

Universidade Federal de São Carlos  
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Departamento de Engenharia Elétrica

Rubens de Abreu Neto

Diminuição do Tempo de Setup em Linha de Embalagem de  
Comprimidos com Base na Metodologia SMED

São Carlos  
2025

Rubens de Abreu Neto

**Diminuição do Tempo de Setup em Linha de  
Embalagem de Comprimidos com Base na  
Metodologia SMED**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Dr. Amilcar Flamarion Querubini  
Gonçalves

Universidade Federal de São Carlos  
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Departamento de Engenharia Elétrica

São Carlos  
2025

Dedico este trabalho ao meu Senhor e Salvador Jesus,  
que sempre esteve comigo em todas as minhas lutas.

# Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, ao meu Senhor, por estar comigo desde o dia em que fiz o ENEM, e fiquei com medo de não passar no vestibular. Agradeço a Ele por ter me dado direção e força para continuar, mesmo estando atrasado no curso e muitas vezes frustrado com as notas e conteúdos que tive dificuldade de entender. Agradeço a minha mãe, Tania, que sempre me deu forças, apoio e acreditou em mim, mesmo sem entender, por muitas vezes, o que estava acontecendo.

Agradeço aos meus amigos do curso, Thiago Goto, Gustavo Tomio, Matheus Renan, Katriel Camilo, que me deram força e me ensinaram o máximo que podiam sobre as disciplinas.

Agradeço aos amigos da ABU (Aliança Bíblica Universitária), ao Grupinho e ao Âncora Santa, que me ajudaram entender mais sobre o meu propósito pessoal de vida, e que me proporcionaram momentos incríveis em São Carlos.

Agradeço a equipe Dínamo E Racing, que me deu uma perspectiva incrível do que é possível fazer como um engenheiro eletricitista. E também pelas ferramentas de outras áreas que me proporcionaram aprender, como edição de imagens e teorias organizacionais.

Sou grato pelo tempo em São Carlos, pela UFSCAR, pela Engenharia Elétrica, pela missão cristã universitária. Foi um tempo marcante e maravilhoso na minha vida.

Seja simples, a simplicidade é tudo.  
(BERNARDELLI, Geovani)

# Resumo

A atuação de máquinas nos processos industriais se tornou crescente, sendo impulsionada através da revolução industrial do século XVIII e perdurando o crescimento com a evolução acelerada dos processos fabris e desenvolvimento tecnológico global.

Os processos de produção sofreram diversas mudanças evolutivas desde a primeira Revolução Industrial, sendo marcados pela presença de eletricidade e a implementação das linhas de montagem no século XIX. Onde se consolidaram o Fordismo e o Taylorismo, estruturas de organização produtiva extremamente importantes na história da indústria. Seguindo a linha evolutiva, os processos industriais ganharam uma nova forma no século XX, a partir do Toyotismo, adotando o sistema just-in-time, implicando em linhas automatizadas e flexíveis. O que se torna muito mais forte com a implementação da robótica, informática e eletrônica nas linhas produtivas.

O Toyotismo, somado às evoluções tecnológicas do século XXI, descrevem em grande parte o cenário atual da indústria, onde, os avanços não param de acontecer. Um exemplo disso são as ações de melhoria contínua e as metodologias de gestão ágil, muito presentes na indústria atualmente.

Dentre as ferramentas de melhoria e gestão, estão a aplicação de Scrum, Lean, Kanban, Nexus, 5S, PDCA e SMED. Sendo o SMED uma ferramenta de *setup* rápido, visando otimizar de forma completa as etapas e distribuição de ações dentro de um *setup* (troca de ferramental), resultando na diminuição de seu tempo de execução.

O SMED é extremamente importante no cenário atual da indústria, onde a mesma linha produtiva atua na produção de diferentes produtos, necessitando do *setup* e troca de ferramental a cada vez que trocado o produto em linha. A diminuição desse tempo de *setup* impacta diretamente na performance e disponibilidade das linhas produtivas.

Neste projeto é descrita a atuação direta, com base nas metodologias mencionadas, de redução do tempo de setup em um equipamento de embalagem de comprimidos em uma indústria farmacêutica do interior de São Paulo, no Brasil. Abordando assim, a otimização do sequenciamento de atividades dos colaboradores ao trocar ferramentas do equipamento, durante os setup's, melhoria na condição básica da máquina e otimização no processo de regulagem das etapas críticas do processo.

**Palavras-Chave:** 1. Otimização. 2. Máquinas. 3. Automação.

# Abstract

The use of machines in industrial processes has been growing, driven by the industrial revolution of the 18th century and continuing to grow with the accelerated evolution of manufacturing processes and global technological development.

Production processes have undergone several evolutionary changes since the first Industrial Revolution, marked by the presence of electricity and the implementation of assembly lines in the 19th century. This is where Fordism and Taylorism were consolidated, structures of productive organization that were extremely important in the history of industry.

Following this evolutionary line, industrial processes took on a new form in the 20th century, starting with Toyotism, adopting the just-in-time system, implying automated and flexible lines. This became much stronger with the implementation of robotics, information technology and electronics in production lines.

Toyotism, combined with the technological developments of the 21st century, largely describe the current scenario of industry, where advances are constantly happening. An example of this are continuous improvement actions and agile management methodologies, which are very present in the industry today.

Among the improvement and management tools are the application of Scrum, Lean, Kanban, Nexus, 5S, PDCA and SMED. SMED is a quick setup tool, aiming to completely optimize the steps and distribution of actions within a setup, resulting in a reduction in its execution time.

SMED is extremely important in the current industrial scenario, where the same production line operates in the production of different products, requiring setup and tooling change each time the product is changed on the line. Reducing this setup time directly impacts the performance and availability of the production lines.

In this project, the direct action based on the mentioned methodologies to reduce setup time on a tablet packaging machine in a pharmaceutical industry located in the interior of São Paulo, Brazil, is described. This includes optimizing the sequencing of activities performed by employees when changing the machine's tools during setups, improving the basic condition of the machine, and optimizing the adjustment process of the critical stages of the process.

**Keywords:** 1. Optimization. 2. Machines. 3. Automation.

# Lista de Figuras

Figura 1	– <i>Mapa de Raciocínio - Análise de Atuação</i>	34
Figura 2	– <i>Fundamentação da Análise</i>	35
Figura 3	– <i>Análise do MFV</i>	36
Figura 4	– <i>Ênfase em Conceitos do MFV</i>	37
Figura 5	– <i>Equipamentos Mapeados como Gargalo</i>	38
Figura 6	– <i>Apontamento de Horas Paradas</i>	39
Figura 7	– <i>Horas Paradas do Equipamento CAM 8</i>	40
Figura 8	– <i>Horas Paradas dos Nove Equipamentos da Fábrica</i>	41
Figura 9	– <i>Motivos de Parada do Equipamento CAM 8</i>	42
Figura 10	– <i>Classificação de Ajustes</i>	43
Figura 11	– <i>Tipos de setup</i>	44
Figura 12	– <i>Performance de setup</i>	45
Figura 13	– <i>Performance de setup Simplificado</i>	45
Figura 14	– <i>Performance de setup Parcial</i>	46
Figura 15	– <i>Performance de setup Total</i>	47
Figura 16	– <i>Horas Paradas</i>	48
Figura 17	– <i>Indicador OEE</i>	49
Figura 18	– <i>Direcionamento de Atuação</i>	50
Figura 19	– <i>Sequenciamentos de setup Pré Projeto</i>	51
Figura 20	– <i>Sequenciamentos de setup Simplificado - Etapa Primária Pré Projeto</i>	52
Figura 21	– <i>Sequenciamentos de setup Simplificado- Etapa Secundária Pré Projeto</i>	53
Figura 22	– <i>Sequenciamentos de setup Parcial- Etapa Primária Pré Projeto</i>	53
Figura 23	– <i>Sequenciamentos de setup Parcial- Etapa Secundária Pré Projeto</i>	54
Figura 24	– <i>Sequenciamentos de setup Total- Etapa Primária Pré Projeto</i>	54
Figura 25	– <i>Sequenciamentos de setup Total- Etapa Secundária Pré Projeto</i>	55
Figura 26	– <i>Especificação do tipo de setup</i>	55
Figura 27	– <i>Árvore de setup</i>	56
Figura 28	– <i>Recorrência dos Tipos de setup</i>	57
Figura 29	– <i>Análise dos Tipos de setup Considerados Críticos</i>	57
Figura 30	– <i>Árvore de setup Tipo 2</i>	58
Figura 31	– <i>Mapa de Processos - Análise de Fluxo</i>	59
Figura 32	– <i>Separação do Material</i>	60
Figura 33	– <i>Início do setup</i>	61
Figura 34	– <i>Execução do setup</i>	62
Figura 35	– <i>Finalização do setup</i>	63

Figura 36 – <i>Dados Históricos</i> . . . . .	65
Figura 37 – <i>Road Map</i> . . . . .	66
Figura 38 – <i>Equipe Acompanhamento</i> . . . . .	67
Figura 39 – <i>One Page</i> . . . . .	68
Figura 40 – <i>Antes e Depois INEX</i> . . . . .	82
Figura 41 – <i>GBO Primária</i> . . . . .	82
Figura 42 – <i>GBO Secundária</i> . . . . .	83
Figura 43 – <i>Sequenciamento Primária</i> . . . . .	84
Figura 44 – <i>Sequenciamento Secundária</i> . . . . .	85
Figura 45 – <i>Instrução de Trabalho no Sequenciamento</i> . . . . .	86
Figura 46 – <i>Instrução de Trabalho</i> . . . . .	86
Figura 47 – <i>Kaizen - Memória Mecânica Dobrador de Bulas</i> . . . . .	88
Figura 48 – <i>Kaizen - Memórias Mecânicas Armação</i> . . . . .	89
Figura 49 – <i>Kaizen - Memória Mecânica Codificação</i> . . . . .	89
Figura 50 – <i>Kaizen - Memórias Mecânicas Fechamento</i> . . . . .	90
Figura 51 – <i>Disposição Memórias Mecânicas na Máquina</i> . . . . .	90
Figura 52 – <i>Legenda Memórias Mecânicas por Formato</i> . . . . .	91
Figura 53 – <i>PTP Memórias Mecânicas E1, E2, E3, E4, E5, E6 e E10</i> . . . . .	92
Figura 54 – <i>PTP Memórias Mecânicas E7, E8 e E9</i> . . . . .	92
Figura 55 – <i>Kaizen - Gestão Visual Equipamento</i> . . . . .	93
Figura 56 – <i>Kaizen - Ferramentas Dedicadas à Operação</i> . . . . .	94
Figura 57 – <i>Kaizen - Centralização de Blíster</i> . . . . .	95
Figura 58 – <i>Carta CEP</i> . . . . .	96
Figura 59 – <i>Apresentação A3</i> . . . . .	97

# Lista de Tabelas

Tabela 1 – Dados Analisados do MFV . . . . .	36
Tabela 2 – Coleta Operador A . . . . .	69
Tabela 3 – Coleta Operador B . . . . .	69
Tabela 4 – Coleta Operador C . . . . .	70
Tabela 5 – Coleta Operador D . . . . .	70
Tabela 6 – Coleta Operador E . . . . .	71
Tabela 7 – Observações Acompanhamento . . . . .	72
Tabela 8 – Análise da Coleta . . . . .	74
Tabela 9 – Balanceamento Primária . . . . .	75
Tabela 10 – Balanceamento Secundária . . . . .	76
Tabela 11 – Aplicação ECRS . . . . .	78
Tabela 12 – Plano de Ação . . . . .	79

# Lista de Siglas e Abreviaturas

BBs	<i>Black Belts</i>
CEP	<i>Controle Estatístico de Processo</i>
ECRS	<i>Eliminar, Combinar, Reduzir e Simplificar</i>
FTA	<i>Fault Tree Analysis</i>
GBO	<i>Gráfico de Balanceamento de Operadores</i>
GBs	<i>Green Belts</i>
INEX	<i>Atividades do Setup Internas e Externas</i>
IT	<i>Instrução de Trabalho</i>
JIT	<i>Just In Time</i>
LSS	<i>Lean Six Sigm</i>
MFV	<i>Mapa de Fluxo de Valores</i>
PTP	<i>Parâmetro Técnico de Processo</i>
PVO	<i>Padrão Visual de Operação</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Dies</i>
TBL	<i>Troubleshoot</i>
UFSCAR	<i>Universidade Federal de São Carlos</i>

# Sumário

	Resumo . . . . .	5
	Abstract . . . . .	6
	Lista de Figuras . . . . .	7
	Lista de Tabelas . . . . .	9
1	INTRODUÇÃO . . . . .	14
2	MÉTODOS E MATERIAIS . . . . .	16
2.1	Contextualização . . . . .	16
2.1.1	Objetivo . . . . .	16
2.1.2	Indústria Farmacêutica . . . . .	16
2.2	Linha de Produção . . . . .	17
2.2.1	Etapa Primária . . . . .	17
2.2.2	Etapa Secundária . . . . .	17
2.2.3	Ferramentais e Formatos de Cartucho . . . . .	18
2.2.4	Paramentação e Segurança . . . . .	18
2.3	Metodologia <i>Lean Manufacturing</i> . . . . .	19
2.3.1	Definição e Princípios . . . . .	19
2.3.2	Ferramentas <i>Lean</i> . . . . .	19
2.3.3	Benefícios do <i>Lean</i> . . . . .	20
2.3.4	Aplicação na Indústria Farmacêutica . . . . .	20
2.3.5	Desafios e Adaptações . . . . .	20
2.3.6	Redução de Desperdícios . . . . .	20
2.3.7	Desenvolvimento de Produtos Enxutos . . . . .	21
2.4	O Conceito de <i>Setup</i> na Indústria Farmacêutica . . . . .	21
2.5	Metodologia SMED ( <i>Single-Minute Exchange of Die</i> ) . . . . .	22
2.5.1	Definição e Objetivos . . . . .	22
2.5.2	Etapas do SMED . . . . .	22
2.5.3	Benefícios do SMED . . . . .	23
2.5.4	Aplicação do SMED na Indústria Farmacêutica . . . . .	23
2.5.5	Considerações Finais . . . . .	23
2.6	Kaizen . . . . .	24
2.7	Eficiência Global do Equipamento (OEE) . . . . .	25

2.7.1	Objetivo do OEE . . . . .	25
2.7.2	Método de Cálculo . . . . .	25
2.7.3	As Seis Grandes Perdas do OEE . . . . .	26
2.7.4	OEE de Classe Mundial . . . . .	26
2.7.5	Adequações do OEE . . . . .	26
2.8	Mapa de Processos . . . . .	27
2.8.1	Características do Mapa de Processos . . . . .	27
2.8.2	Aplicações do Mapa de Processos . . . . .	27
2.8.3	Construção do Mapa de Processos . . . . .	27
2.8.4	Considerações Finais Sobre o Mapa de Processos . . . . .	28
2.9	Mapa de Fluxo de Valor (MFV) . . . . .	28
2.10	Mapa de Raciocínio para Resolução de Problemas . . . . .	29
2.11	Parâmetro Técnico de Processos (PTP) . . . . .	30
2.12	Padrão Visual de Operações (PVO) . . . . .	31
2.13	Instrução de Trabalho (IT) . . . . .	31
3	DESENVOLVIMENTO . . . . .	33
3.1	Introdução do Capítulo . . . . .	33
3.2	Mapeamento e Análise dos Equipamentos de Embalagem de Comprimido . . . . .	33
3.2.1	Análise do MFV (Mapa de Fluxo de Valores) . . . . .	34
3.2.2	Análise de Ofensores do Equipamento . . . . .	38
3.2.3	Classificação dos Tipos de <i>setup</i> . . . . .	43
3.2.4	Análise do OEE (Overall Equipment Effectiveness) . . . . .	48
3.2.5	Sequenciamento de <i>setup</i> Atual . . . . .	50
3.2.6	Especificações dos tipos de <i>setup</i> . . . . .	55
3.2.7	Conclusões e Recomendações para Otimização . . . . .	58
3.3	Análise do Fluxo do Produto na Etapa de Embalagem . . . . .	58
3.3.1	Descrição Geral do Processo de Embalagem . . . . .	58
3.4	Estruturação de Projeto . . . . .	64
3.5	Acompanhamento e Otimização do Sequenciamento . . . . .	68
3.5.1	Análise das Atividades e Consolidação dos Dados . . . . .	72
3.5.2	Balanceamento das Atividades no Processo de <i>Setup</i> . . . . .	74
3.5.3	Aplicação da Metodologia ECRS e Priorização das Ações . . . . .	76
3.5.4	Confecção do Plano de Ação . . . . .	78
4	RESULTADOS . . . . .	80
4.1	Novo Sequenciamento de Atividades de <i>setup</i> Total . . . . .	83
4.2	<i>Kaizens</i> - Plano de Ação . . . . .	87
4.2.1	<i>Kaizen</i> - Memórias Mecânicas . . . . .	87

4.2.2	Kaizen - Gestão Visual . . . . .	93
4.2.3	Kaizen - Ferramentas Dedicadas . . . . .	94
4.2.4	Kaizen - Centralização de Blíster . . . . .	95
4.2.5	Conclusão Resultados . . . . .	96
5	CONCLUSÕES . . . . .	98
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . .	99
A	APÊNDICES . . . . .	100
A.1	Apêndice A: Mapa de Raciocínio . . . . .	100

# 1 Introdução

A eficiência nas operações de produção é um dos principais fatores que definem a competitividade das empresas no mercado atual. No setor farmacêutico, especialmente na produção de comprimidos, a redução de custos e o aumento da produtividade são objetivos essenciais para garantir a qualidade e a continuidade dos processos, sem comprometer os padrões regulatórios e as exigências de segurança. Um dos maiores desafios enfrentados pelas indústrias farmacêuticas é o tempo de *setup* das linhas de produção, que representa um período de inatividade das máquinas e, conseqüentemente, resulta em perda de tempo e recursos.

Este trabalho tem como objetivo, com base na metodologia SMED, reduzir o tempo de *setup* em uma linha de embalagem de comprimidos, buscando aumentar a eficiência da produção. O local para a realização das atividades é uma indústria farmacêutica localizada no interior de São Paulo, a qual busca otimizar seus processos produtivos para aumentar a eficiência e reduzir custos.

Com relação a metodologia SMED, ela possui o foco em minimizar o tempo de troca de formas, moldes ou ajustes, o que permite retomar a produção de forma mais ágil, com menos paradas e desperdícios. A redução do tempo de *setup* não apenas melhora a produtividade, mas também oferece mais flexibilidade na linha de produção, tornando-a capaz de atender com mais rapidez às diferentes demandas.

A partir de uma análise detalhada do processo de *setup*, busca-se implementar várias melhorias, como a revisão do sequenciamento das atividades, o balanceamento das tarefas dos operadores, a otimização dos pontos de ajuste das máquinas e a revisão dos componentes envolvidos. A pesquisa também considera as atividades internas e externas ao *setup*, com o objetivo de maximizar a execução das tarefas enquanto as máquinas ainda operam, além de aplicar técnicas como o ECRS (Eliminar, Combinar, Reduzir e Simplificar) para otimizar as atividades e reduzir sua complexidade.

O estudo visa identificar as principais fontes de desperdício de tempo durante o processo de *setup* e apresentar soluções baseadas na metodologia SMED (Troca rápida de ferramenta) para reduzir esses tempos, com o objetivo de aumentar a eficiência operacional na linha de embalagem de comprimidos. Para isso, serão analisados os resultados das mudanças implementadas, evidenciando as melhorias no tempo de *setup*, na produtividade e na organização das operações.

No decorrer deste trabalho, será elaborado um plano de ação para implementar as melhorias identificadas. A partir da análise do acompanhamento de *setup* e da escuta ativa dos operadores, serão mapeadas as principais oportunidades de melhoria. Essas ações visam não apenas reduzir o tempo de *setup*, mas também otimizar o fluxo de

trabalho e melhorar as condições operacionais, com o objetivo de garantir um aumento sustentável da eficiência produtiva na linha de embalagem.

O capítulo de metodologia, possui o objetivo de apresentar todos os métodos e conceitos importantes para o desenvolvimento do projeto, em seguida, a o capítulo de desenvolvimento apresenta a aplicação dos métodos, os dados coletados e as decisões tomadas para processar os dados. Na etapa final do documento, são apresentados os resultados obtidos a partir da execução dos métodos, seguidos de uma conclusão, enfatizando os principais resultados e avanços alcançados através do projeto.

## 2 Métodos e Materiais

### 2.1 Contextualização

A metodologia SMED é amplamente reconhecida por sua eficácia na redução de tempos de *setup* em diversos setores industriais. Sua aplicação na linha de embalagem de comprimidos visa otimizar o processo, tornando-o mais ágil e eficiente. Este capítulo detalha os materiais utilizados e os métodos aplicados ao longo do projeto.

#### 2.1.1 Objetivo

O objetivo deste capítulo é descrever os materiais e métodos utilizados no estudo, com foco na aplicação da metodologia *Single Minute Exchange of Die* (SMED) para a redução do tempo de *setup* em uma linha de embalagem de comprimidos. A escolha dos métodos e ferramentas foi baseada na necessidade de otimizar processos, aumentar a eficiência e reduzir custos na produção farmacêutica. Este capítulo também visa contextualizar o ambiente industrial onde o estudo foi realizado, destacando a relevância das metodologias *Lean Manufacturing* e SMED para a melhoria contínua.

#### 2.1.2 Indústria Farmacêutica

A indústria farmacêutica é um dos setores mais exigentes em termos de qualidade e controle de processos. A necessidade de atender a regulamentações rigorosas e a alta demanda por produtos seguros e eficazes torna essencial a adoção de metodologias que promovam a eficiência e a flexibilidade na produção. Neste contexto, a redução do tempo de *setup* em linhas de embalagem de comprimidos surge como uma estratégia fundamental para aumentar a produtividade e a capacidade de resposta às flutuações do mercado.

O estudo foi realizado em uma empresa farmacêutica de renome internacional, com sede no Brasil. A empresa possui um escritório e uma fábrica no interior do estado, que opera há 58 anos. Essa unidade fabril é considerada uma das mais importantes do segmento no Brasil.

A empresa se destaca não apenas pela sua capacidade produtiva, mas também por sua cultura organizacional. Ela é reconhecida pela alta qualidade de seus produtos e pela preocupação com o desenvolvimento de seus colaboradores. Essa abordagem estratégica permite que a empresa mantenha a excelência operacional enquanto promove o crescimento contínuo de sua equipe.

Além disso, a empresa utiliza a metodologia *Lean Six Sigma* (LSS) como parte de sua estratégia de melhoria contínua. Profissionais certificados como *Black Belts* (BBs) e

*Green Belts* (GBs) atuam em diversos projetos internos, aplicando ferramentas avançadas de gestão para otimizar processos e reduzir desperdícios. Esses projetos são guiados por reuniões de gerência e discussões anuais, nas quais são definidos os meios para garantir o cumprimento das metas estratégicas [1].

## 2.2 Linha de Produção

A linha de produção analisada neste estudo é a CAM 8, responsável exclusivamente pela embalagem de comprimidos. A linha é dividida em duas etapas principais: primária e secundária, que são interligadas por uma esteira, garantindo um fluxo contínuo de produção. A seguir, são descritos os subsistemas que compõem cada etapa.

### 2.2.1 Etapa Primária

A etapa primária é responsável pela formação, alimentação, inspeção, selagem e corte dos *blisters* (cartela de comprimidos). Os subsistemas que compõem essa etapa são:

**Formação:** Neste subsistema, a manta de formação, que pode ser feita de alumínio ou PVC, recebe a formação dos alvéolos, que são cavidades destinadas a acomodar os comprimidos.

**Alimentação:** Os comprimidos são alimentados nos alvéolos formados na etapa anterior. Esse processo é automatizado e garante a precisão na dosagem dos comprimidos.

**Telecamera:** Um sistema de inspeção por câmera verifica se os comprimidos foram corretamente inseridos nos alvéolos. Caso seja detectado algum erro, o *blister* incorreto é direcionado para uma caixa de rejeito.

**Selagem:** Após a inspeção, o *blister* é selado com uma camada de alumínio, garantindo a proteção e a integridade dos comprimidos.

**Corte:** O último subsistema da etapa primária é o corte, onde os *blisters* são separados em unidades individuais, prontas para serem encaminhadas à etapa secundária.

### 2.2.2 Etapa Secundária

A etapa secundária é responsável pela embalagem final dos *blisters*, incluindo a inserção da bula e a formação dos cartuchos. Os subsistemas que compõem essa etapa são:

**Magazine:** Guias que recebem os *blisters* vindos da etapa primária e os conduzem à esteira, de acordo com o número de *blisters* definido para o produto em produção.

**Dobrador de Bulas:** Neste subsistema, as bulas são alimentadas e dobradas para serem inseridas nos cartuchos.

**Armação:** Os cartuchos são alimentados e um *cicloide* realiza a armação dos mesmos, preparando-os para receber os *blisters* e as bulas.

**Introdução:** Neste momento, a quantidade de *blisters* definida para o produto, juntamente com a bula, é inserida no cartucho.

**Codificação:** Um carimbo é utilizado para codificar os cartuchos, garantindo a rastreabilidade do produto.

**Fechamento:** As abas dos cartuchos são coladas e fechadas por meio de guias de fechamento, finalizando a embalagem.

**Balança:** O produto é pesado para verificação de conformidade. Caso haja irregularidades na pesagem, o cartucho é direcionado para uma caixa de rejeito.

**Encaixotadora:** Os cartuchos são armazenados em caixas de embarque, que são transportadas por *pallets* para a área de logística, responsável pela distribuição do produto acabado.

### 2.2.3 Ferramentais e Formatos de Cartucho

A linha CAM 8 é capaz de atender a seis formatos (tamanhos de cartuchos) diferentes de cartucho (caixinha de remédio), o que exige a utilização de seis conjuntos de ferramentais distintos. Os ferramentais são conjuntos de peças específicas utilizadas no equipamento para produzir os diferentes formatos de produtos. Cada formato de produto requer um ferramental específico, que deve ser trocado conforme a necessidade de produção.

### 2.2.4 Paramentação e Segurança

A paramentação é o vestimento de roupas e EPI's (Equipamentos de Proteção Individual) para realizar uma atividade em linha de produção ou ambientes de riscos. A linha de produção possui requisitos rigorosos de paramentação e segurança, especialmente devido ao risco de contaminação do produto. Na etapa secundária, considerada uma área limpa, os operadores devem utilizar macacão, touca, sapato específico, óculos de proteção e protetor auricular. Já na etapa primária, que apresenta um risco ainda maior de contaminação, são acrescentados itens adicionais de paramentação, como uma segunda touca, luvas, um avental descartável sobre o macacão e máscara.

## 2.3 Metodologia *Lean Manufacturing*

A metodologia *Lean Manufacturing* é uma abordagem sistemática para a eliminação de desperdícios dentro de um sistema de produção. Originada no Sistema Toyota de Produção, o *Lean Manufacturing* visa aumentar a eficiência, reduzir custos e melhorar a qualidade dos produtos e serviços oferecidos. Este capítulo aborda a definição e os princípios fundamentais dessa metodologia, destacando sua relevância para a otimização de processos industriais.

### 2.3.1 Definição e Princípios

O *Lean Manufacturing*, ou Produção Enxuta, é uma filosofia de gestão que busca maximizar o valor entregue ao cliente enquanto minimiza o desperdício em todos os processos produtivos. Originado no Sistema Toyota de Produção (*Toyota Production System* - TPS), o *Lean* foi popularizado no Ocidente após a publicação do livro *A Máquina que Mudou o Mundo*, que destacou as vantagens competitivas da Toyota em relação à produção em massa tradicional [2]. O termo "*Lean*" foi cunhado para descrever a eficiência e a simplicidade do TPS, que eliminava atividades desnecessárias e focava no que realmente agregava valor ao cliente [2].

O *Lean* é baseado em dois pilares principais: *Just-in-Time* (JIT) e *Jidoka* (autonomação). O JIT visa produzir apenas o necessário, no momento exato e na quantidade certa, reduzindo estoques e custos. Já o *Jidoka* consiste em dotar máquinas e operadores da capacidade de detectar e parar a produção em caso de anomalias, garantindo a qualidade desde a fonte [3]. Esses pilares são sustentados por práticas como o trabalho padronizado e o *kaizen* (melhoria contínua), que garantem a estabilidade e a evolução constante dos processos [3].

### 2.3.2 Ferramentas *Lean*

O *Lean Manufacturing* utiliza uma variedade de ferramentas para alcançar seus objetivos. Entre as principais, destacam-se:

***Just-in-Time* (JIT):** Produzir apenas o necessário, no momento certo e na quantidade exata, evitando estoques excessivos e desperdícios. O JIT é essencial para reduzir custos e aumentar a flexibilidade da produção [2].

***Kanban*:** Sistema visual de controle de produção que utiliza cartões ou sinais para indicar quando e quanto produzir, garantindo o fluxo contínuo de materiais.

**5S:** Metodologia para organização do local de trabalho, baseada em cinco princípios: *Seiri* (utilização), *Seiton* (organização), *Seiso* (limpeza), *Seiketsu* (padronização)

e *Shitsuke* (disciplina). O 5S melhora a eficiência e a segurança no ambiente de trabalho.

***Kaizen***: Filosofia de melhoria contínua que envolve todos os colaboradores na identificação e eliminação de desperdícios. O *Kaizen* é fundamental para manter a competitividade e a qualidade dos processos [2].

***Value Stream Mapping (VSM) - Mapa de Fluxo de Valores (MFV)***: Ferramenta visual que mapeia o fluxo de materiais e informações em um processo, identificando gargalos e oportunidades de melhoria.

### 2.3.3 Benefícios do *Lean*

A implementação do *Lean Manufacturing* traz diversos benefícios para as organizações, como a redução de custos, o aumento da produtividade e a melhoria da qualidade dos produtos. Segundo a referência [2], o *Lean* é um sistema sociotécnico integrado que elimina desperdícios e minimiza a variabilidade nos processos [2]. Além disso, o *Lean* promove uma cultura de melhoria contínua, envolvendo todos os colaboradores na busca por excelência operacional.

### 2.3.4 Aplicação na Indústria Farmacêutica

Na indústria farmacêutica, o *Lean Manufacturing* é especialmente relevante devido à necessidade de altos padrões de qualidade e eficiência. A redução de desperdícios, como tempos de *setup* excessivos e estoques desnecessários, permite que as empresas atendam às demandas do mercado de forma ágil e competitiva. O *Lean* é mais do que um conjunto de ferramentas, é uma filosofia que deve ser adaptada às necessidades específicas de cada organização [2].

### 2.3.5 Desafios e Adaptações

Apesar dos benefícios, a implementação do *Lean* não é isenta de desafios. Não há um consenso na literatura sobre a definição exata do *Lean*, o que pode causar confusão entre acadêmicos e praticantes [2]. Além disso, a adaptação do *Lean* às particularidades de cada indústria é essencial para o sucesso da implementação. Por exemplo, na indústria farmacêutica, a rigidez dos regulamentos e a complexidade dos processos exigem uma abordagem cuidadosa e personalizada.

### 2.3.6 Redução de Desperdícios

Um dos princípios centrais do *Lean* é a eliminação de desperdícios. Há sete categorias de desperdícios: defeitos, movimentação, esperas, transporte, superprodução, processa-

mento inapropriado e estoques [4]. Essa lista é expandida para incluir desperdícios comuns em ambientes de escritório, como objetivos departamentais desalinhados, deslocamentos desnecessários e tempos de espera por aprovações [4]. Esses desperdícios são especialmente relevantes em indústrias complexas, como a farmacêutica, onde a eficiência operacional é crítica.

### 2.3.7 Desenvolvimento de Produtos Enxutos

O *Lean* também se aplica ao desenvolvimento de produtos, onde a redução do *time-to-market* (tempo para lançamento no mercado) é essencial. A Toyota consegue desenvolver novos produtos em 15 meses, em comparação com a média de 24 meses de outras empresas [4]. Isso é alcançado por meio de práticas como fluxo contínuo, cadência e puxada, que garantem que o desenvolvimento ocorra de forma ágil e eficiente [4].

## 2.4 O Conceito de *Setup* na Indústria Farmacêutica

O *setup*, também conhecido como troca de ferramentas ou preparação de máquinas, é um processo crítico na indústria farmacêutica, especialmente em linhas de produção que envolvem a fabricação e embalagem de comprimidos. Esse processo consiste em todas as atividades necessárias para mudar uma máquina ou linha de produção de um produto para outro, garantindo que o equipamento esteja pronto para operar com eficiência e dentro dos padrões de qualidade exigidos.

