



UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Matilde Esteves Roque

**IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN E
DE INDICADORES DE DESEMPENHO NA
INDÚSTRIA CORTICEIRA**

Dissertação no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial orientada pelo Professor Doutor Telmo Miguel Pires Pinto e o Professor Doutor Bruno Samuel Ferreira Gonçalves apresentada ao Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra

julho de 2023

1 2



9 0

FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Implementação de ferramentas lean e de indicadores de desempenho na indústria corticeira

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Implementation of lean tools and performance indicators in cork industry

Autor

Matilde Esteves Roque

Orientadores

Professor Doutor Telmo Miguel Pires Pinto

Professor Doutor Bruno Samuel Ferreira Gonçalves

Júri

Presidente	Professor Doutor Samuel de Oliveira Moniz Professor da Universidade de Coimbra
Orientador	Professor Doutor Telmo Miguel Pires Pinto Professor da Universidade de Coimbra Professor Doutor Miguel Vieira
Vogais	Professor Auxiliar da Universidade Lusófona Professor Doutor Telmo Miguel Pires Pinto Professor da Universidade de Coimbra

**AMORIM
TOP SERIES**

Amorim Top Series

Coimbra, julho de 2023

A smooth sea never made a skilled sailor.

Franklin Roosevelt

AGRADECIMENTOS

À Universidade de Coimbra e ao corpo docente, pelos conhecimentos transmitidos durante o mestrado. Nomeadamente, ao professor Telmo Pinto e ao professor Bruno Gonçalves enquanto orientador e coorientador do estágio curricular, pelo apoio nesta fase final do meu percurso.

À Amorim Top Series, que me acolheu neste desafio e me proporcionou uma experiência bastante enriquecedora tanto a nível pessoal como a nível profissional. Em particular ao Pedro, Tiago, Cristiana e Beatriz pela partilha de conhecimento e pelo apoio no projeto. Gostaria ainda de agradecer a todos os colaboradores que se disponibilizaram sempre para me ajudar.

Aos meus amigos de Coimbra, pelo bonito percurso que caminhamos juntos durante estes 5 anos inesquecíveis. Em especial, à Ana que esteve sempre presente nos maus e nos bons momentos.

Aos meus pais, pelo suporte e pela possibilidade de me formar como engenheira, e à minha irmã pelo exemplo que é para mim.

A Coimbra, a cidade saudade que me viu crescer e da qual levo eternas memórias.

À minha avó Luísa.

Obrigada a todos.

RESUMO

Atualmente, a principal estratégia das empresas foca-se na otimização dos recursos disponíveis e consequente redução de desperdícios. Neste contexto, a monitorização de indicadores de desempenho torna-se crucial para identificar pontos de melhoria e acompanhar a evolução da implementação dos mesmos.

A Amorim Top Series, unidade industrial do Grupo Amorim, encontra-se num ponto de inflexão de redução do volume de encomendas. Diante esta situação, a empresa sentiu a necessidade de melhorar os processos com o intuito de aumentar a eficiência operacional e a capacidade de produção, de forma a estar apta para futuros crescimentos do volume de encomendas. O projeto foi desenvolvido no setor da capsulagem, a etapa do processo produtivo onde é concebido o produto final.

No início do presente projeto, foi realizado um reconhecimento do setor de modo a obter uma visão geral das principais causas que afetavam a baixa eficiência operacional percebida pela elevada taxa de defeitos.

Após a análise de causas, surgiu a necessidade de desenvolver indicadores de forma a monitorizar o desempenho. Para abordar esta questão, foram desenvolvidos vários *dashboards* com os indicadores mais pertinentes para análise do setor, nomeadamente o OEE que representa a eficiência global dos equipamentos. Em seguida, foram implementadas ações com base na abordagem *lean*, visando a otimização do processo e o aumento da eficiência do setor.

De uma forma geral, o projeto teve um impacto positivo no setor da capsulagem, particularmente por meio da disponibilização de uma análise mais precisa através de indicadores de desempenho. O acompanhamento do trabalho dos operadores em chão de fábrica foi um dos aspetos relevantes, que promoveu a autonomia dos mesmos e a prática da cultura de melhoria contínua. Por último, houve um contributo a nível de controlos de processo de forma a garantir padrões de qualidade mais consistentes.

Palavras-chave: Pensamento lean, Indicadores de desempenho, Melhoria contínua, Padronização.

ABSTRACT

Nowadays, the main strategy of companies focuses on the optimization of available resources and consequently reducing waste. In this context, monitoring performance indicators becomes crucial to identify areas for improvement and monitor the evolution of their implementation.

Amorim Top Series, the Amorim Group's industrial unit, is at a turning point with the declining of the orders volume. Faced with this situation, the company felt the need to improve processes in order to increase operational efficiency and production capacity, so they are ready when the order volume grows in the future. The project was developed in the capsulated cork stopper assembly sector, which is the stage of the manufacturing process where the final product is conceived.

At the start of this project, an assessment of the capsulated cork stopper assembly section was carried out in order to understand the main causes that affected the low efficiency of the process perceived by the high rate of defects.

After analyzing the causes, arose the need to develop sector-specific indicators in order to monitor its performance. To address this issue, several dashboards containing the most significant indicators for sector analysis were created, such as the OEE, which indicates the overall efficiency of the equipment. Then, actions based on the lean approach were implemented, in order to optimize the process and increase the efficiency of the sector.

Overall, the project had a positive impact on the capsulated cork stopper assembly sector, providing a more accurate analysis via performance indicators. Monitoring the operators work on the factory floor was one of the most relevant aspects that promoted the practice of the continuous improvement culture and operators' autonomy. Finally, there was a significant contribution in terms of process controls which guarantee consistent quality standards.

Keywords: Lean thinking, Performance indicators, Continuous improvement, Standardization

ÍNDICE

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract.....	v
Índice de Figuras	xi
Índice de Tabelas	xiii
Índice de Fórmulas	xv
Siglas	xvii
1. Introdução	1
1.1. Contextualização do problema.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Metodologia	2
1.4. Estrutura do documento	3
2. Enquadramento teórico.....	5
2.1. Pensamento Lean	5
2.1.1. Princípios <i>Lean</i>	5
2.1.2. Desperdícios	7
2.1.3. Técnicas e ferramentas <i>lean</i>	8
2.1.4. Barreiras à implementação do <i>lean</i>	12
2.2. Business Intelligence	13
3. Apresentação da empresa	17
3.1. Corticeira Amorim	17
3.2. Amorim Top Series.....	19
3.2.1. Processo Produtivo	19
4. Descrição do Problema.....	23
4.1. Descrição do setor da capsulagem	23
4.2. Estado inicial do projeto	26
4.2.1. Recolha e tratamento de dados	26
4.2.2. Análise de causas.....	30
5. Abordagem de resolução dos problemas	39
5.1. Normalização de métodos de trabalho (M1).....	40
5.2. Formação de integração dos operadores (M2).....	41
5.3. Desenvolvimento de KPI's do setor da capsulagem (M3).....	42
5.3.1. <i>Dashboard</i> com indicador OEE	43
5.3.2. <i>Dashboard</i> de <i>setups</i>	45
5.3.3. <i>Dashboard</i> utilização da capacidade	46
5.4. <i>Dashboard</i> de apoio ao Microplaneamento (M6).....	47
5.5. Ferramenta de controlo dimensional para cápsulas (M5).....	48
5.6. 5S no posto de trabalho dos afinadores (M10)	50

6.	Propostas de melhoria futura.....	53
6.1.	Cálculo automático do OEE	53
6.2.	Implementação de uma escolha de cápsulas.....	53
6.3.	Atualização do software da máquina de escolha (M7).....	59
6.4.	Alinhamento dos processos de controlo de cápsulas.....	60
6.5.	Ferramenta de apoio ao microplaneamento.....	63
7.	Conclusão.....	65
7.1.	Resultados obtidos.....	65
7.2.	Considerações finais.....	65
7.3.	Limitações	66
8.	Bibliografia.....	69
9.	Anexos.....	73
9.1.	Anexo A.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Classic Value	19
Figura 2 - Premium.....	19
Figura 3 - Elegance.....	19
Figura 4 - Prestige	19
Figura 5 - Processo Produtivo da ATS	21
Figura 6 - Layout setor da capsulagem.....	24
Figura 7 - Diagrama de causa-efeito.....	30
Figura 8 - Dashboard OEE Setor Capsulagem	44
Figura 9 - Dashboard Outliers OEE Setor Capsulagem	45
Figura 10 - Dashboard Setups Setor Capsulagem	46
Figura 11 - Dashboard Utilização da Capacidade do Setor Capsulagem	47
Figura 12 - Dashboard Alocação de Artigos a Máquinas.....	48
Figura 13 - User Form Controlo Dimensional	50
Figura 14 - Comparações antes e após os 5S	51
Figura 15 - Processo das cápsulas	61

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Seis grandes perdas	9
Tabela 2 - Processo produtivo da capsulagem.....	25
Tabela 3- Tabela resumo de causas e melhorias.....	34
Tabela 4 – Resultados do estado inicial da seleção da cápsula x na máquina de escolha...	54
Tabela 5 - Resultado medição manual das cápsulas x.....	55
Tabela 6 - Tamanho da amostra após capsulagem	56
Tabela 7 - Resultados da primeira passagem na máquina de escolha	56
Tabela 8 – Resultados da segunda passagem na máquina de escolha	57
Tabela 9 - Resultados de seleção da máquina de escolha	59
Tabela 10 - Diferenças de tolerâncias nos controlos dimensionais	62

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 1 - Indicador OEE (Eficiência Global do Equipamento)	8
Fórmula 2 - Indicador de Disponibilidade.....	8
Fórmula 3 - Indicador de Desempenho	8
Fórmula 4 - Indicador de Qualidade.....	8
Fórmula 5 - Indicador geral OEE (Eficiência Global do Setor)	43

SIGLAS

ATS – Amorim Top Series

ESG - Environmental, Social and Governance

KPI – Indicadores chave de desempenho

MES – Sistema de execução de manufatura

NQA – Nível de qualidade aceitável

OEE – Eficiência global do equipamento

SWI – Standard Work Instructions

SWIP – Standard Work Inventory Processes

TCA – Tricloroanisol

TPM – Total Productive Maintenance

1. INTRODUÇÃO

O presente projeto decorreu no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade de Coimbra, e foi realizado durante o período de 5 meses na unidade industrial Amorim Top Series, dedicada ao design e desenvolvimento de rolhas capsuladas direcionadas para bebidas espirituosas e vinhos sofisticados.

Neste primeiro capítulo é exposto o problema em estudo, assim como os objetivos pretendidos e a metodologia adotada para os alcançar. Por fim, é apresentada a estrutura do documento.

1.1. Contextualização do problema

A crescente procura por produtos personalizados forçou a indústria a mudar o paradigma a nível do processo produtivo, estabelecendo-se um desafio com o aumento de *lead times* e produção de elevadas taxas de desperdícios. A competitividade sentida no mundo industrial derivada deste problema, impulsionou as empresas a aumentar a sua eficiência como meio de sobrevivência, alterando o foco estratégico para a otimização da utilização de todos os recursos disponíveis tendo sempre presente a garantia da qualidade dos produtos. Neste contexto surgiu o pensamento *lean*, uma abordagem de gestão que se concentra na eliminação do desperdício e na maximização de valor para o cliente (Womack & Jones, 1997).

A Amorim Top Series, uma unidade industrial do Grupo Amorim, dedica-se à produção de rolhas capsuladas direcionadas para bebidas espirituosas, possuindo um vasto leque de artigos personalizados para cada cliente.

Face ao fim da pandemia e às previsões do aumento do consumo de bebidas espirituosas, no ano de 2022 o volume de encomendas começou a crescer exponencialmente, provocando um estrangulamento na capacidade produtiva, ou seja, a procura do mercado era superior à oferta da Amorim Top Series. No entanto, no segundo trimestre de 2023 verificou-se um ponto de inflexão no volume de encomendas desencadeado pela existência de elevados stocks de produtos nos clientes, resultantes de previsões de vendas sobredimensionadas em relação ao consumo real.

Com o abrandamento da produção, tornou-se imperativo analisar o fenómeno de aumento das vendas em 2022, de forma a preparar o processo produtivo para situações semelhantes futuras.

Desta forma, o presente projeto surgiu com o objetivo de numa primeira fase desenvolver uma ferramenta de controlo e monitorização de indicadores de desempenho (KPI's) do setor da capsulagem com o intuito de obter uma visão geral do setor e otimizar o fluxo de informação e confiabilidade dos dados. Posteriormente, o foco do projeto passa pela aplicação de ferramentas *lean* para otimização de processos, promovendo o aumento da eficiência operacional e da capacidade de produção.

Neste contexto, o projeto concilia duas grandes áreas ligadas à melhoria contínua: a *Business Intelligence* e o *Lean Thinking*. No que diz respeito ao desenvolvimento de KPI's, é utilizado a *Business Intelligence* que permite transformar dados em informações úteis e conhecimento para melhorar e auxiliar o planeamento estratégico, ou seja, promove a tomada de decisões estratégicas informadas. A implementação de ferramentas *lean* promove a redução de desperdícios e conseqüente otimização dos processos produtivos.

1.2. Objetivos

O presente projeto tem como principal objetivo desenvolver indicadores de desempenho para análise industrial do setor da capsulagem. Uma vez determinados esses indicadores, o rumo do projeto segue para dois objetivos:

1. Melhorar processos produtivos através da implementação de ferramentas *lean*.
2. Aumentar a eficiência do setor, tendo como foco a redução da percentagem de defeitos.

1.3. Metodologia

O projeto seguiu a metodologia investigação-ação, uma abordagem de pesquisa que combina a investigação com a ação prática para resolução de problemas reais, utilizando um processo cíclico que alterna entre ação e reflexão crítica. A metodologia tem uma vertente de melhoria contínua, na medida em que através da experiência e conhecimentos dos ciclos anteriores, os métodos são aprimorados.

Segundo Santos & Amaral (2013), o ciclo investigação-ação é composto por cinco fases iterativas:

1. Diagnóstico: Identificação do problema a abordar e oportunidade de melhoria, através de recolha de dados e discussões com as partes envolvidas.
2. Planeamento da ação: Planeamento e definição do conjunto de ações, da abordagem e dos objetivos da intervenção.
3. Execução das ações: Concretização das ações planeadas na fase anterior.
4. Avaliação: Recolha e análise de dados para avaliação dos resultados da ação executada.
5. Aprendizagem: Registo das conclusões do processo, reflexão sobre as práticas atuais e identificação de novas áreas de melhoria.

1.4. Estrutura do documento

A presente dissertação seguiu uma abordagem para o projeto estruturada em sete capítulos.

Após a introdução, no segundo capítulo é feita uma exposição do enquadramento teórico do problema, que tem o intuito de descrever conceitos e definições teóricas relevantes para a compreensão do projeto.

No terceiro capítulo é apresentado o Grupo Amorim e a unidade industrial Amorim Top Series onde decorreu o estágio.

Em seguida, no quarto capítulo é definida a situação inicial do projeto, apresentando a recolha e tratamento de dados e a análise de causas do problema. Neste capítulo são ainda identificadas possíveis soluções.

O quinto capítulo expõe a abordagem para a resolução dos problemas com as ações implementadas e os seus benefícios para o projeto.

No sexto capítulo são ainda apresentadas propostas de melhoria futura.

Por fim, no sétimo capítulo são referidas as conclusões do projeto e as principais dificuldades abordadas no decorrer do projeto.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

No presente capítulo é feita uma contextualização teórica do projeto, onde são abordados os temas mais relevantes para o mesmo.

2.1. Pensamento Lean

O impulsionamento da metodologia *lean* teve origem na necessidade das organizações integrarem uma estratégia que promova a flexibilidade, confiabilidade e produtividade dos seus processos de produção.

Segundo Womack & Jones (1997), o pensamento *lean* consiste numa abordagem de melhoria contínua que procura maximizar o valor para o cliente, enquanto minimiza os desperdícios.

Holweg (2007) define o pensamento *lean* como iniciativas com foco na melhoria da eficiência e da produtividade da produção através da eliminação de desperdícios e da criação de valor na perspetiva do cliente.

O pensamento *lean* visa atingir a alta qualidade do produto, a segurança e aumentar a motivação dos colaboradores, enquanto, reduz custos e diminui os prazos de entrega (Kumar et al., 2022), isto é, pretende aumentar o desempenho da organização através da otimização da utilização de todos os recursos e da eliminação dos desperdícios.

2.1.1. Princípios *Lean*

De acordo com Womack & Jones (1997), o pensamento *lean* assenta em cinco princípios:

- Especificar valor

Este princípio trata da importância de compreender o valor percebido pelo consumidor final, isto é, as necessidades do cliente com o preço específico e num prazo de tempo definido. Se as necessidades do cliente não forem identificadas corretamente, a produção de um artigo pode converter-se num desperdício, e não em valor, pois não cumpre os requisitos do cliente.

- Identificar a cadeia de valor

Consiste na definição das ações/tarefas necessárias para a produção de cada produto. Na análise da cadeia de valor é necessário identificar os processos que acrescentam valor e os que não acrescentam, estando agrupados em três categorias:

1. Atividades de criação de valor: tarefas necessárias que permitem transformar a matéria-prima no produto final pretendido.
2. Atividades de desperdício tipo 1: tarefas que são necessárias para a concepção do produto final, mas não acrescentam valor como o transporte e a limpeza.
3. Atividades de desperdício tipo 2: tarefas que podem ser eliminadas ou reduzidas na cadeia de valor – baseado nos 7 desperdícios da metodologia *lean*.

- Fluxo

Posteriormente à especificação do Valor e da Cadeia de Valor, é necessário otimizar o fluxo através da eliminação de desperdícios, proporcionando uma produção fluída sem interrupções.

- Sistema *Pull*

No Sistema *Pull*, a produção não começa até que haja um sinal do lado do cliente, isto é, o cliente pode “puxar” o produto (Kumar et al., 2022). O Sistema *Pull* permite uma cadeia de produção fluída e otimizada, uma vez que, a produção rege-se conforme os pedidos dos clientes, diminuindo os inventários e produzindo produtos customizados, contribuindo para o aumento de valor.

- Melhoria Contínua

O último princípio encontra-se interligado aos anteriores, na medida, em que é necessário a organização estar em constante procura pela otimização e pela inovação.

No entanto, os cinco princípios do pensamento *lean* enfrentam limitações a nível da especificação de valor, uma vez que é necessário abranger os valores referente a todos os *stakeholders* da organização, levando a um processo complexo para reduzir todos os desperdícios identificados.

2.1.2. Desperdícios

Os desperdícios podem ser considerados como as atividades que não acrescentam valor ou as atividades pelas quais os clientes não estão dispostos a pagar.

Associado ao *lean*, há três tipos de desperdícios – Os Três Mu's – que são expressos na filosofia *Toyota Production System*:

- Mura: representa a variabilidade, isto é, refere-se às variações na procura ou no fluxo de produção que provocam incertezas e desperdícios.
- Muri: representa a sobrecarga, ou seja, o excesso ou ausência de esforço relativamente a uma máquina, a trabalho humano, entre outros, que podem comprometer a qualidade e a eficiência.
- Muda: representa os desperdícios, isto é, as atividades realizadas que consomem recursos e tempo, mas não acrescentam valor.

