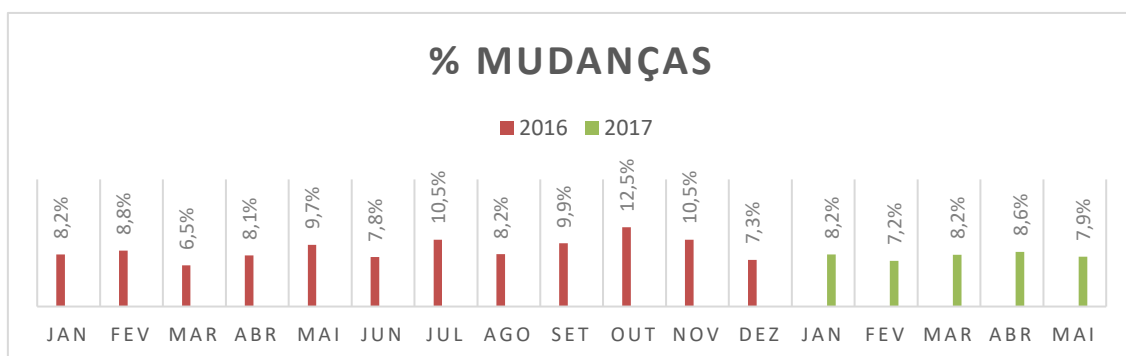


Figura 29 - % Mudanças desde janeiro 2016

Os resultados apresentados confirmam o sucesso das ações de melhoria implementadas pois, a par das ações físicas aplicadas aos equipamentos, todos os aspetos de melhoria de gestão de linha suportaram o objetivo de melhoria da eficiência operacional.

O valor do indicador estipulado no início do ano pelo planeamento junto do departamento de enchimento determina o OEE objetivo, que é comparado com o OEE real – Figura 30. Para a Linha 6, esse valor para o ano de 2017 era de 52%. Conclui-se assim que, no período de estágio, o valor do OEE superou em 2,3pp este objetivo, o que acontece pela primeira vez desde 2013.

Analisando em detalhe o aumento do OEE, como se pode verificar nos gráficos da Figura 31,

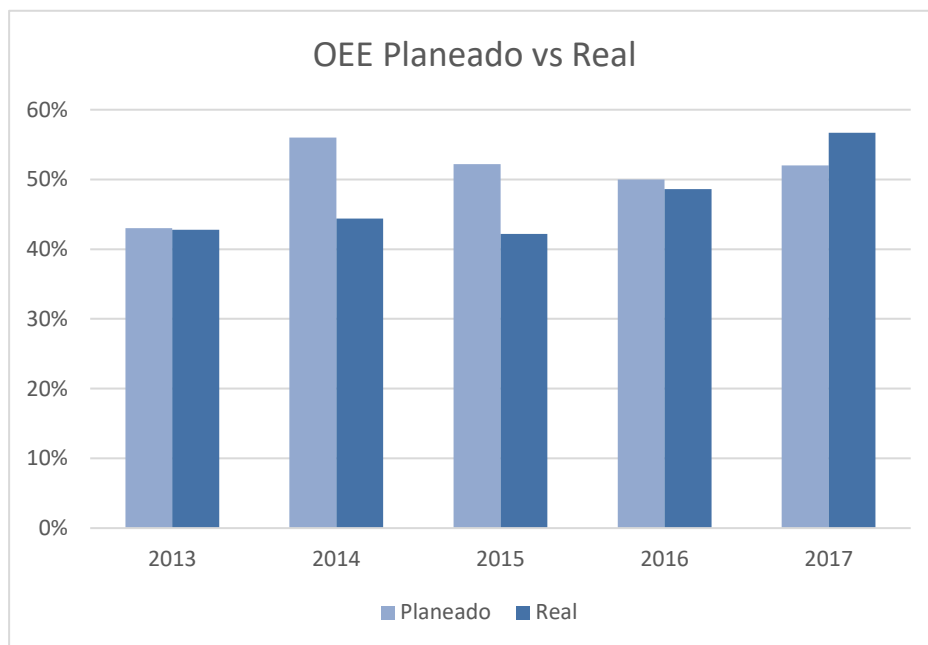


Figura 30 - OEE planeado face ao real

constata-se que este aumento se deve em parte a reduções significativas no tempo degradado (2,1pp), no tempo de avaria (2,9pp) e no tempo de atraso de arranque de (0,4pp). Todas as componentes referidas vão ao encontro da melhoria contínua da linha, considerando que:

Tempo degradado: inclui o problema, já mencionado, da velocidade real ser inferior à da homologada, bem como a questão das micro paragens, que muitas vezes se relacionam com mudanças deficientes. Como a Linha 6 trabalha normalmente com lotes mais pequenos comparativamente com as outras linhas, é comum a referência a encher não chegar sequer à velocidade homologada, devido à necessidade de realizar afinações, fazendo com que demore mais a chegar ao ponto ideal de funcionamento.