Na indústria farmacêutica, o *setup* é particularmente importante devido à alta regulamentação e à necessidade de garantir a segurança e a eficácia dos medicamentos. A troca de produtos em uma linha de embalagem de comprimidos, por exemplo, pode envolver a limpeza completa do equipamento, a troca de moldes, a calibração de dosadores, a verificação de parâmetros de qualidade e a realização de testes de funcionamento. Essas atividades são essenciais para evitar contaminação cruzada entre diferentes medicamentos e para garantir que cada lote produzido atenda às especificações rigorosas da indústria.

No entanto, o *setup* pode ser um processo demorado e complexo, especialmente se não for bem gerenciado. Tempos de *setup* longos podem levar a perdas significativas de produtividade, aumento de custos e atrasos na entrega de produtos. É por isso que a redução do tempo de *setup* é um objetivo estratégico para muitas empresas farmacêuticas, e a metodologia SMED tem se mostrado uma abordagem eficaz para alcançar esse objetivo.

## 2.5 Metodologia SMED (*Single-Minute Exchange of Die*)

A metodologia SMED, desenvolvida por Shigeo Shingo, é uma técnica de melhoria de processos que visa reduzir drasticamente os tempos de *setup* em máquinas e equipamentos. A aplicação do SMED permite que as empresas aumentem sua flexibilidade e capacidade de resposta às mudanças na demanda, promovendo uma produção mais eficiente e competitiva.

### 2.5.1 Definição e Objetivos

O SMED, ou Troca Rápida de Ferramentas, é uma metodologia desenvolvida por Shigeo Shingo na década de 1950 com o objetivo de reduzir o tempo de *setup* em processos industriais. O termo "*single-minute*" refere-se à meta de realizar a troca de ferramentas em menos de dez minutos, ou seja, em um dígito de minutos [5]. O SMED é uma das principais ferramentas do *Lean Manufacturing*, pois permite aumentar a flexibilidade da produção, reduzir estoques e melhorar a eficiência operacional [6].

O SMED é uma abordagem científica para a redução do tempo de *setup*, que pode ser aplicada em qualquer fábrica ou equipamento [5]. No entanto, sua aplicação requer uma análise cuidadosa das atividades de *setup*, que são divididas em *setup* interno (atividades realizadas com a máquina parada) e *setup* externo (atividades realizadas com a máquina em funcionamento) [5].

### 2.5.2 Etapas do SMED

O SMED é composto por quatro estágios conceituais, que devem ser seguidos de forma sequencial para garantir a eficácia da metodologia. Esses estágios são:

**Estágio Preliminar: *Setup* Interno e Externo Não Diferenciados** Neste estágio, o objetivo é entender o processo atual de *setup* e medir o tempo gasto em cada atividade. Recomenda-se o uso de técnicas como cronometragem, filmagem ou observação direta para coletar dados precisos sobre o *setup* [5]. Observações e discussões informais com os trabalhadores geralmente são suficientes para identificar as atividades de *setup* [5].

**Estágio 1: Separação do *Setup* Interno e Externo** Nesta fase, as atividades de *setup* são classificadas em *setup* interno (realizadas com a máquina parada) e *setup* externo (realizadas com a máquina em funcionamento) [7].

**Estágio 2: Conversão do *Setup* Interno em *Setup* Externo** Após a separação das atividades, o próximo passo é converter o máximo possível de atividades de *setup*

interno em *setup* externo [8]. Isso envolve a revisão de cada atividade para verificar se ela pode ser realizada com a máquina em funcionamento. Por exemplo, a preparação de ferramentas e a conferência de materiais podem ser feitas antes da parada da máquina [5]. Essa conversão é essencial para reduzir o tempo de *setup* interno [5].

**Estágio 3: Racionalização do *Setup* Interno e Externo** O último estágio consiste em otimizar todas as atividades de *setup*, tanto internas quanto externas. Isso inclui a eliminação de movimentos desnecessários, a padronização de procedimentos e a mecanização de tarefas repetitivas [5]. Destaca-se que a racionalização deve ser contínua, com o objetivo de alcançar a meta de "*single-minute*" (menos de dez minutos) [5].

### 2.5.3 Benefícios do SMED

A aplicação do SMED traz diversos benefícios para as organizações, tais como:

**Redução do tempo de *setup*:** A meta de realizar a troca de ferramentas em menos de dez minutos aumenta a disponibilidade das máquinas para produção [5].

**Aumento da flexibilidade:** A capacidade de realizar trocas rápidas permite produzir em lotes menores e atender às demandas do mercado de forma ágil [6].

**Redução de estoques:** Com a diminuição do tempo de *setup*, é possível reduzir os estoques intermediários e os custos associados [6].

**Melhoria da produtividade:** A eliminação de desperdícios e a otimização dos processos de *setup* aumentam a eficiência operacional [5].

### 2.5.4 Aplicação do SMED na Indústria Farmacêutica

Na indústria farmacêutica, o SMED é especialmente relevante devido à necessidade de altos padrões de qualidade e eficiência. O SMED pode ser aplicado em diversos setores industriais, incluindo o farmacêutico, com resultados significativos [6]. No entanto, a aplicação do SMED nesse setor requer adaptações, como a consideração de atividades de limpeza e assepsia, que são regulamentadas por órgãos de vigilância sanitária [5].

### 2.5.5 Considerações Finais

O SMED é uma metodologia poderosa para a redução do tempo de *setup* e a melhoria da eficiência operacional. No entanto, sua aplicação requer um esforço contínuo de análise e otimização dos processos. Como destacado, a busca do *single-minute* pode não ser alcançada nos estágios anteriores, sendo necessária a melhoria contínua de cada elemento [5].

## 2.6 Kaizen

O termo Kaizen tem origem japonesa, onde "Kai" significa mudança e "Zen" significa para melhor, ou seja, mudar para melhor. O conceito foi desenvolvido por Masaaki Imai, que trabalhou por muitos anos na Toyota ao lado de Taiichi Ohno [9].

Segundo Imai [9], Kaizen significa melhoramento contínuo aplicado tanto na vida pessoal quanto no ambiente de trabalho, envolvendo todos os níveis hierárquicos da empresa. A estratégia Kaizen busca a maximização da produtividade e rentabilidade sem aumento significativo de custos, necessitando do comprometimento de toda a organização.

O Kaizen possui dez princípios fundamentais, a saber:

1. O desperdício é o inimigo número um e deve ser eliminado;
2. Melhorias graduais e contínuas, sem mudanças bruscas;
3. Envolvimento de todos os colaboradores, desde a alta gestão até o chão de fábrica;
4. Estratégia de baixo custo, evitando altos investimentos em tecnologia;
5. Aplicável em qualquer cultura empresarial;
6. Transparência e gestão visual para facilitar a identificação de desperdícios;
7. Foco no local onde se cria valor (“gemba”);
8. Orientação para processos;
9. Priorização das pessoas e do desenvolvimento de uma nova mentalidade organizacional;
10. Aprendizado baseado na prática e na melhoria contínua [9].

O Kaizen está diretamente relacionado ao ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), que assegura a continuidade do processo de melhoria contínua. Esse ciclo consiste nas etapas de planejamento, execução, verificação e padronização dos novos processos [9].

A implementação do Kaizen pode ser dividida em três segmentos:

**Kaizen orientado para a administração:** envolve equipes multifuncionais para resolver problemas organizacionais e aprimorar sistemas de gestão;

**Kaizen orientado para grupos:** utiliza o ciclo PDCA para melhoria contínua em processos produtivos e operacionais;

**Kaizen orientado para a pessoa:** incentiva sugestões individuais e a participação ativa dos colaboradores no processo de melhoria [9].

A aplicação do Kaizen deve ser adaptada às necessidades de cada organização, considerando as ferramentas de melhoria contínua mais adequadas para cada contexto [9].

## 2.7 Eficiência Global do Equipamento (OEE)

A Eficiência Global do Equipamento (*Overall Equipment Effectiveness* - OEE) é uma ferramenta desenvolvida no contexto da *Total Productive Maintenance* (TPM) por Nakajima, com o objetivo de auxiliar na meta de zero paradas e defeitos dos equipamentos [10]. O indicador permite avaliar a eficácia de um equipamento ao analisar seu tempo de parada e a qualidade do trabalho, possibilitando um aumento de desempenho e rendimento [10]. O OEE teve seu início na indústria automobilística, visando integrar as áreas de produção e manutenção para a melhoria da qualidade do produto, eficiência operacional, garantia de capacidade e segurança [11].

### 2.7.1 Objetivo do OEE

O OEE busca medir a eficácia de um equipamento, verificando se ele está operando conforme projetado [10]. No entanto, é comum a confusão entre os conceitos de eficácia e eficiência. Enquanto a eficácia (*effectiveness*) está relacionada ao cumprimento dos objetivos planejados, a eficiência (*efficiency*) se refere ao uso otimizado dos recursos para atingir esses objetivos [10]. Dessa forma, o OEE é um indicador de eficácia, não necessariamente de eficiência [10].

### 2.7.2 Método de Cálculo

O cálculo do OEE é baseado em três pilares principais: Disponibilidade, Performance e Qualidade [10]. Esses fatores são determinados pelas seguintes fórmulas:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo Operacional}}{\text{Tempo Programado}} \quad (2.1)$$

$$\text{Performance} = \frac{\text{Produção Real}}{\text{Produção Teórica}} \quad (2.2)$$

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Produtos Aprovados}}{\text{Produtos Produzidos}} \quad (2.3)$$

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade} \quad (2.4)$$

A Disponibilidade representa o tempo em que o equipamento está efetivamente disponível para operação, descontando paradas planejadas e não planejadas, como tempo de *setup*, quebras e ajustes [11]. A Performance mede a capacidade produtiva real em relação à capacidade projetada, levando em conta perdas por pequenas paradas e ciclos lentos [11]. Já a Qualidade reflete a quantidade de produtos conformes em relação ao total produzido, considerando perdas por defeitos e refugos [11].

### 2.7.3 As Seis Grandes Perdas do OEE

O Instituto Japonês de Manutenção de Planta (*Japan Institute of Plant Maintenance* - JIPM) definiu seis grandes perdas que impactam diretamente o OEE [10]:

- Disponibilidade: Paradas não planejadas (falhas de equipamento) e paradas planejadas (*setup*, manutenção preventiva). - Performance: Pequenas paradas (ajustes, obstruções) e ciclos lentos (velocidade inferior à projetada). - Qualidade: Rejeitos de produção (defeitos durante operação normal) e rejeitos de partida (falhas logo após o início da produção).

A identificação e mitigação dessas perdas são fundamentais para a melhoria contínua e aumento do OEE [10].

### 2.7.4 OEE de Classe Mundial

Empresas com OEE superior a 85% são consideradas de Classe Mundial (*World Class OEE*) [10]. Para alcançar esse patamar, os valores individuais de cada parâmetro do OEE devem atender aos seguintes critérios mínimos:

$$\textit{Disponibilidade} > 90\% \quad (2.5)$$

$$\textit{Performance} > 95\% \quad (2.6)$$

$$\textit{Qualidade} > 99\% \quad (2.7)$$

Com isso, a eficiência global do equipamento atinge o nível desejado para competitividade industrial [10].

### 2.7.5 Adequações do OEE

Embora o OEE seja uma ferramenta poderosa, ele analisa equipamentos de forma isolada [10]. Para uma visão sistêmica, foram desenvolvidas variações como:

*Total Effective Equipment Performance* (TEEP): Considera o impacto das paradas planejadas no cálculo do OEE. *Performance Efficiency Evaluation* (PEE): Introduz pesos para os parâmetros do OEE, diferenciando a importância de qualidade e performance. *Overall Factory Effectiveness* (OFE), *Overall Throughput Effectiveness* (OTE) e *Overall Asset Effectiveness* (OAE): Avaliam a eficiência global de setores e da organização como um todo.

A escolha da ferramenta ideal depende das necessidades específicas de cada indústria [10].

## 2.8 Mapa de Processos

O mapa de processos é uma ferramenta fundamental para a compreensão e aprimoramento de fluxos operacionais dentro de uma organização. Ele fornece uma representação gráfica das operações analisadas, permitindo visualizar a sequência de atividades, os agentes envolvidos, os prazos e o fluxo de documentos [12].

A construção de um mapa de processos facilita a identificação de oportunidades de otimização e redução de desperdícios, tornando-se essencial para iniciativas de melhoria contínua, como o *Lean Manufacturing* e o *Six Sigma*. A equipe responsável pela análise pode, assim, encontrar gargalos, eliminar redundâncias e aprimorar a eficiência geral do processo.

### 2.8.1 Características do Mapa de Processos

O nível de detalhamento de um mapa de processos pode variar conforme a necessidade da análise. De maneira geral, ele deve conter informações essenciais, como a descrição das atividades, os pontos de tomada de decisão, os movimentos de informação e documentos, além dos prazos estabelecidos para cada etapa [12]. Esses elementos permitem uma visão clara e objetiva do funcionamento do processo, facilitando sua avaliação e aperfeiçoamento.

Além desses aspectos básicos, um mapa de processos pode incluir dados mais detalhados sobre custo, tempo de execução, volume de transações e impacto tecnológico. Esses fatores são especialmente relevantes quando se busca implementar mudanças estruturais em processos produtivos ou administrativos.

### 2.8.2 Aplicações do Mapa de Processos

O mapa de processos pode ser utilizado para diferentes propósitos, incluindo:

Representar a forma como um processo é atualmente realizado;

Demonstrar como um processo deveria ser executado, segundo normas e procedimentos internos;

Comparar formas alternativas de execução do mesmo processo;

Propor um modelo ideal para a realização da atividade [12].

Ao identificar pontos fortes dentro do fluxo de trabalho, o mapa de processos também possibilita a replicação de boas práticas em outras áreas da organização ou mesmo em empresas diferentes, promovendo a padronização e o compartilhamento de conhecimento.

### 2.8.3 Construção do Mapa de Processos

A estruturação do mapa de processos geralmente segue um padrão visual que utiliza setas para indicar o fluxo da operação e caixas para descrever as ações necessárias em cada

etapa. As caixas iniciais representam as condições necessárias para o desenvolvimento das etapas subsequentes, proporcionando uma visão sequencial e lógica do processo [12].

Diferente de um mapa de produto, que foca no ciclo de vida de um item produzido, o mapa de processos é voltado para a estruturação das atividades envolvidas na execução de uma tarefa ou serviço. Essa distinção é importante para garantir que os esforços de melhoria sejam aplicados na otimização do fluxo de trabalho e na eliminação de desperdícios, ao invés de apenas na adaptação de um produto final (caixinha com cartela de comprimidos e bula).

#### 2.8.4 Considerações Finais Sobre o Mapa de Processos

O uso do mapa de processos como ferramenta de análise e melhoria contínua é um método eficaz para a compreensão detalhada de operações dentro de uma organização. Sua aplicação permite não apenas a identificação de falhas e ineficiências, mas também a implementação de soluções que aumentam a produtividade e garantem a padronização das atividades. Dessa forma, o mapa de processos se torna um instrumento essencial para a gestão e otimização de processos organizacionais.

### 2.9 Mapa de Fluxo de Valor (MFV)

O Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) é uma ferramenta visual utilizada para analisar e projetar o fluxo de materiais e informações dentro de um processo produtivo. Ele permite compreender como os processos estão interligados e identificar atividades que agregam ou não valor, possibilitando a eliminação de desperdícios e a melhoria contínua [1].

A técnica do MFV foi inicialmente desenvolvida pela *Toyota Motor Company*® como uma forma de entender e aprimorar seus processos de manufatura. Com o tempo, essa ferramenta passou a ser amplamente aplicada em diversos setores industriais, incluindo a indústria farmacêutica, devido à sua eficácia na redução de custos e tempos operacionais [1].

O MFV consiste na construção de um diagrama que representa todas as etapas do processo produtivo, desde o recebimento da matéria-prima até a entrega do produto final. Esse mapeamento inclui o fluxo físico dos materiais e o fluxo de informações que coordenam as operações. Um dos diferenciais do MFV em relação a outros métodos de análise de processos é sua abordagem sistêmica, que não se limita a otimizar processos individuais, mas sim a integração e melhoria do fluxo como um todo [1].

Os principais elementos analisados em um MFV incluem:

**Fluxo de materiais:** todas as etapas pelas quais o produto passa, identificando tempos de ciclo, estoques intermediários e movimentações.

**Fluxo de informações:** comunicação entre diferentes setores, apontamentos de produção e processos de tomada de decisão.

**Tempo de valor agregado e não agregado:** avaliação das atividades que efetivamente contribuem para a transformação do produto e aquelas que representam desperdícios.

A aplicação do MFV na linha de embalagem de comprimidos permite visualizar de forma clara os gargalos no processo, as esperas desnecessárias e oportunidades para a redução do tempo de setup. Além disso, ele auxilia na definição de um estado futuro mais eficiente, alinhado aos princípios do *Lean Manufacturing* e da metodologia *Lean Seis Sigma (LSS)* [1].

A simplicidade e a acessibilidade dessa ferramenta permitem que colaboradores de diferentes níveis hierárquicos compreendam o fluxo produtivo e contribuam para sua melhoria. Dessa forma, o MFV se torna um aliado estratégico para a implementação de mudanças estruturadas, promovendo um processo produtivo mais enxuto e eficaz [1].

## 2.10 Mapa de Raciocínio para Resolução de Problemas

O Mapa de Raciocínio é uma ferramenta estruturada que auxilia na investigação de problemas, permitindo que a equipe analise as causas, entenda suas inter-relações e identifique o ponto mais crítico a ser atacado. Ele é amplamente utilizado na metodologia *Lean* e na abordagem de solução de problemas, como o *A3 Problem Solving* e a análise de causa raiz (*Root Cause Analysis*).

A construção do Mapa de Raciocínio segue uma lógica investigativa, geralmente guiada por perguntas-chave, como:

**Qual é o problema?** (Descrição detalhada da anomalia observada);

**Onde ocorre?** (Local específico do problema dentro do processo);

**Quando ocorre?** (Frequência e padrões temporais);

**Qual o impacto?** (Consequências para a produção, qualidade ou segurança);

**Quais são as possíveis causas?** (Identificação de variáveis que podem estar contribuindo para o problema);

**Qual o ponto mais crítico?** (A causa raiz que, quando eliminada, resolve o problema de forma definitiva).

O Mapa de Raciocínio pode ser complementado por ferramentas como:

**Diagrama de Ishikawa (Espinha de Peixe):** auxilia na categorização das causas potenciais.

**5 Porquês:** método para aprofundar na investigação da causa raiz.

**Análise de Pareto:** para priorizar a causa que tem o maior impacto no problema.

A abordagem estruturada desse mapa garante que a equipe ataque o ponto mais crítico, em vez de desperdiçar esforços em soluções paliativas ou superficiais.

## 2.11 Parâmetro Técnico de Processos (PTP)

Os Parâmetros Técnicos de Processos (PTP) são critérios operacionais que definem as condições ideais para a execução de um processo, garantindo qualidade, eficiência e segurança. Eles incluem variáveis mensuráveis, como:

**Temperatura (°C ou °F) ;**

**Pressão (bar, psi) ;**

**Tempo de ciclo (segundos, minutos) ;**

**Velocidade da linha de produção (m/min, unidades/hora) ;**

**Umidade (%) ;**

**Concentração de substâncias (ppm, mg/L) ;**

**Espessura de materiais (cm, mm) ;**

**Diâmetro ou comprimento de componentes (mm, cm) .**

Os PTP's (Parâmetros Técnicos de Processo) são registrados e monitorados continuamente, pois qualquer variação pode comprometer o desempenho do processo e a qualidade do produto final. Eles servem como referência para controle estatístico de processo (*Statistical Process Control - SPC*) e para a definição de limites de especificação (*Upper/Lower Specification Limits - USL/LSL*).

Além disso, dentro da metodologia *Lean*, o controle rigoroso dos PTPs permite reduzir desperdícios e variações indesejadas, promovendo processos mais estáveis e previsíveis.

## 2.12 Padrão Visual de Operações (PVO)

O Padrão Visual de Operações (PVO) é um documento estruturado que estabelece um padrão operacional por meio de representações visuais, facilitando a compreensão e execução das atividades. Ele é essencial para garantir a padronização, reduzir erros e acelerar a tomada de decisão dentro do processo produtivo.

O PVO pode incluir:

**Fluxogramas operacionais:** mostram o fluxo correto das etapas do processo.

**Instruções visuais de solução de problemas:** diagramas que indicam como lidar com falhas ou defeitos.

**Árvores de falhas com imagens:** estrutura que mapeia os defeitos mais comuns, suas possíveis causas e ações corretivas.

**Ilustrações de cenários que ocasionam defeitos:** identificação visual das condições que levam a falhas no processo.

**Instruções de Trabalho visualmente explicativas:** documentos com fotos, ícones e destaques que ensinam como executar corretamente cada etapa da operação.

Um exemplo prático de PVO seria um guia visual para correção de defeitos em uma linha de embalagem de comprimidos, contendo:

**Foto do defeito** (exemplo: embalagem amassada);

**Causas possíveis** (exemplo: pressão excessiva na seladora);

**Imagem do cenário que ocasiona o problema** (exemplo: alinhamento incorreto da embalagem na esteira);

**Solução ilustrada** (exemplo: ajuste da pressão da seladora e realinhamento da esteira).

O PVO permite que operadores e técnicos resolvam problemas rapidamente sem necessidade de consulta a documentos extensos, aumentando a eficiência e a confiabilidade dos processos.

## 2.13 Instrução de Trabalho (IT)

A Instrução de Trabalho (IT) é um documento técnico que descreve, de maneira detalhada e padronizada, como uma determinada atividade deve ser executada. Sua principal função é garantir que todas as operações sejam realizadas de forma consistente, segura e conforme os padrões de qualidade estabelecidos.

Uma IT deve conter:

**Objetivo:** descrição do propósito da atividade.

**Passo a passo:** sequência clara das ações a serem realizadas.

**Ferramentas e equipamentos necessários:** lista dos itens essenciais para a execução da tarefa.

**Critérios de qualidade e aceitação:** especificações para garantir que a atividade foi realizada corretamente.

**Medidas de segurança:** precauções a serem seguidas para evitar acidentes.

**Fotos ou diagramas:** ilustrações para facilitar o entendimento e reduzir ambiguidades.

A IT pode estar integrada ao PVO, utilizando imagens e fluxogramas para facilitar a assimilação das informações. No contexto da melhoria contínua, as ITs são frequentemente revisadas e atualizadas com base no feedback dos operadores e na identificação de oportunidades de otimização.

## 3 Desenvolvimento

Este capítulo visa fornecer uma compreensão completa do trabalho realizado, destacando as etapas e processos envolvidos na implementação da metodologia SMED na linha de embalagem de comprimidos.

### 3.1 Introdução do Capítulo

Neste capítulo, é detalhado o processo de análise conduzido para identificar oportunidades de melhoria na linha de embalagem de comprimidos "CAM 8", com foco na redução do tempo de *setup* utilizando como base a metodologia SMED (Single Minute Exchange of Dies). O foco na metodologia SMED se deu visando aumentar a eficiência e a produtividade do processo de embalagem.

Para as análises, foi definida uma baseline (período considerado como referência) abrangendo o período de 01/01/2023 a 31/12/2023. Foram coletados e analisados dados de desempenho dos equipamentos durante este período. O método de análise envolveu a avaliação criteriosa de diversos indicadores de desempenho, sendo descrita de forma mais detalhada na Seção 2 deste capítulo.

A análise baseada nesses indicadores permitiu identificar os equipamentos que atuam como gargalos no processo produtivo e que requerem maior atenção para otimização. Os resultados obtidos fundamentam as propostas de melhoria apresentadas neste projeto, visando aumentar a eficiência operacional e reduzir o tempo de *setup* na linha CAM 8.

### 3.2 Mapeamento e Análise dos Equipamentos de Embalagem de Comprimido

Nesta seção, é apresentada a análise detalhada do mapeamento e definição do equipamento ideal para a realização do projeto de melhoria, identificando, dentre os nove equipamentos da fábrica, os maiores ofensores de cada equipamento e principais gargalos do processo produtivo.

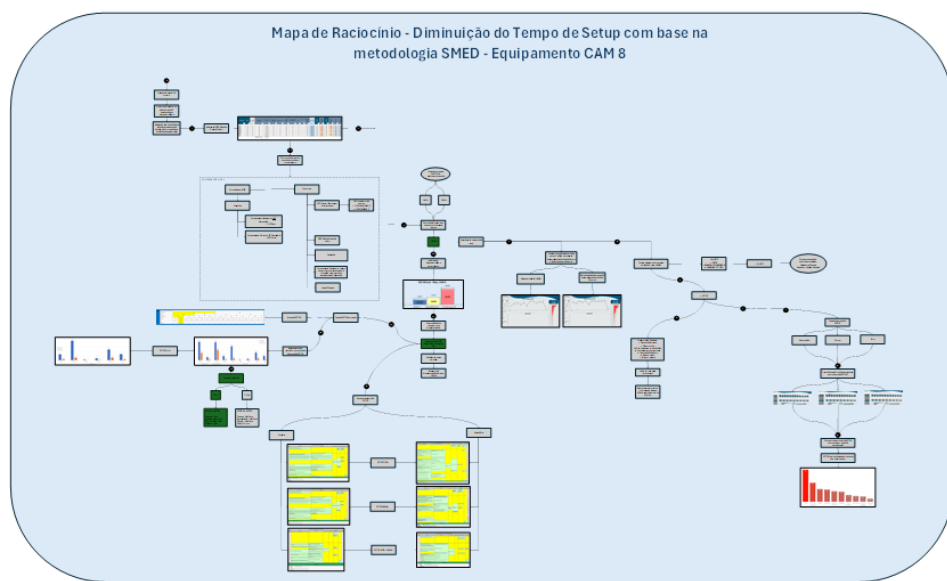
Para definir o equipamento ideal, foi realizada uma análise detalhada do indicador de Eficiência Global dos Equipamentos (OEE - Overall Equipment Effectiveness), que mede a eficiência dos equipamentos em termos de disponibilidade, performance e qualidade. Através dessa métrica, foi possível identificar os equipamentos com maior necessidade de melhorias e estabelecer prioridades para a implementação das mudanças propostas pelo projeto.

Outro aspecto importante na análise foi o valor agregado do produto, levando em consideração os benefícios que a otimização traria para o processo produtivo como um todo. Além disso, foi analisada a quantidade de lotes produzidos por cada equipamento, determinando quais apresentavam maior impacto no fluxo de produção e, conseqüentemente, na etapa de embalagem.

Dentre esses fatores, destacam-se o carregamento das máquinas, os impactos resultantes das horas paradas de cada equipamento e o tempo de *setup* necessário para a troca de ferramentas e ajustes. A partir dessa análise, foi possível identificar os pontos críticos que demandam otimização para melhorar o desempenho geral da etapa de embalagem.

O estudo realizado é representado por meio de um Mapa de Raciocínio, apresentado por meio da Figura 1 e esclarecido no apêndice A.1. Este mapa ilustra de forma clara e objetiva o processo de análise e as conclusões obtidas, evidenciando a importância das mudanças propostas e a sua contribuição para a eficiência do processo produtivo.

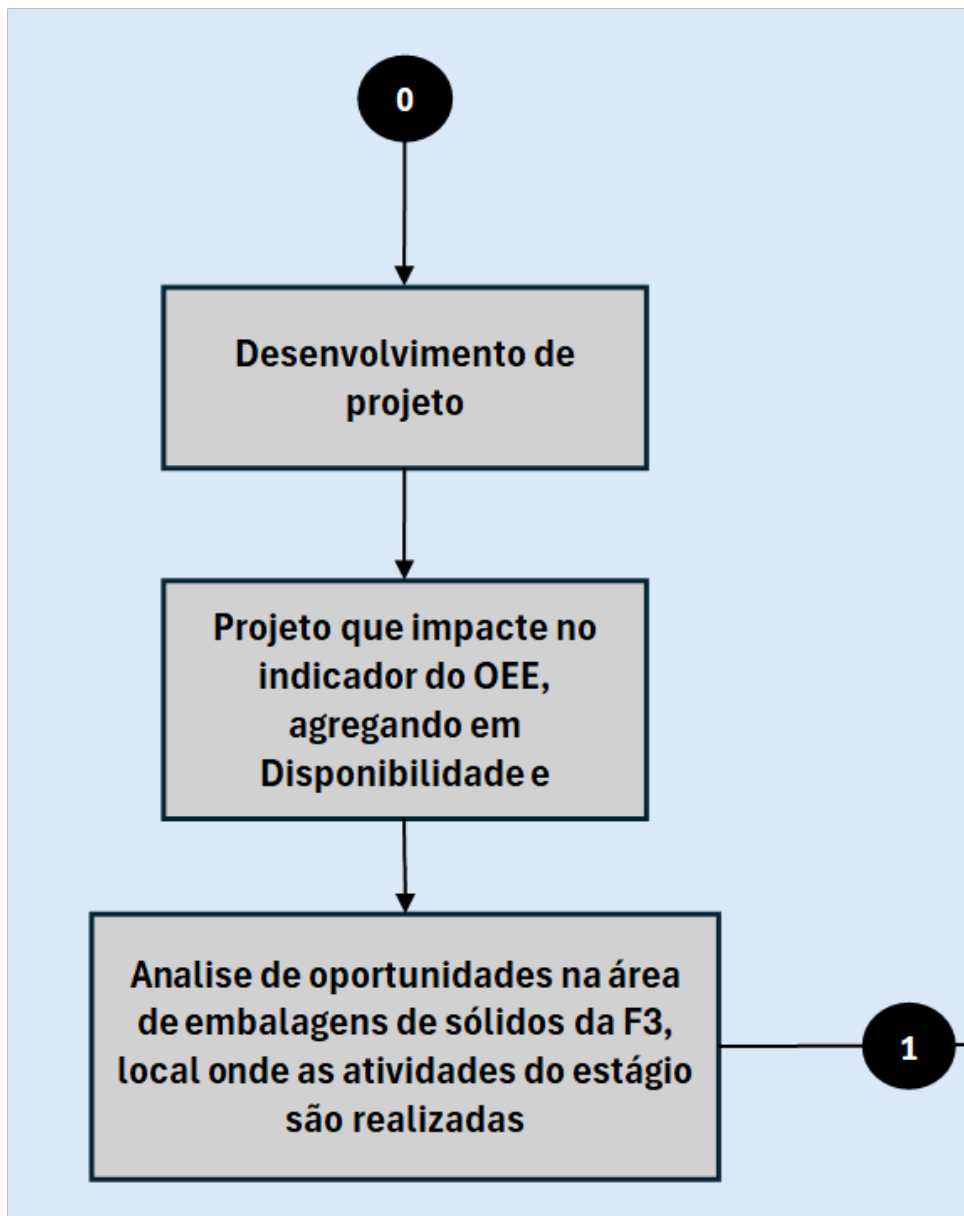
Figura 1 – Mapa de Raciocínio - Análise de Atuação



Fonte: Autoria Própria

### 3.2.1 Análise do MFV (Mapa de Fluxo de Valores)

Na primeira imagem das micro etapas, na Figura 2 são destacados os primeiros quadros do Mapa de Raciocínio, introduzindo o foco de analisar as oportunidades na área de embalagens. Essa análise é importante para identificar os pontos de melhoria e as estratégias que serão implementadas para a diminuição do tempo de *setup* na linha de embalagem de comprimidos.

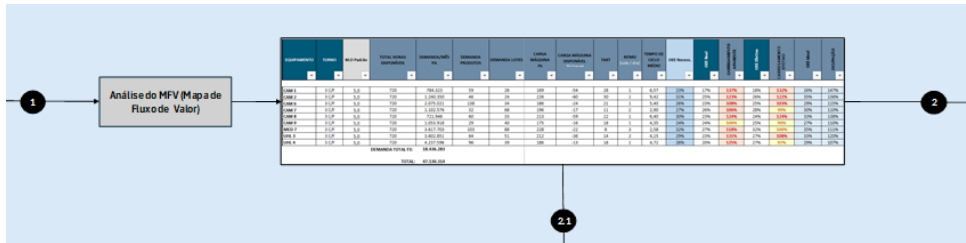
Figura 2 – *Fundamentação da Análise*

Fonte: Autoria Própria

Após a análise inicial das oportunidades na área de embalagens, a segunda etapa do Mapa de Raciocínio é apresentada. Na segunda imagem, é ilustrada a análise global dos nove equipamentos da fábrica utilizando o MFV.