Relativamente ao Muda, Taichi Ohno, responsável pela criação do *Toyota Production System*, categorizou sete subtipos de desperdício Muda:

1. Sobreprodução: produção de quantidades superiores à procura no mercado causando problemas de espaço e transporte;
2. Espera: representa o desperdício de tempo produtivo como tempos de espera pela disponibilidade de equipamentos, processamento de tarefas, entre outros, que perturbam o fluxo de produção contínuo;
3. Transporte: transporte de produtos, ferramentas e outros componentes entre postos de trabalho;
4. Sobre processamento: operações ou ações desnecessárias que melhoram ou pioram a qualidade do produto mas que não são um requisito do cliente e pelas quais o cliente não está disposto a pagar;
5. Inventário: stock não utilizado que implica custos;
6. Movimento: todos os movimentos desnecessários que os colaboradores fazem durante o trabalho;
7. Defeitos: características dos produtos que não respondem às expectativas dos clientes.

Mais recentemente, foi incluindo um desperdício referente ao desuso das habilidades dos colaboradores, isto é, quando as ideias criativas dos colaboradores são ignoradas.

2.1.3. Técnicas e ferramentas *lean*

Existem várias técnicas para estabelecer o propósito do pensamento *lean*, destacando nos próximos subcapítulos as mais relevantes para este trabalho.

2.1.3.1. OEE – Eficiência Global do Equipamento

A revolução 4.0 gerou um ambiente mais competitivo no mundo da indústria, impulsionando as empresas a aumentar a produtividade (Al et al., 2022). Neste contexto, a avaliação e monitorização de indicadores de desempenho tornou-se fundamental para que todos os recursos sejam utilizados da forma mais otimizada possível.

O OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), introduzido por Seiichi Nakajima na teoria de Manutenção Produtiva Total (TPM), tornou-se um dos indicadores mais relevantes na gestão de operações de uma indústria. A implementação deste indicador funciona como um sistema de análise de dados de produção, na medida em que permite identificar áreas de melhoria, através da identificação e eliminação de desperdício (Olhager et al., 2010).

O cálculo do OEE resulta do produto entre três indicadores independentes como representa a fórmula 1.

$$OEE = Disponibilidade \times Desempenho \times Qualidade$$

Fórmula 1 - Indicador OEE (Eficiência Global do Equipamento)

Cada parâmetro é calculado através das seguintes fórmulas:

$$Disponibilidade = \text{Tempo Efetivo de Produção} / \text{Tempo Disponível de Produção}$$

Fórmula 2 - Indicador de Disponibilidade

$$Desempenho = (\text{Tempo de ciclo teórico} \times \text{Produção total}) / \text{Tempo Efetivo de Produção}$$

Fórmula 3 - Indicador de Desempenho

$$Qualidade = (\text{Produção total} - \text{Produtos com defeitos}) / \text{Produção Total}$$

Fórmula 4 - Indicador de Qualidade

O parâmetro da Disponibilidade representa o tempo em que a máquina esteve efetivamente a produzir comparando com o tempo disponível de funcionamento da máquina. O tempo de máquina parada pode incluir paragens planeadas como pausa de almoço e *setups*, e paragens não planeadas como avarias.

O Desempenho avalia o ritmo da produção, comparando a produção real com a quantidade teórica que poderia ter sido produzida. Neste indicador são tidas em conta todas as perdas de tempo por microparagens ou reduções de velocidade.

Por fim, a Qualidade revela a taxa de produtos conformes produzidos relativamente a toda a produção.

De acordo com Seiichi Nakajima (1998), resultados de OEE na ordem dos 85%, com os parâmetros da disponibilidade a 90%, de desempenho a 95% e da qualidade a 99,9%, são considerados OEE *World Class Level*.

As perdas de produção dos equipamentos foram identificadas e classificadas em Seis Grandes Perdas (*Six Big Losses*), por Seiichi Nakajima (1998), que permitem eliminar ou reduzir todas as perdas do sistema produtivo e aumentar o OEE. As Seis Grandes Perdas estão divididas pelos três parâmetros que constituem o OEE, como representa a tabela 1.

Tabela 1 - Seis grandes perdas

Perdas de disponibilidade	1	Paragens não planeadas por avarias
	2	Paragens planeadas para ajustes e <i>setup</i>
Perdas de desempenho	3	Perda de velocidade no processo
	4	Paragens e inatividade temporárias
Perdas de qualidade	5	Defeitos no arranque da produção
	6	Produtos não conformes e retrabalho

Segundo Heng et al. (2019), existem vários fatores de incerteza nos sistemas de produção, o que leva a recolha de dados incorretos e desvios nas análises dos mesmos, influenciando as tomadas de decisões. A fundamentação e utilidade deste KPI (*Key Performance Indicator*) é altamente dependente da recolha de dados rigorosa que determinam o OEE, no entanto, num ambiente fabril são várias as fontes de incerteza que podem afetar a precisão dos dados (Heng et al., 2019). Para além disso, existem outras limitações na integração desta ferramenta como informações sobre pequenas paragens e perdas de velocidades e a complexidade da compreensão dos processos e equipamentos envolvidos.

Heng et al. (2019), classificou as causas de incerteza no cálculo do OEE em três motivos principais:

1. Recolha de dados: Uma das principais dificuldades é referente à obtenção de dados de qualidade em tempo real.
2. Ambiente: Referente ao ambiente, existem várias causas de incerteza na definição de medições de desempenho, agregação de componentes de incerteza e o próprio ambiente.
3. Problemas intrínsecos: O método de medição, o fator humano e a precisão das ferramentas de medição são também motivos causadores de incerteza.

Para tal, dada a importância deste indicador, a era da digitalização industrial veio auxiliar na medição automática do OEE, tornando-se numa parte integrante de Sistemas de Gestão de Produção (*Manufacturing Execution Systems – MES*).

2.1.3.2. Normalização de métodos de trabalho

A criação de *Standard Work* permite alcançar um estado de fluidez na vida do operador, para que os movimentos sejam feitos no menor tempo e com qualidade perfeita (Coimbra, 2013). O *Standard Work* permite especificar padrões e estabelecer os melhores métodos e sequências para cada processo e para cada operador, ajudando a reduzir desperdícios (Bragança & Costa, 2015).

Esta ferramenta *lean* recorre a normas e instruções de trabalho, permitindo que os operadores realizem as tarefas de forma autónoma, segura e eficiente. Neste sentido, o *Standard Work* procura estabilizar os processos através da otimização da sequência de tarefas e da minimização dos desperdícios associados ao processo.

Segundo Coimbra (2013), o *Standard Work* relaciona-se com três elementos-chave:

1. *Takt Time*: Tempo disponível de produção para atender às necessidades dos clientes.
2. Sequência de trabalho: Ordem de tarefas que permite realizar o trabalho da forma mais eficiente e segura para que o *Takt Time* seja cumprido.
3. *Standard Work Inventory Processes* (SWIP): Mínimo de unidades necessárias em stock no posto de trabalho para assegurar um fluxo contínuo de produção.

A implementação desta ferramenta é fundamental para garantir uma produção mais flexível, na medida em que através da descrição detalhada das operações a executar, os operadores podem tornar-se versáteis e realizar novas tarefas facilmente (Losonci et al., 2011). Os principais benefícios associados à implementação do *Standard Work* identificados por M.L. Emiliani (2008) passam por:

- Definição de pontos de referência a partir dos quais é possível melhorar continuamente;
- Controlo do processo;
- Redução da variabilidade;
- Melhoria da qualidade e da flexibilidade;
- Estabilidade, ou seja, resultados previsíveis;
- Previsibilidade de anomalias.

O *Standard Work* é um precursor para a excelência, um catalisador para a satisfação dos trabalhadores e um ponto essencial para a melhoria contínua (Bragança & Costa, 2015). No entanto, existem barreiras à sua implementação, sendo a mais crítica a resistência à mudança pelos operadores. Para tal, na formulação das normas e instruções é fundamental integrar a opinião dos trabalhadores e perceber os métodos de trabalho aplicados anteriormente.

Spear (1999), propôs um conjunto de regras na fase de implementação de *Standard Work Instructions*:

- O trabalho deve ser analisado em detalhe, tendo em consideração a sequência, o tempo de produção, como é realizado e os resultados;
- O transporte de produtos no local de trabalho deve ser feito de uma forma simples e direta;
- As melhorias devem seguir um método científico e serem supervisionadas por uma pessoa qualificada.

2.1.3.3. 5S

Os 5S, uma metodologia com origem no Japão, tem como objetivo a criação de um local de trabalho organizado de forma a melhorar a segurança e a eficiência, reduzindo a

taxa de defeitos da produção (Singh et al., 2014). A metodologia baseia-se em cinco princípios expressos em japonês:

1. *Seiri* – Utilização: Consiste na identificação e seleção entre itens necessários e desnecessários no local de trabalho e remoção dos que não são utilizados, eliminando o excesso de materiais.
2. *Seiton* – Organização: Após o *Seiri*, o *Seiton* tem como objetivo organizar o material de forma sistemática nas áreas adequadas ao uso de forma a facilitar o acesso e obter a localização rápida dos mesmos.
3. *Seiso* – Limpeza: Consiste na garantia de um ambiente de trabalho limpo e seguro através da limpeza regular e manutenção do mesmo.
4. *Seiketsu* – Padronização: Refere-se ao estabelecimento de padrões e procedimentos claros para assegurar a consistência da prática dos 3S anteriores (Utilização, Organização e Limpeza).
5. *Shitsuke* – Disciplina: Consiste no desenvolvimento de uma cultura de disciplina e responsabilidade individual no local de trabalho, de modo a comprometer os colaboradores a adotar os princípios dos 5S como parte dos seus hábitos diários.

Esta metodologia tem uma elevada taxa de benefício face à sua facilidade de implementação, sendo as principais vantagens associadas ao aumento da eficiência operacional e produtividade, melhoria na comunicação visual, redução de acidentes, melhoria da qualidade dos produtos e serviços realizados.

2.1.4. Barreiras à implementação do *lean*

A implementação da metodologia *lean* e a mudança de todo o processo de produção não é uma tarefa simples (Kumar et al., 2022), pois engloba uma mudança tanto física como cultural de toda a organização.

Em estudos realizados, os principais desafios comuns a várias organizações na implementação do *lean* são:

- Gestão de topo;
- Cultura;
- Atitude dos colaboradores;

- Competência dos colaboradores;
- Infraestrutura existente.

O apoio da gestão de topo desempenha um papel crítico na implementação da metodologia *lean*, podendo ser considerada tanto uma limitação como um impulsionador. Quando considerada como um desafio, está relacionada a atitudes e comportamentos específicos, como a falta de foco no suporte às iniciativas de pensamento *lean* e falta de visão a longo prazo. A mudança frequente de líderes também consiste numa limitação, na medida em que aumenta a distância entre os colaboradores e os líderes (Ahmad, 2017).

A cultura da empresa constitui outro grande obstáculo para a implementação da metodologia. A liderança deve ser o motor da mudança cultural, procurando instituir o comprometimento com o pensamento *lean* ao fornecer a visão e o plano de ação de modo a moldar o comportamento dos funcionários. O número de anos de trabalho dos colaboradores é identificado com uma das maiores dificuldades na mudança de atitude e habilidades (Ahmad, 2017).

A resistência à mudança por parte dos colaboradores contrasta fortemente o comportamento *lean* que implica comprometimento e envolvimento de toda a comunidade. A atitude de medo da mudança, do desconhecido e do fracasso por parte dos colaboradores, é a principal causa deste problema. Para além disso, a falta de habilidades e a falta de supervisão corresponde a uma das limitações mais frequentes. Deste modo, é crucial criar uma sensação de urgência para a mudança ser implementada, acompanhada da supervisão orientada para o desenvolvimento das habilidades e conhecimentos dos colaboradores.

Por último, a falta de recursos necessários (mão de obra, capital, comunicação, entre outros) constitui também uma limitação à integração, sendo a incompatibilidade entre a infraestrutura anterior e o layout de produção *lean* a mais frequente.

2.2. Business Intelligence

Os dados têm se tornado num ativo cada vez mais valioso no mundo empresarial, capaz de impulsionar o crescimento, a inovação e a vantagem competitiva de uma empresa (Ponnusamy & Selvam, 2023). No entanto, o grande desafio sentido nas empresas passa

pela análise e transformação de uma imensa quantidade de dados extraída em informação útil e valiosa.

Neste sentido, a *Business Intelligence* veio auxiliar as empresas a enfrentar este desafio na medida em que permite fornecer informações úteis e em tempo real para tomada de decisões conscientes e informadas através de ferramentas de análise e gestão. Segundo (Awamleh & Bustami, 2023), *Business Intelligence* consiste na transformação de dados em informação e conhecimentos utilizando modelos matemáticos e metodologias analíticas com o objetivo de melhorar o planejamento estratégico. Com os avanços da tecnologia, a *Business Intelligence* assumiu um papel ainda mais relevante no mundo industrial devido à capacidade de ir ao encontro das expectativas do cliente (Nithya & Kiruthika, 2021).

Uma das formas de atuação da *Business Intelligence*, é através de *dashboards* ou relatórios interativos que permitem visualizar os dados de uma forma mais eficaz. O *Power BI*, uma plataforma de *Business Intelligence*, é utilizado para diversas finalidades como visualização e análise de dados, compartilhamento e tomada de decisão. De uma forma geral, o *Power BI* permite desenvolver painéis interativos com gráficos, tabelas e outras visualizações personalizadas para apresentar os dados de uma forma visual clara e intuitiva.

Segundo (Ponnusamy & Selvam, 2023), os principais benefícios da *Business Intelligence* são:

- Melhorar a tomada de decisão: As decisões podem ser tomadas com base em informação precisa e em tempo real.
- Aumentar a eficiência operacional: A gestão e análise de dados auxilia na identificação de ineficiências e estrangulamentos do processo com o intuito de melhorar a eficiência operacional e reduzir custos.
- Melhorar a experiência do cliente: A análise de dados é fundamental para determinar as preferências dos clientes e assim aumentar a retenção e lealdade dos mesmos.
- Aumentar a receita: Através das conclusões das análises de dados, as empresas podem tomar decisões informadas sobre desenvolvimento de produtos, estratégias de preço e oportunidades de mercado como potencialidades de crescimento.
- Vantagem competitiva: Através da informação devidamente tratada e analisada, as empresas podem responder agilmente às mudanças do mercado e ganhar vantagem perante os concorrentes.

- Melhorar a gestão de riscos: A gestão e análise de dados contribui na mitigação de riscos, auxiliando as empresas a tomar medidas proativas para minimizar o impacto.

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo, é descrita a empresa onde foi realizado o presente projeto iniciando com a estrutura do Grupo Amorim e em seguida com a apresentação da unidade industrial Amorim Top Series.

3.1. Corticeira Amorim

A empresa portuguesa Corticeira Amorim detém o título de líder mundial na transformação de cortiça, gerando um volume de negócios superior a 837 milhões de euros. Fundado em 1870, o Grupo Amorim tem vindo a crescer exponencialmente, encontrando-se presente em mais de 100 países por todo o mundo, distribuído por dezanove unidades industriais, dez unidades de preparação de matéria-prima e dez *join ventures*.

A investigação e desenvolvimento tornou-se, ao longo dos anos, um dos principais pilares do crescimento do Grupo Amorim, ao potenciar a utilização de todas as características da sua única matéria-prima de origem natural – a cortiça – como representa a missão do grupo “Acrescentar valor à cortiça, de forma competitiva, diferenciada e inovadora, em perfeita harmonia com a Natureza”.

A Corticeira Amorim visa ser “uma empresa sustentável, remunerando adequadamente o capital investido, na promoção da equidade social e da salvaguarda ambiental”, tendo presente a política ESG (*Environmental, Social and Governance*). Tratando-se de uma matéria-prima natural, o grupo assume uma grande preocupação a nível ambiental, procurando criar um impacto positivo nos ecossistemas através de técnicas que potenciam o aproveitamento da cortiça e o desperdício mínimo. Para além disso, o bem-estar de todos os colaboradores e os padrões de ética de gestão, são elementos bastante presentes e desenvolvidos no Grupo Amorim.

Para usufruir de todas as características da cortiça, a Corticeira Amorim desenvolveu uma cadeia constituída por cinco unidades de negócio:

1. Amorim Florestal – Extração de cortiça e fornecimento de matéria-prima às restantes unidades de negócio.
2. Amorim Cork - Produção e distribuição de rolhas de cortiça.

3. Amorim Cork Flooring – Produção de revestimentos de parede e pavimentos de cortiça.
4. Amorim Cork Composites - Desenvolvimento de soluções inovadoras com aglomerados compósitos para várias áreas como a indústria aeroespacial e indústria automóvel.
5. Amorim Cork Isolation - Produção de isolamento térmico, acústico e antivibráticos em cortiça.

A Amorim Cork concentra-se na produção e distribuição de rolhas de cortiça naturais, aglomeradas, capsuladas, ergonómicas e customizadas tendo como principais segmentos de negócio vinhos tranquilos, vinhos efervescentes e bebidas espirituosas. A unidade de negócio Amorim Cork está dividida em 10 unidades industriais, que permite uma especialização e foco em determinados segmentos de produtos.

Apesar de se dedicar a vários tipos de produtos, a rolha de cortiça é o elemento vital de todo o Grupo Amorim, contando com uma produção de mais de 5,5 mil milhões anuais.

Para atender às necessidades dos clientes, existe uma grande variedade de rolhas de cortiça podendo ser especificadas quanto à sua dimensão, classe, lavação e tratamento.

Relativamente ao tipo de rolha, são produzidas rolhas naturais, rolhas técnicas, rolhas aglomeradas, rolhas colmatadas, rolhas capsuladas e rolhas de champanhe. No que diz respeito às classes, as rolhas estão classificadas de forma descendente em termos de qualidade da seguinte forma: Flor, Extra, Superior, 1^a, 2^a, 3^a, 4^a e 5^a. As rolhas podem assumir um grande leque de dimensões, sendo as mais usuais com alturas de 54 cm, 49 cm, 45 cm, 38 cm e 33 cm e diâmetros de 26 cm, 25 cm, 24 cm e 22 cm.

Para garantir a qualidade da rolha, são realizados testes a vários parâmetros como a humidade, o nível de TCA, a densidade, o padrão visual, entre outros que o departamento da qualidade determinar necessário. O TCA (2,4,6 – Tricloroanisol) é uma substância química presente na cortiça que origina o “sabor de rolha”, conhecido como sabor a bolor, constituindo um dos principais desafios da indústria corticeira. A presença de TCA pode alterar o sabor da bebida, no entanto não é um elemento prejudicial para a saúde e a sua perceção pode variar entre consumidores.

3.2. Amorim Top Series

O presente projeto foi desenvolvido na unidade industrial Amorim Top Series, pertencente à unidade de negócio Amorim Cork, que se dedica ao design, engenharia e produção de rolhas capsuladas para bebidas espirituosas. Recentemente, a Amorim Top Series fez uma extensão da empresa com a Amorim Top Series Polo 2 na zona de Santa Maria de Lamas. Em França, possui também uma unidade industrial – Amorim Top Series France.