Tempo de avaria: Por vezes, após uma mudança mal executada, pode haver avarias resultantes dessa má mudança pois, como os componentes das mudanças não ficam perfeitamente afinados, aumenta a probabilidade de ocorrer uma avaria.

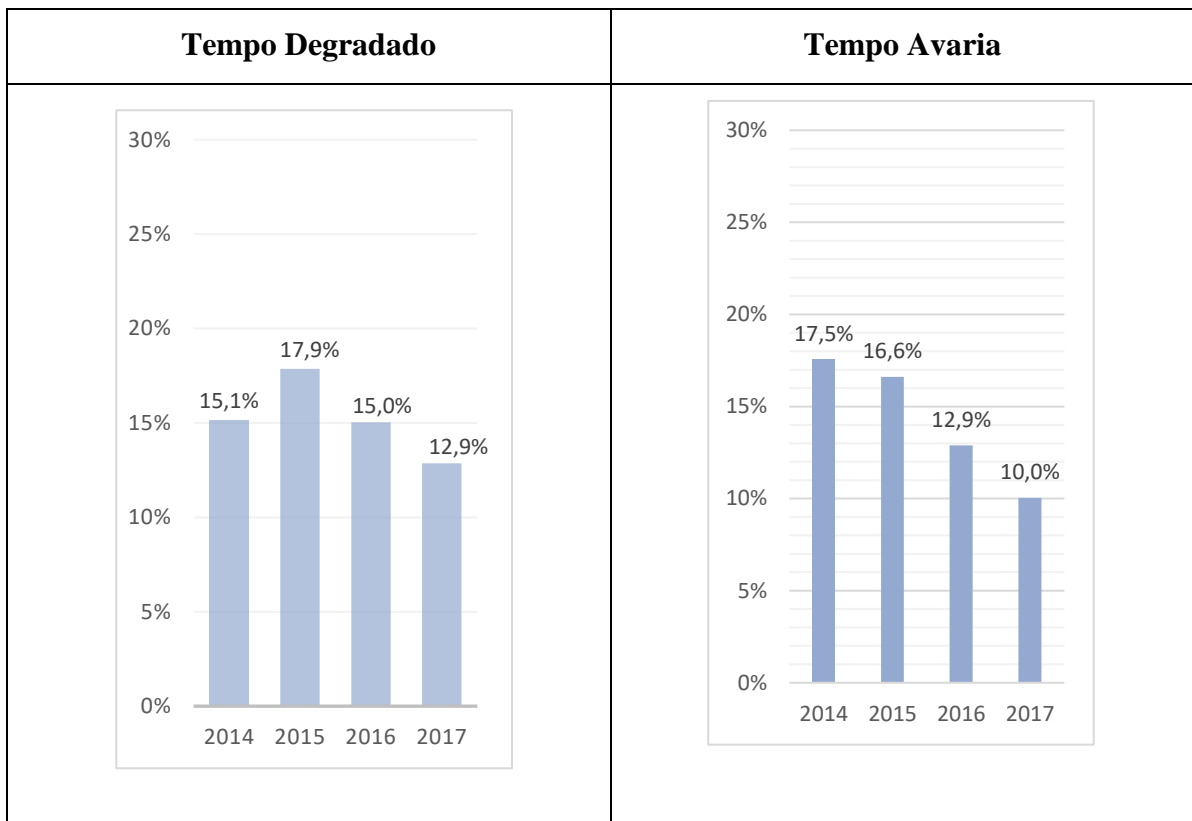


Figura 31 - Tempo degradado e tempo de avaria

5.3 Conclusões e Trabalhos futuros:

Em suma, pode-se afirmar que os resultados finais obtidos são muito satisfatórios, tendo contribuído positivamente para as necessidades da empresa no domínio da eficiência operacional da linha de enchimento onde o projeto decorreu.