Essa etapa é essencial para compreender o fluxo de valor de cada equipamento e identificar gargalos e desperdícios no processo. Com essa visão, é possível obter uma direção sobre quais os equipamentos mais críticos e nortear a análise global de carregamento das máquinas na fábrica. A análise do MFV é representado na Figura 3.

Figura 3 – Análise do MFV



Fonte: Autoria Própria ]

Em seguida, é apresentada a Tabela 1, que destaca os principais pontos de análise dos equipamentos no MFV. A tabela inclui informações fundamentais como demanda, carga máquina, ritmo, tempo de ciclo, OEE (Overall Equipment Effectiveness) efetivo e real, e carregamento efetivo e real.

Essas informações fornecem uma visão detalhada sobre o desempenho e a eficiência dos equipamentos. A demanda e a carga máquina ajudam a entender a capacidade de produção necessária e disponível. O ritmo revela se a produção está alinhada com a demanda do mercado. O tempo de ciclo indica a eficiência do processo produtivo. Os indicadores de OEE efetivo e real mostram a eficácia dos equipamentos em termos de disponibilidade, desempenho e qualidade. Por fim, o carregamento efetivo e real avaliam a utilização dos equipamentos em relação à sua capacidade total, identificando possíveis subutilizações ou sobrecargas.

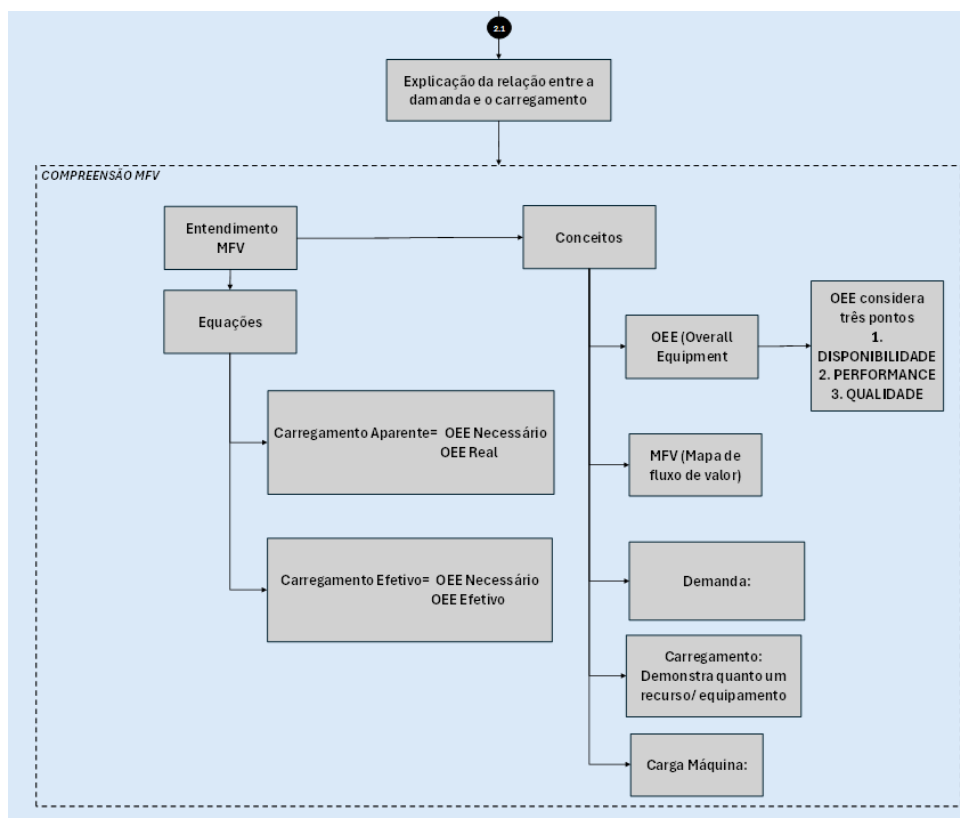
Tabela 1 – Dados Analisados do MFV

EQUIPAMENTO	TIPO	M.O. Prod-ão	TOTAL HORAS DISPONÍVEIS	DEMANDA/MÊS FA	DEMANDA PRODUTOS	DEMANDA LOTES	CARGA MÁQUINA %	CARGA MÁQUINA DISPONÍVEL	TAXA	RITMO (prod / F. max)	TEMPO DE CICLO MEIO	OEE Necess.	OEE Real	CARREGAMENTO APARENTE	OEE Efetivo	CARREGAMENTO EFETIVO	OEE Real	DOMÍNIO
CAM 1	3 C/F	5,0	720	784.323	59	26	169	-54	28	1	6,57	23%	17%	137%	18%	132%	26%	147%
CAM 2	3 C/F	5,0	720	1.240.350	46	24	226	-60	30	1	9,42	31%	25%	123%	26%	122%	35%	136%
CAM 6	3 C/F	5,0	720	2.075.021	138	34	186	-24	21	1	5,40	26%	21%	108%	25%	103%	29%	115%
CAM 7	3 C/F	5,0	720	1.105.536	52	68	396	-17	11	2	2,90	27%	20%	100%	25%	95%	20%	110%
CAM 8	3 C/F	5,0	720	721.946	60	33	213	-59	22	1	6,40	30%	23%	124%	24%	124%	33%	138%
CAM 9	3 C/F	5,0	720	1.051.918	29	40	175	-16	18	1	4,35	24%	24%	100%	25%	95%	27%	110%
MED 7	3 C/F	5,0	720	1.617.703	103	88	228	-22	8	3	2,58	32%	27%	118%	32%	100%	31%	111%
LHJ 3	3 C/F	5,0	720	3.602.851	64	51	212	-36	14	2	4,15	29%	23%	111%	27%	108%	33%	120%
LHJ 4	3 C/F	5,0	720	4.237.596	96	39	186	-13	18	1	4,72	26%	20%	125%	27%	97%	29%	107%
			DEMANDA TOTAL FB:	18.436.383														
			TOTAL:	47.130.314														

Fonte: Autoria Própria.

Seguindo o fluxo do Mapa de Raciocínio, foram enfatizados conceitos importantes dentro do MFV, como Demanda, carregamento e OEE. Onde se destacaram duas equações essenciais para o fluxo do projeto, que são os carregamentos aparente e efetivo. Os conceitos são apresentados por meio da Figura 4.

Figura 4 – Ênfase em Conceitos do MFV



Fonte: Autoria Própria

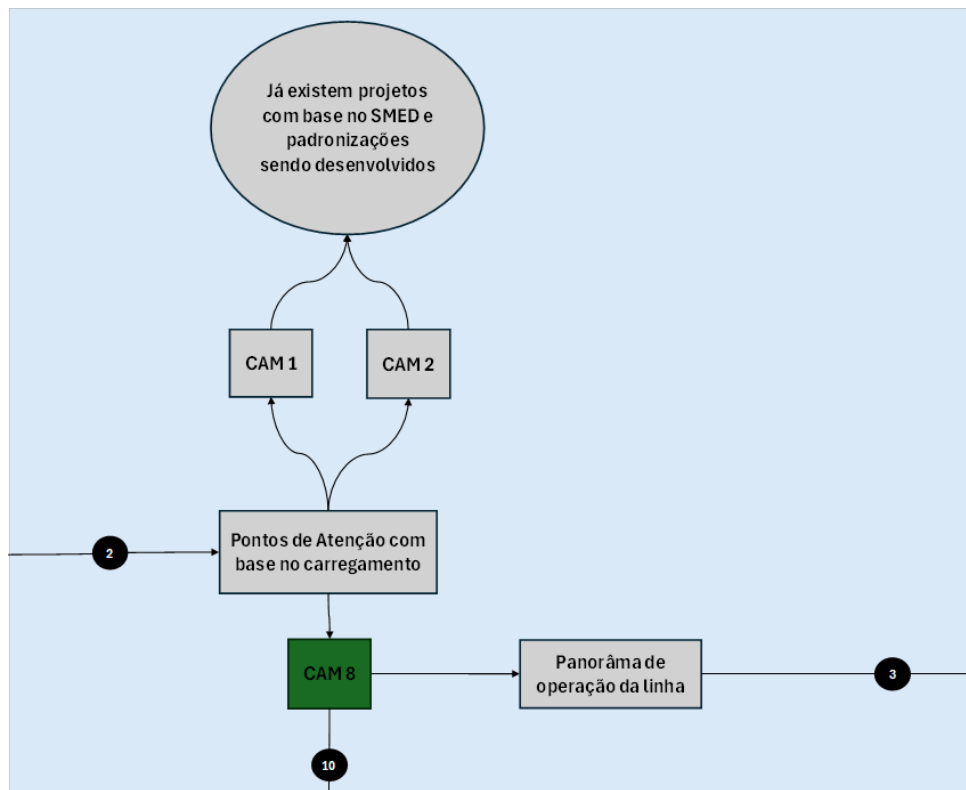
A partir da ênfase nos conceitos, juntamente com a análise da tabela, foram destacados três equipamentos, conforme Figura 5. O equipamento CAM 1 apresentou 132% de carregamento efetivo, CAM 2 teve 122% e CAM 8 alcançou 124%, sendo esses os três maiores valores de carregamento.

Em relação ao OEE efetivo, os resultados foram os seguintes: CAM 1 com 18%, CAM 2 com 26% e CAM 8 com 24%, representando três dentre os quatro menores valores de OEE. Esses dados indicam que, apesar dos altos valores de carregamento, a eficiência global dos equipamentos ainda apresenta oportunidades significativas de melhoria. A alta carga efetiva sugere uma utilização intensa dos equipamentos, enquanto os valores de OEE apontam para possíveis problemas de disponibilidade, performance ou qualidade que precisam ser abordados para otimizar a operação.

Além disso, por já existirem projetos baseados na metodologia SMED e projetos de padronização nos equipamentos CAM 1 e CAM 2, a linha escolhida para o desenvolvimento do projeto é a linha CAM 8.

Com base nos números, a CAM 8 apresenta um alto carregamento efetivo de 124%, mas um OEE efetivo de apenas 24%, indicando um grande potencial de melhoria. Focando na CAM 8, é possível implementar ações específicas para aumentar a eficiência e reduzir o tempo de *setup*, aproveitando a alta utilização e melhorando sua disponibilidade, o que impacta diretamente no OEE da linha.

Figura 5 – Equipamentos Mapeados como Gargalo

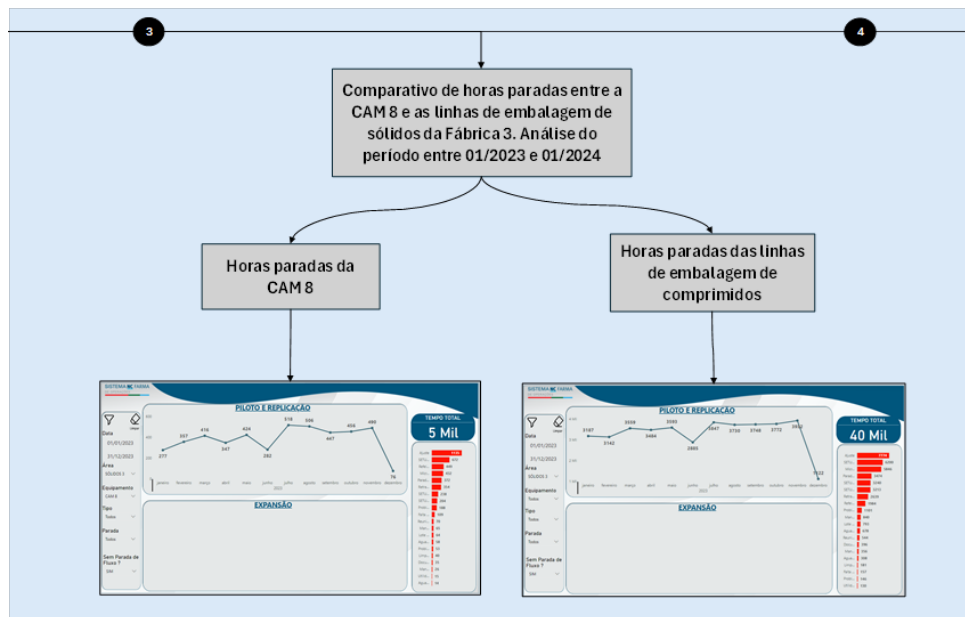


Fonte: Autoria Própria

### 3.2.2 Análise de Ofensores do Equipamento

O próximo ponto é a análise de horas paradas dos equipamentos conforme Figura 6, levando em conta o período de 01/01/2023 a 30/11/2023, onde o mês de dezembro é apresentado de forma atípica, devido à interrupção de 15 dias por conta de férias coletivas da operação. Para a análise, são apresentados dois gráficos: um detalhando as horas paradas do equipamento CAM 8 e outro mostrando as horas paradas de todos os nove equipamentos da fábrica. A comparação entre as horas paradas da CAM 8 e do cenário global é importante para entender a magnitude dos problemas da linha em relação às demais, direcionando as ações de melhoria de forma mais precisa e eficaz, priorizando intervenções que possam trazer os maiores benefícios em termos de disponibilidade e eficiência do equipamento.

Figura 6 – Apontamento de Horas Paradas



Fonte: Autoria Própria

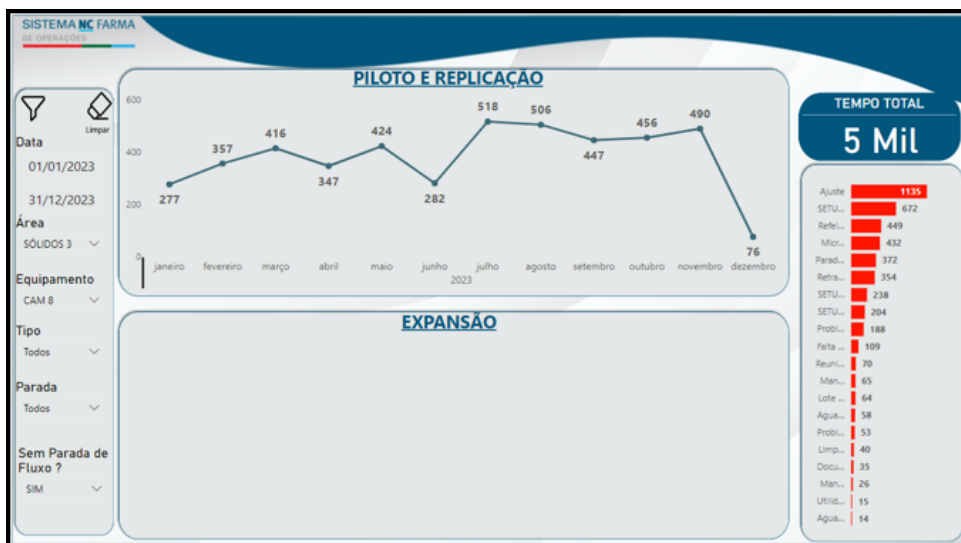
A análise das horas paradas do equipamento CAM 8 revela informações importantes sobre a disponibilidade e eficiência operacional do equipamento.

A média de horas paradas da CAM 8 em 2023 é de aproximadamente 410,91 horas. O mês com o maior número de horas paradas foi julho, com 518 horas, enquanto o mês com o menor número de horas paradas foi janeiro, com 277 horas.

Esses dados indicam que o equipamento CAM 8 enfrentou problemas significativos de disponibilidade ao longo do ano, com uma média de horas paradas relativamente alta. O cenário é apresentado na Figura 7. Em particular, os meses de julho e agosto apresentaram números excepcionalmente altos de horas paradas, indicando problemas específicos durante esse período. A continuidade dos altos valores de horas paradas em agosto indica uma possível persistência dos problemas observados em julho.

Além disso, é importante destacar a tendência de subida nas horas paradas entre setembro e novembro. Durante esses meses, houve um aumento constante nas horas paradas, passando de 447 horas em setembro para 490 horas em novembro. Essa tendência ascendente sugere que os problemas de disponibilidade do equipamento não foram completamente resolvidos. A instabilidade nas horas paradas ao longo do ano indica um ponto de atenção, fundamentando a investigação com relação às suas causas raízes.

Figura 7 – Horas Paradas do Equipamento CAM 8



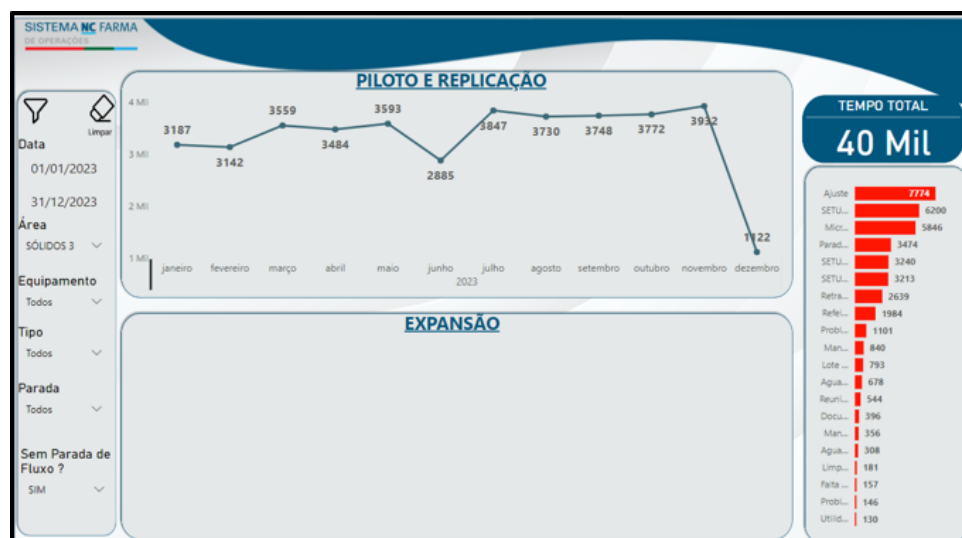
Fonte: Autoria Própria

Seguindo a análise das horas paradas, a média de horas paradas globais da fábrica em 2023 é de aproximadamente 3534,45 horas. Observa-se que os meses de julho e novembro apresentaram os maiores valores de horas paradas, com 3847 e 3932 horas, respectivamente. Em contraste, junho teve o menor número de horas paradas, com 2885 horas.

Esses dados indicam que a fábrica enfrentou problemas significativos de disponibilidade ao longo do ano, com uma média de horas paradas relativamente alta. A variação nas horas paradas ao longo dos meses sugere uma instabilidade na operação dos equipamentos. Em particular, os meses de julho e agosto apresentaram números excepcionalmente altos de horas paradas.

Além disso, é importante destacar a tendência de subida nas horas paradas entre setembro e novembro. Durante esses meses, houve um aumento constante nas horas paradas, passando de 3748 horas em setembro para 3932 horas em novembro. A Figura 8 apresenta o comportamento descrito.

Figura 8 – Horas Paradas dos Nove Equipamentos da Fábrica



Fonte: Autoria Própria

A partir das duas análises, destacam-se pontos importantes em uma análise comparativa. Observa-se que tanto o equipamento CAM 8 quanto a fábrica como um todo apresentaram picos significativos de horas paradas em diferentes meses, além de tendências de queda e ascensão.

**Meses extremos:** O equipamento CAM 8 apresentou seu maior número de horas paradas em julho (518 horas), enquanto a fábrica como um todo teve seu maior número de horas paradas em novembro (3932 horas). Isso sugere que os problemas enfrentados pelo CAM 8 em julho podem ter sido resolvidos parcialmente nos meses seguintes, enquanto outros equipamentos podem ter enfrentado problemas crescentes até novembro.

**Meses com menor número de horas paradas:** O mês com o menor número de horas paradas para o CAM 8 foi janeiro (277 horas), enquanto para a fábrica foi junho (2885 horas). Isso indica que o início do ano foi relativamente estável para o CAM 8, mas a fábrica como um todo teve uma melhor performance em junho.

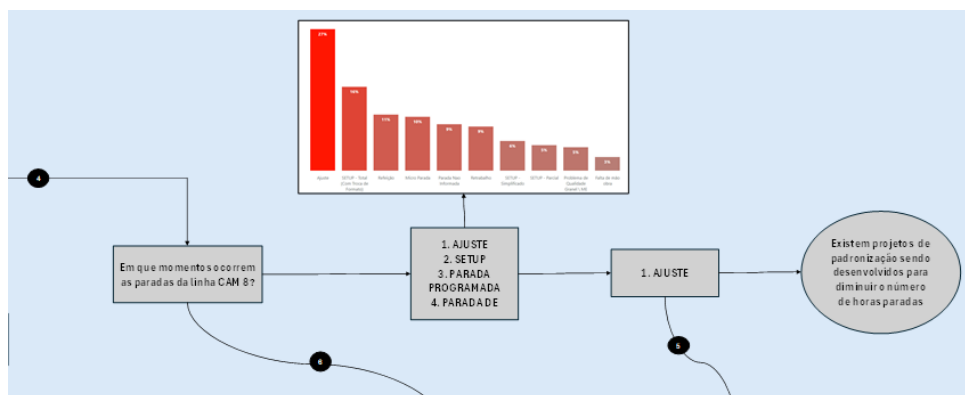
**Tendência ascendente:** A tendência ascendente nas horas paradas entre setembro e novembro é observada tanto no CAM 8 quanto na fábrica como um todo. Isso sugere que fatores externos ou sistêmicos podem estar afetando a disponibilidade dos equipamentos.

**Meses com menor número de horas paradas:** Instabilidade ao longo do ano: A instabilidade nas horas paradas ao longo do ano é um ponto de atenção tanto para o CAM 8 quanto para a fábrica. Identificar e mitigar as causas subjacentes dessa instabilidade é importante para melhorar a eficiência operacional.

Com as horas paradas mapeadas, introduz-se o estudo sobre os principais ofensores do processo que impactam nessas horas. A análise do indicador, representado na Figura 9, identificou "Ajustes" como o maior ofensor, seguido por *setup*.

Embora "Ajustes" represente a maior causa de horas paradas, conforme Figura 9, o foco deste projeto será direcionado para *setup*. Isso se deve por conta da alta densidade de projetos em andamento com foco em diminuir o impacto de "Ajustes" ao processo. Concentrar os esforços em *setup* permite abordar uma área crítica não explorada, potencializando a redução do tempo de *setup* e, conseqüentemente, melhorando o indicador de disponibilidade.

Figura 9 – Motivos de Parada do Equipamento CAM 8



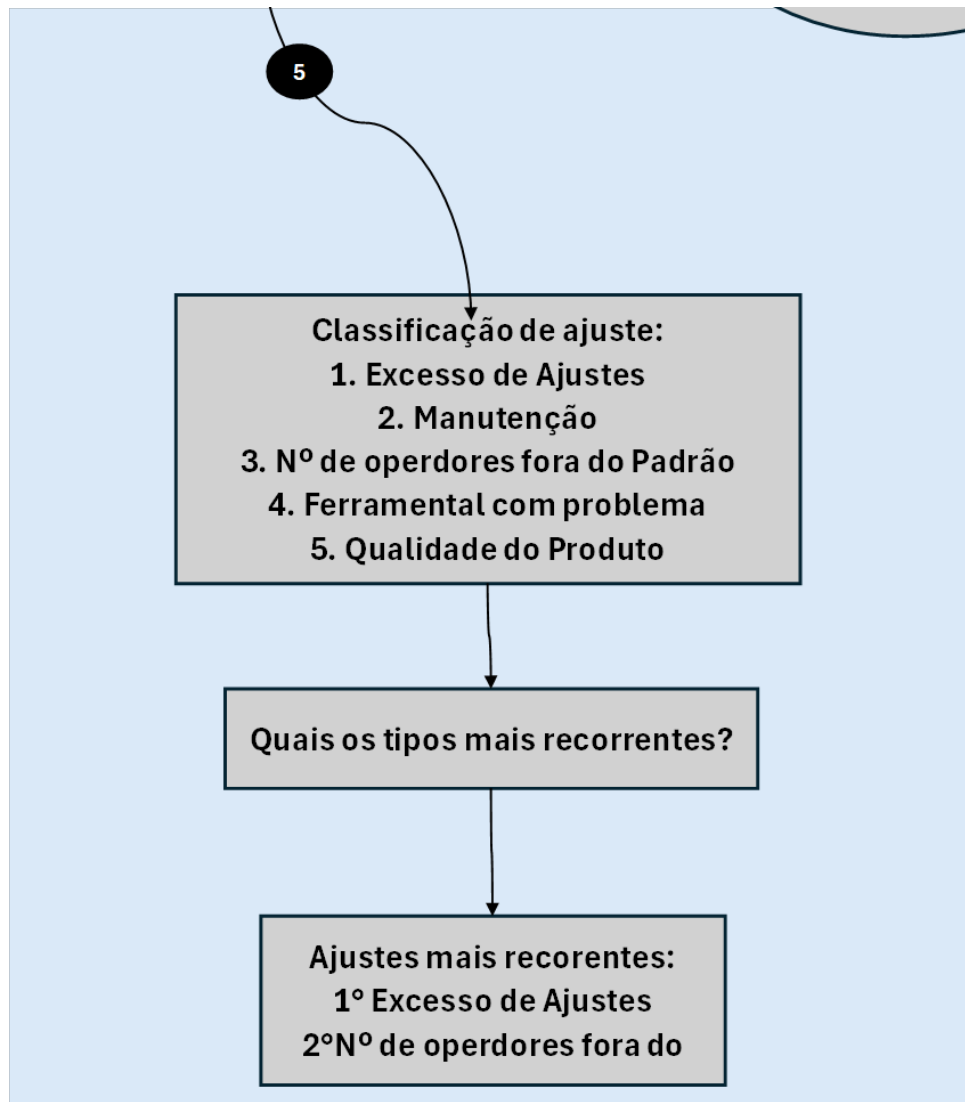
Fonte: Autoria Própria

Para efeito de estudo, são identificados os principais apontamentos em horas paradas que impactam o processo, ilustrados na Figura 10. Esses apontamentos incluem "excesso de ajustes", "manutenção", "número de operadores fora de padrão", "problemas com ferramental" e "qualidade do produto". Entre esses, os mais apontados em paradas do equipamento CAM 8 são "excesso de ajustes" e "número de operadores fora de padrão".

O "excesso de ajustes" é frequentemente necessário para garantir que o equipamento opere dentro dos parâmetros desejados, mas indica constância em problemas na linha, possíveis pontos de atenção quanto a condição básica do equipamento. Além disso, resulta em longos períodos de inatividade. Já o "número de operadores fora de padrão" refere-se à falta de operadores qualificados ou à inconsistência na execução das tarefas, o que também contribui significativamente para as paradas do equipamento.

Esses fatores destacam a importância de focar em melhorias específicas para reduzir as horas paradas e aumentar a eficiência operacional do CAM 8. A implementação de treinamentos para operadores, manutenção de condições básicas e a padronização dos processos são estratégias eficazes para trazer solução a esses problemas e melhorar a disponibilidade da linha.

Figura 10 – Classificação de Ajustes



Fonte: Autoria Própria

### 3.2.3 Classificação dos Tipos de *setup*

Com o foco direcionado para *setup*, o próximo passo é investigar os diferentes tipos de *setup* que impactam o processo produtivo. Existem três tipos principais de *setup*: simplificado, parcial e total.

**Setup Simplificado:** Este tipo de *setup* envolve ajustes mínimos e rápidos, geralmente realizados sem a necessidade de parar completamente a linha de produção. É utilizado para pequenas mudanças que não requerem uma reconfiguração significativa do equipamento.

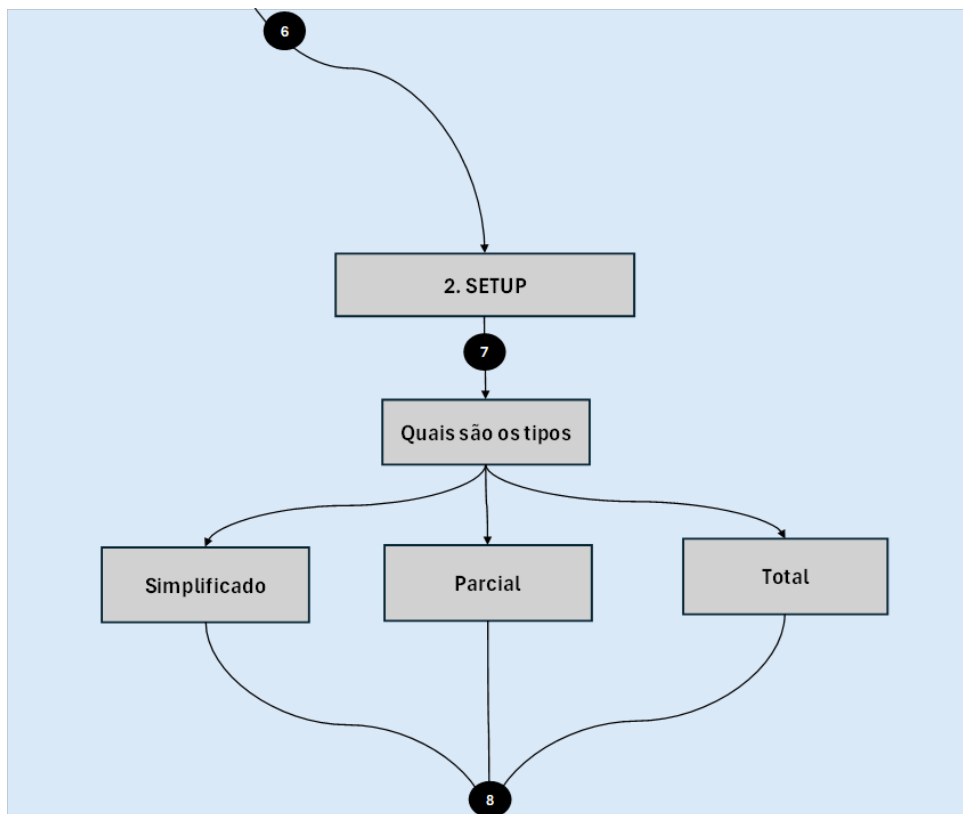
**Setup Parcial:** O *setup* parcial requer uma parada temporária da linha de produção para realizar ajustes mais complexos do que os do *setup* simplificado. Esse tipo

de *setup* é necessário quando há mudanças moderadas no processo ou no produto, exigindo uma reconfiguração parcial do equipamento.

**Setup Total:** O *setup* total envolve uma parada completa da linha de produção para realizar uma reconfiguração abrangente do equipamento. Este tipo de *setup* é necessário para mudanças significativas no processo ou no produto, e geralmente é o mais demorado e complexo dos três tipos.

A compreensão sobre os tipos de *setup* é importante para afunilar a investigação e mapear qual dos tipos é o maior ofensor para a linha, permitindo direcionar esforços para as áreas que oferecem maior potencial de melhoria. Os tipos de *setup* podem ser introduzidos por meio da Figura 11.

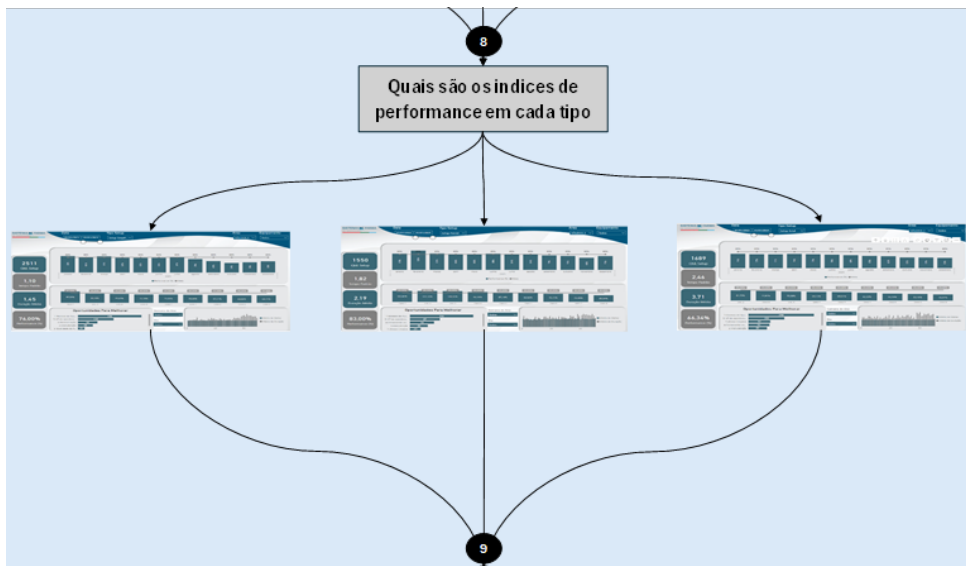
Figura 11 – Tipos de *setup*



Fonte: Autoria Própria

A Figura 12 apresenta o índice de performance dos três tipos de *setup* da linha. Esses índices de performance são fundamentais porque permitem uma análise detalhada da eficiência de cada tipo de *setup*. Comparar as performances dos *setup* é importante em um projeto de melhoria do tempo de *setup*, pois ajuda a identificar quais *setup* são mais eficientes e onde estão as maiores oportunidades de redução de tempo. Para efeito de evidenciar a análise dos três tipos, cada um deles é descrito de forma detalhada com base nas Figuras 13, 14 e 15.