O ponto diferenciador da Amorim Top Series deriva da proporção de soluções personalizadas através da disponibilização de um serviço de consultoria técnica por forma a responder às necessidades específicas dos clientes.

A Amorim Top Series opera para quatro segmentos de mercado: Classic value (figura 1), Premium (figura 2), Elegance (figura 3) e Prestige (figura 4). O tipo de vedantes produzidos é constituído pela rolha de cortiça e pela cápsula que pode ser de vários tipos de materiais como plástico, metal, madeira ou outros pedidos diferenciados.



Figura 1 - Classic Value



Figura 2 – Premium



Figura 3 – Elegance



Figura 4 - Prestige

3.2.1. Processo Produtivo

As primeiras três etapas do processo produtivo são realizadas no Polo 2, e o restante processo é realizado por completo na Amorim Top Series.

Na receção do pedido do cliente, são detalhados todos os materiais necessários ao fabrico do produto, os prazos a serem cumpridos e o respetivo planeamento.

No polo 2 da Amorim Top Series, o processo inicia com a receção de rolhas e o respetivo controlo dos lotes em laboratório para controlar parâmetros como TCA, humidade e dimensões. Após aprovação do lote, este segue para o armazém de rolhas.

No BACO, um sistema de eliminação do composto TCA, as rolhas são sujeitas a um processo com elevadas temperaturas e com intervalos de tempo extensos, para garantir a qualidade e o nível de TCA pretendido. Em seguida, as rolhas de cortiça passam na Escolha Eletrónica I, onde através do recurso a câmaras e lasers, é feita a seleção de rolhas por classes. O processo de escolha tem por base a análise da quantidade e dimensão de cortes, fendas, defeitos, poros e bichos presentes da rolha.

Após as etapas descritas, as rolhas são transportadas para a Amorim Top Series. Nos acabamentos mecânicos, as rolhas são sujeitas a processos de polimento mecânico que permite conferir as dimensões pretendidas, e proporcionando também um acabamento mais macio e definido da rolha. O processo de topejamento consiste na retificação do topo da rolha atribuindo o acabamento final desejado: boleado que corresponde a um acabamento arredondado ou chanfrado que consiste num corte de 45 graus em redor da rolha.

Em seguida, prossegue a lavação que tem como objetivo a desinfeção e branqueamento através de uma mistura química, conferindo um aspeto homogéneo à rolha. Após a lavação, as rolhas passam pelo processo de secagem que permite ajustar o teor de humidade adequado, e se necessário são introduzidas na estufa para correção do nível de humidade.

Na Escolha Eletrónica II, existe uma seleção em função das especificações standard ou do cliente pelas diversas classes e segregação de defeitos. Na fase final do processo, as rolhas passam pelo setor dos Tratamentos para aplicação de produtos lubrificantes de forma a permitir a adequada funcionalidade do produto e são abastecidas diretamente à Capsulagem que consiste na montagem da rolha com a cápsula através de um processo de colagem. Na Capsulagem, existe uma seleção de rolhas capsuladas com o intuito de eliminar produtos não conformes através da análise de parâmetros como as dimensões e o posicionamento da rolha na cápsula. As cápsulas de plástico são produzidas na empresa através de um processo de injeção de plástico. As restantes, como cápsulas de madeira, são provenientes de fornecedores externos. Por último, as rolhas capsuladas são embaladas e encaminhadas para o armazém de expedição, onde prosseguem para o cliente final.

O fluxograma apresentado na figura 5, esquematiza o processo produtivo da Amorim Top Series que permite assegurar a produção de rolhas capsuladas.

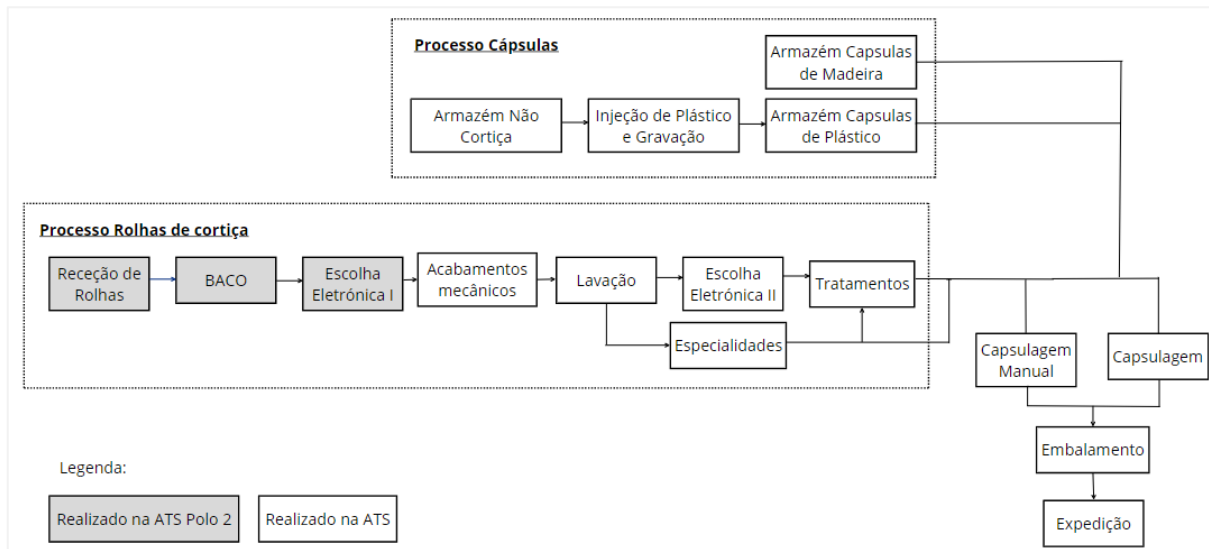


Figura 5 - Processo Produtivo da ATS

4. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

No presente capítulo é descrito o problema, iniciando com a apresentação do setor onde incidiu o projeto e em seguida a descrição da situação inicial e análise de causas.

4.1. Descrição do setor da capsulagem

O presente projeto foi realizado no setor da capsulagem, etapa do processo produtivo onde é realizada a colagem da rolha com a cápsula.

Estrutura do setor

O setor, representado na figura 6, é composto por 19 linhas de produção, cada uma contendo uma zona de abastecimento, uma máquina de capsular e uma máquina de escolha. Adjacente às linhas de produção, estão localizados o setor de tratamentos, xz que corresponde à etapa precedente da capsulagem, e o setor da expedição onde os produtos finais embalados são recolhidos.

Focado na melhoria contínua dos processos, o Grupo Amorim possui um projeto designado Cork.Mais que visa a utilização de ferramentas da metodologia *Kaizen*, como 5S's, gestão visual e normalização do trabalho. Para colocar este projeto em prática, são realizadas reuniões de *Kaizen* diárias no início do turno lideradas pelo responsável do setor, que têm como objetivo promover a comunicação da equipa e atuar de forma imediata nos problemas expostos. As reuniões decorrem no gemba junto ao quadro *Kaizen* que contém informações relativas à equipa, ações de melhoria e indicadores de desempenho do setor.

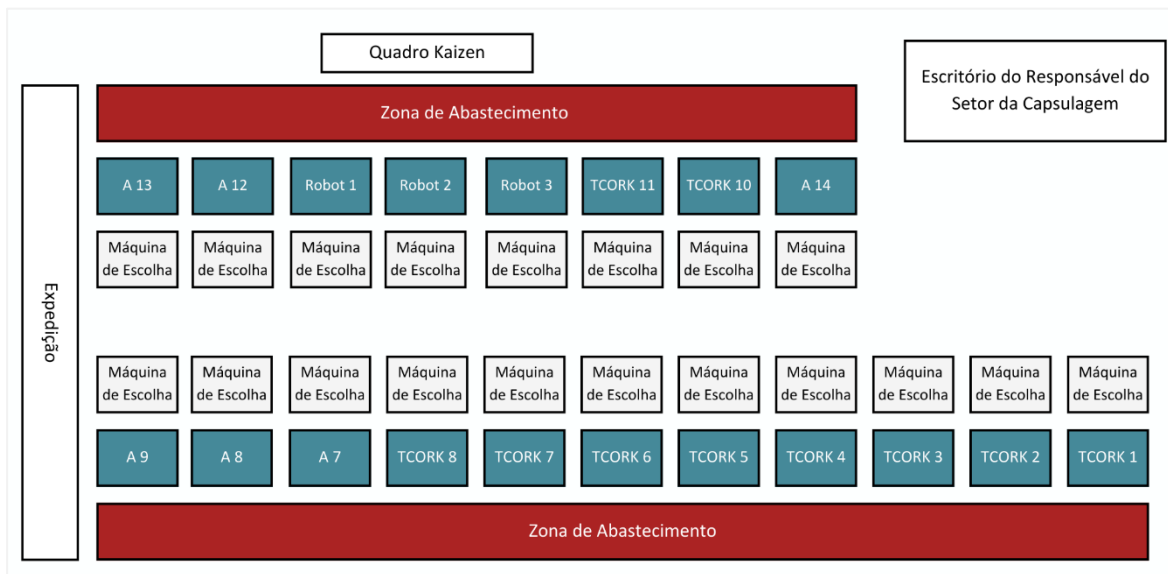


Figura 6 - Layout setor da capsulagem

Tipos de máquinas do setor

Nas linhas de produção existem três grupos distintos de máquinas de capsular: TCork (máquinas mais antigas do setor caracterizadas por elevadas cadências de produção), Robot (máquinas com menor cadência destinadas a artigos mais complexos) e A (as mais recentes aquisições do setor com maior flexibilidade de produção de artigos). As máquinas A foram selecionadas como futuras aquisições de Amorim Top Series, porque apesar de apresentarem uma cadência menor, produzem menos defeitos e têm maior flexibilidade de produção de artigos.

As máquinas de escolha que se encontram a seguir à colagem da rolha com a cápsula, têm como objetivo selecionar os capsulados conformes e os não conformes de forma a assegurar a conformidade e qualidade dos produtos. Através de sensores de leitura de dimensões, a máquina rejeita os produtos que estão fora das tolerâncias previamente definidas, garantido que apenas os itens conformes prossigam para a etapa de embalagem.

Equipa do setor

A produção ocorre de forma contínua ao longo de três turnos de oito horas, sendo cada turno composto por uma equipa de 10 operadores e 2 afinadores.

Os operadores são responsáveis por supervisionar duas linhas de produção, onde têm ao encargo as tarefas de arranque e intervenção nas máquinas aquando de paragens. Para

além disso, os operadores têm de executar tarefas secundárias como embalagem, abastecimento de material (sacos, paletes, rolhas, cápsulas, entre outros necessários) e transporte de paletes até à área da expedição.

Os afinadores, membros integrantes da equipa de manutenção, são responsáveis por realizar *setups* e auxiliar os operadores em intervenções mais complexas.

Processo produtivo da capsulagem

O processo da capsulagem é composto por quatro etapas principais. A primeira etapa consiste na colagem da rolha com a cápsula na máquina de capsular. Em seguida, as rolhas capsuladas são encaminhadas para o alimentador vibratório, que funciona como buffer, de onde são direcionadas para a máquina de escolha. A máquina de escolha realiza a triagem entre produtos conformes e não conformes através de um sistema de sensores de leitura de dimensões. Por fim, as rolhas capsuladas conformes são embaladas e prosseguem para a expedição.

A tabela 2 representa o processo produtivo de forma simplificada, com os *inputs* e *outputs* de cada etapa e a descrição da mesma.

Tabela 2 - Processo produtivo da capsulagem

	Operação	Inputs	Outputs	Máquina
Etapa 1	Colagem da rolha com a cápsula	Cápsula Rolha Cola	Rolha capsulada	Máquina de capsular
Etapa 2	Buffer	Rolha capsulada	Rolha capsulada	Alimentador vibratório
Etapa 3	Triagem de produtos	Rolha capsulada	Rolha capsulada conforme ou Rolha capsulada não conforme	Máquina de escolha
Etapa 4	Embalamento	Rolha capsulada conforme	Produto final embalado	Sistema de embalagem

4.2. Estado inicial do projeto

No início do presente projeto, o setor da capsulagem deparava-se com a falta de indicadores industriais para análise, sendo os únicos dados recolhidos diariamente referentes à produção total e à quantidade de defeitos produzidos por artigo. Esta lacuna referente à ausência de acompanhamento de indicadores do setor tem um impacto significativo na identificação da origem dos problemas e dos pontos de melhoria.

Posto isto, face à escassez de dados, a primeira fase do projeto foi dedicada à recolha e tratamento de dados de modo a definir e compreender o estado inicial do projeto.

4.2.1. Recolha e tratamento de dados

Após a perceção do funcionamento do setor, foram realizadas medições relativamente a tempos de paragem em todas as máquinas de capsular, registando para cada paragem:

- Hora início de paragem: Máquina para e inicia o alarme.
- Hora início de intervenção: Operador deteta máquina em alarme e inicia a intervenção para resolver o alarme.
- Hora fim de intervenção: Operador finaliza a intervenção e arranque da máquina.
- Motivo de paragem: Causa do alarme e paragem da máquina.
- Motivo do tempo de reação: Causa do tempo de reação pelo operador e localização do mesmo no momento do alarme.

Através das medições realizadas, obteve-se uma média global de 21% do tempo parado devido a microparagens, que extrapolando para o tempo disponível de produção por turno (cerca de 7 horas e 30 minutos) corresponde a cerca de 1 hora e 30 minutos.

Analisando por grupo de máquina como representa o gráfico 1, constatou-se que as máquinas A são as mais críticas no que diz respeito a este parâmetro. Com base nessa conclusão e considerando a prioridade dada pela empresa a esse grupo de máquinas, o restante estudo foi focado exclusivamente no grupo de máquinas A.

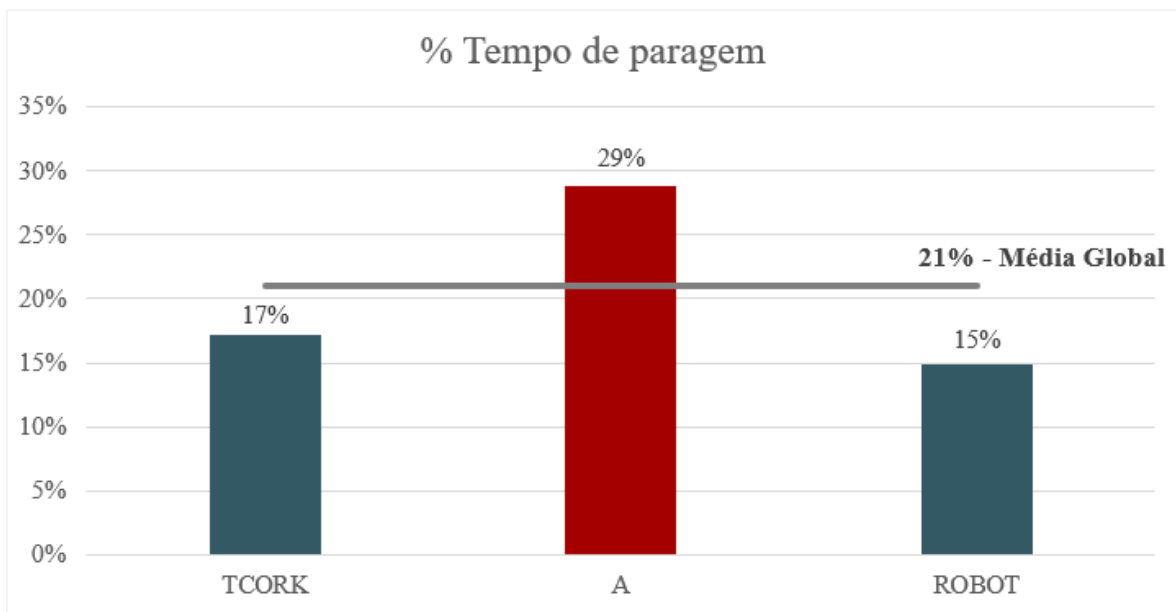


Gráfico 1 - Percentagem de tempo médio de paragem

Das causas identificadas para as microparagens das máquinas A, verificou-se que cerca de 80% correspondem a dois principais motivos: encravamento de cápsulas e encravamento de rolhas (gráfico 2). As restantes causas identificadas são referentes a falhas de alimentação de materiais e limpeza do sensor de cola.

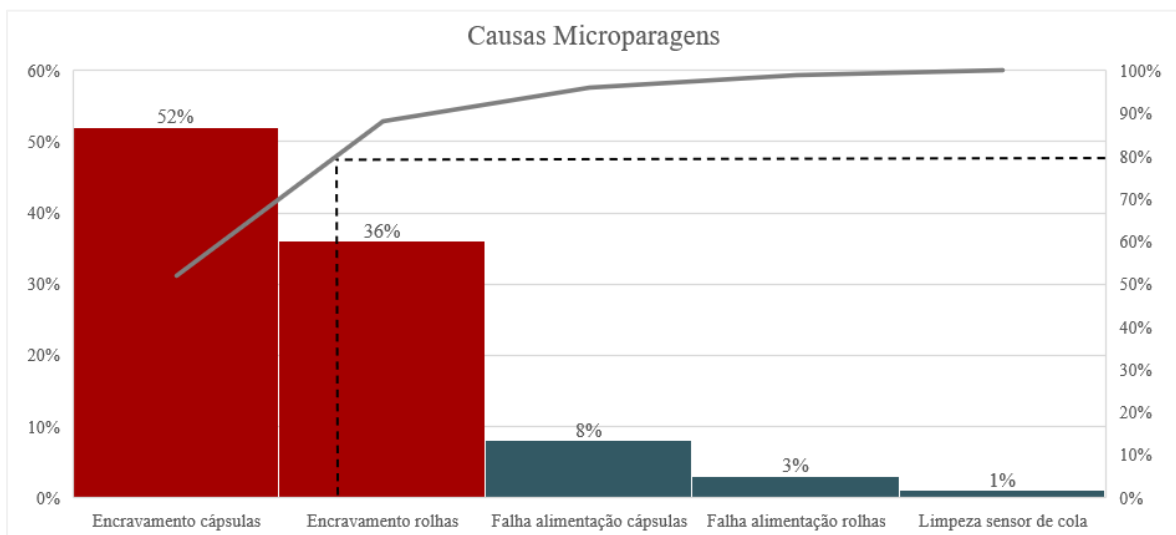


Gráfico 2 - Causas de microparagens

As causas de microparagens foram detalhadas em subcausas, como representa o gráfico 3, a fim de obter uma compreensão mais precisa da origem dos problemas. As

subcausas relacionadas com os problemas mais críticos – encravamento de rolha e de cápsula – estão associadas a defeitos do material, como rolhas partidas e cápsulas fora de dimensões, o que provoca a paragem da máquina. Relativamente às falhas de alimentação, a falta de materiais para abastecer as máquinas representa um problema tanto para cápsulas como para rolhas, o que demonstra a falta de alinhamento da cadeia de abastecimento e a falta de planeamento ao iniciar uma ordem de fabrico sem assegurar os materiais necessários previamente.