A aplicação da metodologia SMED e de outras ações de melhoria da linha, alavancadas na formação dada aos colaboradores, resultaram na redução dos tempos de mudança de tara em 1,0pp e no aumento da eficiência da linha em aproximadamente 6pp (13%).

Existem vários trabalhos que poderão ser desenvolvidos no futuro, salientando, como o de maior potencial, a finalização das ações propostas para a Encartonadora Kisters, nomeadamente a validação dos indexadores e a finalização da instalação das pás. Estas ações irão melhorar, ainda mais, a qualidade e o tempo de mudanças de produto no equipamento em questão.

Deverá dar-se seguimento ao processo de melhoria contínua, usando cada vez mais o “quadro de melhoria do funcionamento da linha” para uma melhor gestão visual da mesma. No final do estágio ficou claro que a participação ativa dos colaboradores nestas iniciativas é um fator preponderante para o sucesso do aumento da eficiência operacional da linha.

Referências

- (UFSCAR), M. A. (outubro de 2008). Estudo de Caso da Metodologia . *Encontro Nacional da Engenharia de Produção*.
- Almeida, D. M. (2014). *Construction of Lean and Green indexes to*.
- Carvalho, D. (2008). *Human Limitations on Waste Detection: An Experiment*. Business Sustainability.
- Coimbra, E. A. (s.d.). *KAIZEN in Logistics & Supply Chains*. McGrawHill.
- Costa, E. S. (2013). An industrial application of the SMED methodology and other Lean production tools. *In 4th International Conference on Integrity, Reliability and Failure*, 1-8.
- Coughlan, P. &. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, pp. 220-240.
- Dave, Y. &. (2012). Single Minute Exchange of Dies: Literature Review. *International Journal of Lean Thinking*, 27-37.
- Galego, V. S. (2014). *Estudo e implementação da*. Lisboa .
- Kumar, B. S. (2012). Implementation of Lean Tools and Techniques in an. *Journal of Applied Sciences*.
- Kunze, W. (2014). *Technology Brewing & Malting*. VLB Berlin.
- Ljungberg, Ö. (1998). Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities. *International Journal of Operations and Production Management*, 495-507.
- Mcintosh, R. C. (2000). A critical evaluation of Shingo's "SMED" methodology. *International Journal of production Research*. *International Journal of production Research*.
- McIntosh, R. O. (2007). *Changeover improvement: reinterpreting Shingo's "SMED" methodology*. IEEE Transactions on Engineering Management,.
- Mota, P. M. (2007). *Estudo e Implementação da metodologia SMED e o seu impacto numa linha de produção*. Lisboa: Instituto Superior Técnico.
- Pinto, J. P. (2008). *Lean Thinking: Introdução ao Pensamento Magro*. Comunidade Lean.
- Reach, G. (2014). *A transparência de processos como princípio para a troca rápida de ferramentas: a experiência de uma metalúrgica*. Rio Grande do Sul.
- Roser, P. D. (23 de fevereiro de 2014). <http://www.allaboutlean.com>. Obtido de All About Lean: <http://www.allaboutlean.com/smed-theory/>
- Sharma, R. K. (2006). *Manufacturing excellence through TPM implementation: a practical analysis*. Industrial Management & Data Systems.
- Shingo, S. (1985). *A revolution in manufacturing: the SMED system*. CRC Press. Productivity, Inc.
- Shingo, S. (1989). *A study of the Toyota Production System*. Productivity Press.

SUSMAN, G. I. (1978). *EVERED, R. D. An assessment of the scientific.* Administrative Science Quarterly.

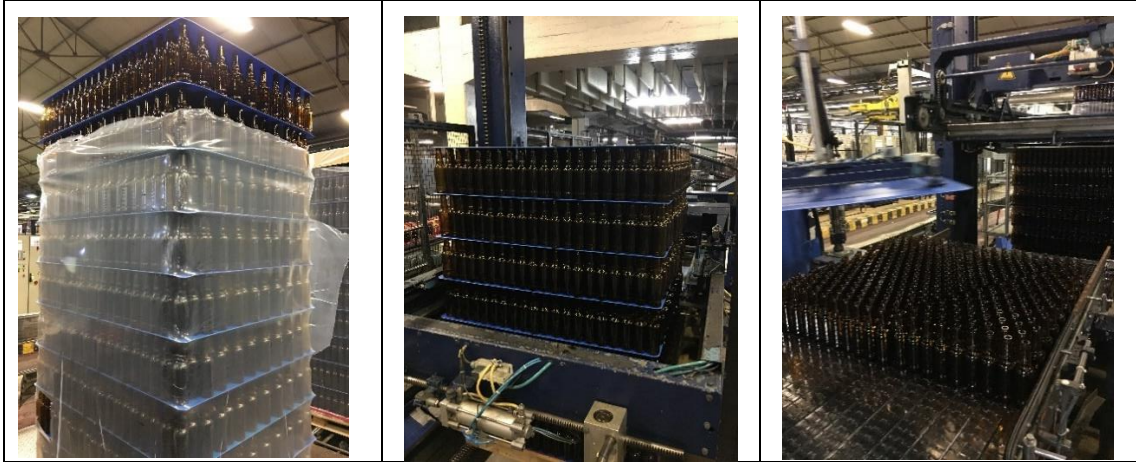
Unicer - Bebidas, SA. (s.d.). Obtido de <http://www.unicer.pt/pt/>