Figura 12 – Performance de setup



Fonte: Autoria Própria

**Número de *setup* Executados:** Com 2511 *setup* executados, pode-se inferir que o *setup* simplificado é amplamente utilizado na linha de embalagem. Isso sugere que é um processo comum e essencial para a operação.

**Tempo Padrão vs. Duração Média:** O tempo padrão é de 1.10 horas (1 hora e 6 minutos), enquanto a duração média é de 1.45 horas (1 hora e 27 minutos). A diferença de aproximadamente 0.35 horas (21 minutos) indica que há uma variação significativa entre o tempo esperado e o tempo real de execução. Isso pode apontar para ineficiências ou variabilidades no processo que precisam ser investigadas e corrigidas.

**Performance:** A performance de 76% mostra que, embora o *setup* simplificado seja eficiente, ainda há espaço para melhorias. Comparado à média da fábrica, que é de 85%, o *setup* simplificado está abaixo do esperado, indicando a necessidade de otimizações.

Figura 13 – Performance de *setup* Simplificado



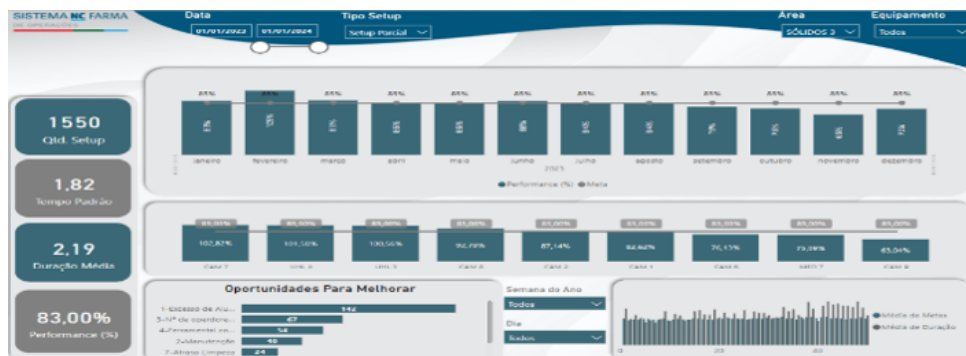
Fonte: Autoria Própria

**Número de *setup* Executados:** Com 1550 *setup* executados, pode-se inferir que o *setup* parcial é utilizado com frequência na linha de embalagem. Isso indica que é um processo relevante, embora não tão comum quanto o *setup* simplificado.

**Tempo Padrão vs. Duração Média:** O tempo padrão é de 1.82 horas (1 hora e 49 minutos), enquanto a duração média é de 2.19 horas (2 horas e 11 minutos). A diferença de aproximadamente 0.37 horas (22 minutos) sugere que há uma variação entre o tempo esperado e o tempo real de execução. Isso pode indicar áreas onde o processo pode ser otimizado para reduzir essa diferença.

**Performance:** A performance de 83% está próxima da média da fábrica, que é de 85%. Isso mostra que o *setup* parcial é relativamente eficiente, mas ainda há espaço para melhorias para atingir ou superar a média da fábrica.

Figura 14 – Performance de *setup* Parcial



Fonte: Autoria Própria

**Número de *setup* Executados:** Com 1689 *setup* executados, pode-se inferir que o *setup* total é utilizado com menos frequência em comparação com os *setup* simplificado e parcial. Isso pode indicar que é um processo mais complexo ou menos necessário na operação diária.

**Tempo Padrão vs. Duração Média:** O tempo padrão é de 2.46 horas (2 horas e 28 minutos), enquanto a duração média é de 3.71 horas (3 horas e 43 minutos). A diferença de aproximadamente 1.25 horas (1 hora e 15 minutos) sugere uma variação significativa entre o tempo esperado e o tempo real de execução. Isso indica que há ineficiências consideráveis no processo que precisam ser abordadas.

**Performance:** A performance de 66,34% está bem abaixo da média da fábrica, que é de 85%. Isso mostra que o *setup* total é o menos eficiente dos três tipos de *setup* analisados, destacando a necessidade urgente de melhorias.

Figura 15 – Performance de setup Total



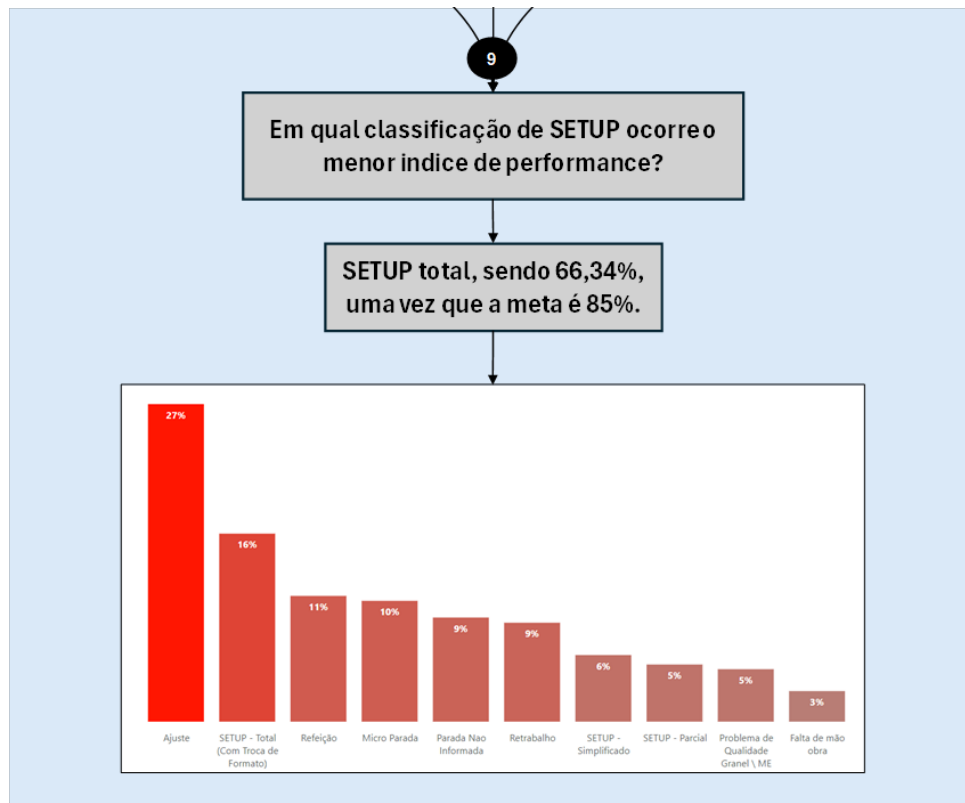
Fonte: Autoria Própria

Ao comparar esses dados, observa-se que o *setup* simplificado é o mais utilizado, seguido pelo *setup* total e, por último, o *setup* parcial. No entanto, o *setup* total apresenta a maior diferença entre o tempo padrão e a duração média, com uma variação de 1.25 horas, indicando ineficiências significativas. O *setup* simplificado tem uma diferença de 0.35 horas, enquanto o *setup* parcial apresenta uma diferença de 0.37 horas. Em termos de performance, o *setup* parcial é o mais eficiente, com 83%, seguido pelo *setup* simplificado com 76%, e o *setup* total com apenas 66.34%.

Diante dessa análise, o *setup* total se destaca como o mais impactante na linha CAM 8 devido à sua baixa performance e à grande diferença entre o tempo padrão e a duração média. Isso indica que há ineficiências e variabilidades consideráveis que precisam ser abordadas. Para melhorar o OEE da linha CAM 8, é importante focar no *setup* total.

A análise é confirmada pelo indicador apresentado na Figura 16, onde o *setup* total é apontado como segundo maior ofensor de horas paradas.

Figura 16 – Horas Paradas



Fonte: Autoria Própria

### 3.2.4 Análise do OEE (Overall Equipment Effectiveness)

Com base na análise dos três tipos de *setup*, identifica-se que o *setup* total é o mais impactante devido à sua baixa performance e à grande diferença entre o tempo padrão e a duração média. Agora, ao analisar o indicador de OEE na linha CAM 8, observa-se que a disponibilidade é de 28,9% e a performance é de 74,1%, conforme Figura 17.

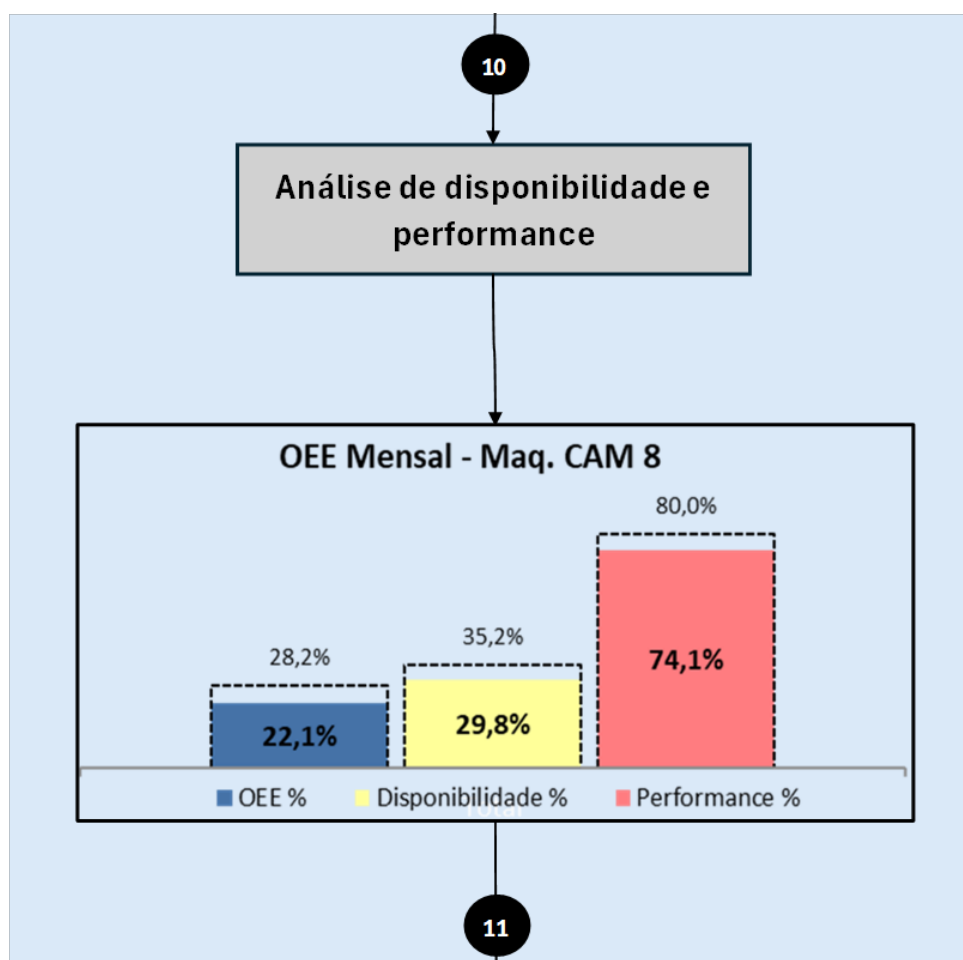
A disponibilidade de 28,9% indica que a linha CAM 8 está operando por menos de um terço do tempo disponível, o que é um sinal claro de que há muitas paradas ou ineficiências que precisam ser abordadas. A performance de 74,1% mostra que, quando a linha está operando, ela não está atingindo seu potencial máximo de eficiência.

Comparando esses dados com os *setup* analisados, é possível ver que o *setup* total, com uma performance de 66,34%, está significativamente abaixo da performance média da linha CAM 8. Isso reforça a necessidade de focar no *setup* total para o projeto de melhoria. Melhorar a eficiência do *setup* total pode ter um impacto direto e positivo tanto na disponibilidade quanto na performance da linha CAM 8.

Considerando que a disponibilidade está extremamente baixa (28,9%), é essencial priorizar a redução das paradas e ineficiências que afetam a disponibilidade. Ao melhorar a disponibilidade, a linha terá mais tempo operacional, o que permitirá que as melhorias na performance tenham um impacto ainda maior. Portanto, o foco inicial deve ser com

foco em disponibilidade.

Figura 17 – Indicador OEE



Fonte: Autoria Própria

Sabendo que o foco inicial do projeto é a disponibilidade, fundamenta-se a oportunidade de realizar um projeto de redução de tempo de *setup* focado na metodologia SMED, o que é ilustrado na Figura 18. A implementação dessa metodologia pode trazer diversos impactos positivos e melhorias significativas para a linha CAM 8.

A redução do tempo de *setup* através da metodologia SMED permite aumentar a disponibilidade da linha, já que menos tempo será gasto em trocas e ajustes, resultando em mais tempo disponível para a produção efetiva. Isso é importante para uma linha que atualmente opera com uma disponibilidade de apenas 28,9%. Ao diminuir o tempo de *setup*, a linha pode operar por períodos mais longos sem interrupções, aumentando a eficiência geral.

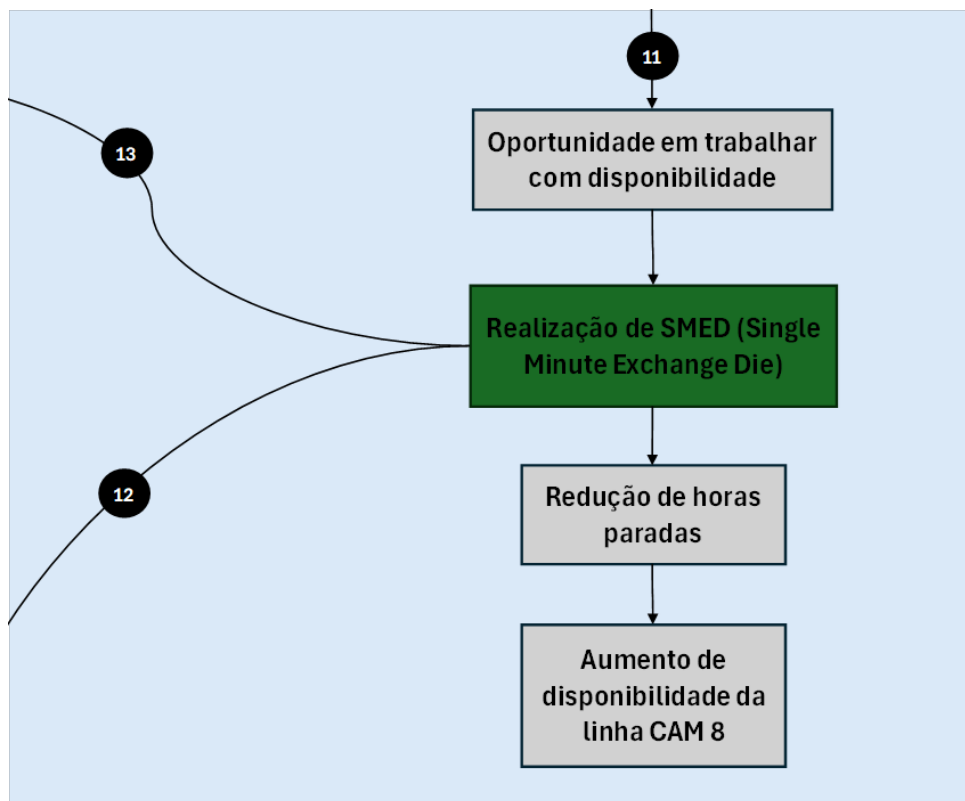
Além disso, a metodologia SMED promove a padronização dos processos de *setup*, o que reduz a variabilidade e as ineficiências. Com procedimentos mais claros e bem definidos, os operadores podem realizar os *setup* de maneira mais rápida e consistente, o que contribui para uma melhoria na performance. Isso é particularmente importante

para o *setup* total, que atualmente apresenta a menor performance entre os três tipos analisados.

Outro impacto positivo é a redução de erros e retrabalhos. Com *setup* mais rápidos e padronizados, a probabilidade de erros diminui, o que reduz a necessidade de correções e ajustes adicionais. Isso não só melhora a qualidade do produto final, mas também contribui para uma operação mais fluida e eficiente.

A implementação de um projeto de redução de tempo de *setup* focado na metodologia SMED também pode aumentar a flexibilidade da linha. Com *setup* mais rápidos, a linha pode responder mais rapidamente a mudanças na demanda ou na programação de produção, permitindo uma melhor adaptação às necessidades do supermercado.

Figura 18 – *Direcionamento de Atuação*



Fonte: Autoria Própria

### 3.2.5 Sequenciamento de *setup* Atual

Agora, entrando na execução de um projeto de melhoria do tempo de *setup* do equipamento, inicia-se a análise do padrão atual de *setup*. À esquerda, na Figura 19, há representado o sequenciamento da etapa primária do processo, etapa onde os comprimidos são introduzidos nos blísteres e selados. Esta etapa é importante, pois garante que os comprimidos estejam devidamente acondicionados e protegidos.

Do lado direito, observa-se os sequenciamentos da etapa secundária, etapa onde os blísteres são introduzidos nos cartuchos, juntamente com a bula. Em seguida, os cartuchos

são colocados em caixas de embarque e transportados ao mercado. Esta etapa é igualmente importante, pois assegura que o produto final esteja pronto para distribuição e venda.

Cada dupla de sequenciamentos (primária e secundária) corresponde a um tipo de *setup*: simplificado, parcial e total. No *setup* simplificado, as mudanças são mínimas e rápidas, focando em ajustes menores que não requerem grandes intervenções. O *setup* parcial envolve ajustes intermediários, onde algumas partes do equipamento precisam ser modificadas ou calibradas. Já o *setup* total é o mais complexo, exigindo uma reconfiguração completa do equipamento para acomodar diferentes formatos ou tipos de produtos.

As Figuras 20, 21, 22, 23, 24 e 25 mostrarão detalhes sobre cada sequenciamento, ilustrando as etapas específicas e os ajustes necessários para cada tipo de *setup*. Essas imagens serão fundamentais para entender as particularidades de cada processo e identificar oportunidades de melhoria.

Figura 19 – Sequenciamentos de *setup* Pré Projeto



Fonte: Autoria Própria

Para o *setup* simplificado na etapa primária, há a atuação de dois operadores, identificados como A e B. O tempo total de execução do sequenciamento atual é de 56 minutos. Durante esse período, os operadores realizam ajustes menores e rápidos, garantindo que os comprimidos sejam introduzidos nos blísteres e selados de maneira eficiente.

Figura 20 – Sequenciamentos de setup Simplificado - Etapa Primária Pré Projeto

PADRÃO DE SETUP SIMPLIFICADO CAM PRIMÁRIA							
TEMPO	OPERADOR A	OPERADOR B	LIMPEZA (SITE)	FERRAMENTAL	MOVIMENTADOR DE PRODUTO	LIDER	TEMPO
00							00
05					Levar o material até a primária (5 MIN)		05
10							10
15							15
20					Levar o material até a secundária (4 MIN)		20
25							25
30							30
35							35
40							40
45							45
50							50
55							55
00							00
05							05
10							10
15							15
20							20
25							25
30							30
35							35
40							40
45							45
50							50
55							55
00							00
05							05
10							10
15							15
20							20
25							25
30							30
35							35
40							40
45							45
50							50
55							55
00							00
05							05
10							10
15							15
20							20
25							25
30							30
35							35
40							40
45							45
50							50
55							55
00							00
05							05
10							10
15							15
20							20
25							25
30							30
35							35
40							40
45							45
50							50
55							55
00							00
05							05
10							10
15							15
20							20
25							25
30							30
35							35
40							40
45							45
50							50
55							55
00							00
05							05
10							10
15							15
20							20
25							25
30							30
35							35
40							40
45							45
50							50
55							55
00							00
05							05
10							10
15							15
20							20
25							25
30							30
35							35
40							40
45							45
50							50
55							55
00							00
05							05
10							10
15							15
20							20
25							25
30							30
35							35
40							40
45							45
50							50
55							55
00							00
05							05
10							10
15							15
20							20
25							25
30							30
35							35
40							40
45							45
50							50
55							55
00							00
05							05
10							10
15							15
20							20
25							25
30							30
35							35
40							40
45							45
50							50
55							55

Fonte: Autoria Própria

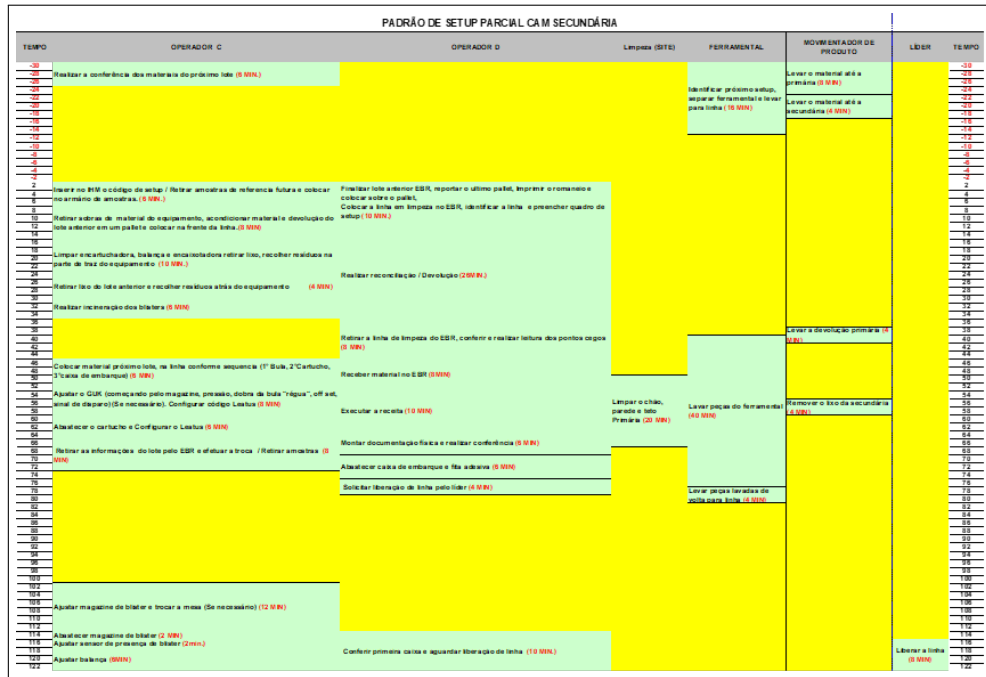
Para o *setup* simplificado na etapa secundária, há a atuação de dois operadores, identificados como C e D, com um tempo total de execução do sequenciamento atual de 56 minutos.

O operador C é responsável pela montagem. Ele prepara os blisters e as bulas, garantindo que estejam prontos para serem inseridos nos cartuchos. Além disso, ele ajusta a máquina para iniciar o processo de inserção, assegurando que tudo esteja configurado corretamente para uma operação eficiente e condizente com o ferramental definido para a produção do produto em linha.

O operador D cuida da documentação. Ele recebe o material de embalagem e tira fotos dos pontos cegos das máquinas, garantindo a limpeza.



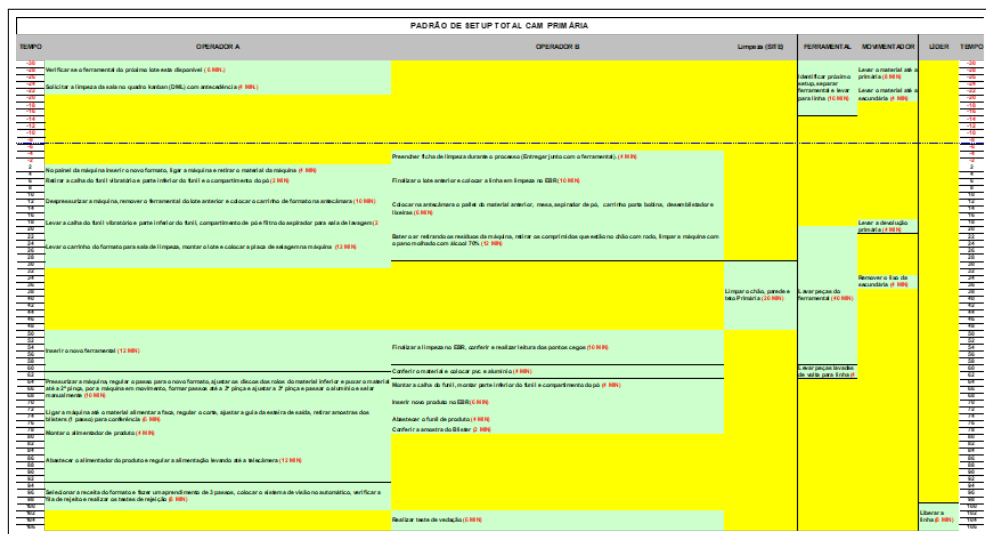
Figura 23 – Sequenciamentos de setup Parcial- Etapa Secundária Pré Projeto



Fonte: Autoria Própria

No *setup* total na etapa primária, conta-se com a atuação dos operadores A e B, com um tempo total de execução estimado em 106 minutos. Durante esse período, os operadores realizam uma reconfiguração completa do equipamento, o que envolve ajustes complexos e detalhados para garantir que os comprimidos sejam introduzidos nos blisters e selados de maneira eficiente.

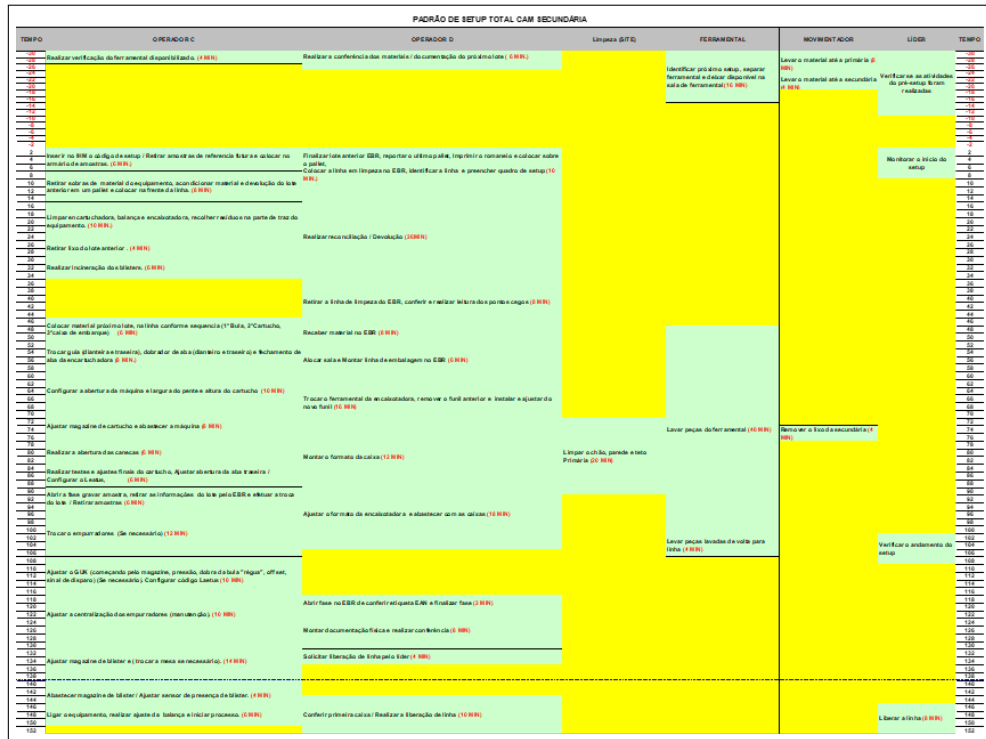
Figura 24 – Sequenciamentos de setup Total- Etapa Primária Pré Projeto



Fonte: Autoria Própria

Quanto ao *setup* total na etapa secundária, conta-se com a atuação dos operadores C e D, com um tempo total de execução estimado em 152 minutos.

Figura 25 – Sequenciamentos de setup Total- Etapa Secundária Pré Projeto



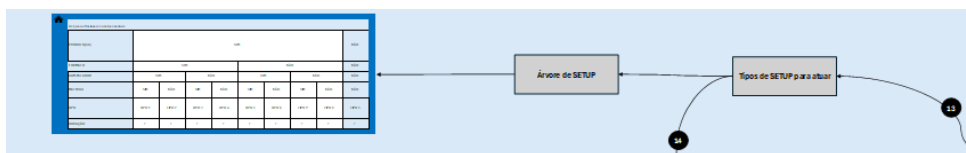
Fonte: Autoria Própria

### 3.2.6 Especificações dos tipos de setup

Após a análise dos sequenciamentos de *setup*, tanto na etapa primária quanto na secundária, constata-se que os procedimentos atuais não correspondem ao que é realmente realizado na prática. Além disso, as horas padrões para execução de *setup* mostraram-se incoerentes com as horas reais de execução. Com base nessas observações, avança-se para o afunilamento do tipo de *setup* utilizando a *Árvore de setup*.

A *Árvore de setup* nos permitirá realizar o cascadeamento de características importantes durante um *setup*, ajudando a definir um tipo específico para cada combinação de características. Esse método sistemático, introduzido através da Figura 26, nos ajudará a identificar as variáveis críticas que influenciam o tempo e a eficiência dos *setup*, permitindo uma categorização mais precisa e eficaz.

Figura 26 – Especificação do tipo de setup



Fonte: Autoria Própria

Agora, é explicada a *Árvore de setup*, apresentada na Figura 27. Cada linha da árvore representa uma característica importante que pode ser alterada durante o *setup*,

como "produto", "formato", "alimentador" e "material". Para cada linha, há uma pergunta específica, como "É trocado o produto?", "É trocado o formato?", e assim por diante. As colunas da árvore são divididas em "sim" e "não".

Se a resposta para a pergunta for "sim", avança-se para a próxima linha seguindo a coluna "sim". Por exemplo, se a pergunta for "É trocado o produto?" e a resposta for "sim", seguimos para a próxima linha pela coluna "sim". Se a resposta for "não", seguimos pela coluna "não".

Esse processo continua até chegarmos à última linha, que define o tipo de *setup* necessário com base nas respostas anteriores. A penúltima linha da árvore indica o tipo de *setup*, sequencialmente para a quantidade de definições feitas ao longo do processo.

Essa abordagem sistemática nos permite categorizar e definir claramente o tipo de *setup* necessário para cada combinação de características, norteando a investigação e trazendo clareza a análise através da nomeação dos tipos.

Figura 27 – Árvore de *setup*

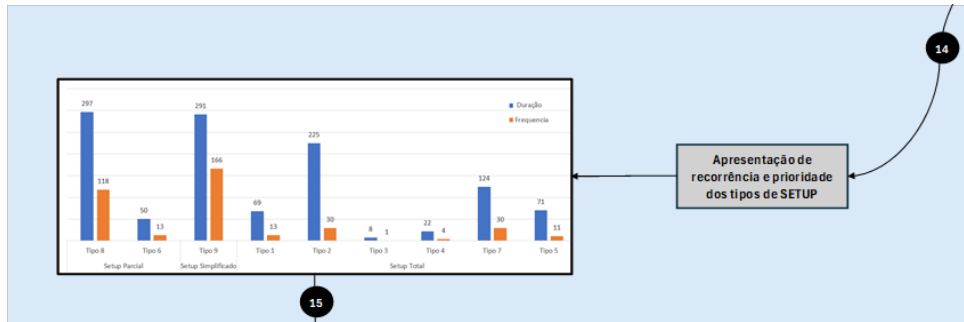
Troque as Variáveis caso necessário										
PRODUTO(SA)	SIM								NÃO	
FORMATO	SIM				NÃO				NÃO	
ALIMENTADOR	SIM		NÃO		SIM		NÃO		NÃO	
MATERIAL	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	
TIPO	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	TIPO 5	TIPO 6	TIPO 7	TIPO 8	TIPO 9	
DURAÇÃO	T	T	T	T	T	T	T	T	T	

Fonte: Autoria Própria

Após a definição da Árvore de *setup*, há a análise de recorrência dos tipos de *setup*, onde o gráfico apresenta a frequência e a duração dos *setup*. Essa análise é importante para identificar os *setup* mais críticos, ou seja, aqueles que ocorrem com maior frequência e/ou têm maior duração. O gráfico de recorrência é apresentado na Figura 28.