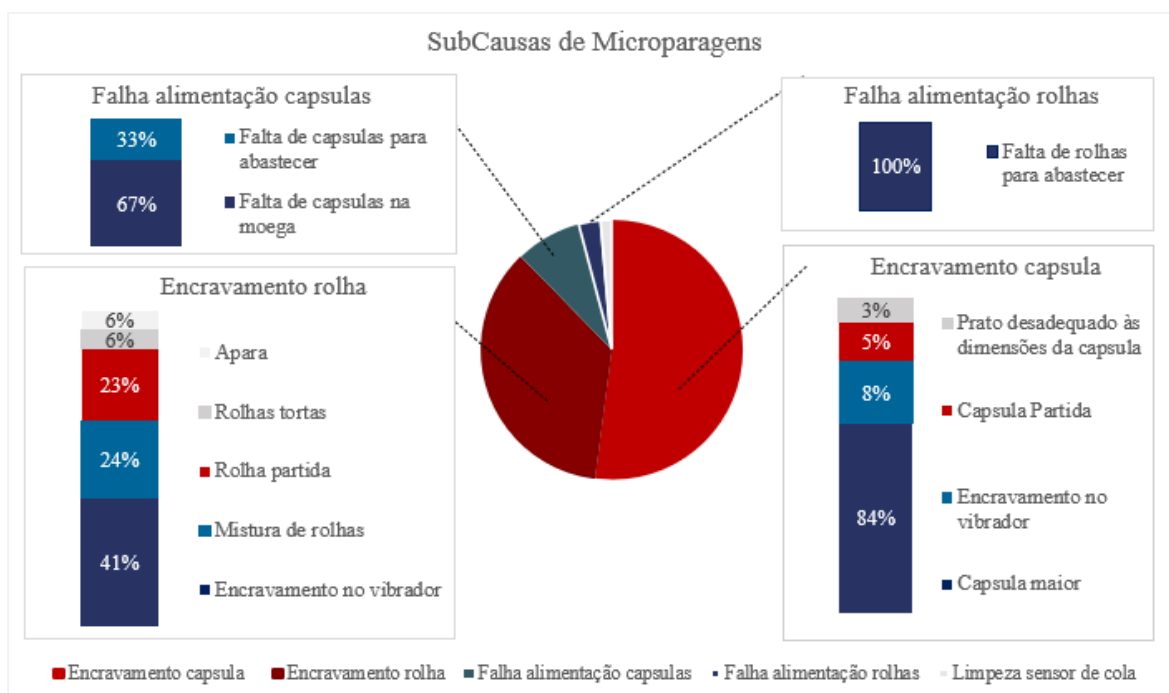


Gráfico 3 - Subcausas das microparagens

No estudo do tempo de paragens das máquinas, foram analisados os tempos de reação do operador à paragem da máquina, isto é, o tempo que dista desde o momento em que a máquina parou e o momento em que o operador iniciou a intervenção na máquina. Os resultados surgiram que em média o operador demora 1 minuto e 2 segundos para intervir na paragem da máquina. Em 40% dos casos, o operador encontra-se a realizar tarefas secundárias na máquina da paragem, nos restantes 60% o operador encontra-se na outra linha de produção a que tem encargo.

Para além dos tempos de paragem, foi determinada a capacidade de produção máxima instalada do setor, ou seja, a quantidade máxima possível de produzir se as cadências das

máquinas estiverem definidas a 100%. Em relação aos meses de fevereiro e março de 2023, a taxa de utilização da capacidade máxima face à produção real não ultrapassou os 70%, como representa o gráfico 4. Este indicador é altamente sensível ao mix de produtos produzidos no período em análise, uma vez que, a cadência de produção depende da complexidade do artigo e do estado da matéria-prima. Isto é, artigos mais complexos como cápsulas esféricas requerem cadências de produção mais baixas, assim como quando a matéria-prima se encontra em condições desfavoráveis.

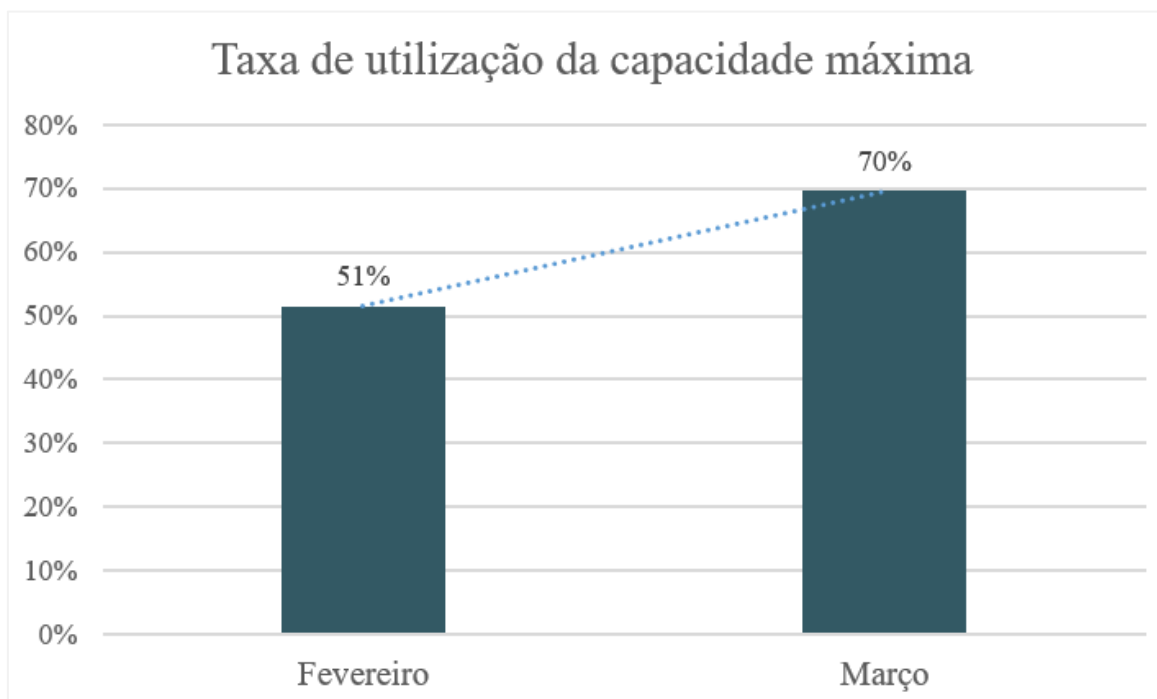


Gráfico 4 - Taxa de utilização da capacidade máxima

4.2.2. Análise de causas

Tendo em vista o aumento da eficiência do setor da capsulagem, tornou-se crucial identificar de maneira abrangente todas as causas que afetam negativamente a eficiência. Para esse fim, através de um brainstorming em equipa, foi elaborado um diagrama de causa-efeito apresentado na figura 7. Esta ferramenta permite uma compreensão mais precisa e estruturada dos problemas, auxiliando na identificação de soluções efetivas para aumentar a eficiência do setor da capsulagem.

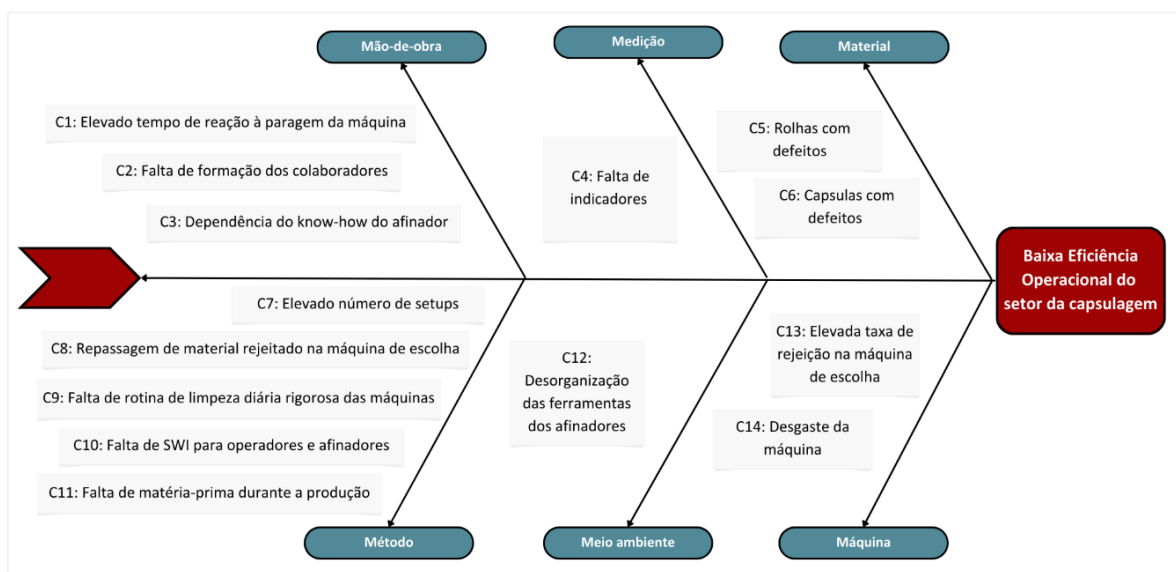


Figura 7 - Diagrama de causa-efeito

No diagrama de causa-efeito, os problemas foram categorizados em método, máquina, medição, material, mão-de-obra e meio ambiente, que serão descritos detalhadamente em seguida.

Mão-de-obra

- **C1 - Elevado tempo de reação à paragem da máquina**

O tempo médio de reação por parte do operador para intervir na paragem da máquina é de 1 minuto e 2 segundos, diminuindo a disponibilidade da máquina para produção. Tal acontece devido ao foco do operador não estar permanentemente na mesma máquina e por priorizar a realização de tarefas secundárias.

- **C2 - Falta de formação dos colaboradores**

No processo de admissão de um novo operador, é comum que este acompanhe um operador mais experiente, o qual o instrui sobre as tarefas que deve desempenhar. No entanto, essa formação não é padronizada e consistente, o que pode resultar em falhas na transmissão de conhecimento e habilidades, bem como na inconsistência do processo produtivo.

- **C3 - Dependência do *know-how* do afinador**

O conhecimento técnico dos afinadores é fundamental para garantir intervenções rápidas e eficazes. Com o objetivo de assegurar a agilidade no processo de *setup*, em algumas situações quando se trata de artigos com dimensões semelhantes, os *setups* podem ser realizados de forma inadequada, requerendo posterior ajustes durante a produção, em conformidade com o desempenho da máquina.

Medição

- **C4 - Falta de indicadores**

No início do projeto, o único indicador analisado diariamente era referente à qualidade, ou seja, a produção total face à quantidade de defeitos produzidos. No entanto, não existiam métodos para recolher dados relacionados a outros indicadores como o desempenho e a disponibilidade das máquinas. Neste contexto, a falta de monitorização de indicadores afeta indiretamente a eficiência do setor, uma vez que, não havendo conhecimento sobre o funcionamento do processo produtivo, não é possível tirar partido dos recursos instalados.

Material

- **C5 - Rolhas com defeitos | C6 - Cápsulas com defeitos**

Através das medições efetuadas nas máquinas, 89% das microparagens referentes a encravamentos de cápsulas e 60% referentes a encravamento de rolhas são devidas a material com defeito.

Nas cápsulas, os defeitos dimensionais apresentam mais incidência, no entanto, cápsulas partidas ou mistura de cápsulas também são frequentes. A elevada taxa de defeitos das cápsulas provem do fraco controlo de qualidade por parte do fornecedor (ausência de um processo de triagem de produtos não conformes) e da insignificância

estatística associada ao controlo dimensional realizado na ATS na receção das cápsulas.

Relativamente às rolhas, os principais defeitos encontrados são mistura de rolhas, apara ou rolhas tortas. Para além de provocarem microparagens, o que contribui para perda de tempo de produção, estes defeitos afetam gravemente a qualidade do produto final. A principal causa dos defeitos da rolha deriva da compra de matéria-prima mais fraca, devido à escassez da mesma, que por sua vez origina uma elevada taxa de defeitos nos setores dos Acabamentos Mecânicos e na Escolha Eletrónica II.

Método

- **C7 - Elevado número de *setups***

A produção de um artigo geralmente ocorre num intervalo de tempo relativamente curto, logo, as máquinas podem chegar a realizar dois ou mais *setups* por dia. Neste contexto, para garantir a máxima eficiência e produtividade das máquinas, é importante que o microplaneamento de alocação de artigos a máquinas seja realizado de forma criteriosa, considerando as variações dimensionais entre artigos e procurando minimizá-las ao máximo. Este microplaneamento não é realizado de forma eficaz, limitando a que as máquinas trabalhem em "velocidade cruzeiro", ou seja, a velocidade que é considerada ideal para obter o desempenho máximo da máquina.

- **C8 - Repassagem de material rejeitado na máquina de escolha**

A máquina de escolha gera uma elevada quantidade de produtos rejeitados, implicando a interrupção da operação da máquina de capsular antes do fim do turno, para repassar os produtos rejeitados na máquina de escolha. A interrupção contribui para a redução do tempo disponível para a produção da máquina de capsular, sendo que este tempo de paragem é tanto maior quanto maior for a quantidade de produtos rejeitados pela máquina de capsular ao longo do turno.

- **C9 - Falta de rotina de limpeza diária rigorosa das máquinas**

A limpeza, especialmente em sensores, é crucial para garantir o bom funcionamento da máquina. Os operadores apesar de terem um plano de limpeza definido, o cumprem rigorosamente.

- **C10 - Falta de *Standard Work Instructions* para operadores e afinadores**

Os métodos de trabalho dos operadores não são normalizados, resultando em inconsistências na intervenção nas máquinas e consequentemente o desgaste das mesmas. Adicionalmente, existe o risco de a solução adotada pelo operador não ser eficaz, gerando novas paragens e aumentando o desgaste da máquina.

Associado ao trabalho dos afinadores, mais concretamente nos setups, a falta de definição de parâmetros como a velocidade mínima e quantidade de cola para cada artigo em cada máquina, leva a ajustes durante a produção à medida que surgem problemas, contribuindo para a produção de artigos não conformes.

- **C11 - Falta de matéria-prima durante a produção**

No início de uma ordem de fabrico, muitas das vezes, não é assegurada a quantidade de matéria-prima (rolhas e cápsulas) necessária em stock para a encomenda. Desta situação, resulta a inatividade da máquina à espera de materiais para produção, devido ao planeamento ineficiente das encomendas da capsulagem e a falta de coordenação da cadeia de abastecimento entre as etapas do processo produtivo.

Meio ambiente

- **C12 - Desorganização das ferramentas dos afinadores**

A equipa de afinadores possui um carrinho de ferramentas de apoio, bem como uma zona destinada ao armazenamento de peças de máquinas. No entanto, a desarrumação e falta de limpeza destas áreas de trabalho resultam em dificuldades para localizar o material necessário, o que provoca um aumento no tempo de setups. Para além disso, a falta de organização tem um impacto direto na produtividade dos afinadores e a falta de limpeza pode levar à deterioração do material, comprometendo a sua funcionalidade e vida útil.

Máquina

- **C13 - Elevada taxa de rejeição na máquina de escolha**

A máquina de escolha apresenta uma elevada taxa de rejeição de rolhas capsuladas, devido a diversas causas como o erro associado à própria máquina, a falta de calibração e a ausência de limpeza adequada do sensor e do tapete. O erro

de leitura da máquina de 2 milímetros tem um grande impacto na triagem de produtos conformes e não conformes, gerando resultados inexactos.

- **C14 - Desgaste da máquina**

Devido ao elevado número de microparagens ocasionadas por material com defeitos ou por afinação incorreta, a máquina de capsular sofre um desgaste adicional, contribuindo para a redução do seu desempenho. Para reduzir o desgaste, existe um plano de manutenção preventiva, no entanto, este plano atua apenas 2 vezes por ano nas paragens da fábrica, logo não é suficiente para mitigar completamente os efeitos desse desgaste.

Para facilitar a compreensão, foi construída a tabela 3, onde são explicitadas as causas, as subcausas, as consequências e possíveis ações de melhoria.

Tabela 3- Tabela resumo de causas e melhorias

	Causa	Why?	Consequências	Possíveis melhorias
Mão-de-obra	C1: Elevado tempo de reacção à paragem da máquina	Falta de foco pelo operador na máquina	Perda de tempo de produção	M1: Normalização de métodos de trabalho
	C2: Falta de formação dos colaboradores	Ausência de plano de formação normalizado	Métodos de trabalho desajustados e incorretos	M2: Desenvolvimento de uma formação de integração dos operadores
	C3: Dependência do <i>know-now</i> do afinador	Ausência de normalização de métodos de trabalho	<i>Setups</i> incorretos	M1: Normalização de métodos de trabalho
Medição	C4: Falta de indicadores	Falta de equipamentos para medição de tempos de paragem	Falta de monitorização do desempenho do setor	M3: Desenvolvimento de KPI's do setor
Material	C5: Rolhas com defeitos – mistura de rolhas, apara, rolhas tortas.	Produção defeituosa em etapas anteriores do processo produtivo das rolhas. Matéria-prima fraca	Produto final com defeito. Encravamento das máquinas.	M4: Melhoria das etapas anteriores do processo produtivo das rolhas

Material	C6: Cápsulas com defeitos – defeitos dimensionais, mistura de cápsulas, cápsulas partidas.	Ausência do processo de triagem no fornecedor. Controle inadequado na receção de cápsulas.	Produto final com defeito. Encravamento das máquinas.	M5: Reestruturação do controlo de qualidade na receção de cápsulas
Método	C7: Elevado número de <i>setups</i>	Planeamento ineficiente	Desgaste da máquina	M6: Criação de ferramenta de apoio ao microplaneamento
	C8: Repassagem do material rejeitado na máquina de escolha	Elevadas taxas de rejeitado na máquina de escolha devido ao erro da máquina	Menor disponibilidade e produção	M7: Atualização do software da máquina de escolha
	C9: Falta de rotina de limpeza diária rigorosa nas máquinas	Falta de rigor dos operadores	Problemas de qualidade	M1: Normalização de métodos de trabalho
	C10: Falta de SWI para os operadores e afinadores	Ausência de normalização de métodos de trabalho	Inconsistência dos métodos de trabalho	M1: Normalização de métodos de trabalho
	C11: Falta de matéria-prima durante a produção	Planeamento ineficiente. Falta de coordenação da cadeia de abastecimento	Baixa disponibilidade da máquina	M8: Coordenação da cadeia de abastecimento das etapas do processo produtivo
Meio ambiente	C12: Desorganização das ferramentas dos afinadores	Falta de cultura <i>Kaizen</i> nos colaboradores	Aumento do tempo de intervenção	M9: Aplicação da metodologia 5S
Máquina	C13: Elevada taxa de rejeição na máquina de escolha	Erro da máquina, falta de calibração, falta de limpeza.	Triagem de produtos conformes e não conformes incorreta	M7: Atualização do software da máquina de escolha
	C14: Desgaste da máquina	Intervenções incorretas. Elevado número de <i>setups</i> . Falta de manutenção preventiva	Baixo desempenho da máquina	M10: Reforço do plano de manutenção preventiva M1: Normalização de métodos de trabalho M6: Melhoria do microplaneamento

Em seguida, com base na matriz de prioridades desenvolvida com a equipa do projeto, foram definidas as soluções que deveriam ser implementadas com mais urgência. A prioridade da matriz, apresentada no gráfico 5, é baseada no impacto e no esforço de implementação da solução.