Womack, J. J. (1990). *The machine that changed the world.* . NY: Rawson Associates.

Womack, J. P. (1996). *Lean Thinking – Banish waste and create wealth in your corporation.* New York: Siman & Schuster.

Anexo A – Processo de Enchimento da Linha 6

Despaletizadora



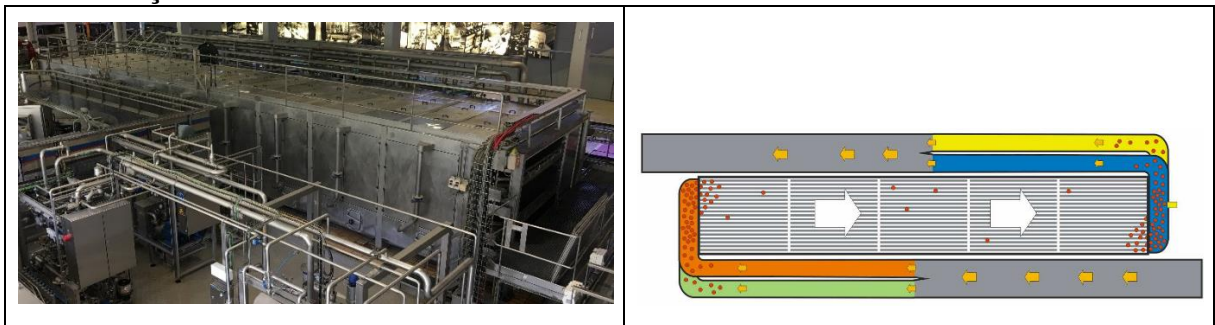
Inspeção de Garrafas Vazias



Enchimento e Capsulagem



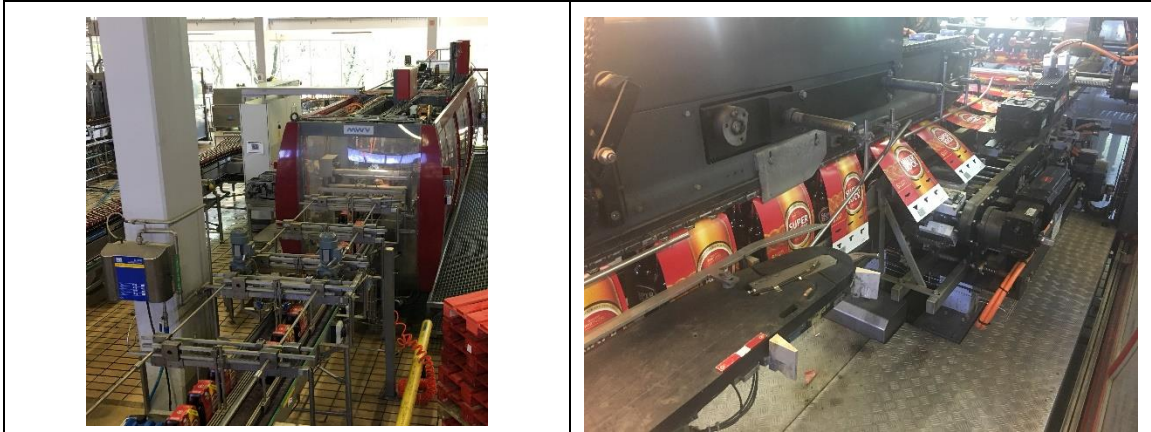
Pasteurização



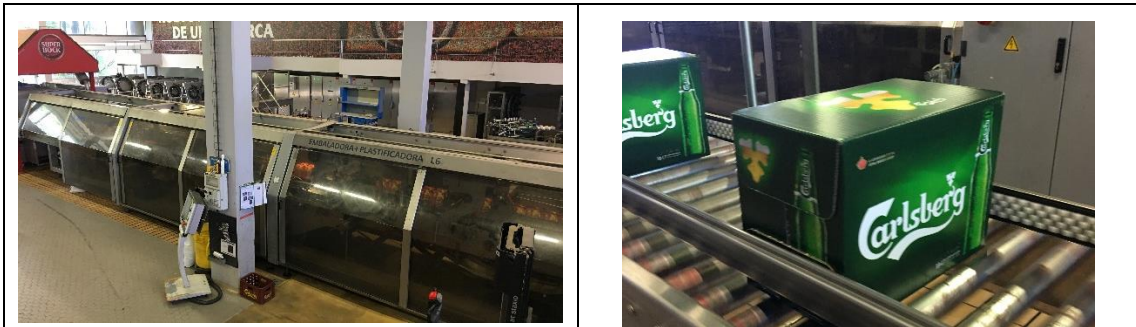
Rotulagem e codificação



Embalamento Packs






Embalamento Caixas



Paletização e Envolvimento



Anexo B – Ficha de Caracterização da Rotuladora

Problema:			
Linha 6	Data:	Hora:	Equipa:
Máquina			
Referência			
Tara Garrafa			
Velocidade da Máquina Gfs/h			
Agregados			
Fornecedor Garrafa			
Lote		Data de Fabrico:	
Fornecedor Rotulo			
Lote		Data de Fabrico:	
Fornecedor Cola			
Lote		Data de Fabrico:	
Quantidade de Cola	-		+
Temperatura Cola Display	Rotulo →	Gargantilha →	Contra-Rotulo →
Temperatura Cola Medição	Rotulo →	Gargantilha →	Contra-Rotulo →
Temperatura Cola Set-Point	Rotulo →	Gargantilha →	Contra-Rotulo →
Estado da Garrafa	Muito Molhada	Intermédio	Seca
Direção das Fibras	Rotulo → 	Gargantilha → 	Contra-Rotulo → 
Ajuste do raspador			
Temperatura da Garrafa			
Condições externas	Temperatura:		Humidade:
Zona com problemas	Rotulo →	Gargantilha →	Contra-Rotulo →
Comentários			

Anexo C – Formação SMED

Formação SMED Linha 6

1 Formação Teórica - SMED + JOGO prático

2 Análise de uma Mudança + Ações a Implementar

3 Melhoria Contínua & Avaliação Diária

4 Importância do Tempo de Mudança

Melhoria Contínua – 6 Fundamentos

Eficiência da Linha numa Mudança

Mudanças: Incluem todas as actividades necessárias para preparar uma máquina para produzir uma certa referência.