Ao plotar a frequência e a duração dos *setup* em um gráfico, pode-se visualizar claramente quais *setup* são os mais problemáticos. Por exemplo, o *setup* tipo 2, que ocorre 30 vezes e tem uma duração total de 225 horas (média de 7,5 horas por *setup*), e o *setup* tipo 8, que ocorre 118 vezes e dura 297 horas (média de aproximadamente 2,52 horas por *setup*), são os principais candidatos para melhorias. Esses *setup* impactam significativamente a eficiência da linha de embalagem devido à sua alta frequência e longa duração.

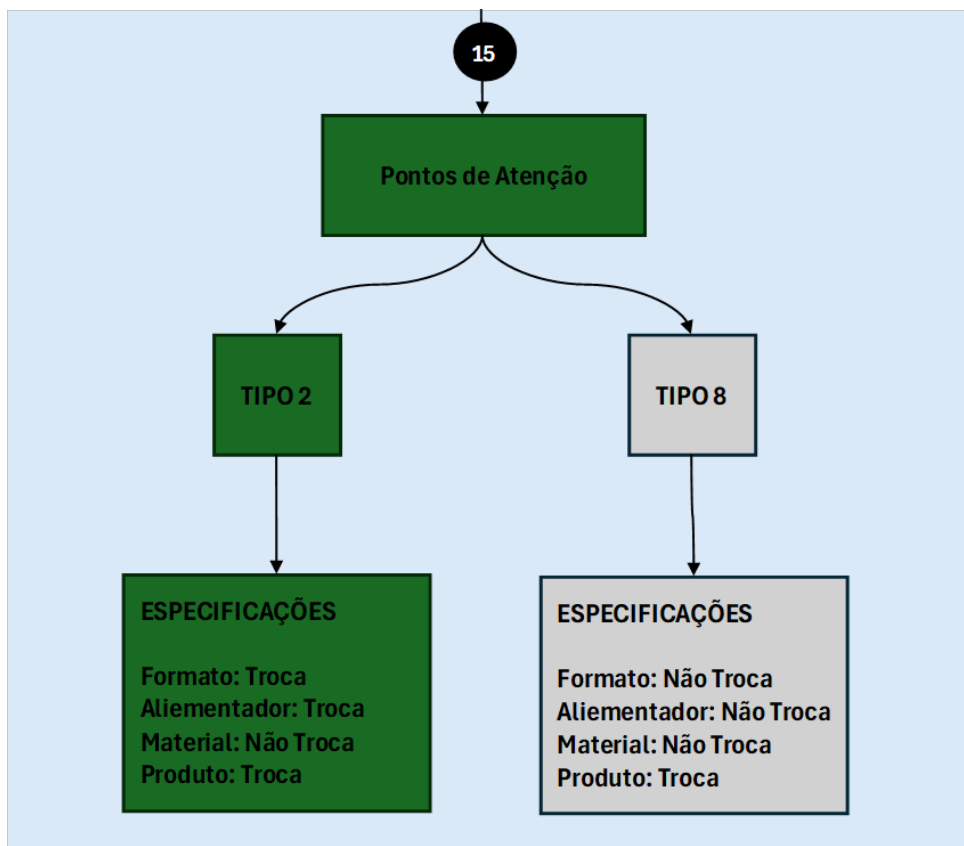
Figura 28 – *Recorrência dos Tipos de setup*



Fonte: Autoria Própria

Embora o *setup* tipo 8 ocorra com maior frequência, a análise mostra que o *setup* tipo 2 é o pior caso, pois impacta mais no processo. O tempo definido para o *setup* tipo 2 é de 2h28, mas a média tem sido 7h30, o que é muito alto e impacta significativamente a eficiência da linha de embalagem. Portanto, o *setup* tipo 2 deve ser priorizado nas iniciativas de redução de tempo de *setup*. A Figura 29 ilustra essa conclusão.

Figura 29 – *Análise dos Tipos de setup Considerados Críticos*



Fonte: Autoria Própria

A árvore de *setup* que apresenta as características do tipo 2 é representada através da Figura 30

Figura 30 – Árvore de *setup* Tipo 2

Troque as Variáveis caso necessário									
PRODUTO(SA)	SIM								NÃO
FORMATO	SIM				NÃO				NÃO
ALIMENTADOR	SIM		NÃO		SIM		NÃO		NÃO
MATERIAL	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	NÃO
TIPO	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	TIPO 5	TIPO 6	TIPO 7	TIPO 8	TIPO 9
DURAÇÃO	T	07h40	T	T	T	T	T	T	T

Fonte: Autoria Própria

Concluimos que o *setup* tipo 2 é ideal para o projeto de redução de tempo de *setup*, o qual implica na troca de formato, alimentador e produto, não havendo a troca de material.

### 3.2.7 Conclusões e Recomendações para Otimização

Finalizando a etapa do Mapa de Raciocínio, observa-se que, através do afinilamento da investigação, foi possível identificar a CAM 8 como o equipamento mais ofensor da fábrica, por meio do Mapa de Fluxo de Valores. Além disso, o tempo de *setup* foi destacado como ponto crítico dentro das horas paradas. O foco em disponibilidade foi ressaltado ao analisar o indicador de OEE, e o *setup* total foi enfatizado dentro dos tipos de *setup*, analisando as performances de *setup*. Por fim, o tipo 2 de *setup* total, através do indicador de recorrências, se apresentou como o caso mais crítico dentro da fábrica. Assim, fundamenta-se a atuação de melhoria do tempo de *setup* com base na metodologia SMED.

## 3.3 Análise do Fluxo do Produto na Etapa de Embalagem

Nesta seção, será realizada uma análise do fluxo do produto durante a etapa de embalagem na linha de comprimidos CAM 8, com o objetivo de mapear as etapas envolvidas no processo de *setup*. O foco principal é identificar os pontos críticos que impactam o tempo de troca de lote e como esses pontos podem ser otimizados utilizando a metodologia SMED.

Através do mapeamento, será possível identificar os diversos processos que ocorrem desde a solicitação dos materiais até a embalagem final dos comprimidos. Este processo será apresentado de maneira global inicialmente, e, em seguida, será detalhado de acordo com grupos de ações, divididos conforme o fluxo de atividades na linha de produção.

### 3.3.1 Descrição Geral do Processo de Embalagem

O processo de embalagem de comprimidos envolve uma série de etapas que são essenciais para garantir a integridade do produto, a conformidade com as especificações e a

eficiência da linha de produção. Cada uma dessas etapas tem um impacto direto no tempo total de *setup*, e a identificação de pontos de melhoria é importante para a aplicação eficaz da metodologia SMED.

Esta subseção apresentará um mapa detalhado das etapas de *setup* conforme Figura 31, dividido em grupos de quatro ações, para facilitar a análise dos pontos críticos de cada fase do processo. Cada grupo será abordado de maneira mais específica, detalhando as atividades e identificando oportunidades de melhoria com base na metodologia SMED.

Figura 31 – Mapa de Processos - Análise de Fluxo



Fonte: Autoria Própria

A Figura 32 apresenta o primeiro grupo de processos, representando a etapa de Separação do Material.

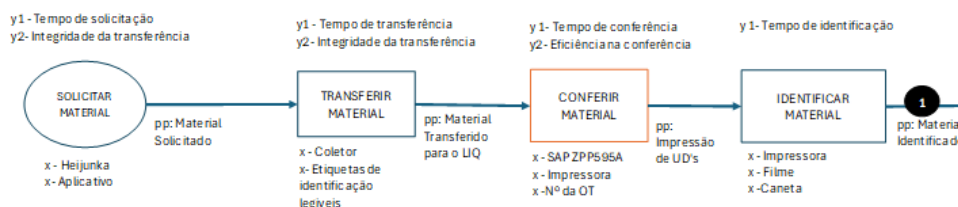
O primeiro grupo de processos aborda as etapas iniciais do *setup*, que envolvem a preparação e organização dos materiais necessários para a embalagem dos comprimidos. Essas atividades são cruciais para garantir que o processo de embalagem aconteça de maneira eficiente e sem interrupções, minimizando erros e atrasos.

- a) **Solicitar Material** A solicitação de material é a primeira ação a ser realizada no processo de *setup*. Nessa etapa, a equipe de produção comunica à área de almoxarifado ou ao responsável pelo estoque os itens necessários para o novo lote de produção. Os materiais solicitados podem incluir mantas de alumínio ou PVC, frascos, rótulos, folhetos informativos, entre outros itens necessários para o processo de embalagem. No caso da CAM 8, são as mantas de alumínio, cartuchos e bulas. É importante que a solicitação seja feita de forma precisa e antecipada para evitar a falta de material ou a solicitação incorreta, o que poderia gerar atrasos nas etapas subsequentes.
- b) **Transferir Material** Após a solicitação, a etapa de transferência do material envolve o transporte dos itens solicitados para a área de produção, onde serão utilizados na embalagem. Essa atividade pode envolver o uso de carrinhos, empilhadeiras ou outros meios para deslocar os materiais do almoxarifado até a linha de embalagem. O tempo gasto nesta etapa impactado pela distância entre a CAM 8 e o almoxarifado, podendo ser impactado pela quantidade de material a ser transportada e pela organização do espaço. Uma gestão eficiente da transferência é essencial para garantir que todos os materiais necessários estejam disponíveis no momento certo, sem gerar atrasos no processo de *setup*.
- c) **Conferir Material** A conferência do material ocorre assim que os itens são transferidos para a área de produção. Nesse momento, é realizada uma verificação detalhada

para garantir que os materiais entregues correspondem exatamente ao que foi solicitado. Isso inclui a checagem de quantidades, tipos de embalagens, validade, integridade das embalagens e outras especificações relevantes para o processo de produção. A conferência é uma etapa muito importante, pois garante que não haja discrepâncias entre o material solicitado e o material recebido. Falhas nessa etapa podem resultar em erros na produção, o que poderia exigir retrabalho e afetar a eficiência do processo.

**d) Identificar Material** A identificação do material envolve a organização e rotulagem dos itens recebidos, para que fiquem devidamente separados e identificados conforme o tipo de embalagem ou produto. Nessa etapa, os materiais são organizados de forma sistemática, muitas vezes com a utilização de etiquetas de identificação, códigos de barras ou QR codes. Isso facilita a localização e o acesso rápido aos materiais durante o processo de embalagem, além de garantir que cada item seja utilizado de maneira correta e sem confusão. A identificação clara e eficiente dos materiais também é fundamental para o controle de estoque e para a rastreabilidade do processo, especialmente em indústrias reguladas, como a farmacêutica.

Figura 32 – *Separação do Material*



Fonte: Autoria Própria

O segundo grupo de processos abrange atividades que marcam a transição entre a preparação dos materiais e o início do *setup* efetivo do equipamento. Este grupo é apresentado através da Figura 33.

**e) Enviar Materiais para o Pulmão** Após a conferência e identificação dos materiais necessários para a embalagem, o próximo passo é enviar esses materiais para o "pulmão" (ou área de estocagem temporária) próximo à linha de produção. O pulmão serve como um estoque intermediário, onde os materiais ficam armazenados até serem necessários para a produção. A função dessa etapa é garantir que os materiais estejam rapidamente acessíveis e organizados, sem ocupar espaço dentro da linha de produção. O envio dos materiais para o pulmão deve ser realizado de forma rápida e organizada para evitar obstrução da linha de produção e garantir que os itens certos sejam facilmente acessados quando a máquina de embalagem for iniciada.

- f) **Fim da Solicitação de Material** Quando todos os materiais são requisitados e transferidos para o pulmão, a solicitação de material é finalizada. Nesse momento, também ocorre o preenchimento da documentação referente à etapa, que registra os materiais solicitados e confirma que todos os itens estão disponíveis para o *setup*.
- g) **Início do *setup*** Com os materiais prontos, inicia-se a configuração do equipamento, com ajustes e trocas de componentes necessários para a produção do novo lote. Essa fase marca a transição para as atividades operacionais.
- h) **Fechamento de Fase (Mandala)** O fechamento de fase ocorre quando todas as etapas preparatórias são concluídas. Um checklist é preenchido no tablet, registrando todas as etapas de recebimento dos materiais, validando a continuidade do processo.

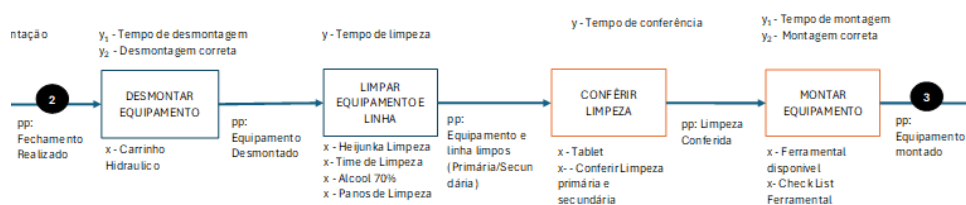
Figura 33 – Início do *setup*

Fonte: Autoria Própria

Em seguida, é iniciada a etapa de execução do *setup*. Esta etapa é a fase onde as principais atividades operacionais são realizadas para ajustar o equipamento e preparar a linha de produção para o novo lote. Este grupo de processos, apresentado na Figura 34, abrange desde a desmontagem do equipamento até a montagem final, com foco na garantia de que o ambiente e os recursos estejam adequadamente configurados e higienizados.

- i) **Desmontagem do Equipamento** A desmontagem do equipamento é a primeira ação na execução do *setup*, onde as partes da máquina que não são compatíveis com o novo lote de produção são removidas. Isso pode incluir a substituição de moldes, peças ou outros componentes que precisam ser ajustados para a embalagem de diferentes tipos de comprimidos. Essa etapa é fundamental para garantir que a máquina esteja pronta para operar de acordo com as especificações do novo lote.
- j) **Limpar Equipamento e Linha** Após a desmontagem, o equipamento e a linha de produção devem ser completamente limpos para garantir que não haja contaminação entre lotes. A limpeza inclui o uso de pano com álcool para higienizar o equipamento e as superfícies da linha. Além disso, o chão da área de produção é limpo para garantir um ambiente seguro e livre de resíduos que possam afetar a qualidade do produto. A limpeza minuciosa é uma etapa crítica, especialmente em indústrias farmacêuticas, onde o risco de contaminação deve ser minimizado.

- k) Conferência da Limpeza** Após a limpeza, é realizada a conferência para verificar se todas as partes do equipamento e a linha estão devidamente higienizadas e prontas para o próximo lote. Esse processo garante que não haja falhas ou áreas não limpas que possam comprometer a produção. A conferência é uma etapa essencial para garantir a conformidade com os padrões de qualidade e segurança exigidos, o que se dá por meio do preenchimento de formulários descrevendo as áreas limpas, juntamente com evidências em foto. Ainda, são registradas fotos dos pontos cegos do equipamento, evidenciando o cenário real e a conformidade para Prosseguir com o processo.
- l) Montar o Equipamento** Com a limpeza concluída e conferida, o equipamento é remontado utilizando o ferramental adequado e as peças definidas para o produto em linha. A montagem deve seguir os procedimentos específicos para garantir que todas as partes estejam corretamente posicionadas e ajustadas para a produção do novo lote de comprimidos.

Figura 34 – Execução do *setup*

Fonte: Autoria Própria

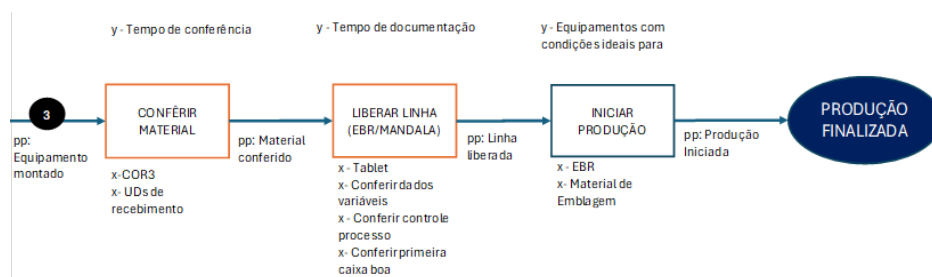
Este grupo final de processos, ilustrado na Figura 35, abrange as atividades que garantem que o *setup* seja concluído de forma eficiente e que a linha esteja pronta para iniciar e finalizar a produção com o devido controle e registros.

- m) Conferir Material** A etapa de conferência do material ocorre quando os itens são colocados na linha de produção. Nessa fase, é feita a verificação final para garantir que os materiais recebidos estejam corretos e prontos para serem usados na embalagem. Além disso, é realizada a documentação do lote, vinculando o material recebido ao lote específico de produção. Esse procedimento assegura que todos os materiais estejam devidamente registrados e que qualquer discrepância possa ser identificada e corrigida rapidamente.
- n) Liberação da Linha para Produção** Com o material conferido, a linha é liberada para produção. Este processo é realizado através do EBR (Electronic Batch Record), que é o sistema responsável pela liberação e pelo registro de informações durante o *setup* e a mandala. A mandala consiste em 8 critérios de verificação,

que são rigorosamente checados para garantir que todos os passos do *setup* tenham sido corretamente realizados antes de autorizar o início da produção. Esse sistema garante que o processo de embalagem esteja em conformidade com as normas de qualidade e segurança.

- o) Iniciar Produção** Após a liberação da linha, a produção é iniciada. Nessa etapa, as máquinas de embalagem começam a operar com o material e as configurações ajustadas para o novo lote de comprimidos. O início da produção marca a transição para a fase produtiva, e é essencial que tudo esteja funcionando corretamente para evitar interrupções e garantir que a linha opere com máxima eficiência.
- p) Finalizar Produção** A finalização da produção ocorre quando o lote de comprimidos foi totalmente embalado. Nessa fase, são documentadas as amostras do produto final e realizados os registros de produção, como as quantidades produzidas, os tempos de operação e qualquer outro dado relevante. A documentação correta é fundamental para garantir a rastreabilidade e conformidade com as exigências regulatórias, além de proporcionar dados valiosos para o controle de qualidade e análise de desempenho.

Figura 35 – Finalização do *setup*



Fonte: Autoria Própria

Por fim, nesta seção foi analisado o fluxo do produto durante a etapa de embalagem, com um foco especial na redução do tempo de *setup*. As etapas do processo foram detalhadas, desde a solicitação dos materiais até a finalização da produção, abordando as principais ações envolvidas em cada fase. A aplicação da metodologia SMED se mostrou essencial para a otimização do processo, visando a redução do tempo de inatividade e aumento da eficiência da linha de embalagem.

Ao longo da análise, foram identificados pontos de atenção, destacados nas imagens com a cor laranja. Esses pontos merecem especial foco, pois têm impacto direto na eficiência do processo. Entre os principais pontos de atenção, destacam-se:

**Conferir Material:** O tempo de conferência (y1) e a eficiência da conferência (y2) são fundamentais para garantir que os materiais certos sejam preparados sem causar atrasos. A conferência eficiente reduz o tempo de *setup* e evita erros no processo.

**Realizar Fechamento de Fase:** O tempo de documentação ( $y$ ) é um fator crítico nesta etapa. A agilidade na conclusão da documentação é essencial para garantir que a fase de *setup* seja encerrada rapidamente, permitindo a continuidade da produção sem atrasos adicionais.

**Conferir Limpeza:** O tempo de conferência ( $y$ ) da limpeza é essencial para assegurar que o equipamento e a linha estejam devidamente preparados para o início da produção, sem comprometer a qualidade do produto final.

**Montar Equipamento:** O tempo de montagem ( $y_1$ ) e a montagem correta ( $y_2$ ) são indicadores-chave para garantir que o equipamento esteja pronto para operar corretamente e com a configuração adequada para o novo lote. A montagem eficiente evita paradas durante a produção.

**Liberação de Linha para Produção:** A liberação da linha, com foco no tempo e no processo de verificação, também deve ser otimizada para garantir que o início da produção ocorra sem atrasos desnecessários.

Esses pontos de atenção, destacados nas imagens 32, 33, 34 e 35 representam áreas estratégicas para a implementação de melhorias. A análise cuidadosa de cada um desses pontos, juntamente com a busca pela redução de seus respectivos tempos, permite uma otimização contínua do processo, resultando em uma linha de embalagem mais ágil, eficiente e com menor tempo de *setup*.

### 3.4 Estruturação de Projeto

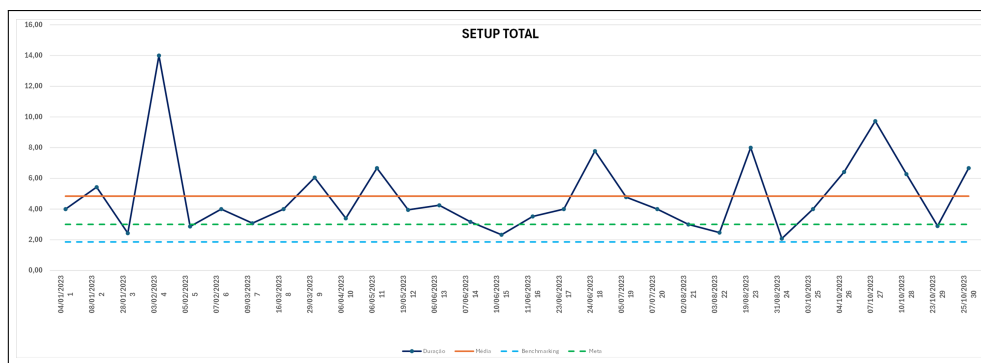
Após a realização do mapa de raciocínio, que permitiu a identificação dos principais gargalos na fábrica e dos maiores ofensores de horas paradas, além da análise do mapa de processos, que destacou os pontos de atenção críticos no processo de embalagem, inicia-se a etapa de estruturação do projeto. O primeiro ponto da estruturação consiste na análise aprofundada dos dados históricos, com o objetivo de entender o cenário atual e fornecer uma base sólida para as melhorias propostas.

O primeiro passo nesta fase é analisar as últimas 30 ocorrências de *setup* do tipo 2, o qual foi selecionado como o foco principal deste projeto de melhoria. O *setup* Tipo 2, caracterizado pela troca de produto, formato, alimentador e a permanência do material, tem se mostrado um dos principais responsáveis pelos tempos elevados de parada, impactando diretamente a eficiência da produção.

A análise dos dados históricos de *setup*, apresentada na Figura 36, tem como objetivo compreender os padrões e comportamentos recorrentes durante as trocas de produção. Para isso, foram levantados dados detalhados sobre a duração das trocas, os intervalos entre as diferentes etapas, as falhas ou dificuldades enfrentadas pela equipe, bem como os

principais fatores que influenciam o tempo de *setup*, como a complexidade dos ajustes ou o preparo das máquinas. A média de horas de *setup* observada nas últimas 30 ocorrências analisadas é de 5 horas, um valor consideravelmente alto, especialmente quando comparado à meta global da linha, que é de 3 horas por *setup*. Além disso, foram registrados picos muito impactantes de 14 horas e 8 horas, o que agrava ainda mais a situação, pois tais tempos de parada significam perdas significativas de produção e eficiência. Esses dados evidenciam a necessidade urgente de ações corretivas, uma vez que as durações de *setup* ultrapassam em muito o limite ideal estabelecido para a operação.

A partir dessa análise, é possível identificar variações significativas no desempenho e nos tempos de *setup*, além de fornecer uma linha de base para comparações futuras, após a implementação das melhorias. A análise também permitirá uma visão clara sobre as falhas de execução e as oportunidades de melhoria. Ao comparar as ocorrências que apresentam tempos de *setup* mais curtos com aquelas que demonstram tempos mais longos, será possível identificar práticas que resultam em maior eficiência e aquelas que precisam ser aprimoradas. Essa comparação serve como um indicador para o desenvolvimento de ações corretivas e preventivas.

Figura 36 – *Dados Históricos*

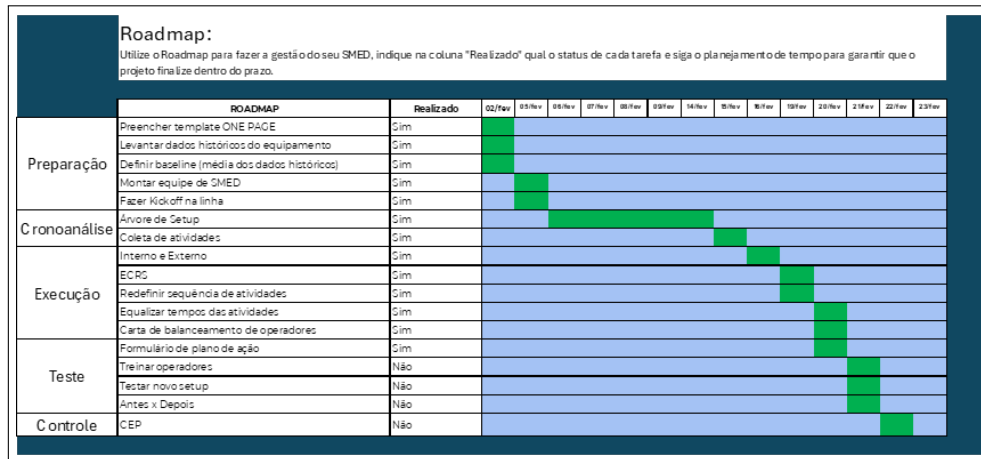
Fonte: Autoria Própria

Após a análise dos dados históricos e o diagnóstico do cenário atual, foi desenvolvido um roadmap detalhado, contendo todas as atividades planejadas para a execução do projeto, fundamentadas na metodologia SMED. Esse roadmap foi estruturado de forma sequencial, com o objetivo de guiar a implementação das melhorias e otimizar o processo de *setup*.

O roadmap, ilustrado na Figura 37, contempla diversas etapas essenciais para o sucesso do projeto, incluindo o acompanhamento presencial dos *setup*, a aplicação das metodologias de *setup* Interno e Externo, a utilização da técnica ECRS, o balanceamento da linha de produção, a execução do plano de ação e, por fim, a confecção da Carta CEP. Cada uma dessas etapas foi planejada para garantir a redução dos tempos de *setup*, alinhando-se à meta de 3 horas estabelecida para a linha de embalagem.

O objetivo do roadmap é assegurar que todas as ações sejam realizadas de forma estruturada e eficiente, proporcionando a base necessária para a implementação das melhorias e o monitoramento contínuo dos resultados ao longo do projeto.

Figura 37 – Road Map



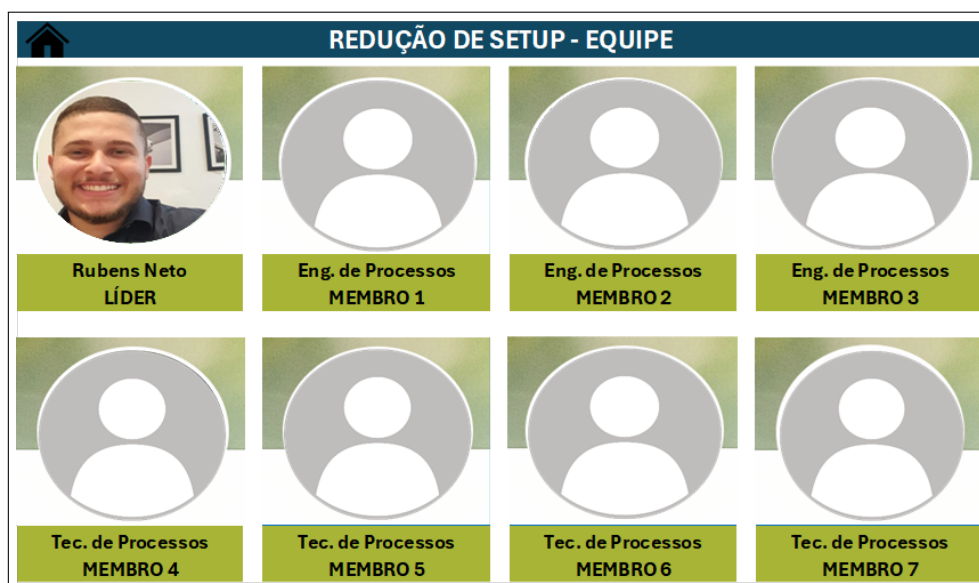
Fonte: Autoria Própria

Pensando no acompanhamento de *setup* e no registro das atividades desenvolvidas pelos operadores, foi montada uma equipe de acompanhamento, a qual é representada pela Figura 38. Essa equipe foi estruturada para registrar de forma precisa e detalhada todas as ações realizadas durante os *setup*, identificando as oportunidades de melhoria e otimizando os processos.

Na linha de embalagem, há cinco operadores: dois na etapa primária e três na etapa secundária. Para garantir um acompanhamento eficiente e preciso, foi formada uma equipe composta por oito pessoas, incluindo o líder de projeto, três engenheiros de processo e quatro técnicos de processo. Dessa forma, a equipe de acompanhamento tem a capacidade de registrar todas as atividades de cada operador e identificar pontos críticos durante a execução dos *setup*, ao mesmo tempo em que mantém uma visão macro do processo.

Esse modelo de acompanhamento visa não apenas a coleta de dados detalhados sobre os tempos de *setup*, mas também a identificação de oportunidades de melhoria no processo.

Figura 38 – Equipe Acompanhamento



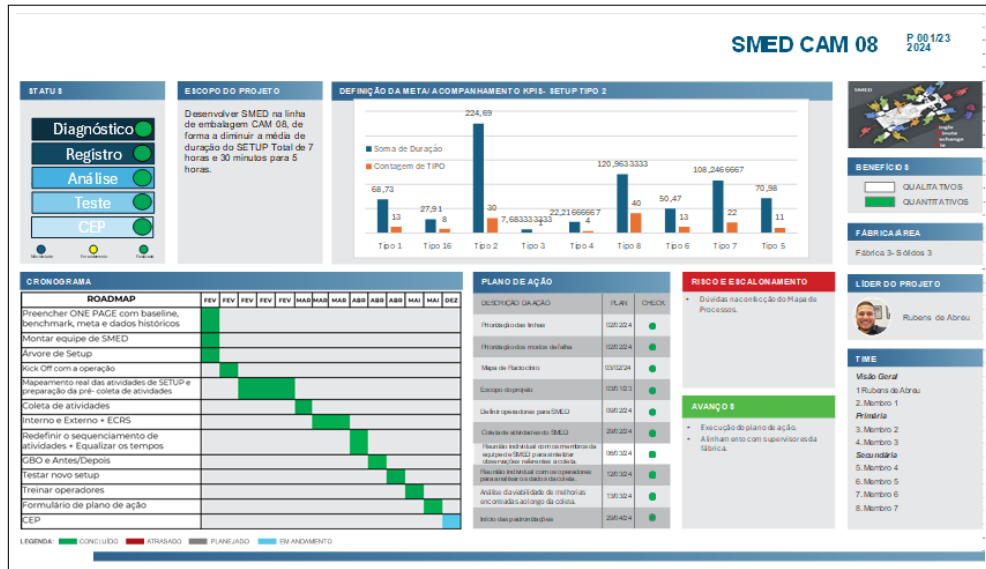
Fonte: Autoria Própria

Com os dados históricos mapeados, o roadmap estruturado e a equipe de acompanhamento formada, foi confeccionado um documento de acompanhamento do projeto, denominado Onepage. Esse documento tem como objetivo apresentar o cenário atual do projeto de forma concisa e clara, resumindo as principais informações e o progresso em uma única página.

O Onepage permite que todos os envolvidos no projeto, desde a equipe de acompanhamento até as partes interessadas, tenham uma visão rápida e atualizada do status do projeto, destacando tanto os pontos de escalonamento quanto os pontos de avanço. Os pontos de escalonamento indicam limitações ou riscos ao projeto que precisam ser repassados aos responsáveis pelas frentes de atuação correlacionadas, com o objetivo de gerenciar esses desafios de forma eficaz. Já os pontos de avanço são as etapas que já foram superadas ou que estão progredindo conforme o planejado, demonstrando o andamento positivo das ações implementadas.