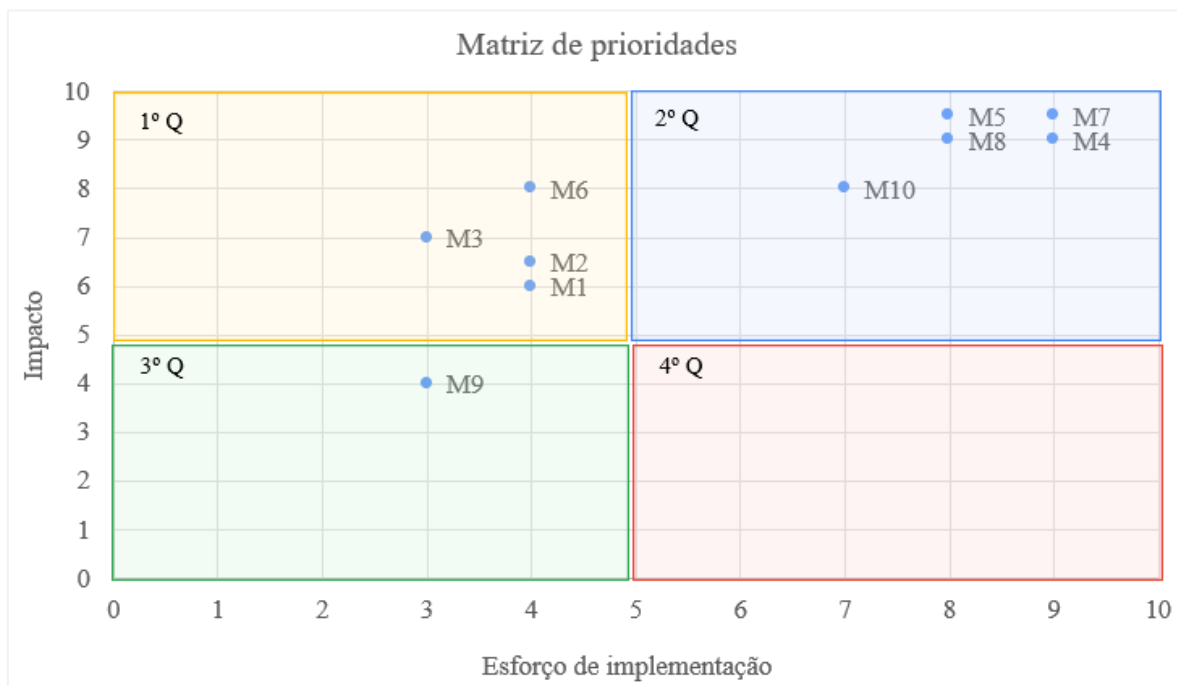


Gráfico 5 - Matriz de prioridades

Primeiro Quadrante - Baixo Esforço / Alto Impacto – Quick wins

Neste quadrante as melhorias são consideradas “*Quick wins*”, isto é, melhorias que geram um grande benefício comparativamente com a complexidade de implementação, logo, são ações a desenvolver imediatamente.

Neste quadrante, estão incluídas as ações:

M1: Normalização de métodos de trabalho.

M2: Desenvolvimento de uma formação de integração dos operadores.

M3: Desenvolvimento de KPI's do setor.

M6: Criação de ferramenta de apoio ao microplaneamento.

Segundo Quadrante: Alto Esforço / Alto Impacto – Projetos chave

O segundo quadrante diz respeito a “Projetos chave”, isto é, melhorias que apesar do elevado esforço para a sua implementação, têm um impacto significativo.

Neste quadrante, estão incluídas as seguintes ações de melhoria:

M4: Melhoria das etapas anteriores do processo produtivo das rolhas.

M5: Reestruturação do controlo de qualidade na receção de cápsulas.

M7: Atualização do software da máquina de escolha.

M8: Coordenação da cadeia de abastecimento das etapas do processo produtivo.

M10: Reforço do plano de manutenção preventiva.

Terceiro Quadrante: Baixo Esforço / Baixo Impacto – Ações de segundo plano

As ações deste quadrante devem ser eliminadas, ou realizadas apenas se houver tempo disponível devido ao seu baixo impacto. A única ação incluída neste quadrante é: **M9** - Aplicação da metodologia 5S.

Quarto Quadrante: Alto Esforço / Baixo Impacto – Tarefas ingratas

Este quadrante diz respeito a tarefas que apesar do alto esforço de implementação, impactam pouco na melhoria, sendo consideradas “Tarefas ingratas”. Neste quadrante, não foi identificada nenhuma ação de melhoria.

5. ABORDAGEM DE RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS

No presente capítulo é apresentada a abordagem para a resolução dos problemas com as ações concretizadas, onde se priorizou as melhorias com maior importância e necessidade de implementação, seguindo os resultados da matriz de prioridades.

Desta forma, primeiramente foram implementadas as melhorias “Quick wins” (M1 – Normalização dos métodos de trabalho, M2 – Formação de integração dos operadores, M3 – Desenvolvimento de KPI’s do setor da capsulagem e M6 – Dashboard de apoio ao microplaneamento). Para além disso, também foi implementada a ação M9 – Aplicação da metodologia dos 5S’s, pertencente a “Ações de segundo plano” devido à facilidade de desenvolvimento face ao benefício.

Em relação aos “Projetos chave”, três ações não foram estudadas devido à sua complexidade de desenvolvimento, nomeadamente:

- **M4:** Melhoria das etapas anteriores do processo produtivo das rolhas.

Esta ação pressupunha a melhoria da qualidade dos produtos resultantes do setor dos acabamentos mecânicos e da escolha eletrónica II, de forma a minimizar a capsulagem de rolhas defeituosas. No entanto, como esta ação depende de vários setores e necessita de um estudo aprofundado em cada um deles, não foi implementada por falta de tempo.

- **M8:** Coordenação da cadeia de abastecimento das etapas do processo produtivo.

A ação pretende mitigar as paragens das máquinas por falta de matéria-prima (cápsulas e rolhas) durante a encomenda. Neste sentido, era necessário alinhar as necessidades de cada setor, ou seja, coordenar a cadeia de abastecimentos das etapas do processo produtivo. Devido à falta de tempo e à complexidade de integrar todos os setores, a ação não foi realizada.

- **M10:** Reforço do plano de manutenção preventiva.

Com o reforço do plano de manutenção preventiva, pretendia-se aumentar a periodicidade das intervenções, visando uma análise mais regular do estado das máquinas de forma a antecipar e corrigir potenciais problemas que se poderiam tornar avarias graves. No plano de manutenção, também foi reconhecida a

necessidade de acrescentar ações, como a troca anual dos tapetes de passagem da máquina de escolha. O principal objetivo desta ação preventiva passava pelo aumento da vida útil dos equipamentos e pela redução da ocorrências de avarias, promovendo assim a maximização da eficiência operacional. No entanto, face à equipa reduzida de manutenção e à dificuldade de alocação de trabalhos extra, a ação não foi estudada e implementada.

Nos subcapítulos seguintes são descritas as implementações de cada melhoria.

5.1. Normalização de métodos de trabalho (M1)

Face à ausência de formação e padronização de métodos de trabalho, surgiu a necessidade de criar normas e estabelecer diretrizes para a intervenção em máquinas de capsular aquando da ocorrência de alarmes de paragem. A falta de normalização de métodos de trabalho acarretava consequências não só para os operadores como também para as próprias máquinas, uma vez que, os operadores enfrentam dificuldades em determinar a melhor abordagem para solucionar o problema, resultando em ações imprecisas e prejudiciais às máquinas.

As normas, apresentadas no anexo A, foram desenvolvidas em conjunto com a equipa de afinadores, os responsáveis por intervenções de manutenção nas máquinas, seguindo 5 fases:

1. Identificação de intervenções básicas de funcionamento das máquinas e material disponível;
2. Identificação de todos os alarmes da máquina de capsular;
3. Divisão dos alarmes em 4 categorias de motivo de paragem: Rolhas, Cápsulas, Cola e Cilindro;
4. Identificação da intervenção mais adequada para a resolução de cada alarme;
5. Verificação pelo responsável da manutenção.

Posteriormente à codificação das normas, foi realizada uma formação aos operadores de todos os turnos de forma a relembrar e pôr em prática os métodos de trabalho estabelecidos. Para além disso, as normas foram disponibilizadas em formato de livro no

setor para consulta rápida e acessível a cada operador. Nas formações, os operadores mostraram-se recetivos à aprendizagem dos métodos de trabalho, principalmente os operadores com menos experiência neste tipo de máquinas.

Deste modo, as expectativas desta ação passam por melhorar o desempenho e produtividade dos operadores, e conseqüentemente minimizar o número de microparagens. A nível da máquina, a padronização de métodos de intervenção poderá trazer benefícios diretos para a vida útil das mesmas, na medida em que reduz o desgaste excessivo decorrente de intervenções inadequadas e prolonga a vida útil dos equipamentos. A nível da mão-de-obra, a padronização de métodos de trabalho permite que os operadores sejam mais autónomos e promove o desenvolvimento profissional.

5.2. Formação de integração dos operadores (M2)

Como descrito na análise de causas, não existia um plano de formação padronizado para a admissão de um novo operador ao setor, sendo que este acompanhava outro operador mais experiente, resultando em inconsistências do processo produtivo da capsulagem.

Para abordar essa questão, surgiu a necessidade de definir um plano de formação para novos operadores do setor, de forma a contextualizar o ambiente de trabalho e especificar todas as tarefas a realizar. Para além disso, esta formação tem como objetivo direcionar o foco dos operadores para a intervenção nas máquinas, visto que na descrição do estado inicial verificou-se que o tempo de reação dos operadores à paragem da máquina é em média de 1 minuto e 2 segundos.

Numa primeira fase, foram recolhidas e registadas informações através do acompanhamento do trabalho dos operadores no chão de fábrica. Para além disso, junto da equipa de engenharia de processo e dos operadores, foram identificados os controlos de processo obrigatórios e os métodos para os realizar ao longo do turno.

Com o tratamento da informação obtida, o plano de formação foi estruturado em sete capítulos:

1. Zona de trabalho e materiais disponíveis. – Descrição de todos os componentes de cada linha de produção e materiais disponíveis para intervenção nas máquinas e para execução de controlos de processo.

2. Tarefas principais – Descrição das tarefas prioritárias onde o operador deve manter o foco do seu trabalho.
3. Tarefas secundárias – Descrição das tarefas de segundo plano, no entanto necessárias de realizar.
4. Controlos do processo – Descrição de todos os controlos de processo a executar ao longo do turno.
5. Plano de limpeza – Descrição do plano de limpeza a realizar no final de cada turno.
6. Preparação da máquina para *setups* – Descrição do processo de preparação das máquinas para mudanças de produção de artigos.
7. Normas de intervenção nas máquinas – Normas realizadas na ação de melhoria M1.

A formação tem como intuito padronizar os métodos de trabalho do operador, facilitar a aprendizagem do mesmo e diminuir o tempo de adaptação ao setor. A prática deste plano proporciona um ambiente propício para aquisição de novas habilidades e conhecimentos dos operadores, ao integrar práticas mais adequadas nos seus métodos de trabalho, promovendo a uniformidade e a eficiência das tarefas desempenhadas. Por motivos de sigilo profissional, não é possível disponibilizar a formação no presente documento.

5.3. Desenvolvimento de KPI's do setor da capsulagem (M3)

A par com a análise realizada do estado inicial do setor, foram estudados e desenvolvidos vários *dashboards* em *POWER BI* onde são apresentados os indicadores identificados como mais pertinentes ao setor da capsulagem para análise industrial. Os *dashboards* permitem ter uma visão geral e detalhada do setor, auxiliando na tomada de decisões.

5.3.1. *Dashboard* com indicador OEE

Devido à indisponibilidade de dados nas máquinas de capsular, foi necessária a intervenção do fornecedor de forma a disponibilizar as seguintes informações:

- Tempo de máquina em Produção;
- Tempo de máquina Parada;
- Tempo de máquina em Alarme;
- Velocidade (rolhas/hora);
- Milissegundos de cola.

A fórmula de cálculo do OEE utilizada para a produção de cada artigo é a seguinte:

$$\begin{aligned}
 OEE (\%) &= \text{Qualidade} \times \text{Disponibilidade} \times \text{Desempenho} \\
 &= \left[\frac{\text{Produção Total (rolhas)} - \text{Produção não Conforme (rolhas)}}{\text{Produção Total (rolhas)}} \right] \\
 &\times \left[\frac{\text{Tempo efetivo de produção (horas)}}{\text{Tempo disponível de produção (horas)}} \right] \\
 &\times \left[\frac{\text{Tempo de ciclo teórico (horas/rolha)} \times \text{Produção Total (rolhas)}}{\text{Tempo efetivo de produção (horas)}} \right]
 \end{aligned}$$

Fórmula 5 - Indicador geral OEE (Eficiência Global do Setor)

- Tempo efetivo de produção (horas) = Somatório dos tempos em que a máquina produziu sem interrupções.

A máquina de capsular possui um contador cumulativo, deste modo, a recolha de dados deste parâmetro é feita manualmente no início de turno ou no início da produção de um artigo e no fim do turno ou no fim da produção de um artigo.

- Tempo disponível de produção (horas) = Tempo de turno (8 horas) – Pausa de almoço (30 min) – Limpeza de final de turno (10 min)

As máquinas TCORK7, TCORK 8 e TCORK 9 não param a produção na pausa de almoço, logo essa pausa não é contabilizada na fórmula acima.

- Tempo de ciclo (horas/rolha) = 1 / Velocidade (rolhas/hora)

O valor da velocidade disponibilizado pela máquina de capsular é definido pelo afinador conforme o artigo que está a ser produzido.

Com os dados devidamente tratados e com base nas fórmulas descritas, foi calculado o OEE para a produção de cada artigo nas máquinas A durante o segundo turno e posteriormente foi desenvolvido um *dashboard* com o OEE da capsulagem.

O *dashboard*, apresentado na figura 8, tem como objetivo disponibilizar de uma forma simples e organizada os indicadores globais, estando estruturado em duas partes. Do lado esquerdo, são apresentados os indicadores globais Produção, Taxa de defeitos, OEE e os três indicadores integrados no OEE – Qualidade, Desempenho e Disponibilidade. Do lado direito, é apresentado um gráfico de evolução do OEE que permite verificar os dias mais críticos. Por fim, a tabela disponibiliza informações relativas à produção de artigos.

A implementação desta ferramenta é fundamental para obter uma visão geral do setor, compreender melhor o desempenho das máquinas e identificar pontos de melhoria. A transmissão e acompanhamento dos resultados dos indicadores com a equipa, fomenta a procura por melhorias e por metas. Além disso, os indicadores permitem realizar análises comparativas para avaliar o impacto de iniciativas de melhoria implementadas.

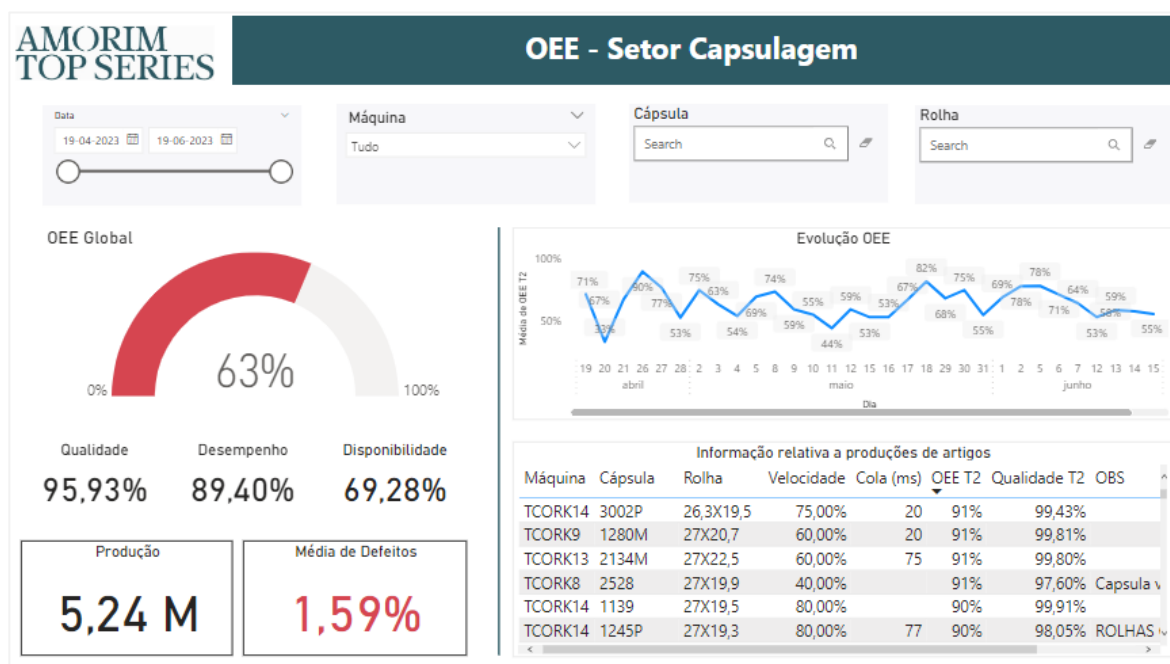


Figura 8 - Dashboard OEE Setor Capsulagem

Em determinadas situações, foi detetado que devido à variabilidade da fonte de dados, o tempo de ciclo teórico da máquina era menor do que na realidade, o que resultava em

valores acima dos 100% no indicador do Desempenho. Para abordar essa questão, foi criado um separador de *outliers* no *dashboard* do OEE como se encontra na figura 9. Deste modo, é possível consultar informações da produção de artigos, sabendo que o indicador do desempenho é um *outlier*.

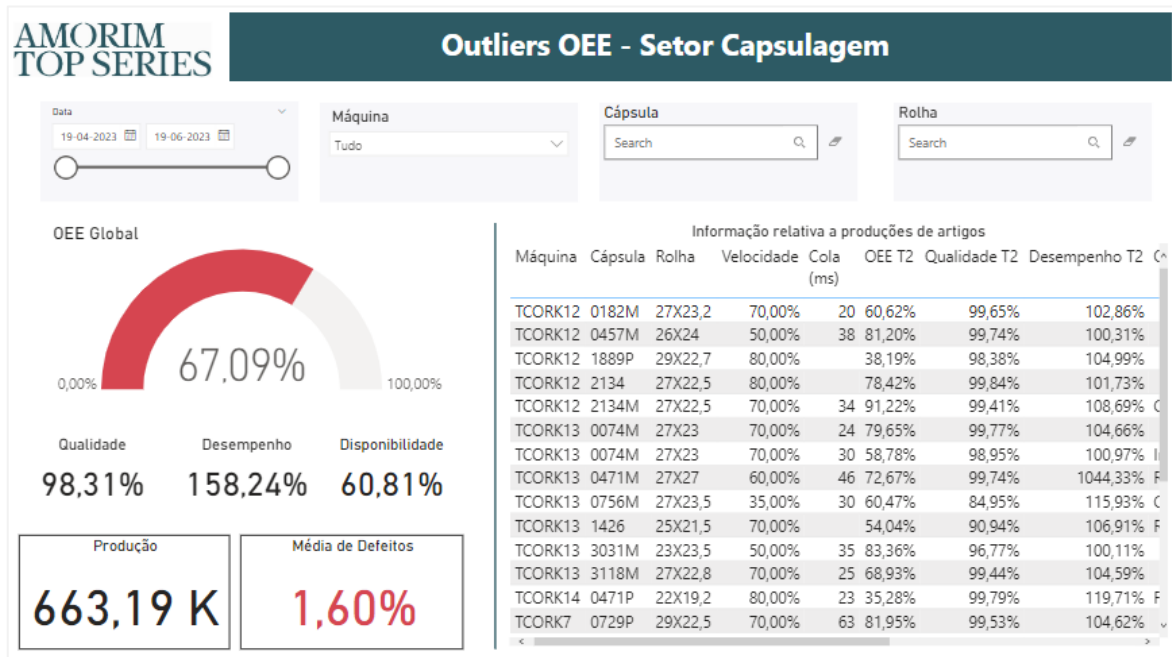


Figura 9 - Dashboard Outliers OEE Setor Capsulagem

5.3.2. Dashboard de setups

De forma a analisar os *setups*, foi desenvolvido um *dashboard* que permite uma visualização clara e intuitiva de informações abrangentes sobre os mesmos. O *dashboard* (figura 10) apresenta uma lista completa de todos os *setups* realizados com dados relativos aos artigos alterados, a respetiva duração do *setup* e o tempo de espera pelo *setup*, que contabiliza a diferença entre o início de *setup* e o fim da produção anterior.