Tempo de mudança: Tempo entre a última unidade da referência produzida (SKU anterior) e a primeira unidade da nova referência que sai sem defeitos.

OEE

O que é o "Overall Equipment Effectiveness"?

A ferramenta é usada para a medição da eficiência dos equipamentos a nível industrial designase por Overall Equipment Effectiveness.

O OEE é a base do processo de melhoria contínua com base nos equipamentos, que assenta na eliminação dos desperdícios dos mesmos e tem como objetivo a redução de sete tipos de perdas:

- Quebra/Avária;
- Setup e ajustes;
- Troca de ferramentas;
- Arranque;
- Pequenas interrupções;
- Velocidade;
- Defeito e processamento.

O OEE está dividido em três componentes, Disponibilidade, Eficiência e Qualidade.

Impacto no OEE

Mudança últimos 4 anos

SMED

- Metodologia de análise e melhoria do tempo perdido nas mudanças de série de fabrico ou tempo de setup.

S Single
M Minute
E Exchange of
D Die

SMED

Foi desenvolvido pelo japonês **Shigeo Shingo** quando procurava resolver problemas de falta de produtividade numa fábrica no Japão. Na sua análise do problema, Shingo verificou que o motivo dessa falta de produtividade eram os tempos de preparação das máquinas, nomeadamente a mudança de ferramentas nas prensas sempre que era necessário iniciar um novo lote. Procurou então identificar e medir os tempos de todas as operações efetuadas e de seguida separou essas operações em duas categorias distintas:

O desenvolvimento do conceito SMED - Single Minute Exchange Die levou 19 anos para ser concluído, sendo iniciado por Shingo a partir de três experiências: em 1950 na planta Maeda da Toyo Kogyo em Hiroshima, em 1957 na instalação da Mitsubishi Heavy Industries também em Hiroshima e em 1969 no plano principal da Toyota Motor Company.

