



MARIA INÊS DE MOREIRA MORAIS

Licenciada em Ciências da Engenharia e Gestão Industrial

PROPOSTA DE MELHORIA CONTÍNUA NA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

Universidade NOVA de Lisboa

setembro, 2024



PROPOSTA DE MELHORIA CONTÍNUA NA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

MARIA INÊS DE MOREIRA MORAIS

Licenciada em Ciências da Engenharia e Gestão Industrial

Orientador: Professor Doutor André Mendes de Carvalho,
Professor Auxiliar, Universidade NOVA de Lisboa

Júri:

Presidente: Doutora Maria do Rosário de Meireles Ferreira Cabrita,

Professora Associada com Agregação na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

Arguentes: Doutor Pedro Alexandre De Albuquerque Marques,
Professor Auxiliar da Universidade Lusófona - Centro Universitário de Lisboa

Orientador: Doutor André Mendes de Carvalho,
Professor Auxiliar na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

PROPOSTA DE MELHORIA CONTÍNUA NA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

Copyright © Maria Inês de Moreira Morais, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação marca a concretização da fase final da minha carreira académica, que, apesar de ter sido um desafio, proporcionou uma aprendizagem e experiências inestimáveis que servirão de base aos meus projetos futuros. No entanto, a conclusão desta dissertação não teria sido possível sem os contributos inestimáveis de inúmeras pessoas, às quais expresso os meus sinceros agradecimentos.

Primeiramente, gostaria de agradecer em particular, ao meu orientador, Professor Doutor André Mendes de Carvalho, pela sua orientação, apoio e dedicação ao longo deste processo, bem como pela sua disponibilidade e vontade de partilhar os seus conhecimentos.

Gostaria ainda de expressar a minha gratidão ao Diogo Reimão e Nuno Pascoal pela sua ajuda e orientação ao longo do projeto. Agradeço ainda a todos os supervisores de produção e de manutenção por terem concordado com as alterações necessárias e pela sua ajuda na implementação do projeto.

Por outro lado, agradeço à empresa a oportunidade de realizar este estágio e de participar no início de um projeto com um impacto tão significativo na empresa. Estou grata por esta oportunidade, que permitiu um crescimento profissional significativo. Tive a sorte de trabalhar com colegas altamente profissionais, simpáticos e amáveis, o que contribuiu para o meu desenvolvimento profissional.

Gostaria de expressar a minha enorme gratidão à minha família, cujo amor inabalável e apoio incondicional foram fundamentais para me permitir enfrentar os desafios deste percurso académico.

Gostaria de exprimir a minha gratidão aos meus colegas de longa data e aos meus companheiros de estudo, que me deram um apoio e uma assistência preciosos ao longo deste percurso académico. Estou imensamente grata pelos momentos que partilhámos e pela ajuda inabalável prestada durante o processo de elaboração desta dissertação. Os momentos de descontração e as conversas que se seguiram. Este apoio foi fundamental para ultrapassar os obstáculos e atingir este objetivo.

Gostaria de expressar a minha mais sincera gratidão a todas as outras pessoas com quem me cruzei ao longo da minha vida e que tiveram um impacto significativo no meu desenvolvimento pessoal e profissional.

RESUMO

Nos últimos anos, o mercado farmacêutico tornou-se cada vez mais competitivo e dinâmico, exigindo a otimização dos processos de produção por parte das empresas. Um dos principais objetivos dos responsáveis industriais é a redução de custos nas linhas de produção, de forma a responder às fortes exigências da concorrência.

Esta dissertação foi realizada no contexto de uma linha de embalagem de uma empresa farmacêutica, com o objetivo de reduzir os tempos de *setup*, de forma a aumentar a produtividade, minimizando os tempos de paragem. Para além disso, foi identificada a necessidade urgente de melhorar o processo de planeamento devido à escassez de materiais, que estava a ter um impacto negativo na produção. Para fazer face a este desafio, foi desenvolvido um plano de ação que incorporou medidas preventivas.