O documento é ilustrado através da Figura 39, que apresenta visualmente os dados mais relevantes, como os tempos de *setup*, as metas estabelecidas, o progresso das ações de melhoria, os indicadores de desempenho do processo, bem como as áreas críticas que demandam atenção. Dessa forma, o Onepage funciona como uma ferramenta prática e eficiente para monitoramento, tomada de decisão e comunicação entre as diferentes equipes envolvidas, garantindo a continuidade do projeto e a extinção de riscos ao longo da execução.

Figura 39 – One Page



Fonte: Autoria Própria

### 3.5 Acompanhamento e Otimização do Sequenciamento

Iniciando a etapa de acompanhamento de *setup* e coleta de atividades, todos os operadores da linha foram reunidos para um treinamento, onde toda a metodologia foi introduzida, de forma a contextualizar a operação, alinhar as expectativas e demonstrar os resultados buscados, os quais implicam em benefícios aos operadores e ao processo.

Durante a coleta, cada operador da linha foi acompanhado de perto por um membro da equipe, com o objetivo de registrar, com riqueza de detalhes, todas as atividades desenvolvidas durante o *setup*. Cada atividade foi cuidadosamente anotada, e os tempos de execução de cada tarefa também foram registrados, visando a análise detalhada dessas informações para as etapas seguintes do projeto.

Além disso, os membros da equipe de acompanhamento foram instruídos a mapear e registrar todas as oportunidades de melhoria observadas durante o processo, com o intuito de identificar possíveis ajustes que pudessem reduzir os tempos de *setup* e melhorar a eficiência geral da linha.

As anotações relacionadas ao acompanhamento foram inicialmente registradas em tabelas específicas para cada operador, que estão representadas por meio das Tabelas 2, 3, 4, 5 e 6.

O operador "A" ficou responsável pela montagem e desmontagem da etapa primária e realizou um total de 32 atividades durante o processo. Cada uma dessas atividades foi registrada minuciosamente, com o tempo gasto e observações sobre a execução, proporcionando uma base sólida para a análise.

Tabela 2 – Coleta Operador A

FOLHA DE OBSERVAÇÃO ETAPAS DE SETUP						
Responsável pela coleta: MEMBRO 1 Operador: A (Montagem e ajuste)		Equipamento: CAM6 Etapa: Primária			Legenda: E= Eliminar R= Reduzir EEx= Externo C= Combinar S= Simplificar	
Elemento Nº	Descrição do Elemento	Início	Fim	Duração	Oportunidade/Observação	Detalhe sobre Oportunidade
1	Líder e operador fazem conferência do material e equipamento (pré- SETUP)	14:52:00	14:57:00	00:05:00		
2	Desacoplar máquina	15:00:00	15:06:00	00:06:00		
3	Selecionar o formato no painel	15:05:00	15:06:00	00:03:00	Não foi encontrado o formato na máquina	
4	Remover material da máquina	15:08:00	15:10:00	00:02:00		
5	Pegar o carrinho	15:10:00	15:11:00	00:01:00		
6	Parou para buscar chave	15:11:00	15:15:00	00:04:00		
7	Desmontar sistema de face (faca de corte, face, ponta vertical, quarta pinça, guia quarta pinça, guia da manilha, rolo oscilante)	15:15:00	15:18:00	00:03:00		
8	Desmontar sistema de setagem (terceira pinça, guia terceira pinça, placa de resfriamento, placa de setagem sup e inf)	15:18:00	15:21:00	00:03:00		
9	Desmontagem do tipo	15:21:00	15:30:00	00:09:00	Possibilidade do feramental ser o responsável	
9	Desmontagem guias, transporte das guias	15:30:00	15:32:00	00:02:00		
10	Desmontar o alimentador	15:32:00	15:35:00	00:03:00		

Fonte: Autoria Própria.

O operador "B" ficou responsável pela documentação da etapa primária e executou um total de 35 atividades durante o processo de *setup*.

Tabela 3 – Coleta Operador B

FOLHA DE OBSERVAÇÃO ETAPAS DE SETUP						
Responsável pela coleta: MEMBRO 2 Operador: B (EBR)		Equipamento: CAM6 Etapa: Primária			Legenda: E= Eliminar R= Reduzir EEx= Externo C= Combinar S= Simplificar	
Elemento Nº	Descrição do Elemento	Início	Fim	Duração	Oportunidade/Observação	Detalhe sobre Oportunidade
1	Aguardando etapa da secundária (Término do lote)	14:25:00	14:57:00	00:32:00	Adiantar alguns procedimentos (pré SETUP)	
2	Documentação no EBR (diferencial de pressão, temperatura e umidade)	14:57:00	14:58:00	00:02:00		
3	Documentação no EBR (amostagem) (foto)	14:58:00	15:05:00	00:06:00	Foto tirada antes do fim do processo atrasou para regularizar	
4	Conferência do próximo lote	15:05:00	15:06:00	00:03:00		
5	Abrir limpeza no EBR (logbook)	15:06:00	15:10:00	00:02:00		
6	Remoção do excedente de material na máquina	15:10:00	15:12:00	00:02:00		
7	Identificar bobina de alumínio que sobrou	15:12:00	15:16:00	00:04:00		
8	Remover restante de alu alu da máquina	15:16:00	15:17:00	00:01:00		
9	Identificar restante de alu alu para descarte	15:17:00	15:18:00	00:01:00	Caso sobre muito, é reaproveitado	
9	Pesar restante do alumínio para devolução	15:18:00	15:27:00	00:09:00		
10	Retirar materiais para lavagem da sala (lito, cadeiras, mesa)	15:27:00	15:31:00	00:04:00	Parou processo para ir anotar limpeza	

Fonte: Autoria Própria.

Com a função de atuar diretamente na máquina, o operador "C" ficou encarregado da montagem da encartuchadeira, realizando 31 atividades durante o processo de *setup*.

Tabela 4 – Coleta Operador C

FOLHA DE OBSERVAÇÃO ETAPAS DE SETUP						
Responsável pela coleta: MEMBRO 3 Operador: C (Atuação máquina, montagem da encartachadeira)		Equipamento: CAM8 Etapa: Secundária		Legenda: E= Eliminar R= Reduzir E= Esterno C= Combinar S= Simplificar		
Elemento Nº	Descrição do Elemento	Início	Fim	Duração	Oportunidade / Observação	Detalhe sobre a Oportunidade
1	Retirada das bulas e cartuchos do lote anterior	14:56:12	14:58:36	00:02:24	Retirando e colocando nas caixas	
2	Abertura da tampa no magazine	15:00:00	15:03:00	00:03:00	. Checar se algum blister caiu da esteira . A chave utilizada é a chave Allen . São 4 parafusos	
3	Limpeza com ar pressurizado	15:03:00	15:10:00	00:07:00	Limpeza da máquina e observação de ponto cego	
4	Vareado do ambiente com vassoura	15:10:00	15:12:00	00:02:00		
5	Verificação do ferramental encartachadora	15:11:00	15:12:00	00:01:00	Checkagem com o ferramental sobre a peça (braço)	
6	Remoção do lido que foi varido	15:12:00	15:13:00	00:01:00	Sacos de lido já haviam sido retirados antes do início do SETUP	
7	Checkagem de "pontos cegos" na máquina	15:13:00	15:14:00	00:01:00		
8	Separar material para incineração	15:14:00	15:16:00	00:02:00		
9	Preenchimento do quadro de linha com qual produto irá rodar	15:16:00	15:20:00	00:04:00		
10	Levar material para a incineração	15:23:00	15:27:00	00:04:00		

Fonte: Autoria Própria.

O operador "D" foi responsável pela documentação na etapa secundária, realizando um total de 31 tarefas.

Tabela 5 – Coleta Operador D

FOLHA DE OBSERVAÇÃO ETAPAS DE SETUP						
Responsável pela coleta: MEMBRO 4 Operador: D (EBR)		Equipamento: CAM8 Etapa: Secundária		Legenda: E= Eliminar R= Reduzir E= Esterno C= Combinar S= Simplificar		
Elemento Nº	Descrição do Elemento	Início	Fim	Duração	Oportunidade / Observação	Detalhe sobre a Oportunidade
1	Fechamento da última caixa	14:56:07	14:56:26	00:00:19		
2	Marcação de etiqueta especial para quantidade menor	14:58:40	14:59:20	00:00:40		
3	Reportando no EBR → Última caixa	15:00:39	15:01:20	00:00:41		
4	Aguardando liberação da primária para fechar EBR	15:02:00	15:04:26	00:02:26		
5	Atividade de simultânea → retirada do pallet	15:03:43	15:03:57	00:00:14		
6	Preenchimento do nº de etiquetas referente a última caixa	15:05:00	15:05:48	00:00:48		
7	Validando QR code → máquina e limpeza	15:07:00	15:08:26	00:01:26		
8	Levar amostras para qualidade	15:10:48	15:15:32	00:04:44		
9	Verificando insumos (pallet: cartucho e papelão)	15:17:41	15:21:07	00:03:26		
9	Validação de recebimento no EBR	15:23:20	15:26:39	00:03:19		
10	Contabilizando alumínio do lote anterior, rolô	15:27:30	15:35:40	00:08:10		

Fonte: Autoria Própria.

O operador "E" ficou encarregado da montagem da encaixotadeira na etapa secundária, realizando um total de 27 atividades.

Tabela 6 – Coleta Operador E

FOLHA DE OBSERVAÇÃO ETAPAS DE SETUP						
Responsável pela coleta: MEMBROS Operador: E (Montagem da encavoadora)		Equipamento: CAM 8 Etapa: Secundária		Legenda: B- Bloquear R- Retirar E= Estimar C= Continuar S= Simplicar		
Elemento Nº	Descrição do Elemento	Início	Fim	Duração	Oportunidade/ Observação	Detalhe sobre a Oportunidade
1	Ferramental Incorretos	14:54:00	14:57:00	00:03:00	---	
2	Retirar lixo (Cava e limboque)	14:57:00	14:58:00	00:02:00	Da linha para a lateral	
3	Desmontagem encavoadora	14:58:00	15:06:00	00:07:00	1º Aba lateral 2º Aba inferior 3º Empurador (Allen 3) 4º Parafuso expandido 4º Elevador	
4	Aguardando limpeza	15:06:00	15:12:00	00:06:00	---	
5	Montagem da encavoadora	15:12:00	15:23:00	00:11:00	1º Montagem elevador 2º Empurador 3º Aba inferior 4º Aba lateral (Montagem a parede). Oportunidade: Graduação da base para referência do operador (base encavoadora, onde ele ajusta a aba lateral). Oportunidade: Retorno dos cartuchos para dimensionar a largura	
6	Ajuste da altura da esteira (encavoadora)	15:23:00	15:25:00	00:02:00	---	
7	Colocar aba lateral	15:25:00	15:26:00	00:01:00	Oportunidade: Troca dos parafusos	
8	Mudar recosta	15:26:00	15:28:00	00:02:00	Finalizado encavoadora	
9	Verificar qualidade fazer	15:28:00	15:32:00	00:04:00	---	
10	Desmontar empurador encavoadora	15:32:00	15:51:00	00:19:00	Chave usada: chave fresa 10 O operador troca os deslizes empuradores. Primeiro nove, depois tem que rodar a máquina para trocar os outros nove. Então em uma etapa o outro, aguarda outro operador. 15:32 - 15:37 Espera outro operador. 15:37 - 15:44 Operador foi do outro lado 15:47 - 15:51 Troca a máquina	

Fonte: Autoria Própria.

Além dos membros da equipe que estavam acompanhando integralmente os operadores durante o *setup*, os demais ficaram responsáveis por dar suporte ao time e registrar observações globais sobre o processo. Essas anotações macro envolveram melhorias identificadas, pontos de atenção e outros aspectos que afetam o processo como um todo. Os registros coletados foram fundamentais para entender o cenário mais amplo e estão representados na Tabela 7.

Entre os pontos levantados, destacaram-se a recorrência de erros relacionados ao material enviado pelo time de ferramental. Foi identificado que parte do conjunto ferramental enviado estava incompatível com a linha e com o produto atendido, o que gerou atrasos significativos no processo de *setup*, já que foi necessário realizar ajustes e trocas de ferramentas durante a execução.

Durante o acompanhamento, foi possível também perceber a importância da comunicação entre os operadores e a equipe de suporte, especialmente nos momentos de troca de turno. A falta de alinhamento entre os operadores nos momentos de transição impactou diretamente a continuidade do processo, resultando em perda de tempo no *setup*. A equipe levantou a necessidade de estabelecer um protocolo mais claro para essa transição, de forma a garantir que a troca de turno não comprometa a eficiência da linha.

Outros pontos importantes identificados foram oportunidades de melhoria no próprio equipamento, como acrescentar um intermitente para realizar o movimento da linha durante o *setup*, reduzindo o esforço do operador, uma vez que o movimento é feito de forma manual durante os ajustes das guias, além disso, alterar o ângulo da guia de fechamento dos cartuchos, otimizar a guia de centralização dos blisters na esteira que conecta as etapas primária e secundária da linha, dentre outras oportunidades mapeadas e registradas pela equipe.

Tabela 7 – Observações Acompanhamento

FOLHA DE OBSERVAÇÃO ETAPAS DE SETUP		
Responsável pela coleta: Rubens de Abreu Operador: Visão geral	Equipamento: CAM8 Etapa: Primária e Secundária	Legenda: E= Eliminar R= Reduzir EX= Externo C= Combinar S= Simplificar
Elemento Nº	Descrição do Elemento	Observação
1	O ferramental veio com peças erradas, foi preciso escalar.	
2	Erro no tempo de teste, foi necessário chamar a líder para justificar e liberar.	
3	Erro, pois turno anterior tirou fotos do alumínio "finalizado", sem ter finalizado, e subiu no sistema. Eles não poderiam ter tirado, pois não havia finalizado ainda.	
4	A limpeza podia ter sido chamada antes, enquanto o produto estava na linha, 30min antes do início do SETUP, mas não foi.	
5	O início foi turbulento, pois o primeiro turno estava finalizando o lote e foi interrompido, para dar tempo de a equipe de SMED acompanhar a finalização e a inicialização integral do SETUP.	O primeiro turno fez até o bate papo para fazer a coleta do SMED< mas como faltavam apenas 20 minutos para acabar o turno, foi concordado em esperar o segundo turno e realizar a coleta de forma mais fluida e contínua, sem ter a pausa de troca de turno. Na entrada do segundo turno, foi feito o bate papo para o início da coleta. Em seguida, a finalização do lote e o início do SETUP do Bupium.

Fonte: Autoria Própria.

### 3.5.1 Análise das Atividades e Consolidação dos Dados

Após a coleta de dados de todas as atividades realizadas pelos operadores, cada um deles foi chamado de forma individual para analisar as atividades registradas e fazer observações de acordo com a sua rotina e cenário específico na linha. Esse momento de análise permitiu que os operadores pontuassem oportunidades de melhoria, identificassem limitações no processo, atribuissem graus de importância às atividades realizadas e sugerissem possíveis remanejamentos ou ajustes que pudessem otimizar o tempo de *setup*. Essa interação foi essencial para que as percepções de quem está na linha, no dia a dia do processo, fossem levadas em consideração, enriquecendo a análise realizada pela equipe.

Ao final dessa fase de observações individuais, as informações das coletas de todos os operadores, A, B, C, D e E, juntamente com as observações globais feitas pela equipe, foram consolidadas em uma única planilha, ilustrada pela Tabela 8. Essa planilha se tornou uma ferramenta central de análise e acompanhamento, com o objetivo de organizar de forma clara e objetiva todos os dados coletados durante a etapa de acompanhamento de *setup*.

Para cada atividade mapeada, a planilha continha as seguintes informações detalhadas:

**Tempo de execução:** O tempo total gasto em cada atividade, permitindo a avaliação precisa da duração de cada tarefa e a identificação de áreas que exigem mais atenção para otimização. **Operador:** O nome do operador responsável pela atividade, o que possibilita a análise do desempenho individual e a identificação de possíveis melhorias específicas.

**Etapa do processo:** A fase do processo em que a atividade ocorreu, ajudando a contextualizar a tarefa no fluxo geral do *setup*.

**Função do operador no *setup*:** A função específica desempenhada pelo operador durante o *setup*, facilitando a compreensão do papel de cada um no processo.

**Observações:** Anotações feitas pela equipe de acompanhamento e pelo operador, oferecendo detalhes sobre a execução da atividade e potenciais melhorias.

**Resumo da função:** Uma breve descrição do que foi feito pelo operador na atividade, fornecendo uma visão rápida da tarefa executada.

**Balanceamento Prévio:** A análise preliminar sobre o equilíbrio entre as atividades e as alocações de tarefas, permitindo verificar se alguma atividade está desbalanceada ou se há sobrecarga em algum ponto do processo.

**Classificação de atividade (Interna ou Externa):** A classificação da atividade como interna (realizada dentro da linha de produção) ou externa (que pode ser realizada fora da linha, sem impactar o processo), o que é fundamental para a aplicação da metodologia SMED. Atividades externas têm maior potencial de redução de tempo, já que podem ser feitas paralelamente ao processo.

**Descrição da atividade:** Detalhamento de cada tarefa realizada, permitindo entender o que foi feito em cada etapa do *setup*.

**Valor agregado:** Identificação de atividades que realmente agregam valor ao produto ou processo, ajudando a focar no que é essencial e a eliminar ou otimizar atividades que não contribuem diretamente para o resultado.

**Oportunidade/Observação registrada pelo membro da equipe:** As observações feitas pela equipe durante o acompanhamento, incluindo sugestões de melhorias ou problemas identificados durante a execução.

**Detalhe sobre a Oportunidade:** Expansão das oportunidades registradas, com detalhes sobre como a melhoria pode ser aplicada ou quais são os benefícios esperados.

**Observações do Operador:** As percepções dos próprios operadores sobre a atividade, incluindo dificuldades encontradas ou sugestões para tornar o processo mais eficiente.

Esses dados, organizados de forma estruturada na planilha, permitiram uma análise mais profunda das atividades realizadas durante o *setup*, ajudando a identificar padrões e pontos críticos que poderiam ser otimizados. A classificação de atividades internas e externas, por exemplo, forneceu informações valiosas sobre como o tempo de *setup* poderia ser reduzido de forma mais eficaz. Atividades externas são as que, teoricamente, têm maior potencial de redução de tempo, pois podem ser realizadas enquanto a linha de produção está em operação, sem interrupções no processo.

A análise também permitiu observar, a partir dos tempos de execução registrados, quais atividades são mais demoradas e quais operam dentro do tempo esperado. A descrição detalhada de cada atividade, combinada com as observações do operador e da equipe, proporcionou uma compreensão mais clara do fluxo de trabalho e das dificuldades enfrentadas na linha, além de evidenciar os pontos de melhoria que poderiam ser implementados com base na metodologia SMED.

Tabela 8 – Análise da Coleta

Fase	Resumo de Atividade	Descrição	Balanceamento			Descrição do Elemento	Início	Fim	Duração	Agrega Valor
			Releva	IN	EX					
Primária	Montagem e ajuste	DESMONTAGEM MÁQUINA	A			Parou para trocar o chame	15:11:00	15:15:00	00:04:00	N
Primária	Montagem e ajuste	DESMONTAGEM MÁQUINA	A			Sai da sala para limpar a sala				N
Primária	Montagem e ajuste	DESMONTAGEM MÁQUINA	A			Erro na identificação do alimento do ideal				N
Primária	Montagem e ajuste	DESMONTAGEM MÁQUINA	A			Acabou o tempo de trabalho	16:58:00	16:58:00	00:00:00	N
Primária	Montagem e ajuste	DESMONTAGEM MÁQUINA	A			Liber confere o tempo	16:58:00	17:00:00	00:19:00	N
Primária	Montagem e ajuste	CONFIRMAÇÃO DE PARTIDA	A			Durante a conferência, uma bolina marcou 2.0kg, quando na verdade era 1.0kg. Foi alterado 04	16:20:00	16:20:00	00:00:00	N
Primária	Montagem e ajuste	MODALIDADE DE REGULAÇÃO	A			Ajustar máquina com alavanca e pressionar a máquina	17:38:00	17:43:00	00:13:00	N
Primária	EBR	PRESE SUP	B			Aguardando o tempo da secadora (Termino do lote)	14:25:00	14:27:00	00:02:00	SN

Fonte: Autoria Própria.

### 3.5.2 Balanceamento das Atividades no Processo de Setup

A partir da análise da Tabela 8, que inclui as atividades classificadas como atividades que não agregam valor ao processo e as observações feitas pelos operadores sobre a ordem e a sequência das atividades, inicia-se a etapa de balanceamento. Durante essa fase, as atividades que foram identificadas e validadas, com o apoio da supervisão, como as que não agregam valor foram retiradas do sequenciamento. Essa eliminação tem o objetivo de simplificar o processo de *setup*, removendo tarefas que não contribuem diretamente para o resultado final, e garantindo que o tempo de *setup* seja dedicado apenas a atividades que efetivamente agregam valor.

Com as atividades desnecessárias eliminadas, o foco agora se volta para o balanceamento das tarefas restantes. Esse balanceamento foi realizado separadamente para as duas etapas do processo: a etapa primária e a etapa secundária. Para cada uma delas, foi seguido um procedimento detalhado, começando com o mapeamento das atividades específicas de cada etapa, levando em consideração tanto o tempo de execução de cada tarefa, quanto o número de operadores disponíveis em cada etapa. Na etapa primária, foram mapeadas 47 atividades, que são executadas por dois operadores. Já na etapa secundária, também foram mapeadas 47 atividades, com a execução de três operadores.

Vale ressaltar que os tempos de execução de cada atividade são particulares a cada tarefa, o que implica em algumas atividades demandarem mais tempo do que outras. Esse fator foi importante no processo de balanceamento, pois permitiu distribuir de maneira estratégica as atividades, assegurando que a carga de trabalho entre os operadores fosse

equilibrada, de modo a otimizar o tempo de *setup* e garantir que o processo fosse eficiente e sem sobrecarga para os operadores.

O balanceamento das atividades foi então realizado com o objetivo de agrupar as tarefas de forma estratégica. As atividades foram distribuídas de modo a atender às necessidades de cada etapa, dividindo-as em focos específicos, conforme o número de operadores disponíveis. Cada agrupamento levou em consideração o tempo de execução de cada atividade, com o objetivo de criar uma distribuição equilibrada de tarefas entre os operadores, para que cada um tivesse um esforço e um tempo de execução semelhantes ao longo do *setup*.

Em termos práticos, a metodologia aplicada buscou garantir que os operadores das duas etapas, primária e secundária, realizassem atividades com um tempo de execução similar entre eles, respeitando o maior tempo demandado para as atividades da etapa primária, de modo que o processo como um todo se desenvolvesse de maneira fluída e sem gargalos. Ao final da execução do *setup*, o ideal é que todas as atividades fossem finalizadas de forma sincronizada, permitindo que o tempo total de *setup* seja o mais reduzido possível, mantendo a qualidade e a eficiência do processo.

A Tabela 9 representa o balanceamento executado para a etapa primária, sendo finalizado em 188 minutos.

Tabela 9 – Balanceamento Primária

TEMPO	ETAPA	TEMPO	OPERADOR A	TEMPO	OPERADOR B
2 min	DESMONTAGEM	4 min	Desacoplar máquina e selecionar o formato no painel	2 min	Abrir Impeza no EBR (logbook)
4 min				12 min	1. Remover o excedente de material na máquina;
6 min		2. Identificar bobina de alumínio que sobrou;			
8 min		3. Remover restante de alu alu da máquina;			
10 min		4. Identificar restante de alu alu que sobrou;			
12 min					
14 min					

Fonte: Autoria Própria.

Da mesma forma, a Tabela 10 representa o balanceamento executado para a etapa secundária, sendo finalizado também em 188 minutos.

Tabela 10 – Balanceamento Secundária

ETAPA	TEMPO	OPERADOR C	TEMPO	OPERADOR D	TEMPO	OPERADORE	
PRÉ- SETUP 20min	5	Verificar o ferramenta (encaixotar a deira)			10 min	Buscar material do próximo lote	
						6 min	Corfeir material estrechado

Fonte: Autoria Própria.

### 3.5.3 Aplicação da Metodologia ECRS e Priorização das Ações

Após o balanceamento das atividades, o próximo passo foi a aplicação da metodologia ECRS, com o objetivo de otimizar ainda mais o processo de *setup*. A aplicação dessa metodologia focou especificamente em eliminar atividades que não agregam valor, combinar tarefas que podem ser realizadas em conjunto, reduzir esforços desnecessários e simplificar as etapas do processo. Para cada atividade listada, a viabilidade de aplicar um dos quatro princípios do ECRS foi cuidadosamente analisada. Quando a viabilidade de um princípio foi confirmada, uma ação específica foi anotada para implementar a mudança.

Essa etapa foi fundamental, pois a identificação de pontos de simplificação ou redução de esforço gerou a necessidade de ações concretas. Em cada caso onde foi possível reduzir o tempo ou esforço de uma atividade, uma ação foi registrada com a devida orientação para implementação. O impacto dessa fase é significativo, pois a aplicação dos princípios de ECRS permite transformar o processo, tornando-o mais eficiente e ágil, ao eliminar atividades desnecessárias e ao otimizar as que permanecem.

Na tabela resultante dessa análise, além das ações propostas, estão também as atividades que foram realocadas de "internas" para "externas" conforme a análise da coleta de dados. Essa reclassificação foi realizada a partir da observação de que algumas atividades podem ser feitas fora do período de *setup*, o que contribui para a redução do tempo total necessário para a troca. Vale ressaltar que as atividades eliminadas, identificadas como atividades que não agregam valor ao processo, não aparecem na tabela, pois foram retiradas na etapa de análise de coleta.

Cada ação registrada foi associada a uma análise de prioridade e complexidade, para que fosse possível ordenar as ações de forma estratégica e garantir que os recursos fossem

investidos de maneira mais eficiente. A classificação das ações foi feita de acordo com os seguintes critérios:

**Alta Prioridade:** Representadas pela letra "A" em vermelho, essas ações foram consideradas de extrema importância para a redução do tempo de *setup*. São ações que, ao serem implementadas, trariam impactos significativos no processo e, por isso, deveriam ser tratadas com urgência.

**Média Prioridade:** Representadas pela letra "M" em amarelo, essas ações têm um impacto considerável, mas não imediato. Elas devem ser implementadas após as ações de alta prioridade, mas ainda são importantes para a melhoria contínua do processo.

**Baixa Prioridade:** Representadas pela letra "B" em verde, essas ações, embora relevantes, têm um impacto menor no processo de *setup*. Podem ser implementadas em um estágio posterior, quando as ações de maior prioridade já tiverem sido abordadas.

Além disso, cada ação foi classificada quanto à sua complexidade:

**Alta Complexidade:** Indicadas por um círculo vermelho, essas ações exigem mudanças mais substanciais no processo, podendo demandar mais tempo e recursos para serem implementadas.

**Média Complexidade:** Indicadas por um círculo amarelo, essas ações envolvem ajustes moderados, mas ainda assim requerem atenção cuidadosa para sua implementação.

**Baixa Complexidade:** Indicadas por um círculo verde, essas ações são de fácil implementação, com mudanças pequenas ou ajustes simples no processo, e, portanto, são mais rápidas de executar.

Com a tabela organizada dessa maneira, foi possível realizar uma priorização das ações, começando pelas de alta prioridade e baixa complexidade, que são as mais rápidas e de grande impacto imediato. Esse critério permite que o processo de *setup* seja melhorado de forma progressiva e eficaz, atendendo às áreas de maior necessidade primeiro e, ao mesmo tempo, mantendo a agilidade na implementação das mudanças.

A Tabela 11 representa os dados da análise e da classificação das ações.

Tabela 11 – Aplicação ECRS

FOLHA DE MELHORIAS											
Elemento M	Classe	Descrição do Elemento	Número Elemento		ECRS			Ação	Complexidade	Prioridade	
			IN	EX	Eliminar	Combater	Reduzir				Simplificar
1	Primária	Levar cartões identificadores, extrator e laser ao ferramental						X	Colocar mesa com o rifle e o codificador mesa (preparado dos operadores para evitar erros)	●	B
2	Primária	Ajudar na montagem de máquinas, montagem da placa superior de alinhagem					X	Requisição de montar, já estar em melhoria Colocar laser no codificador (O 10) e no visor de instalação (instalar O 10)	●	M	
3	Primária	Demonstração de peças					X	Realização do ferramental ser o responsável de demonstrar o tipo. O operador poderá transferir para o operador a demonstração e a troca de estruturas. Elaborar o novo ferramental.	●	M	
4	Primária	Confirmação da prioridade		X					Verificar com regularidade a capacidade operacional por semana	●	B

Fonte: Autoria Própria.

### 3.5.4 Confeccção do Plano de Ação

Após a análise detalhada das atividades e a aplicação dos princípios da metodologia ECRS, o plano de ação foi estruturado com base nas ações avaliadas e validadas por três critérios: prioridade e complexidade determinadas na etapa de ECRS, e o impacto direto na linha de produção. O plano de ação finalizou com nove ações estratégicas, que abordam áreas críticas e oferecem melhorias de grande relevância para o processo de *setup*.

As ações do plano têm como principais objetivos aumentar a eficiência do processo de *setup*, reduzir o tempo de troca e garantir melhorias na qualidade e segurança da operação. Entre os pontos chave de intervenção, destacam-se:

**Condição básica dos equipamentos e padronização:** O plano contempla a melhoria nos componentes do equipamento, como ajustes e substituição de peças específicas, visando garantir o funcionamento adequado e a redução de falhas. A implementação de novos padrões de sequenciamento, com base na metodologia SMED, tem como objetivo otimizar a troca de componentes e diminuir as variações no processo, facilitando a adaptação do sistema às exigências da linha e da meta de tempo de *setup*.

**Gerenciamento do ferramental e padronização de formatos:** O termo "ferramental" se refere ao conjunto de peças necessárias para operar com um determinado formato de produto. Cada formato corresponde à dimensão específica do cartucho do medicamento que está sendo produzido. O plano de ação prevê a implementação de memórias mecânicas para cada um dos seis formatos de ferramental utilizados na linha. A correta alocação e organização dessas peças permitem a redução de erros e o tempo necessário para a troca entre os diferentes formatos de produto, garantindo mais eficiência e rapidez no processo de *setup*.

**Gestão visual e padronização das etapas:** A gestão visual da linha impacta positivamente no processo de padronização dos processos, trazendo clareza aos padrões

visuais com relação a etapa abordada no documento. A ação visa identificar as portas e subsistemas do equipamento.

**Impactos na qualidade e segurança:** A segurança e a qualidade são áreas fundamentais dentro do plano de ação. Um exemplo disso é a instalação de uma proteção de acrílico na porta da etapa de magazine, que evita que os blísteres caiam durante a operação. Esse ponto é relevante, pois a queda de blísteres pode gerar problemas de contaminação cruzada, especialmente durante a troca de lotes. Foi mapeado que, os blísteres caíram em pontos cegos da máquina, o que afeta a qualidade e a continuidade do processo. Com a proteção, a integridade dos blísteres é mantida, assegurando que não ocorram contaminações durante o *setup* e, conseqüentemente, garantindo a qualidade do produto final.

**Centralização dos blísteres na esteira:** Outra ação relevante no plano de ação está relacionada à centralização dos blísteres na esteira que conecta as etapas primária e secundária do processo. Essa melhoria é particularmente importante, pois foi identificado que o desajuste e o enrosco dos blísteres na esteira resulta em horas paradas durante e após o *setup*. Além disso, esse problema leva ao descarte de blísteres que, embora estejam em bom estado, são rejeitados devido ao enrosco. Com a centralização, será possível reduzir o número de paradas desnecessárias, evitar o desperdício de produto e melhorar a fluidez do processo, gerando maior produtividade e menos retrabalho.

Com essas ações agrupadas e implementadas, o plano de ação visa transformar significativamente a linha de embalagem, impactando a eficiência operacional, a qualidade do processo e a segurança. A padronização, a organização do ferramental, a gestão visual, e as melhorias na condição do equipamento contribuem para um ambiente de trabalho mais eficiente, organizado e seguro, com impacto direto na redução do tempo de *setup* e na garantia da qualidade do produto final.

A Tabela 12 apresenta o plano de ação.