SMED – Divisão de Tarefas

Internas
Não podem ser realizadas quando o equipamento está em produção.

Externas
Podem ser realizadas quando o equipamento está em produção.

Benefícios do SMED

- Reduz Tempo de Não Produção
- Torna as Séries Curtas mais Rentáveis
- Redução dos Stocks
- Melhora Serviço ao Cliente (Prazo, Quantidade)
- Aumenta Capacidade Real das Máquinas
- Redução dos Custos de Investimento e produção

SMED

Aumenta Capacidade Real das Máquinas

Torna as Séries Curtas mais Rentáveis

LEAD TIME TOTAL

Referência A

Referência B

Aumento de flexibilidade com aplicação do SMED

Referência A

Referência B

Referência C

Referência A

Tempo de troca de referência

Melhora Serviço ao Cliente (Prazo, Quantidade)

Redução dos Custos de Investimento e produção

SMED – Divisão de Tarefas

Tarefas	Início (Tempo de paragem em minutos)	Fim
1. Eliminação do tempo morto de mudança	na	na
2. Preparar ferramentas de trabalho, retirar as anteriores e colocá-las em armazenamento	10	20
3. Separar tarefas internas em externas, sempre que possível	20	40
4. Produzir dependentes internos	10	40
5. Produzir dependentes externos	10	20
6. Criar e manter um standard	10	20

Como iniciar SMED

O projeto deve ser desenvolvido segundo alguns critérios, ex.:

- Onde se realizam mais mudanças?
- Quais as mudanças mais demoradas?
- Qual a máquina com menor eficiência ou bottleneck?
- Em que referências se pretende reduzir o tempo de mudança?

SMED – Otimização de uma Mudança

1. Analisar a mudança
2. Separar atividades internas e externas
3. Transferir atividades internas para externas
4. Simplificar atividades internas
5. Simplificar atividades externas
6. Normalizar procedimentos otimizando

SMED – Otimização de uma Mudança

4. Simplificar atividades internas
5. Simplificar atividades externas
6. Normalizar procedimentos otimizando

1º Passo - Analisar a Mudança

> Identificação de cada passo da mudança

> Registrar tempos das mudanças

O suporte de vídeo facilita uma análise detalhada com todas as pessoas envolvidas:

- Anotar tempos e movimentações para cada passo
- Análise de ações simultâneas possíveis
- Foco nas movimentações do operador
- Operadores descrevem durante a análise do vídeo as atividades para clarificar dúvidas e encontrar em equipa oportunidades de melhoria

1º Passo - Analisar a Mudança

2º Passo - Dividir Atividades Internas e Externas

Criar **check-lists**

- Pessoal necessário
- Ferramentas necessárias
- Peças de formato necessárias
- Parâmetros para alterar
- Especificações necessária

NOTA: Falta de informações ou materiais quando a máquina já está parada prolonga o tempo de mudança. Todos os aspetos necessários devem ser controlados através de check-lists.

2º Passo - Dividir Atividades Internas e Externas

Atividade	Externa ou Interna	Duração (min)	Tempo de Mudança
Carregar cartão no local de armazenamento	Externa	01:00	1,2
Ajustar guias orientador ME-AD-Estacas	Interna	04:00	1,2,3
Soltar o prego	Interna	02:00	1,2,3
Travar o eixo superior mecânico (M01-022-020)	Interna	01:00	1,2,3
Colocar o eixo de regulação mecânica	Interna	01:00	1,2,3
Preparar guias verticais (cometa Kuroki)	Interna	02:00	1,2,3
Travar buchas verticais (M01-010-010)	Interna	04:00	1,2
Colocar buchas verticais (M01-010-010)	Interna	04:00	1,2
Preparar guias verticais (M01-010-010)	Interna	04:00	1,2,3
Travar o eixo de regulação (M01-040)	Interna	01:00	2
Colocar o eixo de regulação (M01-040)	Interna	01:00	2
Travar eixo de regulação (M01-040)	Interna	01:00	1,2

SMED – Divisão de Tarefas

Situação Inicial

Etapa 1

Etapa 2

Etapa 3

Etapa 4

Etapa 5

Funcionamento Paragem Funcionamento

Trabalho Interno: Tarefas realizadas com a máquina parada

Trabalho Externo: Tarefas realizadas com a máquina a trabalhar

3º Passo - Transferir Atividades Internas para Atividades Externas

Preparação

- Realizar tarefas preparatórias
- Pré-aquecer, utilizar peças de apoio, etc.