A metodologia adotada incluiu a monitorização das atividades operacionais nas linhas de produção e a seleção de produtos com base numa análise ABC, bem como a avaliação dos dados OEE para as linhas selecionadas. Na sequência da identificação dos problemas e de uma análise exaustiva da literatura, foi proposta e implementada uma série de melhorias utilizando uma vasta variedade de técnicas, incluindo o Diagrama de *Ishikawa*, *5S*, *Poka Yoke*, normalização de atividades, observação direta, recolha e análise de tempo e SMED.

O estudo utilizou uma metodologia que combinava a observação direta dos *setups*, associada ao envolvimento dos operadores. Esta abordagem permitiu a identificação e eliminação de tarefas que não contribuíam para o valor do produto. A implementação da ferramenta SMED, em conjunto com outras melhorias, resultou numa redução de aproximadamente 40% nos tempos de *setup* nas linhas de produção analisadas. Este estudo ilustra os benefícios da utilização de metodologias de melhoria contínua para aumentar a capacidade de produção, minimizando os tempos de *setup*.

Palavras chave: *Lean Manufacturing*, Indústria farmacêutica, SMED, planeamento, observação direta

ABSTRACT

In recent years, the pharmaceutical market has become increasingly competitive and dynamic, requiring pharmaceutical companies to optimise their production processes in order to remain competitive. A key objective for industrial managers is to reduce costs on production lines in order to meet the demands of the competitive market.

The aim of this research project was to investigate methods of reducing setup times on a pharmaceutical company's packaging line, with the goal of improving overall productivity while limiting periods of downtime. Furthermore, it was identified that improvements were required regarding the planning process, due to the shortage of materials, which was causing a negative impact on production. In order to address this challenge, an action plan was developed which incorporated preventative measures.

The methodology involved monitoring operational activities on the production lines and selecting products based on an ABC analysis, as well as evaluating the OEE data for the selected lines. Following the identification of problems and a comprehensive review of the relevant literature, a series of improvements were proposed and implemented using a range of techniques, including the Ishikawa diagram, 5S, Poka Yoke, activity standardisation, direct observation, time collection and analysis, and SMED.

The study employed a methodology that integrated direct observation of setups with operator involvement. This approach enabled the identification and elimination of tasks that did not contribute to the value of the product. The implementation of the SMED tool, in combination with other improvements, resulted in a reduction of approximately 40% in setup times on the production lines under analysis. This study demonstrates the advantages of employing continuous improvement methodologies to enhance production capacity while reducing setup times.

Key words: Lean Manufacturing, Pharmaceutical industry, SMED, planning, direct observation

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Enquadramento e Motivação	1
1.2	Objetivos	2
1.3	Metodologia.....	3
1.4	Organização do documento / Estrutura da dissertação	3
2	METODOLOGIA	5
2.1	Investigação-ação	5
2.2	Principais atividades realizadas	6
2.2.1	Recolha de dados.....	11
2.2.2	Metodologia utilizada na revisão de literatura	12
2.3	Ferramentas utilizadas.....	15
2.3.1	Análise ABC.....	15
2.3.2	Análise OEE.....	16
2.3.3	Diagrama <i>Ishikawa</i>	17
2.3.4	5S	18
2.3.5	<i>Poka-yoke</i>	19
2.3.6	Normalização	19
2.3.7	Observação direta	20
2.3.8	Recolha e análise de tempos	20
2.3.9	SMED	21
2.3.10	Diagrama de esparguete	23