A ferramenta é meramente informativa, no entanto permite compreender os tempos de *setups*, através da identificação de gargalos e oportunidades de melhoria. Após uma análise rápida ao gráfico de área do *dashboard*, verifica-se que o tempo de *setup* é inferior ao tempo de espera pelo *setup* na grande maioria dos casos. Tal se deve pela equipa de afinadores ter sido reduzida para uma pessoa, devido a razões médicas por parte do outro

afinador. Assim que a equipa estiver novamente completa, espera-se uma diminuição do tempo de espera e o aumento da disponibilidade da máquina.

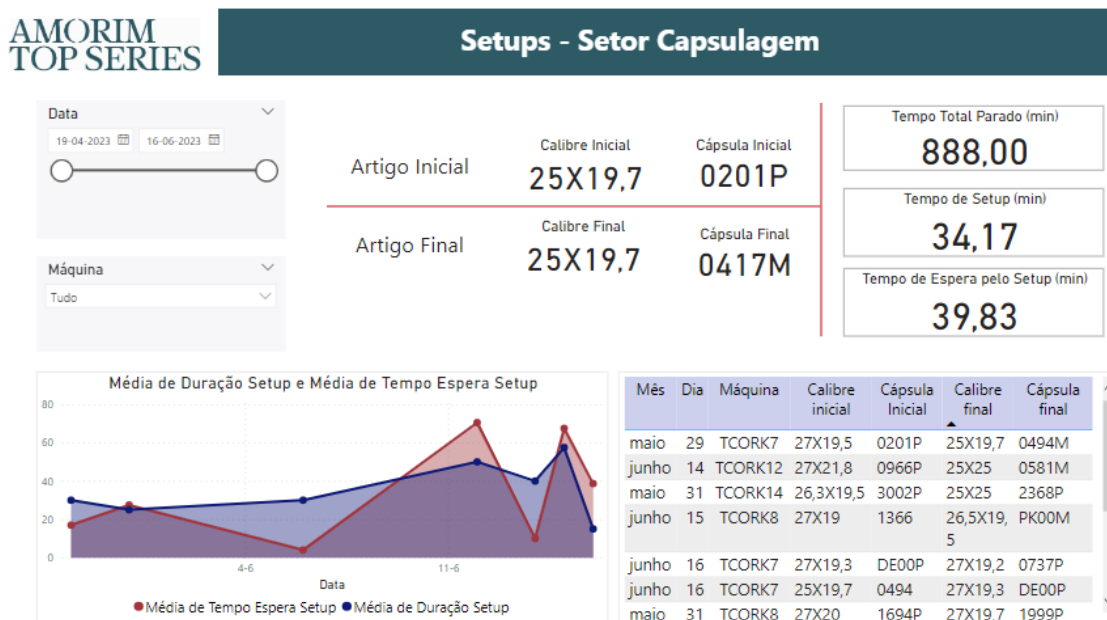


Figura 10 - Dashboard Setups Setor Capsulagem

5.3.3. Dashboard utilização da capacidade

Por fim, para complementar os indicadores foi desenvolvido um *dashboard* (figura 11) da utilização da capacidade instalada no setor.

O *dashboard* deriva da dificuldade de estabelecer metas de produção diárias, dado que a cadência de produção de cada artigo é variável e depende das características do artigo e do estado da matéria-prima. Isto é, artigos mais complexos como cápsulas arredondadas e matéria-prima (rolhas e cápsulas) em más condições, necessitam de fabricar a cadências mais baixas para garantir a qualidade do produto. Por outro lado, artigos mais simples podem trabalhar a cadências superiores. Neste contexto, não é possível tirar conclusões da produção diária, visto que esta é diretamente influenciada pela cadência com o mix de artigos.

Para abordar esta questão, foi desenvolvido o *dashboard* que permite ajustar metas de produção flexíveis, isto é, a meta de produção diária é calculada com base no produto entre a cadência das máquinas para um determinado artigo e o tempo disponível para produção.

Neste sentido, a análise efetuada neste *dashboard* consiste na comparação entre a produção real e a produção objetivo.

O *dashboard* foi dividido em duas partes, em que uma delas contém indicadores globais da produção objetivo, da produção real e da diferença percentual entre a produção real e a produção objetivo. Do lado direito, é possível visualizar um gráfico de produção real vs produção objetivo por máquina. E por último, um gráfico de evolução entre as produções reais, produções objetivo e capacidade máxima instalada no setor.

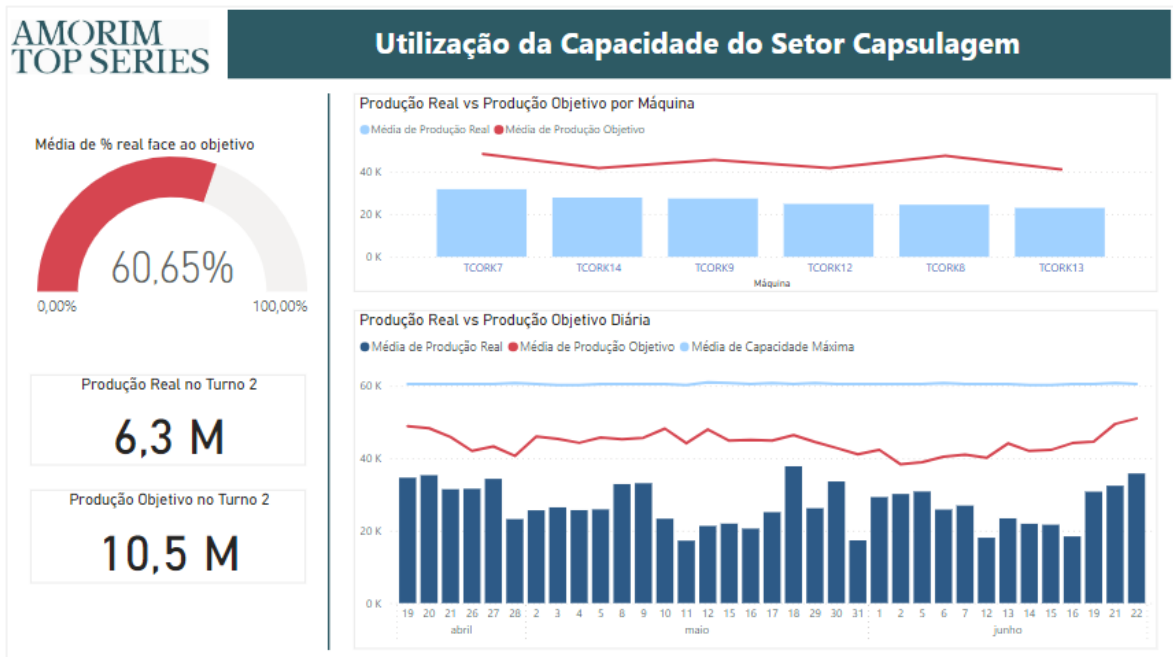


Figura 11 - Dashboard Utilização da Capacidade do Setor Capsulagem

5.4. Dashboard de apoio ao Microplaneamento (M6)

O microplaneamento, que consiste na alocação da produção de artigos a máquinas, é realizado pelo responsável da produção da capsulagem que tem como base o próprio *know-how* e os registos de qualidade de cada artigo em cada máquina, ou seja, procura alocar o artigo na máquina com a menor taxa de defeitos em que há registo.

De forma a tornar esta tarefa mais eficiente, foi desenvolvido um *dashboard*, apresentado na figura 12, que permite tirar conclusões mais credíveis e completas.

Nesta ferramenta visual, são apresentadas informações de todas as produções como o OEE, a máquina utilizada, a qualidade da produção, a velocidade definida e a quantidade de cola.

O *dashboard* também é útil aos afinadores para normalização dos *setups*, ou seja, permite visualizar a que velocidade o artigo tem um desempenho melhor e a quantidade de cola mais adequada.

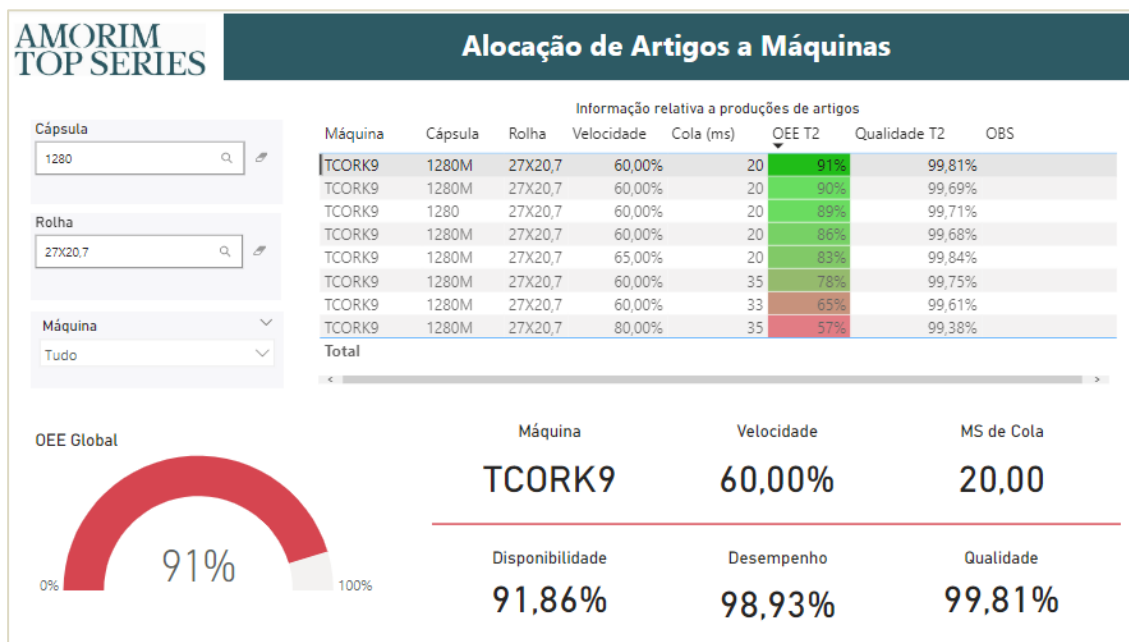


Figura 12 - Dashboard Alocação de Artigos a Máquinas

5.5. Ferramenta de controlo dimensional para cápsulas (M5)

Face ao grande impacto das cápsulas com defeitos, tornou-se imprescindível estudar melhorias para mitigar este problema.

As cápsulas de madeira são produzidas em fornecedores externos que não incluem processos de controlo dimensional, ou seja, a triagem entre produtos conformes e não conformes. Desta forma, na receção de cápsulas, o laboratório da ATS realiza um controlo por amostragem a todos os lotes de forma a garantir a qualidade dos produtos.

O controlo consiste na medição manual de dimensões (diâmetro e altura) de uma amostra de 50 cápsulas do lote, tendo por base tolerâncias dimensionais previamente

definidas. A taxa de aceitação de defeitos da amostra é de 10%, ou seja, o lote é aceite até 5 cápsulas da amostragem não conformes.

O primeiro problema identificado no controlo foi a insignificância do tamanho da amostragem de 50 cápsulas, visto que os lotes podem conter até um milhão de cápsulas. Para além disso, a taxa de aceitação de defeitos de 10% é demasiado elevada, deixando prosseguir uma elevada quantidade de cápsulas com defeitos dimensionais para o processo produtivo.

Após este estudo, foi proposto ao departamento de qualidade reformular o controlo dimensional com o aumento do tamanho da amostra e a redução da taxa de defeitos, no entanto a proposta não foi aceite. A justificação para a recusa da proposta foi a falta de colaboradores para aumentar o tamanho da amostra.

Com o impedimento de reformular o controlo dimensional à entrada, foi desenvolvida uma ferramenta que permite determinar a probabilidade dos produtos estarem inseridos num determinado intervalo de tolerância definido pelo utilizador. O controlo foi desenvolvido com o objetivo de auxiliar a tomada de decisão de aceitação dos lotes, determinando em que limites se encontra a maior quantidade de cápsulas.

A ferramenta tem como base a distribuição normal e o z-score, ferramentas de cálculo de probabilidade estatística e de análise de dados. A distribuição normal consiste numa distribuição simétrica que tem capacidade de modelar um ampla variedade de fenómenos, construída pela média e pelo desvio padrão das medições. O z-score indica o número de desvios-padrão que um determinado valor está afastado da média numa distribuição normal, permitindo calcular probabilidades associadas a esse valor.

A ferramenta de controlo dimensional, apresentada na figura 13, consiste num *User Form* desenvolvido em *Visual Basic*, que tem como *input* a média e desvio padrão das medições da amostra do controlo de cápsulas à entrada. Como *output*, a ferramenta determina a probabilidade das medições estarem dentro de um intervalo de valores definido, tendo como base a distribuição normal. Para além disso, a ferramenta regista todos os cálculos efetuados e apresenta o intervalo de tolerância para cada cápsula.

Controlo Dimensional

AMORIM
TOP SERIES

Tipo de Produto

Capsula Plástica Capsula Madeira

Parâmetros

Código Artigo: 2345M Valor Nominal: 20

Média: 20,5 Desvio Padrão: 0,4

Intervalo entre: 19,6 a: 20,4

CALCULAR RESET CANCELAR

O intervalo de tolerância é de 19,6 mm a 20,4 mm.

No intervalo de 19,6 mm a 20,4 mm, a probabilidade é de 38,91%

Figura 13 - User Form Controlo Dimensional

5.6. 5S no posto de trabalho dos afinadores (M10)

Os afinadores possuem um carro equipado com as ferramentas necessárias para intervenções e *setups*. A falta de arrumação e limpeza do carro dificultava a localização de ferramentas e materiais necessários, resultando em atrasos e desperdício de tempo durante as intervenções. Este problema afetava diretamente a eficiência do trabalho do afinador, resultando no aumento de tempo das intervenções.

Diante esta situação, tornou-se crucial implementar o método dos 5S para organização e limpeza do carro com o objetivo de garantir um posto de trabalho arrumado e limpo. Neste processo, foram mantidas apenas as ferramentas necessárias, e as acumulações de materiais foram descartadas ou devolvidas ao armazém da manutenção.

Apesar do carro estar num estado mais crítico, também foi implementado o método dos 5S nos armários que armazenam partes constituintes das máquinas necessárias para realizar *setups*.

Através da facilitação da localização de ferramentas e materiais, as melhorias esperadas passam pela diminuição dos tempos de *setup* e intervenções, permitindo que os afinadores concluam as tarefas de forma mais rápida e eficaz, aumentando a eficiência operacional.

Estado inicial do carro



Estado do carro após os 5S's



Estado inicial do tampo do carro – Materiais e ferramentas acumuladas, gavetas abertas.
Estado final do tampo do carro – Superfície limpa com ferramentas usadas regularmente.



Estado inicial da gaveta de ferramentas – Lixo acumulado entre chaves, mistura de parafusos de diversas dimensões, materiais degradados.
Estado final da gaveta de ferramentas – Limpeza do espaço das chaves, organização dos parafusos por dimensões em cada compartimento, eliminação de materiais degradados.

Figura 14 - Comparações antes e após os 5S

6. PROPOSTAS DE MELHORIA FUTURA

Para além das ações realizadas, foi estudada a viabilidade para potenciais melhorias futuras e os seus benefícios para a empresa.

6.1. Cálculo automático do OEE

Como descrito no capítulo anterior, o cálculo do OEE implica a recolha manual de vários tipos de dados durante o turno, que para além de ser um método obsoleto origina resultados pouco fidedignos.

Para abordar essa questão, foi iniciada uma discussão com o fornecedor das máquinas de capsular sobre a viabilidade de extrair todos os dados necessários automaticamente e em tempo real. A proposta consiste na implementação de um sistema de monitorização e registo automático dos dados relativos ao OEE, como o tempo de produção, o tempo de paragem, o tempo de ciclo e o tempo de *setup*. Para além disso, na extração de dados também se incluiu parâmetros de produção como a quantidade de cola e a velocidade para cada artigo que funciona como ferramenta de apoio aos *setups* para os afinadores.

Através da obtenção dos dados de forma automática e em tempo real, espera-se que a precisão e a confiabilidade dos resultados do indicador OEE sejam significativamente melhoradas. Para além disso, esta abordagem automatizada pode permitir uma análise mais detalhada do desempenho dos equipamentos, possibilitando a identificação de oportunidades de melhoria e a tomada de decisões baseada em dados mais consistentes.

6.2. Implementação de uma escolha de cápsulas

Devido à ausência do controlo de qualidade da parte do fornecedor e à insignificância estatística do controlo por amostragem de cápsulas realizado pelo laboratório da ATS, é comum que um número considerável de cápsulas com defeitos dimensionais seja utilizado no setor da capsulagem gerando uma grande taxa de defeitos. Para além disso, sendo a madeira uma matéria-prima natural, as dimensões podem alterar se permanecerem no armazém por muito tempo expostas a alterações de humidade e temperatura.

Deste modo, como a seleção de produtos conformes e não conformes só é realizada após a montagem das cápsulas com as rolhas, não é possível devolver as cápsulas com defeitos ao fornecedor e estas são descartadas, resultando numa perda de tempo de produção e no aumento dos custos operacionais ao gerar desperdícios de matérias-primas (rolhas, cápsulas e cola).

Uma das ações para mitigar o problema, consistiu na comunicação com o fornecedor a fim de encontrar soluções, sendo que este implementou uma triagem de cápsulas no seu processo produtivo de forma a melhorar a qualidade dos produtos, no entanto, até ao ponto de situação não possui capacidade suficiente para realizar este controlo em toda a produção.

Deste modo, a melhoria estudada consiste em um processo de escolha de cápsulas precedente da capsulagem. Desde modo, para além de mitigar o problema das cápsulas não conformes do fornecedor, eliminava também as cápsulas com dimensões alteradas pelas condições climatéricas do armazém.