Uniformizar funções

- A maneira mais rápida de substituir alguma parte é não o substituir

Utilizar ferramentas de apoio para pré-montagem

- Utilização de placas ou molduras com medidas normalizadas que podem ser tiradas da máquina para preparar a montagem das próximas peças.

<p>4º Passo – Simplificar Atividades Internas</p> <p>Racionalizar todos os passo</p> <ul style="list-style-type: none"> Ferramentas necessárias são dentro da caixa de ferramentas. As ferramentas necessárias ficam alinhadas em cima de um quadro das ferramentas. O quadro das ferramentas necessárias encontra-se no local de utilização. As ferramentas ficam estandardizadas, o número das portas e parafusos fica reduzido. As ferramentas ficam integrados na máquina. Pinos, porcas e parafusos ficam substituídos, por exemplo com parafusos com asas 	<p>Diagrama de Spaghetti</p> 	<p>Before Improvement (Before Improvement) / After Improvement (After Improvement)</p> 
<p>5º Passo – Simplificar Atividades Externas</p> <p>Minimizar o esforço de transporte</p> <ul style="list-style-type: none"> Todas as ferramentas e peças devem estar perto ao local de utilização <p>Melhorar a disponibilidade imediata de todas as ferramentas e equipamentos</p> <ul style="list-style-type: none"> Quantidade suficiente Armazenado conforme de um standard ("5S") Conjunto completo de ferramentas ao pé da máquina (Quadro de ferramentas ou Carrinho, caixas de ferramentas proibidas!) <p>Melhorar a eficácia das atividades externas</p> <ul style="list-style-type: none"> Melhorar a eficácia dos equipamentos para preparar a mudança Normalizar check-lists para a preparação da mudança 	<p>5º Passo – Simplificar Atividades Externas</p> 	<p>6º Passo - Normalizar Procedimento Otimizando</p> <p>Formalizar o novo procedimento melhorado</p> <p>Uma atividade SMED resulta num standard melhorado e alternativas mais eficazes para a execução de uma tarefa</p> <p>Formalizar este novo procedimento significa a descrição dos novos princípios, métodos e ferramentas para facilitar a sua utilização:</p> <ul style="list-style-type: none"> Descrições de postos de trabalho Procedimentos Operacionais Standard Visualização
<p>5º Passo – Simplificar Atividades Externas</p> <p>Minimizar o esforço de transporte</p> <ul style="list-style-type: none"> Todas as ferramentas e peças devem estar perto ao local de utilização <p>Melhorar a disponibilidade imediata de todas as ferramentas e equipamentos</p> <ul style="list-style-type: none"> Quantidade suficiente Armazenado conforme de um standard ("5S") Conjunto completo de ferramentas ao pé da máquina (Quadro de ferramentas ou Carrinho, caixas de ferramentas proibidas!) <p>Melhorar a eficácia das atividades externas</p> <ul style="list-style-type: none"> Melhorar a eficácia dos equipamentos para preparar a mudança Normalizar check-lists para a preparação da mudança 	<p>5º Passo – Simplificar Atividades Externas</p> 	<p>6º Passo - Normalizar Procedimento Otimizando</p> <p>Formalizar o novo procedimento melhorado</p> <p>Uma atividade SMED resulta num standard melhorado e alternativas mais eficazes para a execução de uma tarefa</p> <p>Formalizar este novo procedimento significa a descrição dos novos princípios, métodos e ferramentas para facilitar a sua utilização:</p> <ul style="list-style-type: none"> Descrições de postos de trabalho Procedimentos Operacionais Standard Visualização
<p>Jogo SMED</p>	<p>Objetivo do Jogo</p>  <p>Objetivo: Aplicar os bases do SMED para reduzir o tempo de mudança e separar atividades internas e externas. Converter atividades internas em externas. Reduzir as atividades internas. Reduzir as atividades externas.</p> <p>Objetivos: Os jogadores vão aprender a melhorar as seguintes atividades: Fazer as atividades. Reduzir o tempo e melhorar. Reduzir o tempo. Controlar a qualidade. Controlar os materiais.</p> <p>Tempo de jogo: 120 minutos</p>	<p>2</p>
<p>SMED Linha 6 – Análise de uma mudança</p> 	<p>SMED Linha 6 - Mapeamento das Tarefas de uma mudança</p> 	<p>SMED Linha 6 - Implementação de Melhorias</p> 
<p>AÇÕES</p> 	<p>Treinar Procedimentos</p> 	<p>Nível de Capsulas</p> 
<p>Teste da Kisters com Garrafas não Pasteurizadas</p> 	<p>Ações para Executar Melhor as Mudanças</p> 	<p>SMED – Organização & Segurança nas Mudanças</p> <p>Posicionamento das peças nos carris</p> <p>Simulação de escape</p> 
<p>SMED – Rotuladora</p> 	<p>Problemas encontrados</p> <ul style="list-style-type: none"> Dificuldade na troca de "cabeça de Pinças" 	