3	REVISÃO DA LITERATURA: MELHORIA CONTÍNUA NA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA	25
3.1	GMP e etapas produtivas na indústria farmacêutica	25
3.2	Filosofia <i>Lean</i>	27
3.2.1	Origem e definição	27
3.2.2	Princípios <i>Lean</i>	28
3.2.3	Casa TPS	29
3.2.4	<i>Muda, mura e muri</i>	30
3.2.5	<i>Just-in-time</i>	31
3.2.6	<i>Jidoka</i>	33
3.2.7	Ferramentas <i>Lean</i>	33
3.3	Principais problemas e desafios na indústria farmacêutica	35
3.4	Importância da melhoria contínua na indústria farmacêutica	37
3.4.1	Desafios Específicos na Indústria Farmacêutica para implementar <i>Lean</i>	37
3.4.2	Necessidade de adoção do <i>Lean</i> na indústria farmacêutica	39
3.4.3	Benefícios em adotar <i>Lean</i>	42
3.5	Fatores críticos que influenciam a implementação e sucesso do <i>Lean</i>	43
3.6	A mudança de <i>setup</i> na indústria farmacêutica	48
3.7	Análise de artigos com aplicação da metodologia SMED	51
3.8	Ferramentas utilizadas para resolver os problemas e o resultado obtido	58
3.9	Problemas de planejamento na indústria	59
4	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	65
4.1	Introdução da empresa	65
4.1.1	Missão, Valores e Visão	66
4.2	Estrutura organizacional	66
4.3	Produção e crescimento	68
4.3.1	Responsabilidade Social e Ambiental	69
5	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DO ESTADO INICIAL	71
5.1	Produção e Processo	71
5.2	Cadeia de Abastecimento	72

5.3	Análise ABC	73
5.4	Processo produtivo de comprimidos e cápsulas.....	78
5.4.1	Receção e controlo de qualidade de matérias-primas e materiais subsidiários.....	78
5.4.2	Pesagem de matérias-primas	79
5.4.3	Fabrico	82
5.4.4	Embalamento	86
5.4.5	Aprovação e libertação do lote	90
5.5	Planeamento da produção.....	92
5.6	OEE na linha de produção.....	93
5.6.1	Análise das paragens das máquinas em estudos	96
5.7	Análise das alterações ao planeamento	104
6	PRINCIPAIS PROBLEMAS E PROPOSTAS DE MELHORIA	107
6.1	Problemas e proposta de melhorias para a produção.....	107
6.2	Plano de Ação das alterações ao planeamento	115
6.3	Proposta de Melhoria para o operador logístico.....	118
7	MELHORIAS IMPLEMENTADAS.....	123
7.1	Elaboração do <i>Dashboard</i> no <i>Power BI</i>	123
7.2	Melhoria na Automação da Linha de Produção do Produto X	125
7.3	Implementação da Ferramenta SMED nas linhas de embalagem	126
7.3.1	Estágio preliminar - listagem e todas as tarefas.....	127
7.3.2	Estágio 1: Separação das atividades internas e externas	129
7.3.3	Estágio 2: Converter atividades internas em externas.....	130
7.3.4	Estágio 3: Simplificação de todos os aspetos	133
8	CONCLUSÕES	153
8.1	Conclusões gerais.....	153
8.2	Constrangimentos.....	157
8.3	Oportunidades para trabalhos futuros	158
8.4	Reflexão e Experiência	159
9	ANEXOS.....	169

Anexo A -	ABC: Critério de número de reclamações nos produtos da empresa.....	169
Anexo B -	ABC: Critério do rendimento dos produtos no fabrico	171
Anexo C -	ABC: Critério do rendimento dos produtos na área de embalagem	173
Anexo D -	ABC: Critério do rendimento dos produtos da produção	175
Anexo E -	ABC: Critério de vendas e preço unitário dos produtos da empresa.....	177
Anexo F -	Listagem dos códigos das paragens na produção	181
Anexo G -	Plano de Ação.....	183
Anexo H -	Desenho técnico da calha	189
Anexo I -	SMED: Estágio 0.....	191
Anexo J -	SMED: Estágio 1.....	197
Anexo K -	SMED: Estágio 3.....	203
Anexo L -	SMED: Sequência de atividades organizadas.....	215
Anexo M -	SMED: Sequência melhorada do <i>setup</i> mecânico.....	221
Anexo N -	Diagrama de <i>Gantt</i> depois das melhorias implementadas	225