Para fundamentar esta melhoria, foi realizado um estudo a uma cápsula de madeira crítica (cápsula x). O estudo dividiu-se em 5 fases distintas:

1. Situação Inicial de Defeitos Produzidos

Inicialmente, a máquina de escolha, com intervalos de tolerância reduzidos, apresentava uma elevada taxa de produtos rejeitados correspondendo a 73% e apenas de 27% produtos aceites.

Tabela 4 – Resultados do estado inicial da seleção da cápsula x na máquina de escolha

Seleção da Máquina de Escolha		
Cápsulas OK	70	27%
Cápsulas NOK	189	73%
Total	259	100%

2. Medição manual das cápsulas x

De uma amostra de 221 cápsulas x, foram medidos manualmente com recurso a um paquímetro e registados o maior e o menor diâmetro encontrados. Desta medição, as cápsulas foram separadas em 4 segmentos:

- Cápsulas Conformes – Cápsulas com os dois diâmetros dentro do intervalo de tolerância.
- Cápsulas Não Conformes - Cápsulas com os dois diâmetros fora do intervalo de tolerância.
- Cápsulas 1 Diâmetro Não Conforme – Cápsulas com um dos diâmetros fora do intervalo de tolerância, que correspondem a cápsulas ovalizadas.
- Defeito visual – Cápsulas com defeitos visuais com orifícios descentrados.

Desta medição, obtiveram-se os resultados da tabela 5.

Tabela 5 - Resultado medição manual das cápsulas x

Resultados Medição Manual das Cápsulas x		
Cápsulas Conformes	75	34%
Cápsulas Não Conformes	41	19%
Cápsulas 1 Diâmetro Não Conforme	104	47%
Defeito Visual	1	0,5%
Total	221	100%

Através da medição e seleção manual, observou-se que a ovalização é o problema crítico da cápsula x, representando 47% da amostra. As cápsulas dentro do intervalo de tolerância representam 34% da amostragem, distando apenas 15% das cápsulas não conformes.

3. Capsulagem das cápsulas x

Após a medição e seleção, procedeu-se à montagem da rolha com a cápsula dos 3 segmentos – Cápsulas Conformes, Cápsulas Não Conformes e Cápsulas 1 Diâmetro Não Conforme – separadamente. Nesta etapa foi descartada a cápsula com defeito visual pela deformação que apresentava. Devido a erros da máquina de capsular, algumas cápsulas foram descartadas pela mesma, alterando o tamanho da amostra de cada segmento, como se encontra representado na tabela 6.

Tabela 6 - Tamanho da amostra após capsulagem

Tamanho da amostra após a capsulagem		
Cápsulas Conformes	74	35%
Cápsulas Não Conforme	36	17%
Cápsulas 1 Diâmetro Não Conforme	104	49%
Total	214	100%

4. Primeira Passagem na Máquina de Escolha

Em seguida, procedeu-se ao processo de escolha para cada segmento, registando os valores da tabela 7.

Tabela 7 - Resultados da primeira passagem na máquina de escolha

Seleção da Primeira Passagem na Máquina de Escolha			
Segmentos da seleção manual	OK	NOK	Descartar
Cápsulas Conformes	85%	14%	1%
Cápsulas Não Conformes	85%	15%	0%
Cápsulas 1 Diâmetro Não Conforme	66%	33%	1%

A máquina de escolha tem 3 decisões:

- OK – Cápsulas conformes dentro do intervalo de tolerâncias.
- NOK – Cápsulas não conformes fora do intervalo de tolerâncias.
- Descartar – Cápsulas descartadas sem decisão por erros da máquina como má leitura.

Analisando os dados obtidos representados na tabela 7, podemos verificar que 14% das Cápsulas Conformes foram rejeitadas pela máquina de escolha e 85% das Cápsulas Não Conformes foram aceites.

Através destes dados podemos concluir que a máquina de escolha tem um erro significativo associado à leitura das dimensões, proporcionando no primeiro caso o desperdício de produto conforme e no segundo caso a comercialização de produtos não conformes para os clientes.

Em relação às Cápsulas 1 Diâmetro Não Conforme não é possível tirar conclusões visto que a leitura da cápsula é influenciada pela posição com que a mesma passa na máquina, logo, não consegue detetar a ovalização.

5. Segunda Passagem na Máquina de Escolha

Ciente do erro associado à máquina, os produtos rejeitados são sempre repassados na máquina de escolha de modo a recuperar os produtos conformes que foram rejeitados. Deste modo, foram repassados a seleção NOK das Cápsulas Conformes e das Cápsulas Não Conformes. Para além disso, foram também repassados a seleção OK das Cápsulas Não Conformes, de forma a analisar a leitura incorreta. Os resultados obtidos encontram-se na tabela 8.

Tabela 8 – Resultados da segunda passagem na máquina de escolha

Seleção da Segunda Passagem na Máquina de Escolha		
	OK	NOK
Seleção NOK de Cápsulas Não Conformes	80%	20%
Seleção OK de Cápsulas Não Conformes	93%	7%
Seleção NOK de Cápsulas Conformes	90%	10%

No primeiro caso, verifica-se que apenas 20% das Cápsulas Não Conformes continuam a ser rejeitadas pela máquina de escolha e 80% são aceites, ou seja, foram aceites 80% de produtos não conformes e apenas 20% foram rejeitados. No segundo caso, 93% de Cápsulas Não Conformes continuam a ser aceites pela máquina e apenas 7% dos produtos não conformes foram rejeitados. Por último, as Cápsulas Conformes rejeitadas na primeira passagem foram aceites com uma taxa de 90%, ou seja, 90% de produtos conformes foram recuperados.

6. Análise Final

Analisando e agrupando os dados obtidos em cada etapa, o estudo sugeriu os resultados representados no gráfico 6.

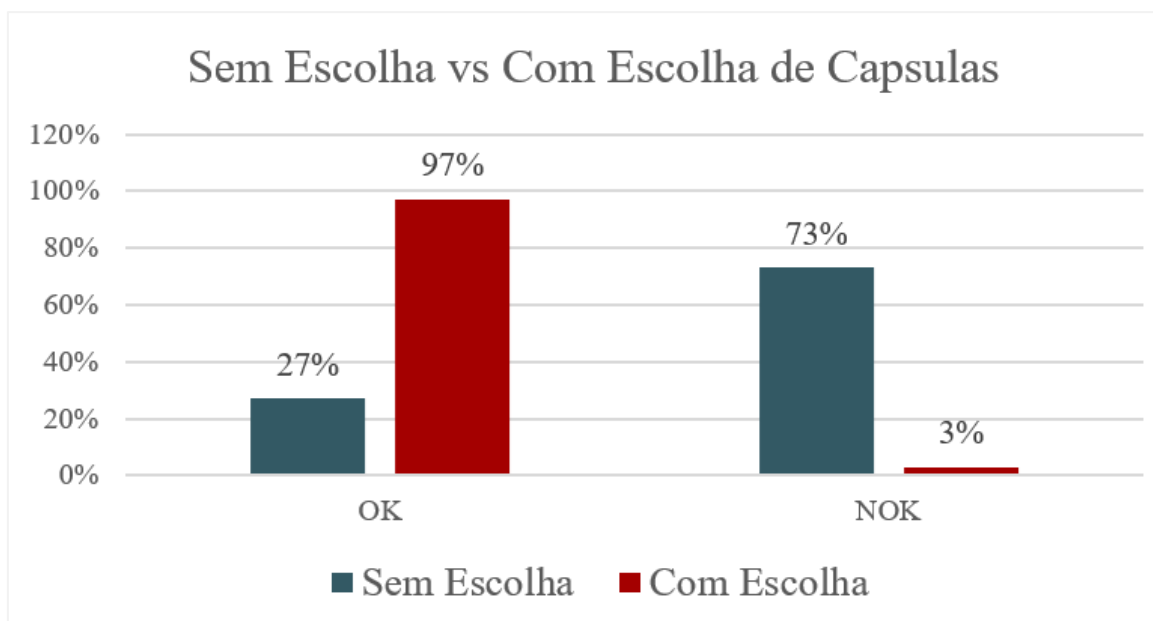


Gráfico 6 - Análise sem escolha vs com escolha de cápsulas

Através do gráfico podemos verificar que sem escolha de cápsulas antes do processo da capsulagem, a taxa de aceitação da máquina de escolha era de apenas 27% e a de rejeição era de 73%. Após a medição e seleção de cápsulas conformes com o método de repassagem na máquina de escolha, a taxa de produtos conformes cresce significativamente para 97%, rejeitando apenas 3% dos produtos.

O método sem escolha de cápsulas, para além de não ser financeiramente viável devido aos gastos de matéria-prima em produtos não conformes, acarreta outros problemas como o aumento do tempo de produção, uma vez que, as cápsulas com defeitos geram muitos encravamentos e consequentes paragens da máquina e desgaste da mesma.

Os principais benefícios desta proposta focam-se na eliminação do desperdício de matérias-primas (cola e rolhas) com cápsulas não conformes, na diminuição do desgaste da máquina e no aumento da eficiência da máquina de capsular. No entanto, existem barreiras associadas a esta proposta nomeadamente os custos associados às máquinas de escolha de cápsulas e a adição de uma etapa ao processo produtivo que iria aumentar o *lead time* do produto e necessitaria de antecipar o planeamento de encomendas.

6.3. Atualização do software da máquina de escolha (M7)

Do estudo descrito no subcapítulo 6.2, verificou-se que o erro associado à máquina da escolha tem um grande impacto no indicador da qualidade. Para abordar essa questão, realizou-se uma análise ao erro de leitura da máquina de escolha de forma a completar o estudo anterior.

Tabela 9 - Resultados de seleção da máquina de escolha

Seleção da Máquina de Escolha		
	OK	NOK
Primeira passagem na máquina de escolha		
Cápsulas Conformes	85%	14%
Cápsulas Não Conformes	85%	15%
Segunda passagem na máquina de escolha		
Seleção NOK de Cápsulas Não Conformes	80%	20%
Seleção OK de Cápsulas Não Conformes	93%	7%
Seleção NOK de Cápsulas Conformes	90%	10%

Os valores a verde correspondem a leituras corretas e os valores a vermelho correspondem a leituras incorretas.

Na primeira passagem na máquina de escolha, apenas 14% das Cápsulas Conformes geraram falsos negativos. Para cápsulas Não Conformes, a situação é mais crítica visto que 85% das cápsulas foram lidas incorretamente, gerando falsos positivos. Na segunda passagem, o problema manteve-se, sendo as Cápsulas Não Conformes as que representam maiores taxas de leituras incorretas. Na segunda passagem, para as leituras incorretas as cápsulas foram medidas manualmente novamente e comparadas com o valor lido na máquina de escolha, e confirmou-se o erro de leitura.

Através dos dados obtidos, verificou-se que em apenas 53% das leituras foram executadas corretamente e 47% das leituras foram incorretas como apresenta o gráfico 7.

Das leituras incorretas, 85% diz respeito a aceitação de produção não conformes e 15% à rejeição de produção conformes, gerando desperdícios de matéria-prima.

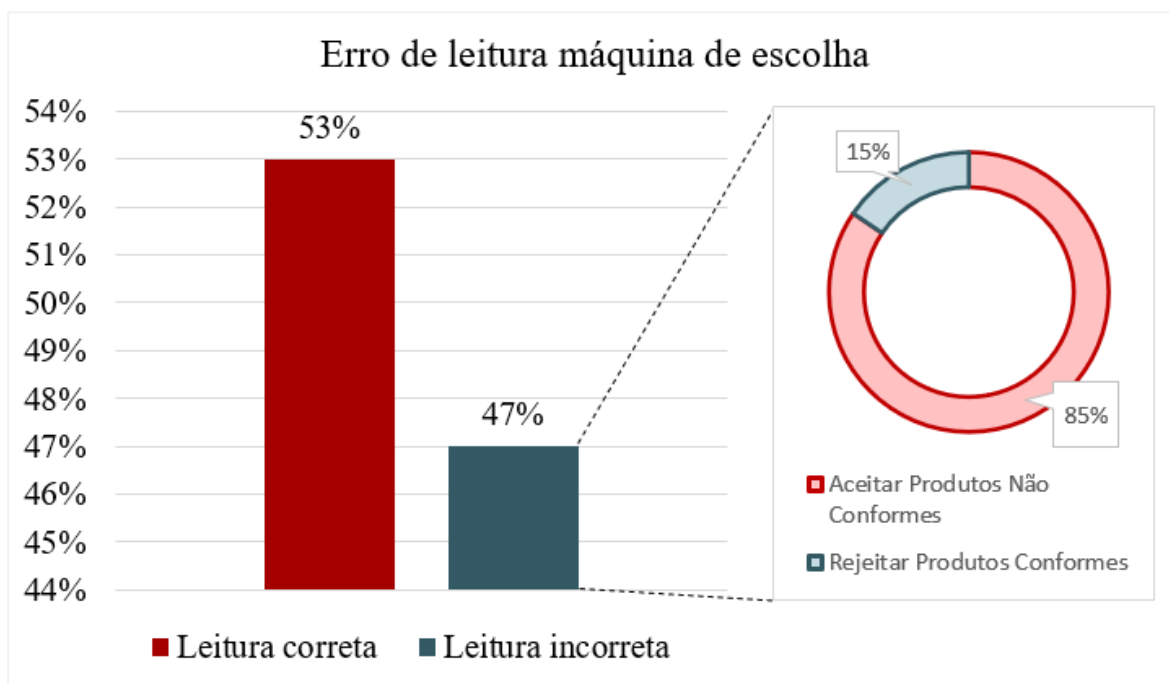


Gráfico 7 - Análise do erro de leitura da máquina de escolha

Apesar do estudo ter sido realizado com uma amostra de cerca de 200 cápsulas, é notória a gravidade associada a este problema. Para tal, é fundamental iniciar uma ação com o fornecedor da máquina de modo a atualizar o sistema de leitura de dimensões.

Esta proposta para além de reduzir os custos associados aos produtos conformes rejeitados, elimina a possibilidade de expedir produtos não conformes para os clientes. As cápsulas redondas que não têm uma posição estática no tapete ao passar pela máquina de escolha, também geram muitos defeitos, pelo que seria interessante desenvolver uma solução de leitura de dimensões para este tipo de artigos.

6.4. Alinhamento dos processos de controlo de cápsulas

Desde o fornecedor até à expedição para o cliente, as cápsulas passam pelo processo apresentado na figura 14, que contém três controlos de qualidade em etapas diferentes.

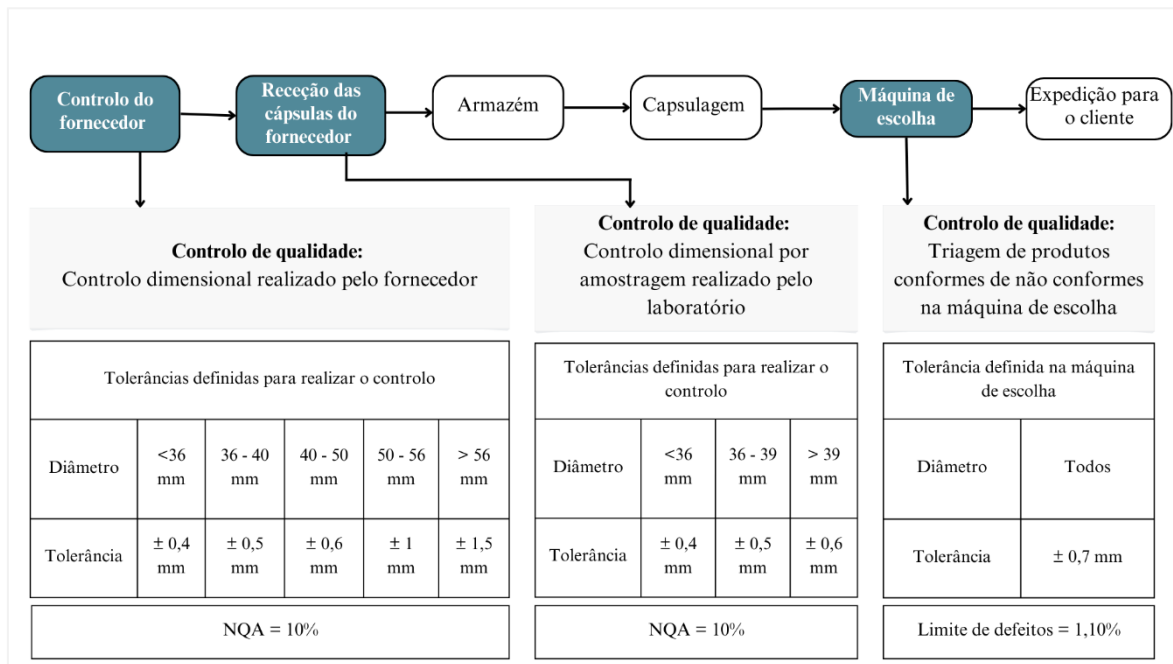


Figura 15 - Processo das cápsulas

No fim da produção de cápsulas no fornecedor, é efetuado um controlo dimensional por amostragem com as tolerâncias definidas, seguindo um NQA de 10%, ou seja, a percentagem máxima de defeitos aceite na amostragem é de 10%. Em seguida, as cápsulas são transportadas para a ATS e na sua receção são submetidas novamente a um controlo dimensional por amostragem com NQA e tolerâncias definidas, realizado pela equipa de qualidade. Os lotes aceites por este controlo são reencaminhados para o armazém, onde permanecem até surgir uma ordem de fabrico. No setor da capsulagem é realizada a colagem da rolha com a cápsula e por fim o produto capsulado passa na máquina de escolha para realizar uma triagem de produtos conformes e produtos não conformes.

Através da análise da figura 14 juntamente com o estudo das ações de melhoria M5 e M7, revelou-se que o processo das cápsulas se encontra desalinhado a nível de controlos de qualidade.

No fornecedor e no controlo dimensional realizado à entrada do armazém, as tolerâncias são definidas conforme o diâmetro da cápsula, no entanto, são diferentes em cada um dos controlos. Na máquina de escolha a tolerância é de ± 0,7 mm para todos os artigos.

Para além disso, nos dois primeiros controlos o NQA é de 10% e o limite de produção de defeitos na capsulagem é de apenas 1,10%. Sendo que nesta etapa, há outros aspetos que contribuem para a produção de defeitos como rolhas não conformes e má afinação.

Para abordar esta questão, foi realizada uma reunião com o departamento de qualidade com objetivo de rever os controlos. Em relação à taxa de defeitos, a decisão foi de manter os NQA a 10%. Deste modo, não é possível assegurar o alinhamento da taxa de defeitos ao longo do processo, visto que no final do processo o limite de defeitos é de 1,10%.

Relativamente às tolerâncias, foi proposto o alinhamento das mesmas ao longo do processo, visto que no fornecedor e no controlo inicial são definidas diferentes tolerâncias conformes o diâmetro da cápsula e na máquina de escolha a tolerância é de 0,7mm para todos os artigos. Observando a tabela 10 verifica-se que com esta abordagem, para cápsulas com diâmetros até 50 mm as tolerâncias do fornecedor e do controlo estão alinhadas (0,4 mm), no entanto na máquina de escolha a tolerância é de 0,7mm, aceitando muitos produtos identificados como não conformes nos controlos anteriores. Para diâmetros superiores a 51mm, as tolerâncias estão completamente desalinhadas, sendo que no fornecedor é de 1,5mm, no controlo é de 0,6mm e na máquina de escolha é de 0,7mm. Desta forma, são rejeitados artigos que são considerados conformes pelo fornecedor.