	<p>SMED – Kisters</p>	
	<p>Teste de Arranque da Kisters</p> <p>unicer</p> <p>Criação de um armário com garrafas de formato da linha 6</p>	<p>SMED – Peças de Formato Kisters</p>
<p>Kisters – Marcações Padrão</p>	<p>Melhoria dos Carros de Peças de Formato</p>	
		<p>3</p>
<p>Avaliação Diária das Mudanças</p>	<p>Avaliação Diária das Mudanças</p> <p>unicer</p> <p>Inserir nas reuniões diárias de turno avaliação das mudanças e OEE das horas seguintes à mudança.</p> <ul style="list-style-type: none"> • O seguimento de resultados deve ser feito sempre que se executam operações de mudança; • Os registos dos tempos devem ser manuais e simples de atualizar; • Os problemas ocorridos numa mudança devem ser registados no quadro; • Os desvios relativamente ao valor padrao devem ser analisados pela equipa. 	
		<p>Painel de Tempo de Mudança & OEE</p>

<p>Continuidade do SMED</p> <ul style="list-style-type: none"> Treinar as mudanças; Melhorar e testar novos procedimentos; Crear indicadores mensais; 	<h1>4</h1>	<p>TEMPO DE MUDANÇA</p>
<p>Importância de uma boa mudança</p> <p>1 Segundo – 12 garrafas</p> <p>1 Minuto – 750 garrafas</p> <p>31 Grades</p>	<p>Importância de uma boa mudança</p> <p>15 minutos de paragem</p> <p>11.000 garrafas</p> <p>450 Grades</p>	<p>Importância de uma boa mudança</p> <p>Num ano: 15 min por dia x 365 dias ano = 5 475 min = 4 106 250 garrafas = 171.093 / 48 = 3.564 paletes = 104 camiões</p> <p>3.564 Paletes</p> <p>1 ANO</p> <p>x15 MIN</p>
<p>Observado uma mudança</p> <ul style="list-style-type: none"> Op. Externas Op. Internas Deslocações Armazenagem/Picking Limpeza/Outros 	<p>Espera por garrafas da Mead</p>	<p>Importância de uma boa mudança</p>

Anexo D – Classificação das Atividades de uma Mudança da Encartonadora**Kisters**

Carregar cartão no local de abastecimento	Externa
Ajustar guias corredor MEAD-Kisters	Externa
Seleção programa	Interna
Posicionar guias verticais (entrada)	Interna
Posicionar guias verticais	Interna
Tirar estrutura de separação (Cavalo)	Interna
Colocar estrutura de separação (Cavalo)	Interna
Tirar barras longas	Interna
Colocar barras longas	Interna
Posicionar guias verticais	Interna
Tirar barras sistema de separação	Interna
Colocar barras sistema de separação	Interna
Ajustar espaçamento das correntes	Interna
Tirar transferência de entrada	Interna
Colocar transferência de entrada	Interna
Tirar barras de acompanhamento para packs	Interna
Colocar barras de acompanhamento para packs	Interna
Ajustar largura de passagem	Interna
Ajustar altura da mesa	Interna
Ajustar largura de correntes	Interna
Tirar pás	Interna
Colocar pás	Interna
Posicionamento dos pontos de cola	Interna
Posicionamento da mesa de viragem de caixas	Interna
Ajuste largura guias de junção e centralização	Interna
Ajuste do transportador de cartão	Interna
Ajuste da largura dentro do túnel	Interna
Sincronização	Interna
Ajuste em todo o circuito Kisters com passagem de produto	Externa

Anexo E – Construção da Plataforma na Entrada da Kisters



Anexo F – OEE por Semana