Tabela 12 – Plano de Ação

PLANO DE AÇÃO - SMED CAM-08						
No.	Atividade	Como? (Ação)	Dat.	Resp.	Status	Resultados
1	Regulagem aba frontal	Trocar guia (ângulo) Fedramento de aba frontal. Solicitação de melhora da peça (desbaste na guia).	31/05/2024	Rubens Neto	Concluído	Reestruturação de condição básica
2	Setup Total	Realizar novo padrão de sequenciamento- SMED	31/05/2024	Rubens Neto	Concluído	Sequenciamento ideal de atividades e balanceamento de colaboradores
3	Treinamento novo sequenciamento	Realizar treinamento dos operadores (Evidência)	31/05/2024	Rubens Neto	Concluído	Balizar conhecimento dos operadores

Fonte: Autoria Própria.

## 4 Resultados

Neste capítulo, serão apresentados os resultados alcançados a partir da aplicação com base na metodologia SMED na linha de embalagem de comprimidos CAM 8, com o objetivo de reduzir o tempo de *setup* e, conseqüentemente, aumentar a eficiência da produção. Através da análise detalhada das atividades envolvidas no processo de *setup*, foram implementadas diversas melhorias em áreas chave, incluindo o sequenciamento das atividades de *setup*, o balanceamento das tarefas entre os operadores, a otimização das condições básicas da máquina, o ajuste dos pontos críticos de ajuste, além de projetos específicos de melhoria nos componentes da máquina.

O primeiro aspecto a ser discutido refere-se ao impacto no sequenciamento de *setup*, com especial foco na análise das atividades internas e externas ao *setup*. A transformação de atividades internas em externas, uma das premissas da metodologia SMED, se mostrou um desafio considerável. Embora a teoria indique que a maioria das atividades de *setup* deva ser transferida para o período em que a máquina ainda está operando, na prática, essa mudança nem sempre é viável. Durante a análise, foi constatado que grande parte das atividades internas não poderia ser facilmente convertida, uma vez que estavam diretamente ligadas a ajustes complexos e específicos do equipamento que exigem a parada da máquina para sua execução.

No entanto, foi possível transferir duas atividades específicas para o processo externo, que, além de se encaixarem no contexto da operação contínua, também agregaram valor significativo ao processo. Essas atividades envolvem ajustes em componentes que podem ser preparados enquanto a máquina ainda está em operação, sem comprometer a qualidade ou segurança da produção. A implementação dessa mudança possibilitou que a máquina estivesse operando por mais tempo, enquanto parte do trabalho de preparação estava sendo realizado de forma paralela.

Após a identificação das atividades internas e externas no processo de *setup*, a próxima etapa envolveu uma análise mais profunda sobre as tarefas executadas, visando continuar otimizando o sequenciamento. A partir da separação das atividades, foi possível aplicar a metodologia ECRS (Eliminar, Combinar, Reduzir e Simplificar), que proporcionou uma revisão crítica das tarefas restantes.

A análise de ECRS representa uma etapa essencial para o aprimoramento do sequenciamento das atividades de *setup*. Esta abordagem visa identificar oportunidades de otimização das tarefas envolvidas, com o intuito de aumentar a eficiência do processo, eliminando atividades desnecessárias e reduzindo a complexidade onde for possível.

**Eliminar atividades:** A primeira ação da análise consistiu na eliminação de atividades desnecessárias, ou seja, aquelas que não agregam valor ao processo de *setup*. Após

a revisão das tarefas executadas, foram identificadas 46 atividades que puderam ser completamente eliminadas, pois não contribuem diretamente para a execução do *setup* nem para a qualidade da produção. Essas atividades eram, muitas vezes, repetitivas ou relacionadas a processos que poderiam ser automatizados ou melhor organizados, sem impactar negativamente a operação. A eliminação dessas tarefas resultou na redução do tempo total de *setup*, minimizando o desperdício de recursos e esforço.

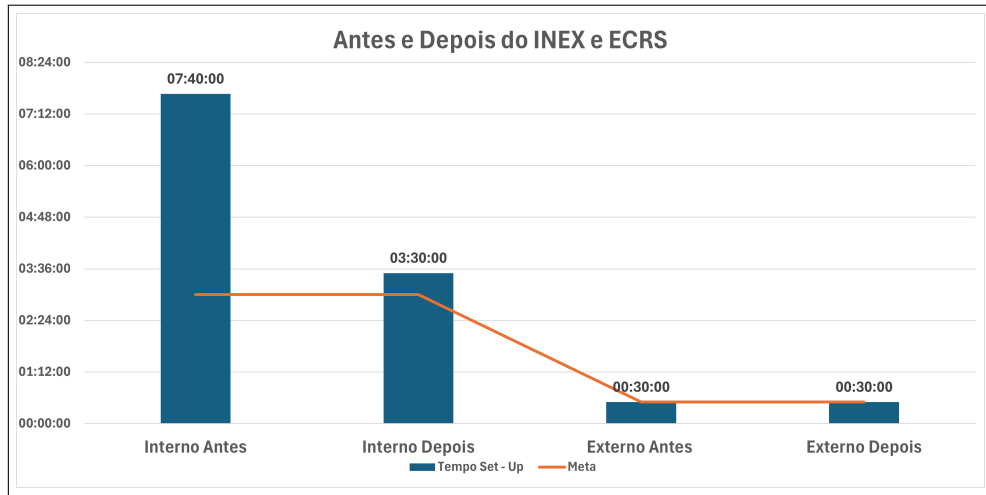
**Combinar atividades:** Além da eliminação, foi realizada uma análise para combinar atividades, sempre que possível. O objetivo foi agrupar tarefas que poderiam ser realizadas simultaneamente, sem prejudicar a eficiência ou a qualidade do processo. Embora o impacto dessa ação tenha sido mais limitado, pequenas melhorias foram implementadas, principalmente no que diz respeito à organização das ferramentas e materiais. Algumas atividades puderam ser realizadas em paralelo, sem aumento de complexidade ou riscos para a operação.

**Reduzir atividades:** A redução da complexidade foi outro ponto-chave da análise ECRS. Uma das atividades de *setup*, que apresentava um alto grau de complexidade, foi simplificada por meio de ajustes no processo e modificações no equipamento, o que reduziu o tempo necessário para sua execução e tornou o processo mais eficiente.

**Simplificar tarefas:** Por fim, foi realizada a simplificação de tarefas. Um total de 17 atividades foram simplificadas, impactando em diminuição de tempo necessário para o *setup* e diminuição do esforço necessário para realizar o combo de tarefas que compõe o sequenciamento de *setup*.

O impacto da análise ECRS no sequenciamento de *setup* foi significativo. A eliminação de 46 atividades, a redução da complexidade de 1 atividade e a simplificação de 17 outras contribuíram diretamente para a diminuição do tempo total de *setup* e para a melhoria do fluxo de trabalho. Este impacto é representado por meio da Figura 40, evidenciando a redução de 04 horas e 10 minutos no sequenciamento para as atividades consideradas internas. Para as atividades definidas como externas, executadas durante a linha em operação, não houve variação. As duas atividades convertidas em externas, pós análise, foram alocadas nos 30 minutos definidos ao "pré *setup*", momento onde as demais atividades externas são realizadas.

Figura 40 – Antes e Depois INEX

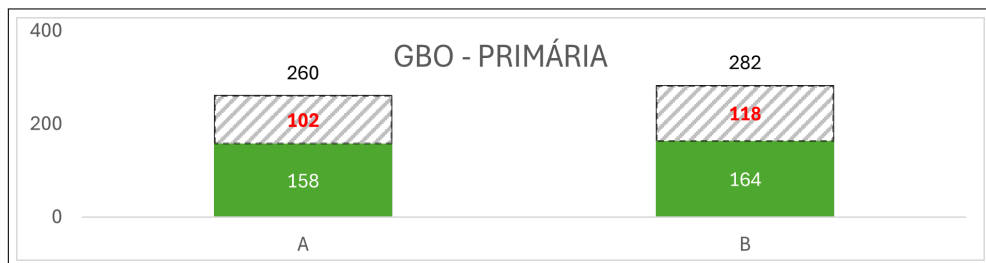


Fonte: Autoria Própria

Quanto aos resultados na etapa de balanceamento, onde houve a redistribuição das atividades entre os operadores, de forma a otimizar o tempo de execução do sequenciamento, minimizar os tempos de inatividade e garantir um esforço mais equilibrado ao longo das etapas de processo, foi possível alcançar um impacto significativo na redução do tempo de *setup*.

No caso específico da etapa primária, os resultados obtidos após o balanceamento mostram uma significativa redução nos tempos de atividades para os operadores A e B, sendo representada pela Figura 41. O operador A, que inicialmente tinha 260 minutos dedicados às suas tarefas, teve uma redução de 102 minutos, passando a realizar suas atividades em 158 minutos. Já o operador B, que antes realizava as atividades em 282 minutos, passou a ter um tempo de 164 minutos, representando uma redução de 118 minutos.

Figura 41 – GBO Primária

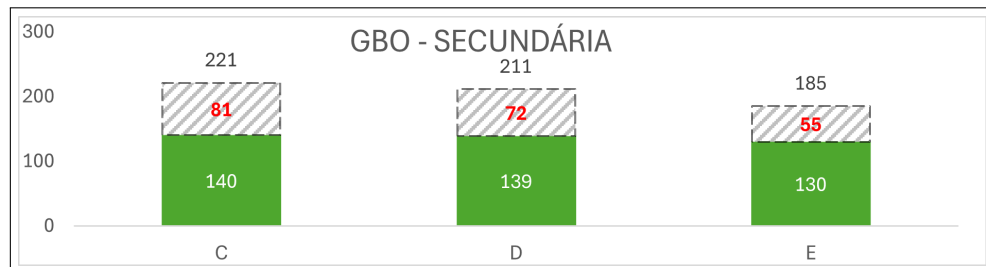


Fonte: Autoria Própria

Na etapa secundária, também houve uma melhoria expressiva, apresentada por meio da Figura 42. O operador C, que inicialmente tinha 221 minutos de atividades, reduziu seu tempo para 140 minutos, representando uma diminuição de 81 minutos. O operador D passou de 221 minutos para 139 minutos, reduzindo 82 minutos, enquanto o operador E teve uma redução de 55 minutos, passando de 185 minutos para 130 minutos. Essas

melhorias na etapa secundária, juntamente com os resultados da etapa primária, demonstram uma significativa otimização do processo, contribuindo para a redução do tempo total de *setup* e aumentando a produtividade da linha de embalagem.

Figura 42 – GBO Secundária



Fonte: Autoria Própria

## 4.1 Novo Sequenciamento de Atividades de *setup* Total

A partir da análise da coleta de dados, da aplicação dos princípios de interno e externo, do balanceamento das atividades e da metodologia ECRS, foi desenvolvido um novo sequenciamento de atividades para o *setup* total da CAM 8, com ênfase no *setup* de tipo 2. Esse novo sequenciamento foi estruturado para otimizar o tempo de *setup*, tornando as atividades mais eficientes e alinhadas com os objetivos de redução de tempo e melhoria do fluxo de trabalho.

O novo sequenciamento organiza as atividades de cada operador em diferentes etapas do *setup*, com tempos propostos para cada uma delas. A distribuição de cores ao longo do documento facilita a visualização e compreensão do processo, permitindo identificar claramente em qual fase do *setup* cada atividade deve ser executada. As cores atribuídas são as seguintes:

**Roxo:** Etapa de pré-*setup*, que abrange as atividades externas ao *setup* propriamente dito, realizadas antes da desmontagem da máquina.

**Azul:** Etapa de desmontagem, onde as partes da máquina são preparadas para a substituição dos componentes e ajustes necessários.

**Laranja:** Etapa de limpeza da sala, fundamental para garantir a qualidade do ambiente e evitar contaminação durante o processo.

**Verde:** Etapa de montagem e regulagem, onde as partes da máquina são remontadas e ajustadas para o início da produção, garantindo que tudo esteja alinhado para a produção de qualidade.

No caso específico da etapa primária, representada na Figura 43, o sequenciamento apresenta um tempo total de execução de 188 minutos. Nesse novo modelo, o operador A fica focado na montagem e desmontagem das peças, enquanto o operador B se dedica à documentação e ao suporte nas atividades de montagem e desmontagem. Essa divisão de tarefas permite uma execução mais fluida e eficiente, otimizando o tempo de *setup* e melhorando o desempenho da linha.

Figura 43 – Sequenciamento Primária

PADRÃO SETUP				REVISÃO: 00	DATA: 01/04/2024	REVISADO POR: RUBENS N.
				Linha: CAM 8	TPO DE SETUP:	SETUP TOTAL
-20 min	PRÉ-SETUP 20min	5 min	Conferir o material e equipamento (pré-SETUP)			
-18 min						
-16 min						
-14 min		2 min	Pegar o carrinho			
-12 min						
-10 min						
-08 min						
-06 min						
-04 min						
-02 min						
2 min	DESMONTAGEM 44 min	4 min	Desasoplar máquina e selecionar o formato no painel	2 min	Abrir limpeza no EBR (logbook)	
4 min						
6 min		10 min	1. Remover o excedente de material na máquina; 2. Identificar bobina de alumínio que sobrou; 3. Remover restante de alu alu da máquina; 4. Identificar restante de alu alu que sobrou;	12 min	1. Remover o excedente de material na máquina; 2. Identificar bobina de alumínio que sobrou; 3. Remover restante de alu alu da máquina; 4. Identificar restante de alu alu que sobrou;	
8 min						
10 min						
12 min						
14 min						
16 min		13 min	1. Desmontar sistema de faca (disco de corte, fca, porta ventosa, quarta pinça, guia quarta pinça, guia da manta, rolo oscilante);	5 min	Retirar materiais para lavagem da sala (box, cadeiras, mesa)	
18 min						
20 min						
22 min			2. Desmontar sistema de selagem (ferreira pinça, guia terceira pinça, placa de resfriamento, placa de selagem sup e inf);	3 min	Anotar quadro de produto na entrada	
24 min						
26 min						
28 min		3. Desmontar as guias e transportar elas;	5 min	Ir marcar limpeza no quadro		

ANEXO 8- MIP POP 1-011, Revisão 3  
Página 1 de 5

Fonte: Autoria Própria

Quanto à etapa secundária, representada pela Figura 44, o sequenciamento de atividades também foi otimizado, com o tempo total de execução reduzido para 188 minutos. Nessa etapa, a distribuição de tarefas entre os operadores foi planejada de forma a garantir uma execução mais eficiente e bem equilibrada.

Na divisão das atividades, o operador C ficou responsável pela desmontagem e montagem da encartuchadeira, o operador E com a função de desmontagem e montagem da encaixotadora, enquanto o operador D se concentrou exclusivamente na documentação do processo. Essa organização permitiu a especialização de cada operador em uma função específica, garantindo maior foco e eficiência em cada etapa.

A clara alocação de responsabilidades permite que cada operador se concentre nas tarefas críticas para a etapa, reduzindo erros, aumentando a precisão na execução e permitindo que os tempos de cada atividade sejam padronizados e controlados.

Figura 44 – Sequenciamento Secundária

PADRÃO SETUP							
REVISÃO	DATA	REVISADO POR					
00	01/04/2024	RUBENS N.					
Linha	TIPO	TIPO					
CAM 8	TESTE	SETUP TOTAL					
TEMPO	ETAPA	TEMPO	OPERADOR C	TEMPO	OPERADOR D	TEMPO	OPERADOR E
-20 min	PRÉ-SETUP 20min	6 min	Verificar o ferramental (encartuchadeira)			10 min	Buscar material do próximo lote
-18 min							
-16 min							
-14 min							
-12 min							
-10 min							
-08 min							
-06 min							
-04 min							
-02 min							
2 min	DESMONTAGEM 42 min	5 min	Levar amostras futuras	3 min	1. Finalizar lote anterior 2. Reportar o último pallet 3. Retirar o pallet	7 min	Realizar limpeza com ar pressurizado
4 min							
6 min							
8 min		6 min	Retirar as bulas e cartuchos do lote anterior	2 min	Colocar linha em limpeza		
10 min				4 min	Preencher o quadro da linha com o produto que irá rodar	5 min	1. Realizar limpeza do chão 2. Remover o lodo que foi varido 3. Retirar o lodo (Caixa Embarque)
12 min							
14 min		10 min	Desmontar os empuradores (encartuchadeira)	9 min	1. Contabilizar o material que sobrou do lote anterior (Reconciliação) 2. Preencher a documentação 3. Conduzir o material para devolução, tanto da primária, quanto da secundária	7 min	Desmontar encaixotadora
16 min							
18 min							
20 min							
22 min							
24 min							
26 min							
28 min							

ANEXO 8 - MP POP 1-011, Revisão 3  
Página 1 de 5

Fonte: Autoria Própria

Para cada atividade do sequenciamento, tanto na etapa primária quanto na secundária, a proposta foi a construção de uma única Instrução de Trabalho (IT), que funciona como um Padrão Visual de Operação (PVO). Esse documento único tem como objetivo fornecer diretrizes claras e detalhadas sobre como cada tarefa deve ser realizada, instruindo os operadores de forma eficiente e padronizada, garantindo que cada atividade seja realizada de acordo com os parâmetros definidos.

A IT/PVO combina instruções textuais com recursos visuais, que tornam o processo de execução mais intuitivo. Isso assegura que os operadores entendam facilmente o que é esperado em cada etapa, desde o início até a finalização da atividade, incluindo os tempos estimados para cada tarefa e as especificações necessárias. A utilização desses elementos visuais contribui para a clareza e compreensão imediata das etapas, tornando o processo mais acessível, especialmente em um ambiente de produção dinâmico.

Essa abordagem padroniza a execução das atividades, eliminando variações entre os operadores e turnos. Como resultado, a qualidade e a consistência do processo são mantidas, já que todos seguem os mesmos procedimentos, aumentando a eficiência. Além disso, a IT/PVO reforça a cultura de padronização e melhoria contínua dentro da fábrica, garantindo que todos os operadores estejam alinhados com as melhores práticas estabelecidas para o processo de *setup*.

A Figura 45 apresenta um exemplo, através da atividade "Ajuste das garras da esteira de cartuchos".

Figura 45 – Instrução de Trabalho no Sequenciamento

PADRÃO SETUP						REVISÃO: 00	DATA: 01/04/2024	REVISADO POR: RUBENS N.
						Linha: CAM 6	Tipo: 1511	SETUP TOTAL
TEMPO	ETAPA	TEMPO	OPERADOR C	TEMPO	OPERADOR D	TEMPO	OPERADOR E	
30 min				3 min	Iniciar o processo de tirar de limpeza indo chamar o líder			
32 min				10 min	Ler QR Codes e tirar fotos (9 pontos)			
34 min								
36 min								
38 min								
40 min								
42 min								
44 min	MONTAGEM E REGULAGEM 146min	10 min	1. Ajuste das garras da esteira de cartuchos 2. Realizar regulagem da puxada no doide (Tamanho e espaçamento da guia do cartucho) 3. Configurar a altura e espaçamento do cartucho (guia de recebimento)	3 min	Puxar o palete com as embalagens que irão entrar em linha e inserir material do próximo lote	10 min	1. Montar e encaixotadora 2. Colocar aba lateral (encaixotadora)	
46 min								
48 min								
50 min								
52 min								
54 min			10 min	1. Realizar regulagem da calda do cartucho 2. Regular o pente/ fechamento e altura	10 min	Regular o pente/ fechamento e altura	3 min	Regular a altura da esteira (encaixotadora)
56 min								
58 min							11 min	Trocar lote
60 min								
62 min								
64 min		10 min	Regular canecas (Fechamento)	10 min	Montar empurraadores da encartuchadeira			
66 min								
68 min								
70 min						5 min	Abastecer bula na máquina	
72 min								
74 min		16 min	Regular a altura e posição dos dobradores de aba (Fechamento)	13 min	Receber o material no EBR			
76 min						10 min	Montar empurraadores da encartuchadeira	

ANEXO 8- MP POP 1-011, Revisão 3  
Página 2 de 5

Fonte: Autoria Própria

A IT para a atividade "Ajuste das garras da esteira de cartuchos" é apresentada na Figura 46, evidenciando o layout e organização do documento.

O documento consiste em um passo a passo detalhado da atividade do sequenciamento, onde cada passo é composto por uma imagem e uma legenda, detalhando a ação esperada. A proposta ao construir uma IT, é explorar todos os pontos da atividade, os motivos e impactos de cada ação, descrevendo e ordenando as ações de forma estratégica, para o operador executar o padrão de forma clara e fluída.


Figura 46 – Instrução de Trabalho

INSTRUÇÃO DE TRABALHO
←

CÓDIGO:	HOR-EBS-ECT-39-001	VERSÃO:	00
SUBSISTEMA:	MAGAZINE	FREQUÊNCIA:	SETUP
DEFEITO:	N/A	ELABORADO POR:	RUBENS N.
PROCEDIMENTO:	REGULAR AS PINÇAS	EXECUTADO POR:	OPERAÇÃO



**1**  
Para realizar esse procedimento será necessário usar uma chave fixa N° 7



**2**  
Pressionar o botão " Stop" para parar a máquina e realizar o procedimento



**3**  
Máquina parada



**4**  
Local onde será realizado o procedimento

ANEXO 4 - MP POP 1-011, Revisão 3  
 Página 1 de 4

Fonte: Autoria Própria

## 4.2 *Kaizens* - Plano de Ação

Esta seção descreve os principais pontos resultantes dos eventos *Kaizen*, destacando as estratégias adotadas e os resultados obtidos.

### 4.2.1 *Kaizen* - Memórias Mecânicas

Esta etapa do projeto envolve a implementação dos *Kaizens* gerados a partir das ações mapeadas no plano de ação, com foco em melhorias significativas no processo de *setup* e redução de tempos de ajuste. O primeiro *Kaizen* que impactou diretamente a linha foi a instalação das memórias mecânicas, um avanço importante para facilitar a regulagem das peças durante o *setup* e otimizar os tempos de ajuste no processo de produção.

**Memórias Mecânicas: Definição e Benefícios** As memórias mecânicas são dispositivos de referência utilizados para garantir que as peças sejam posicionadas corretamente na máquina durante o processo de regulagem. Elas consistem em parafusos com tamanho e local de alocação específicos, que servem como guias para o ajuste preciso das peças sem a necessidade de medições adicionais ou ajustes demorados. O principal benefício das memórias mecânicas é a eliminação de tempo excessivo gasto em ajustes, garantindo que as peças fiquem sempre na posição correta de forma rápida e eficiente, reduzindo o tempo de *setup* e aumentando a produtividade da linha.

**Implementação e Distribuição** No total, foram instaladas 60 memórias mecânicas em dez pontos estratégicos do equipamento, sendo que em cada ponto foram alocadas seis memórias mecânicas, em função dos seis formatos diferentes de cartuchos que são atendidos pela linha. Todas as memórias foram implementadas na encartadeira do equipamento, a qual compõe a etapa secundária do processo. Cada formato de cartucho exige um conjunto específico de ferramenta, o que justifica a necessidade de múltiplas memórias para cada ponto de regulagem. Essas memórias foram implementadas de forma a atender diferentes partes do processo, como a montagem, a desmontagem e o ajuste dos equipamentos, otimizando o tempo de produção e eliminando a variabilidade de ajuste entre operadores.

Cada conjunto de memórias mecânicas, que corresponde a um formato específico de cartucho, é identificado por uma cor distinta, facilitando a visualização e o manuseio dos ajustes pelos operadores. Os seis formatos de cartucho atendidos pela linha são identificados pelas seguintes cores:

**Formato 13 - Branco**

**Formato 45 - Prata**

**Formato 114 - Azul Ciano**



**Formato 135 - Amarelo**

**Formato 213 - Dourado**

**Formato 214 - Verde Musgo** Com essa organização, os operadores podem facilmente identificar qual formato de cartucho está relacionado a cada conjunto de memória

**Apresentação dos Kaizens: Subistemas e Impactos** O primeiro Kaizen gerado, relacionado à instalação das memórias mecânicas, foi apresentado inicialmente no sub-sistema de dobrador de bulas. O Kaizen é apresentado por meio da Figura 47 Nesse caso, foi instalada uma memória mecânica no ponto de ajuste da máquina, referenciada como E10. A instalação dessa memória garantiu que o processo de ajuste das peças fosse realizado de forma mais rápida e com maior precisão, impactando diretamente na redução do tempo de *setup*. Além disso, ao eliminar a necessidade de ajustes manuais constantes, a implementação das memórias mecânicas também contribuiu para a padronização do processo, permitindo uma execução mais consistente e eficiente das atividades.

Figura 47 – Kaizen - Memória Mecânica Dobrador de Bulas


KAIZEN EXPRESS			
Descrição do Oportunidade (Demanda ou Melhorias): Memórias Mecânicas E10		Data: 24/09/2024	
Nome: CAMS - Engenharia de Soluções 2		Responsável: Rubem Lima	
Nome: Memória 3 - Operador Especializado e 10		<input type="checkbox"/> Melhorar <input type="checkbox"/> Melhorar <input type="checkbox"/> Melhorar	
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		<input type="checkbox"/> Melhorar <input type="checkbox"/> Melhorar <input type="checkbox"/> Melhorar	
SITUAÇÃO ATUAL		CONCLUSÃO, PADRONIZAÇÃO, EXPANSÃO E GANHOS	
			
<p><b>META</b></p> <p>Padronizar os parâmetros de montagem no subsistema "Dobrador de Bulas", por meio de Memória Mecânica, identificada como "E10".</p>			
<p><b>SITUAÇÃO ATUAL</b></p> <p>Ausência de parâmetros corretos de Memória Mecânica no subsistema "Dobrador de Bulas".</p>			
<p><b>RESULTADO</b></p> <p>Parâmetros corretos de Memória Mecânica para 6 formatos no subsistema "Dobrador de Bulas".</p>			

Fonte: Autoria Própria

O segundo Kaizen de memórias mecânicas, apresentado na Figura 48, está relacionado ao subsistema de "Armação", e impacta diretamente a etapa de regulagem do equipamento. Este Kaizen foi implementado com a instalação de seis memórias mecânicas, identificadas como E1, E2, E3, E4, E5 e E6, localizadas em pontos estratégicos ao longo do subsistema de armação. Cada uma dessas memórias mecânicas tem como objetivo facilitar a regulagem dos componentes específicos do sistema de armação, garantindo que as peças sejam ajustadas de maneira precisa e eficiente. Nesta etapa do processo, ocorre a armação dos

cartuchos, antecedendo a etapa de introdução de bula e blíster no cartucho. Com o posicionamento preciso e correto nesta etapa, a eficiência da introdução é maior, aumentando a fluidez e qualidade do processo.

Figura 48 – Kaizen - Memórias Mecânicas Armação


KAIZEN EXPRESS			
Descrição do Ocorrência (Evento ou Malfuncionamento): Memórias Mecânicas E1, E2, E3, E4, E5 e E6		Nome: CAMS - Desenvolvidor de Soluções 2	
Título: Memória 3 - Operador Especializado de Linha		Responsável: Ruben Ribeiro	
Ano: 2024		Data: 24/09/2024	
Categorias: <input checked="" type="checkbox"/> Melhor Ambiente/Segurança, <input checked="" type="checkbox"/> Ergonomia, <input checked="" type="checkbox"/> Melhor Qualidade, <input checked="" type="checkbox"/> Melhor Custo, <input checked="" type="checkbox"/> Melhor Qualidade do Produto, <input checked="" type="checkbox"/> Melhor Segurança		Críticas: <input type="checkbox"/> Nenhum, <input checked="" type="checkbox"/> Médio, <input type="checkbox"/> Alto	
Projeto: <input type="checkbox"/> Necessidade de Projeto, <input checked="" type="checkbox"/> Não Necessidade de Projeto		Projeto: <input type="checkbox"/> Necessidade de Projeto, <input checked="" type="checkbox"/> Não Necessidade de Projeto	
SITUAÇÃO ATUAL		CONCLUSÃO, PADRONIZAÇÃO, EXPANSÃO E GANHOS	
		<p><b>META</b></p> <p>Padronizar os parâmetros de montagem no subsistema "Armação", por meio de Memórias Mecânicas, identificadas como "E1", "E2", "E3", "E4", "E5" e "E6".</p> <p><b>SITUAÇÃO ATUAL</b></p> <p>Ausência de parâmetros corretos de Memória Mecânica no subsistema "Armação".</p> <p><b>RESULTADO</b></p> <p>Parâmetros corretos de Memória Mecânica para 6 formatos no subsistema "Armação".</p>	

Fonte: Autoria Própria

O terceiro Kaizen de memórias mecânicas, apresentado na Figura 49, refere-se ao subsistema de "Codificação", que recebeu a instalação de uma memória mecânica identificada como E7.

Essa memória mecânica tem como função proporcionar uma referência precisa para a regulagem da altura do carimbo responsável pela codificação do produto. Com a memória E7, é possível posicionar o carimbo de forma rápida e consistente, evitando a necessidade de ajustes repetidos e reduzindo o tempo gasto no processo de configuração. A implementação dessa memória mecânica assegura que a altura do carimbo seja definida de maneira exata, minimizando erros e variações durante a produção.

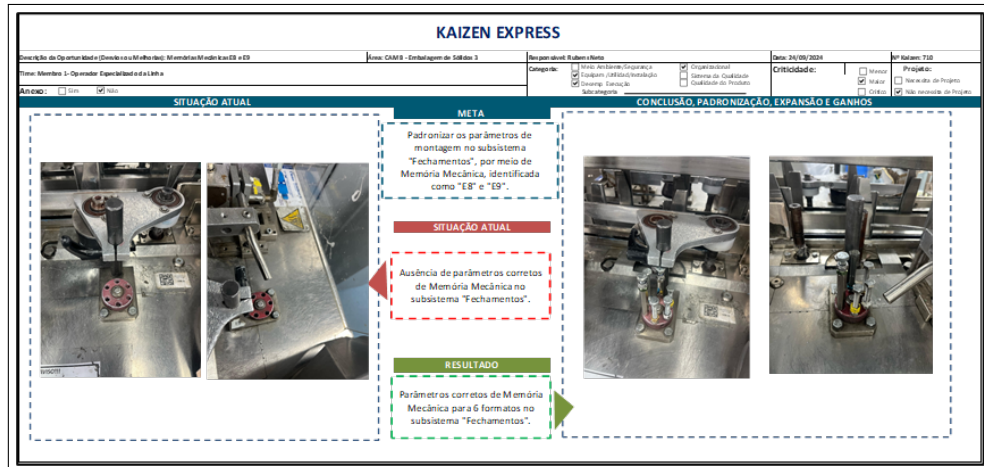
Figura 49 – Kaizen - Memória Mecânica Codificação

KAIZEN EXPRESS			
Descrição do Ocorrência (Evento ou Malfuncionamento): Memória Mecânica E7		Nome: CAMS - Desenvolvidor de Soluções 2	
Título: Memória 3 - Operador Especializado de Linha		Responsável: Ruben Ribeiro	
Ano: 2024		Data: 24/09/2024	
Categorias: <input checked="" type="checkbox"/> Melhor Ambiente/Segurança, <input checked="" type="checkbox"/> Ergonomia, <input checked="" type="checkbox"/> Melhor Qualidade, <input checked="" type="checkbox"/> Melhor Custo, <input checked="" type="checkbox"/> Melhor Qualidade do Produto, <input checked="" type="checkbox"/> Melhor Segurança		Críticas: <input type="checkbox"/> Nenhum, <input checked="" type="checkbox"/> Médio, <input type="checkbox"/> Alto	
Projeto: <input type="checkbox"/> Necessidade de Projeto, <input checked="" type="checkbox"/> Não Necessidade de Projeto		Projeto: <input type="checkbox"/> Necessidade de Projeto, <input checked="" type="checkbox"/> Não Necessidade de Projeto	
SITUAÇÃO ATUAL		CONCLUSÃO, PADRONIZAÇÃO, EXPANSÃO E GANHOS	
		<p><b>META</b></p> <p>Padronizar os parâmetros de montagem no subsistema "Codificação", por meio de Memória Mecânica, identificada como "E7".</p> <p><b>SITUAÇÃO ATUAL</b></p> <p>Ausência de parâmetros corretos de Memória Mecânica no subsistema "Codificação".</p> <p><b>RESULTADO</b></p> <p>Parâmetros corretos de Memória Mecânica para 6 formatos no subsistema "Codificação".</p>	

Fonte: Autoria Própria

O quarto Kaizen de memórias mecânicas, ilustrado na Figura 50, é referente à etapa de "Fechamento" e envolve a instalação de duas memórias mecânicas, identificadas como E8 e E9. Essas memórias têm a função de regular a altura das guias responsáveis pelo fechamento das abas inferiores dos cartuchos.