A proposta não foi aceite devido à limitação do erro da máquina de 0,2 mm e à elevada taxa de defeitos que a máquina iria selecionar.

Tabela 10 - Diferenças de tolerâncias nos controlos dimensionais

Diâmetro da cápsula	Diferença entre tolerância do fornecedor e na receção de cápsulas	Diferença entre tolerância de receção de cápsulas e da máquina de escolha
< 36 mm	0 mm	0,3 mm
36 -39 mm	0 mm	0,2 mm
40 -50 mm	0 mm	0,1 mm
51 -56 mm	0,4 mm	0,1 mm
> 57mm	0,9 mm	0,1 mm

A reformulação do controlo dimensional de cápsulas com o aumento do tamanho da amostra e redução do NQA é essencial para combater a elevada taxa de defeitos no setor da

capsulagem. Para além disso, o alinhamento das tolerâncias evitaria a aceitação de produtos não conformes particularmente para diâmetros menores e a rejeição de produtos conformes para diâmetros superiores.

6.5. Ferramenta de apoio ao microplaneamento

De forma a melhorar o microplaneamento, ou seja, a alocação da produção de artigos a máquinas, seria interessante desenvolver uma ferramenta em que os *inputs* seriam a quantidade a produzir, as dimensões da cápsula e da rolha e o prazo de entrega da encomenda. A ferramenta seria desenvolvida com base na otimização da variação dimensional entre artigos a produzir na mesma máquina e do prazo de entrega, sendo que como *output* sugeria a máquina mais indicada para cada artigo e o sequenciamento da produção.

A ferramenta teria em consideração as dimensões dos artigos, ou seja, procurava diminuir as variações dimensionais entre artigos a produzir na mesma máquina. Esta ação permitiria diminuir os tempos de *setup*, pois não seria necessário alterar muitos parâmetros da máquina, e consequentemente, aumentar o tempo disponível para produção.

7. CONCLUSÃO

No presente capítulo, são abordados os resultados obtidos deste projeto, assim como as considerações finais do projeto e as limitações associadas ao mesmo.

7.1. Resultados obtidos

Apesar de não terem sido obtidos resultados quantitativos de aumento de indicadores, foi possível visualizar que as causas que impactavam a paragem das máquinas foram alterando ao longo do projeto.

Inicialmente, cerca de 80% dos motivos de paragem eram referentes a defeitos de cápsulas e de rolhas, que causavam encravamentos.

No final do projeto, verificou-se uma diminuição das cápsulas com defeitos derivada do aumento dos controlos de qualidade realizados na ATS e pela implementação de um processo de escolha de cápsulas no fornecedor. Em relação às rolhas com defeitos, a falta de cortiça a nível global obriga a compras de matéria-prima mais fraca e ao uso de sobras de outras encomendas, contribuindo para o aumento de rolhas com defeitos. Contrariamente ao estado inicial, a falta de matéria-prima (cápsulas e rolhas) tem vindo a ser uma causa significativa da inatividade da máquina que afetou 13 produções de artigos nos últimos dois meses do projeto, devido a vários fatores como o desalinhamento da cadeia de abastecimento, o planeamento que não garante quantidades necessárias e os atrasos no comboio de abastecimento da fábrica.

7.2. Considerações finais

O presente projeto, incluído no plano de ações de melhoria contínua Cork + da ATS, surgiu da necessidade de preparar o processo produtivo do setor da capsulagem para crescimentos abruptos do volume de encomendas, fenómeno presenciado em 2022.

Neste contexto, para abordar o problema foram estudadas todas as causas que impactaram na eficiência operacional do setor da capsulagem e as que constituíram um gargalo na capacidade produtiva.

Para iniciar o plano de ações com um ponto de partida, foram desenvolvidos *dashboards* com indicadores pertinentes ao setor, nomeadamente o OEE e a utilização da capacidade produtiva. A criação destes *dashboards* permitiu obter uma visão geral do setor, assim como os pontos mais críticos que afetam a eficiência e produtividade do mesmo.

A partir desse ponto, foram desenvolvidas várias ações identificadas como urgentes na matriz de prioridades.

Relativamente às cápsulas não conformes, a causa crítica do problema, foi desenvolvida uma ferramenta de controlo dimensional de apoio à decisão que permite calcular a probabilidade de inconformidades num lote. Apesar da ação não ter sido implementada, espera-se a melhoria do controlo de qualidade por parte dos fornecedores com a implementação de um processo de triagem de cápsulas. Para além disso, em setembro o controlo de cápsulas na receção do armazém da ATS irá ser reestruturado com o aumento do tamanho da amostra e tendo em conta a ferramenta de controlo dimensional desenvolvida.

Em relação à mão-de-obra, foram desenvolvidas normas de métodos de trabalho e uma formação de integração de forma a aumentar o foco pelos colaboradores. Os operadores mostraram-se recetivos à formação fornecida, no entanto, os hábitos de trabalho criados e a falta de motivação constituem uma barreira à ação de melhoria.

Para além destas ações, acompanharam-se as reuniões diárias de *Kaizen* e foram desenvolvidas melhorias do plano de ações do quadro cork + baseadas na metodologia 5S que promoveram um ambiente de trabalho mais organizado e seguro.

Numa visão geral, o projeto contribuiu positivamente para a melhoria dos processos produtivos, nomeadamente com a criação de indicadores que permitiram compreender a situação do setor e suportar as decisões com base em informação detalhada e fidedigna. A prática de ações de melhoria contínua permitiu estabelecer um ambiente de trabalho mais organizado, limpo e com padronização de métodos de trabalho, contribuindo para a produtividade e desenvolvimento dos operadores.

7.3. Limitações

Ao longo do projeto, foram sentidas várias dificuldades a nível de implementação e de obtenção de resultados.

A principal dificuldade foi o impedimento de realizar “Projetos chave” da matriz de prioridades que poderiam melhorar significativamente a eficiência dos processos de produção. Em relação à reestruturação do controle na recepção de cápsulas (M5) e ao reforço do plano de manutenção preventiva (M10), o impedimento foi justificado pela falta de colaboradores. O alinhamento dos controles de cápsulas e a atualização do software da máquina de escolha (M7) são decisões intrínsecas à organização. No entanto, para ambas foi estudada a sua viabilidade e benefício como proposta de melhoria futura.

No que diz respeito à obtenção de resultados, existiram algumas dificuldades para alcançar dados quantitativos de melhoria. A principal limitação deriva do mix de produtos e do estado da matéria-prima, que definem as cadências de produção. Para além disso, a redução da equipa de afinadores não permitiu diminuir tempos de *setup* e tempos de paragem.

8. BIBLIOGRAFIA

- Ahmad, S. (2017). The Challenges of Lean Implementation: A Multiple Case Study in Malaysian Aerospace Companies. <https://www.researchgate.net/publication/328782153>
- Al, O. :, Dermawan, R., & Iriani, Y. (2022). Analysis of Forcing Machine Effectiveness Using Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Six Big Losses Methods (Vol. 30, Issue 3).
- Awamleh, F., & Bustami, A. (2023). Investigate the Mediating Role of Business Intelligence on the Relationship Between Critical Success Factors for Business Intelligence and Strategic Intelligence Organizational Intelligence. <https://www.researchgate.net/publication/368984120>
- Bragança, S., & Costa, E. (2015). An application of the lean production tool standard work. *Jurnal Teknologi*, 76(1), 47–53. <https://doi.org/10.11113/jt.v76.3659>
- Cekuls, A. (2023). *Business_intelligence_factors_for_decision_making*. *Journal of Intelligence Studies in Business*.
- Coimbra, E. (2013). *Kaizen in Logistics & Supply Chains* (MCGRAW-HILL EDUCATION - EUROPE, Ed.).
- Heng, Z., Aiping, L., Liyun, X., & Moroni, G. (2019). Automatic estimate of OEE considering uncertainty. *Procedia CIRP*, 81, 630–635. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.167>
- Hines, Peter., & Taylor, David. (2000). *Going lean: a guide to implementation*. Lean Enterprise Research Centre.
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420–437. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001>
<https://www.amorimtopseries.com/>
- Kumar, N., Shahzeb Hasan, S., Srivastava, K., Akhtar, R., Kumar Yadav, R., & Choubey, V. K. (2022). Lean manufacturing techniques and its implementation: A review.

- Materials Today: Proceedings, 64, 1188–1192.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.481>
- Lander, E., & Liker, J. K. (2007). The Toyota Production System and art: Making highly customized and creative products the Toyota way. *International Journal of Production Research*, 45(16), 3681–3698.
<https://doi.org/10.1080/00207540701223519>
- Losonci, D., Demeter, K., & Jenei, I. (2011). Factors influencing employee perceptions in lean transformations. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 30–43.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.12.022>
- Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. In *Journal of Industrial Information Integration* (Vol. 6, pp. 1–10). Elsevier B.V.
<https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005>
- Luozzo, S. Di, Starnoni, F., & Schiraldi, M. M. (2022). On the relationship between Human Factor and Overall Equipment Effectiveness (OEE): evidences from an application of the Analytic Hierarchy Process Conference on Performance Management.
<https://www.researchgate.net/publication/364329785>
- Maaitah, T. (2023). The Role of Business Intelligence Tools in the Decision-Making Process and Performance. *Journal of Intelligence Studies in Business*, 13(1), 43–52.
<https://doi.org/10.37380/jisib.v13i1.990>
- Mangueira De Sousa, J., & Correr, I. (2019). Benefícios da Implantação do OEE (Overall Equipment Effectiveness) em uma linha de produção de uma empresa metalúrgica. M.L. Emiliani. (2008). Standardized work for executive leadership. *Leadership & Organization Development Journal*.
- Moreira, D. Augusto. (2010). *Administração da Produção e Operações*. Cengage Learning Edições Ltda.
- Nithya, N., & Kiruthika, R. (2021). Impact of Business Intelligence Adoption on performance of banks: a conceptual framework. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 12(2), 3139–3150. <https://doi.org/10.1007/s12652-020-02473-2>

-
- Ogora Kunyoria, J. (2022). Lean Manufacturing Practices A Structured Literature Review. In Article in World Journal of Innovative Research. www.wjir.org
- Olhager, J., Prajogo, D., Sohal, A., & O’neill, P. (2010). Implementation of OEE - Issues and challenges. <https://www.researchgate.net/publication/228974091>
- Pinto, J. (2014). Pensamento Lean - A Filosofia das Organizações Vencedoras (6th ed.). Lidel.
- Ponnusamy, P. N., & Selvam, P. (2023). Maximizing Business Intelligence: a Framework for Effective Data Management and Analytics. <https://www.researchgate.net/publication/369830419>
- Rodriguez, R. R., Saiz, J. J. A., & Bas, A. O. (2009). Quantitative relationships between key performance indicators for supporting decision-making processes. *Computers in Industry*, 60(2), 104–113. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2008.09.002>
- Rosa, C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., & Campilho, R. (2017). SMED methodology: The reduction of setup times for Steel Wire-Rope assembly lines in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 13, 1034–1042. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.110>
- Santos, V., & Amaral, L. (2013). Using the Action-Research Method in Information Systems Planning creativity research A Sociedade da Informação nas regiões portuguesas: medir para desenvolver View project “SISTEMA DE APOIO À TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA-INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E CIÊNCIA DOS DADOS” View project. <https://www.researchgate.net/publication/261464482>
- Seichi Nakajima. (1998). Introduction to TPM (Total Productive Maintenance).
- Singh, J., Rastogi, V., & Sharma, R. (2014). Implementation of 5S practices: A review. In *Uncertain Supply Chain Management* (Vol. 2, Issue 3, pp. 155–162). Growing Science. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2014.5.002>
- Spear, S. J. (1999). Decoding the DNA of the Toyota Production System.
- Stevenson, W. (2015). *Operations Management* (12th ed.). McGraw-Hill Education.
-

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148–1148.
<https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>

9. ANEXOS

9.1. Anexo A


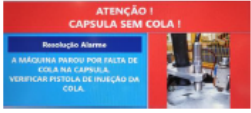
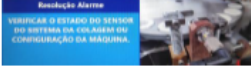
		Material da área de trabalho				
TOP SERIES	Responsável Colaborador	Joni Afinadores	Setor	Capsulagem	Amorim Top Series	IT.ATS.IND.225/1
Material	Espátula	Desencravador		Régua		Kit de Limpeza
						
Utilização	Limpar tapetes Limpar cola no prato	Desencravar rolhas Desencravar cápsulas		Realizar testes de colagem		Limpeza e Lubrificação dos equipamentos

Pág 1/1

1/1

CORK		Método de intervenção nas máquinas Azevedo				AMORIM TOP SERIES
TOP SERIES	Responsável Colaborador	Joni Operadores	Setor Máquina	Capsulagem Máquina Capsular Azevedo	Amorim Top Series	IT.ATS.IND.225/1
Operação	Motivo de paragem	Método de intervenção				
1	<p>Falta de Rolhas no Orientador</p> 	<p>Verificar se existe uma rolha encravada no vibrador de abastecimento de rolhas (1).</p> <p><u>Intervenção:</u></p> <p>1. Retirar rolha encravada.</p>		 		
2	<p>Falta de Rolhas no Empurrador</p> 	<p>Verificar se existe uma rolha encravada no tubo de alimentação ao prato (3).</p> <p><u>Intervenção:</u></p> <p>1. Com o auxílio de desencravador, puxar a rolha até ao empurrador e retira-la.</p>	<p>Verificar presença de rolha à frente do sensor (4).</p> <p><u>Intervenção:</u></p> <p>1. Retirar rolha.</p>	<p>Nota: Se após a intervenção, a máquina continuar em alarme -> Chamar o afinador</p>  		
3	<p>Falta Rolhas no Prato</p> 	<p>Verificar se o sensor de alimentação de rolhas ao prato (5) se encontra sujo.</p> <p><u>Intervenção:</u></p> <p>1. Limpar sensor.</p>	<p>Verificar se no tubo de alimentação existe uma rolha encravada (2).</p> <p><u>Intervenção:</u></p> <p>1. Com o auxílio de desencravador, puxar a rolha até ao orientador e retira-la.</p>	<p>Nota: Se ao ligar a máquina de capsulagem descartar muitas rolhas -> Chamar o afinador</p> 		

CORK		Método de intervenção nas máquinas Azevedo				AMORIM TOP SERIES
TOP SERIES	Responsável Colaborador	Joni Operadores	Setor Máquina	Capsulagem Máquina Capsular Azevedo	Amorim Top Series	IT.ATS.IND.225/1
Operação	Motivo de paragem	Método de intervenção				
1	<p>Cilindros Fora de Posição</p> 	<p>Verificar estado do sensor para cada cilindro.</p> <p><u>Intervenção:</u></p> <p>1. Se os dois sensores estiverem desativados (1), desencravar o respetivo cilindro.</p> <p>2. Se os dois sensores estiverem ativados (2), chamar o afinador.</p>			  <p>1 2</p>	
Cilindros						
	Cilindro Alimentação Orientador	Cilindro Introdução Orientador	Cilindro Rejeição Orientador	Cilindro Empurrador Rolhas		
						

CORK		Metódo de intervenção nas máquinas Azevedo				AMORIM TOP SERIES	
TOP SERIES		Responsável Colaborador	Joni Operadores	Setor Máquina	Capsulagem Máquina Capsular Azevedo	Amorim Top Series IT.ATS.IND.225/1	
Operação	Motivo de paragem	Método de intervenção					
1	Cápsula sem cola	<p>Verificar se sensor de cola (1) está sujo com pó ou cola.</p> <p>Intervenção:</p> <p>1. Limpar sensor</p> <p>Verificar se a cápsula tem quantidade normal de cola.</p> <p>--> Se não tiver, chamar o afinador.</p>					
	<p>ATENÇÃO ! CAPSULA SEM COLA !</p> <p>Resolução Alarma</p> <p>A MÁQUINA PAROU POR FALTA DE COLA NA CAPSULA. VERIFIQUE A QUANTIDADE DE INJEÇÃO DA COLA.</p> 						
2	Erro do sistema de colagem	<p>Verificar se a rolha está encravada no sistema de colagem.</p> <p>Intervenção:</p> <p>1. Retirar resíduos/rolhas do tanque de cola (2) com auxílio do desencravador.</p> <p>2. Retirar a rolha do copo (3).</p> <p>3. Limpar resíduos de cola do copo e do prato</p> <p>4. Retirar todas as cápsulas e rolhas do prato.</p> <p>⚠️ Atenção: Temperatura do tanque de cola elevada.</p>					
	<p>ERRO DO SISTEMA DE COLAGEM !</p> <p>Resolução Alarma</p> <p>VERIFIQUE O ESTADO DO SENSOR DO SISTEMA DE COLAGEM OU CONDIÇÃO DA MÁQUINA</p> 						
3	Falta de cola no depósito	<p>Verificar se o depósito de cola está abastecido.</p> <p>Verificar se o tubo de aspiração de cola está obstruído.</p> <p>Intervenção:</p> <p>1. Desobstruir o tubo.</p>				<p>Nota: Se após a intervenção, a máquina continuar em alarme --> Chamar o afinador</p>	
	<p>FALTA DE COLA NO DEPÓSITO !</p> <p>Resolução Alarma</p> <p>VERIFIQUE AUMENTAÇÃO DA COLA PARA O DEPÓSITO OU SENSOR DE NÍVEL DA COLA.</p> 						

CORK		Metódo de intervenção nas máquinas Azevedo				AMORIM TOP SERIES	
TOP SERIES		Responsável Colaborador	Joni Operadores	Setor Máquina	Capsulagem Máquina Capsular Azevedo	Amorim Top Series IT.ATS.IND.225/1	
Operação	Motivo de paragem	Método de intervenção					
1	Falta de Cápsulas no Tapete	<p>Verificar se o tapete ou o vibrador (6) têm uma cápsula encravada.</p> <p>Intervenção:</p> <p>1. Retirar cápsula com auxílio do desencravador.</p> <p>2. Abastecer cápsulas ao tapete através do monitor:</p> <p>(1) Menu Manutenção</p> <p>(2) Menu Cápsulas</p> <p>(5) Tapete Cápsulas</p> <p>Verificar se o sensor de abastecimento (7) ao vibrador está obstruído com uma cápsula.</p> <p>Intervenção:</p> <p>1. Retirar cápsula presa ao sensor.</p> <p>2. Abastecer cápsulas ao vibrador através do monitor:</p> <p>(1) Menu Manutenção</p> <p>(2) Menu Cápsulas</p> <p>(5) Tapete Cápsulas</p> <p>(3) Tapete Elevador de Cápsulas</p> <p>(4) Vibrador Capsulas</p> <p>Verificar se o sensor de escolha de cápsulas (8) está em correto funcionamento.</p> <p>--> Se não estiver, chamar o afinador.</p>					
	<p>FALTA DE CAPSULAS NO TAPETE !</p> <p>Resolução Alarma</p> <p>VERIFIQUE ALIMENTAÇÃO DAS CAPSULAS DA MÁQUINA. SELECIONE O VALOR DO PROGRAMA DE CAPSULAS.</p> 						
							