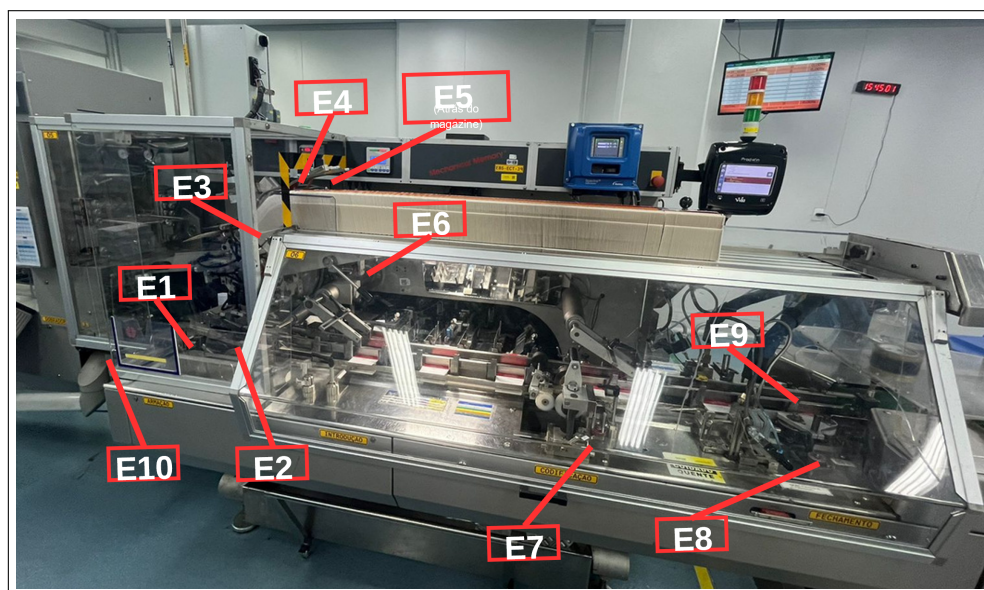
Figura 50 – Kaizen - Memórias Mecânicas Fechamento



Fonte: Autoria Própria

A Figura 51 apresenta a disposição de todas as memórias mecânicas na máquina, oferecendo uma visão abrangente sobre a localização de cada uma delas na prática. Essa visualização facilita a compreensão da implementação das memórias nos diversos subsistemas do equipamento, permitindo uma rápida identificação de cada ponto de ajuste e sua aplicação no processo de produção.

Figura 51 – Disposição Memórias Mecânicas na Máquina

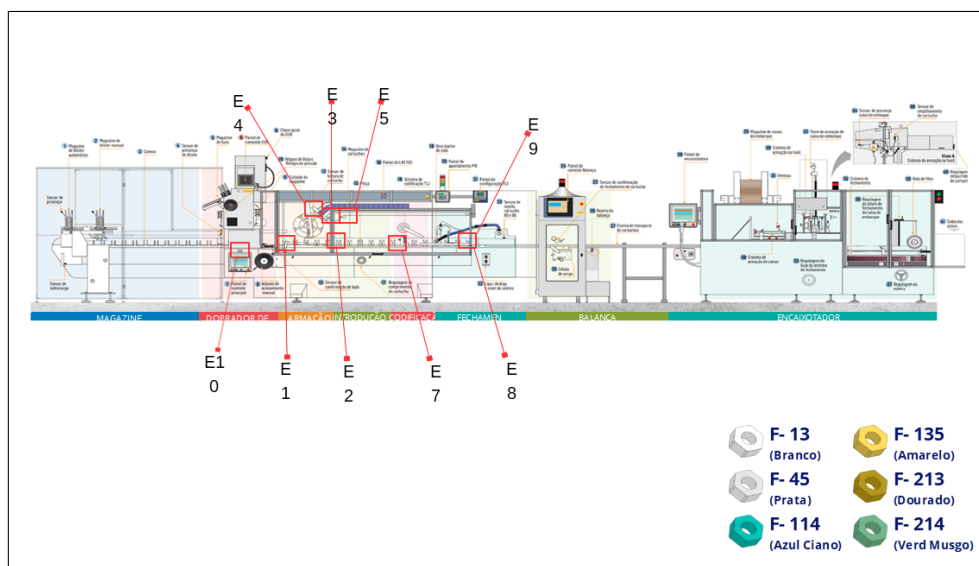


Fonte: Autoria Própria

A Figura 52 apresenta um esquemático com todos os subsistemas da máquina, abran-

gendo desde a etapa primária até a etapa secundária. Através dessa representação, é possível observar de forma panorâmica o posicionamento das memórias mecânicas na encartuchadeira, que compõe a etapa secundária, permitindo uma análise global da máquina. Além disso, a figura exibe as legendas que indicam as cores associadas a cada conjunto de memórias mecânicas.

Figura 52 – *Legenda Memórias Mecânicas por Formato*

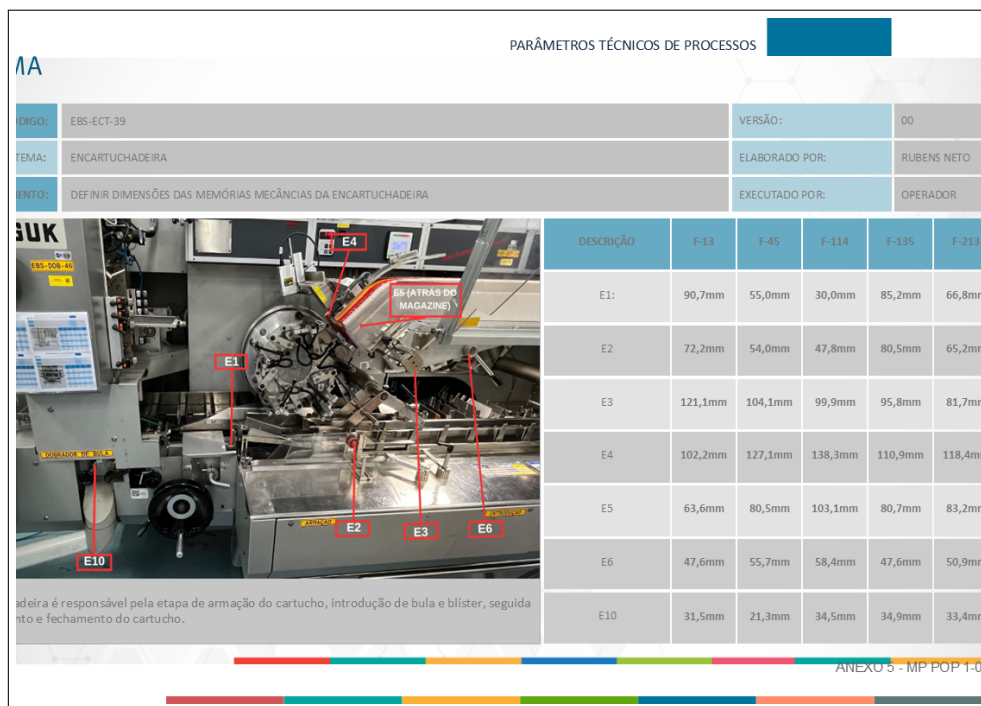


Fonte: Autoria Própria

Focando no fluxo de construção e validação das memórias mecânicas, para cada conjunto de memórias, foi realizado um acompanhamento da linha de produção com o formato específico que estava sendo utilizado na construção das memórias. Durante esse acompanhamento, foram analisados o desempenho da máquina e a qualidade do processo, buscando identificar o melhor desempenho do equipamento. Ao atingir esse ponto de desempenho, os parâmetros utilizados para a regulagem do equipamento foram registrados, e essas medições foram convertidas em valores aplicáveis para as memórias mecânicas.

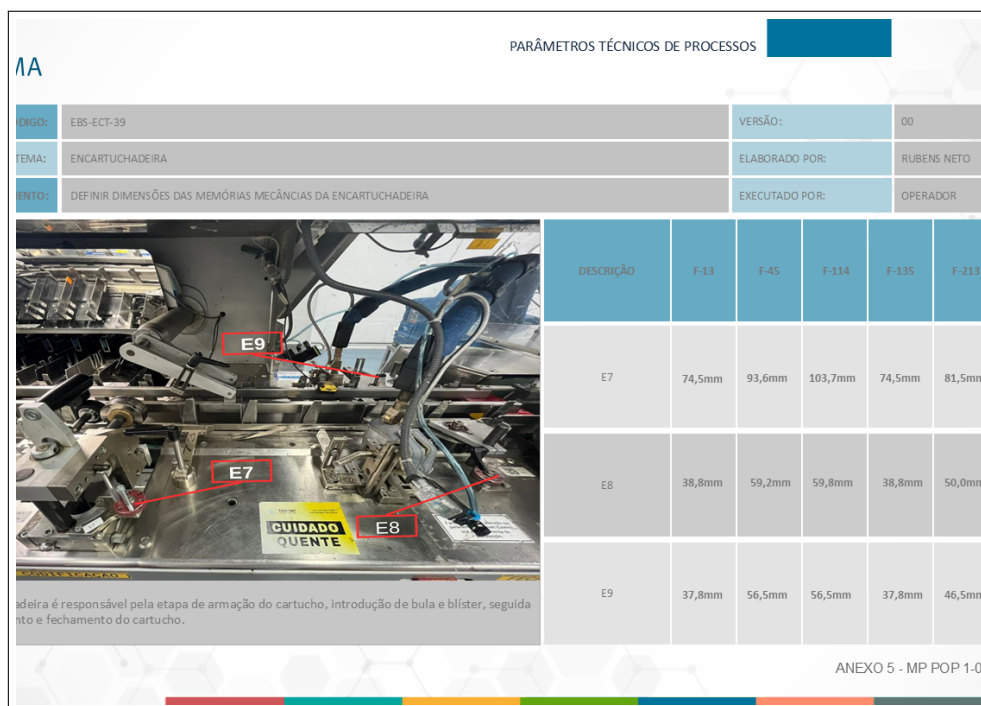
Com o objetivo de documentar e padronizar essas medições, foi desenvolvido o PTP (Parâmetro Técnico de Processos), um documento que reúne todas as medidas de memórias para cada formato de produto, garantindo a padronização e a replicabilidade de regulagem. O PTP serve como uma referência para garantir que as regulagens sejam consistentes e para facilitar o processo de ajustes futuros. O conteúdo desse documento é apresentado nas Figuras 53 e 54, que mostram as informações detalhadas sobre as medidas e os parâmetros para cada formato de cartucho.

Figura 53 – PTP Memórias Mecânicas E1, E2, E3, E4, E5, E6 e E10



Fonte: Autoria Própria

Figura 54 – PTP Memórias Mecânicas E7, E8 e E9



Fonte: Autoria Própria

A implementação do projeto de memórias mecânicas gerou um impacto substancial no processo de *setup* e ajuste durante a produção, trazendo benefícios notáveis tanto em termos de eficiência quanto de redução de esforço operacional. Com a instalação de 60

memórias mecânicas, distribuídas em pontos estratégicos do equipamento, a regulagem das peças foi significativamente otimizada. Ao fornecer referências precisas para cada formato de cartucho, as memórias mecânicas permitiram que os operadores realizassem ajustes com maior precisão e agilidade, eliminando a necessidade de ajustes contínuos e, muitas vezes, extensos.

O impacto positivo mais evidente foi a redução do tempo de regulagem durante o *setup*. Com a utilização das memórias mecânicas, houve diminuição do tempo total de preparação da máquina, impactando na redução de horas paradas do equipamento. Além disso, a construção e aplicação das memórias facilitaram o processo de ajuste durante a produção, já que as memórias servem como referências constantes, assegurando que o equipamento esteja sempre nas condições ideais para a operação.

Outro benefício relevante foi a redução do esforço físico e mental dos operadores, proporcionando aos operadores um trabalho mais fluido e menos desgastante.

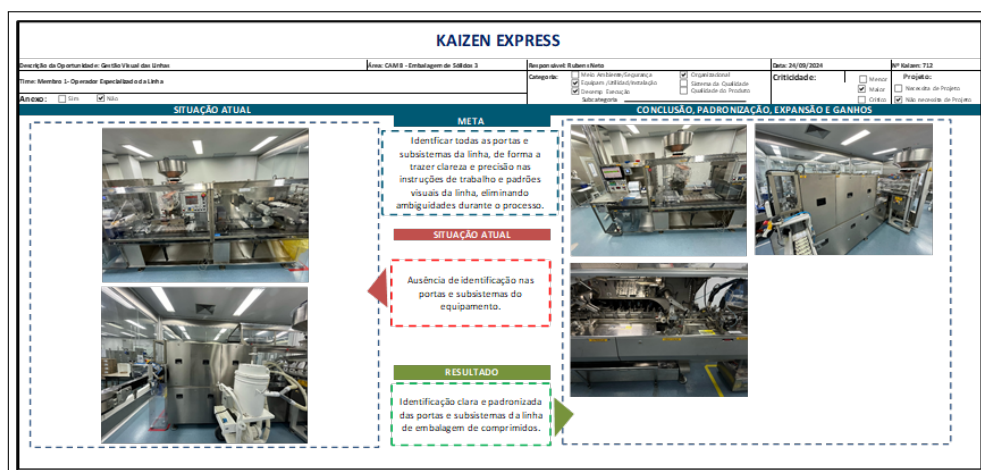
### 4.2.2 Kaizen - Gestão Visual

O Kaizen de "Gestão Visual do Equipamento" foi uma ação estratégica voltada para a organização e gestão de 5S da linha produtiva. A iniciativa consistiu na identificação de todas as portas e subsistemas do equipamento, que passaram a ser claramente numerados e nomeados, facilitando a visualização e a comunicação entre os operadores. Essa melhoria é diretamente vinculada à criação de PVO's (Padrões Visuais de Operação), fundamentais para assegurar que as atividades desenvolvidas na linha produtiva sejam compreendidas de maneira uniforme e eficiente por todos os envolvidos.

Para os operadores, a existência desses sinais visuais torna o ambiente de trabalho mais intuitivo e menos propenso a erros, já que permite localizar rapidamente as partes do equipamento relevantes para as atividades a serem executadas.

O Kaizen é apresentado através da Figura 55.

Figura 55 – Kaizen - Gestão Visual Equipamento



Fonte: Autoria Própria

### 4.2.3 Kaizen - Ferramentas Dedicadas

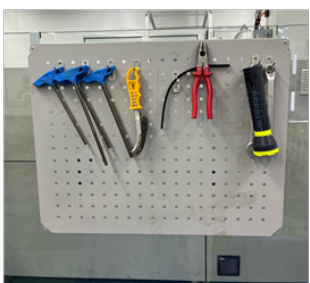

O Kaizen de "Ferramentas Dedicadas à Operação" foi implementado em resposta a um problema identificado na linha de produção, relacionado à insuficiência de ferramentas disponíveis para a execução do *setup* e outras atividades operacionais. Esse problema gerava atrasos, pois os operadores precisavam se deslocar até a manutenção para solicitar as ferramentas necessárias, interrompendo o fluxo de trabalho e aumentando o tempo de inatividade da linha.

Para resolver essa questão de forma eficaz, foi elaborada uma lista das ferramentas essenciais para o processo, com a participação ativa do time de operações. Essa lista foi cuidadosamente validada pelos operadores, garantindo que as ferramentas selecionadas atendiam às necessidades específicas de cada etapa da produção e do *setup*. O levantamento de informações sobre as ferramentas necessárias foi realizado a partir da observação das atividades diárias na linha e com base nas experiências práticas dos operadores, que indicaram quais itens eram mais requisitados durante o processo.

Após a validação da lista, as ferramentas foram adquiridas e alocadas em um quadro específico, de fácil acesso para os operadores. A organização das ferramentas no quadro proporcionou um local de armazenamento visível e eficiente, onde os operadores poderiam rapidamente localizar o item necessário sem precisar interromper suas atividades para buscar as ferramentas em outras áreas da planta.

Essa melhoria trouxe benefícios significativos, como a redução do tempo gasto com deslocamentos desnecessários e a minimização de interrupções nas atividades operacionais. Com as ferramentas facilmente acessíveis, os operadores conseguiram realizar as tarefas de forma mais ágil, o que impactou positivamente na eficiência do processo e na redução do tempo total de *setup*. O documento é apresentado por meio da Figura 56.

Figura 56 – Kaizen - Ferramentas Dedicadas à Operação

KAIZEN EXPRESS			
Descrição do Oportunidade ou Problema: Espaço para Ferramentas Dedicadas		Nome: CAMS - Entregador de Sábios 3	
Responsável: Rubem Viana		Data: 24/09/2024	
Membros do Operador Especializado: 1		Criticidade: <input type="checkbox"/> Baixa <input checked="" type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Alta	
Atividade: <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não		Projeto: <input type="checkbox"/> Não está de Projeto <input checked="" type="checkbox"/> Está em Projeto <input type="checkbox"/> Não disponível de Projeto	
<p><b>SITUAÇÃO ATUAL</b></p> 		<p><b>META</b></p> <p>Disponibilizar ferramentas dedicadas aos operadores, simplificando a atuação em ajustes e impactando em redução do tempo de <i>setup</i>.</p>	
<p><b>SITUAÇÃO ATUAL</b></p> <p>Ausência de ferramentas fundamentais para a realização de ajustes no equipamento.</p>		<p><b>CONCLUSÃO, PADRONIZAÇÃO, EXPANSÃO E GANHOS</b></p> 	
<p><b>RESULTADO</b></p> <p>Disponibilização de todas as ferramentas necessárias para a do <i>setup</i>.</p>			

Fonte: Autoria Própria

### 4.2.4 Kaizen - Centralização de Blíster

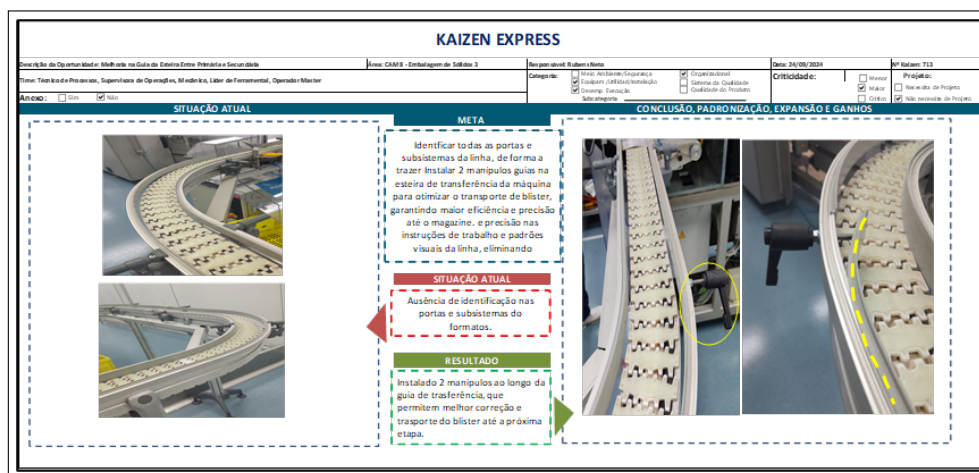
O Kaizen de "Centralização de Blíster", apresentado na Figura 57, representa uma melhoria fundamental no processo, solucionando um dos principais causadores de tempo de horas paradas durante o *setup*. O problema identificado ocorria no subsistema de Magazine, mais especificamente na esteira que conecta a etapa primária à secundária do processo. Devido à variação no tamanho dos blísteres de diferentes produtos, os blísteres menores não se mantinham centralizados na esteira. Quando esses blísteres se aproximavam das laterais da esteira, causavam o enroscamento, o que resultava em travamentos frequentes e interrompia o fluxo da linha.

Esse enroscamento não só afetava a continuidade do processo, mas também demandava tempo excessivo de regulagem e ajuste durante o *setup* e a produção. Com isso, o tempo de parada da linha aumentava, impactando negativamente na produtividade e na eficiência do processo.

Como solução para esse problema, foi instalada uma guia de centralização na esteira, especificamente projetada para garantir a posição adequada dos blísteres, independentemente de seu tamanho. A guia foi colocada de maneira estratégica para manter os blísteres centralizados enquanto passavam pela esteira, evitando que se aproximassem das laterais e causando o enroscamento.

Essa melhoria teve um impacto direto na redução dos tempos de regulagem e ajustes, uma vez que os blísteres passaram a se mover de forma mais estável e contínua, eliminando o risco de travamentos. A linha se tornou mais fluida, com menos interrupções e tempos parados, aumentando a eficiência geral do processo e reduzindo o tempo de *setup* necessário para cada troca de produto.

Figura 57 – Kaizen - Centralização de Blíster



Fonte: Autoria Própria

## 4.2.5 Conclusão Resultados

A etapa final deste capítulo apresenta os resultados gerais do projeto, com foco nos impactos significativos que foram alcançados, especialmente no que se refere à redução do tempo de *setup* e suas implicações no OEE. A figura 58 ilustra a carta CEP, que demonstra de forma clara os avanços obtidos ao longo do projeto.

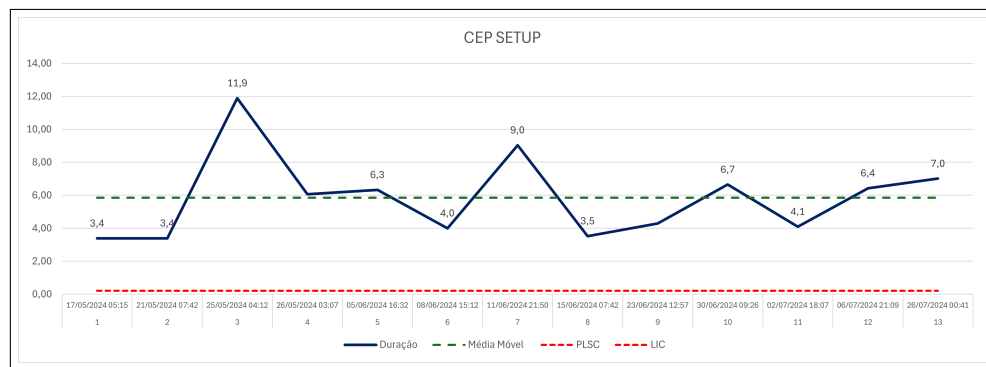
Observa-se na carta CEP uma média de 5 horas e 52 minutos para o *setup* do tipo 2, um tipo crítico dentro do processo. Esse dado é especialmente relevante, pois marca um avanço considerável em relação aos tempos iniciais de *setup* para o produto Bupium. Durante a etapa de coleta, os primeiros tempos registrados para o *setup* do produto foram de 7 horas e 48 minutos, 8 horas e 25 minutos, e 10 horas e 40 minutos, o que demonstra a complexidade e a variabilidade do processo antes da implementação das melhorias.

Além disso, um dado importante para avaliação da evolução do projeto foi a análise do baseline. Durante o período de referência, entre 01/01/2023 a 21/12/2023, foram realizados 30 *setups*, totalizando 225 horas de tempo de *setup*, o que resulta em uma média de 7 horas e 30 minutos por *setup*.

A nova média de 5 horas e 52 minutos representa uma redução significativa de 22% no tempo médio de *setup* quando comparado ao valor inicial de 7 horas e 30 minutos. Essa redução traz impactos diretos para o processo de produção, especialmente em relação à disponibilidade da máquina, que é um dos componentes do OEE (Overall Equipment Efficiency). Ao reduzir o tempo de *setup*, o equipamento passa a estar disponível para a produção por mais tempo, resultando em maior eficiência operacional.

Essa melhoria também contribui para a redução do tempo de inatividade, o que impacta diretamente na disponibilidade da máquina. Como a máquina fica disponível por mais tempo para a produção, a produtividade geral do sistema aumenta, o que reflete positivamente no OEE. Portanto, a redução do tempo de *setup* não só torna o processo mais ágil, mas também melhora a utilização do equipamento e a capacidade de produção, trazendo ganhos em termos de eficiência e competitividade para a operação.

Figura 58 – Carta CEP



Fonte: Autoria Própria

Na conclusão deste capítulo de resultados, foi elaborado e estruturado um documento

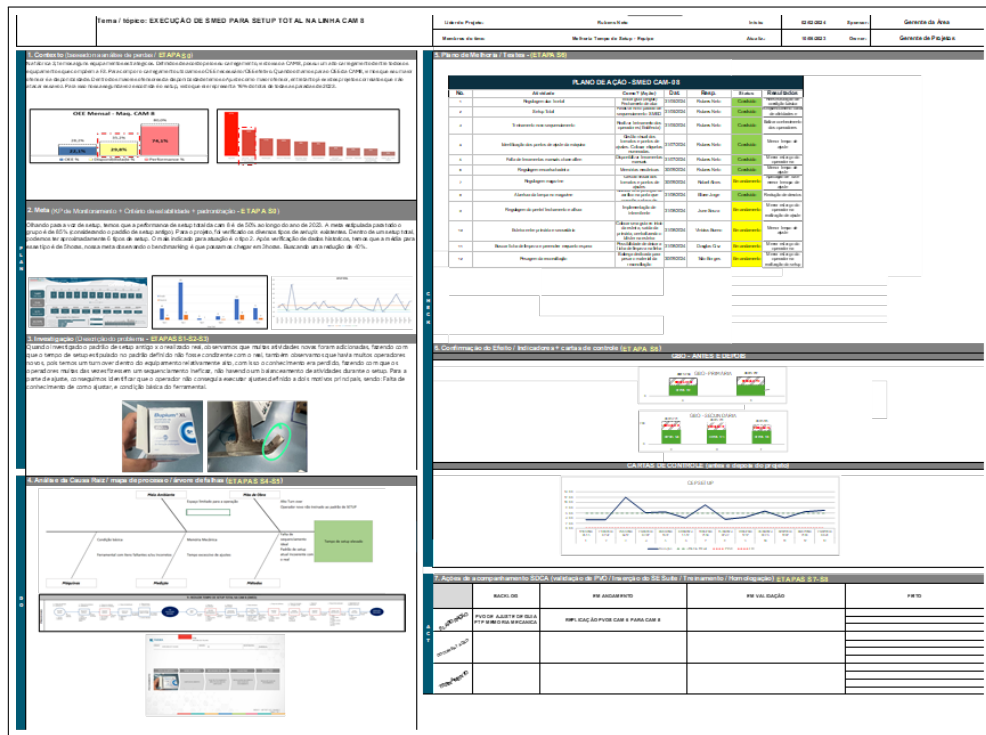
em formato A3, o qual fornece uma visão abrangente do projeto, conforme apresentado na Figura 59. O panorama apresentado no documento abrange o cenário inicial da operação, destacando os desafios enfrentados antes do início do projeto, com ênfase no alto tempo de *setup* e na baixa disponibilidade do equipamento. Além disso, a meta estabelecida focada em reduzir o tempo de *setup* e aumentar a disponibilidade da máquina.

O documento A3 também descreve o plano de ação detalhado para alcançar esses objetivos, que envolveu a aplicação de diversas melhorias, incluindo o balanceamento de atividades entre os operadores, visando à maior distribuição do trabalho e otimização dos tempos de execução. Outro ponto chave abordado no documento é a redução de 22% no tempo de *setup*, alcançada no *setup* do tipo 2, com especial destaque para o produto Bupium, que foi acompanhado de perto durante a coleta de atividades.

Com a implementação das melhorias propostas, o processo foi substancialmente aprimorado, gerando resultados expressivos. A redução no tempo de *setup* não só contribuiu para um aumento significativo na disponibilidade do equipamento, mas também proporcionou um impacto direto na eficiência da produção, refletindo-se na melhoria do OEE e na maximização do tempo produtivo da linha.

O documento, proporciona uma visão clara das melhorias alcançadas e serve como base para a continuidade da evolução da operação, oferecendo um modelo de gestão e execução que pode ser replicado em outros contextos da linha de produção.

Figura 59 – Apresentação A3



Fonte: Autoria Própria

## 5 Conclusões

Este trabalho teve como objetivo a redução do tempo de *setup* da linha de embalagem de comprimidos CAM 8, com foco na aplicação da metodologia SMED. A principal conquista foi a redução de 30% no tempo de *setup* do tipo 2, o qual, de acordo com dados históricos, apresentava uma média de execução de 7h30. Após a implementação do projeto, a média foi reduzida para 5h, conforme indicado pela análise da carta CEP. Essa melhoria significativa reflete o sucesso das ações executadas ao longo do projeto e destaca a importância de um planejamento detalhado e da aplicação de metodologias estruturadas para a otimização dos processos.

Além dessa melhoria direta no tempo de *setup*, foram realizadas mudanças operacionais relevantes, como o balanceamento das atividades entre os operadores. Essa reorganização teve um impacto positivo na eficiência do trabalho, possibilitando uma distribuição mais equilibrada das tarefas e garantindo maior produtividade na linha de embalagem.

Outro ponto importante foi o foco em dois subsistemas que apresentavam dificuldades em seus processos de ajuste: o subsistema de Magazine e o subsistema de Fechamento de Cartuchos. No primeiro, foi implementado um projeto de alteração na guia de centralização dos blisters, enquanto, no segundo, a troca da guia de fechamento contribuiu diretamente para a diminuição do tempo de ajuste da máquina, proporcionando uma operação mais rápida e eficiente.

A implementação das memórias mecânicas no equipamento também foi um marco significativo. Com a introdução de 60 memórias mecânicas, distribuídas por 10 pontos da máquina, para os 6 formatos atendidos pela linha, foi possível reduzir consideravelmente o tempo de ajuste, além de proporcionar um ganho importante em termos de repetibilidade e confiabilidade do processo.

Essas ações não apenas reduziram o tempo de *setup* do tipo 2, mas também impactaram positivamente as outras especificações de *setup*, impactando diretamente no indicador OEE da linha. A melhoria do OEE reflete uma operação mais eficiente, com menos paradas e mais produção de valor agregado. Assim, as soluções propostas neste trabalho contribuíram significativamente para a melhoria contínua dos processos, levando a um aumento da produtividade e redução de desperdícios.

Em suma, o projeto foi eficaz na redução dos tempos de *setup* e na melhoria das condições operacionais da linha CAM 8. A aplicação da metodologia SMED e a implementação das melhorias propostas possibilitaram uma maior agilidade na produção e, consequentemente, um ganho substancial em eficiência, consolidando os resultados obtidos como um passo importante para a melhoria contínua da operação.

# Referências Bibliográficas

- 1 BATISTA, F. L. Redução de lead time através do mapeamento do fluxo de valor em uma indústria farmacêutica. *São Paulo: sn*, 2009.
- 2 PACHECO, D. A. d. J. Teoria das restrições, lean manufacturing e seis sigma: limites e possibilidades de integração. *Production*, SciELO Brasil, v. 24, p. 940–956, 2014.
- 3 MELLO, R. de O. *Planejamento lean 3P com modelagem multicritério para auxílio na tomada de decisão*. Tese (Doutorado) — [sn], 2019.
- 4 BIAZZI-USP, J. L. D. Gestão de projetos de desenvolvimento de produtos: Um comparativo entre métodos de gerenciamento em projetos de equipamentos médicos. 2020.
- 5 SUGAI, M.; MCINTOSH, R. I.; NOVASKI, O. Metodologia de shigeo shingo (smed): análise crítica e estudo de caso. *Gestão & Produção*, SciELO Brasil, v. 14, p. 323–335, 2007.
- 6 TRANCHEZZI, L. T. Redução do tempo de setup de máquinas de usinagem em uma indústria automobilística. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2011.
- 7 HONÓRIO, F. d. A. d. O.; ROSA, F. L. Aplicação do smed na otimização do processo produtivo na indústria farmacêutica. 2021.
- 8 JÚNIOR, R. G. P. et al. Melhoria do processo de setup por meio da ferramenta smed. *Anais*, 2020.
- 9 OLIANI, L.; PASCHOALINO, W. J.; OLIVEIRA, W. Ferramenta de melhoria contínua kaizen. *Revista Científica UNAR*, v. 12, n. 1, p. 57–67, 2016.
- 10 NÓBREGA, J. F. Estudo de caso da aplicação da ferramenta oee modificada para aumento de disponibilidade de uma planta produtiva de fosfato alimentício.
- 11 AMARAL, G. L. do. Aplicação do indicador de oee em um equipamento da indústria farmacêutica.
- 12 UNIÃO, T.-T. d. C. da. Técnicas de auditoria: Mapa de processos. *Brasília: TCU, Coordenadoria de Fiscalização e Controle*, 2000.

# A Apêndices

## A.1 Apêndice A: Mapa de Raciocínio

### Mapa de Raciocínio - Diminuição do Tempo de Setup com base na metodologia SMED - Equipamento CAM 8