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Ciclo da metodologia investigação ação.	6
Figura 2.2 - Fluxograma da metodologia aplicada.	10
Figura 2.3 - Fluxograma da metodologia utilizada na revisão de literatura.	13
Figura 2.4 - Fluxograma da metodologia utilizada na seleção dos artigos incluídos no quadro de revisão bibliográfica.	15
Figura 2.5 - Diagrama de causa e efeito com causas primárias e secundárias.	17
Figura 2.6 - Estágios da ferramenta SMED.	22
Figura 3.1 - Ciclo dos cinco princípios <i>Lean</i>	28
Figura 3.2 - Casa TPS.	29
Figura 3.3 - Contagem dos problemas identificados em 18 artigos analisados.	36
Figura 3.4 - Número de utilizações de cada ferramenta nos 8 artigos analisados.	52
Figura 4.1 - Organograma da empresa.	68
Figura 4.2 - Evolução do número médio anual de colaboradores.	68
Figura 5.1 - Cadeia de abastecimento da empresa.	72
Figura 5.2 - Entrada de cada tipo de matéria-prima no processo produtivo.	73
Figura 5.3 - Fluxograma de Receção e controlo de qualidade de matérias-primas e materiais subsidiários.	79
Figura 5.4 - Pesagem de matérias-primas.	81
Figura 5.5 - Fluxograma do processo de fabrico do produto X.	83
Figura 5.6 - Fluxograma do processo de fabrico do produto Y.	85
Figura 5.7 - Fluxograma do processo de embalagem do produto X.	88
Figura 5.8 - Fluxograma do processo de embalagem do produto Y.	90
Figura 5.9 - Fluxograma do processo de aprovação e libertação do lote.	91
Figura 5.10 - Paragens no fabrico.	98
Figura 5.11 - Paragens no embalamento.	99
Figura 5.12 - Análise dos Tempos médios de cada tipo de <i>setup</i> por máquina no fabrico.	100
Figura 5.13 - Análise dos tempos médios de cada tipo de <i>setup</i> por máquina no Embalamento.	100

Figura 5.14 - SC generalizado no fabrico.....	102
Figura 5.15 - SC generalizado da área de embalagem.....	103
Figura 5.16 - SMP generalizado da área de fabrico.....	103
Figura 5.17 - SMP generalizado da área de embalagem.	103
Figura 5.18 - Alterações ao planeamento.	105
Figura 5.19 - Diagrama causa raiz para alterações ao planeamento.	105
Figura 5.20 - Diagrama causa raiz para falta de materiais.	106
Figura 6.1 - Matriz custo-benefício para a classificação das iniciativas de melhoria propostas.....	108
Figura 6.2 - Visão geral do plano de ação apresentada na página inicial do <i>Excel</i> , onde são detalhados o índice de desempenho, as percentagens de ações planeadas e realizadas, e a distribuição percentual das ações nos estados de "concluída", "alterada" e "reprogramada".....	115
Figura 7.1 - Página inicial do <i>dashboard</i>	124
Figura 7.2 - Janela detalhada do <i>dashboard</i>	125
Figura 7.3 - Calha desenhada em <i>Solidworks</i> para testar no fim da máquina de enchimento de cápsulas do produto X.....	126
Figura 7.4 - Diagrama Esparguete representando as movimentações do técnico de manutenção durante o <i>Setup</i> realizado na linha do produto X.	128
Figura 7.5 - Diagrama Esparguete representando as movimentações do técnico de manutenção durante o <i>Setup</i> realizado na linha do produto Y.	128
Figura 7.6 - Armários de formatos antes e depois da implementação do 5S.	136
Figura 7.7 - Prateleira de um armário de formatos com as peças organizadas e identificadas depois da implementação do 5S.....	137
Figura 7.8 - <i>Layout</i> das localizações das matérias-primas na sala da linha do produto X.	138
Figura 7.9 - <i>Layout</i> das localizações das matérias-primas na sala da linha do produto Y: Fotografia na sala (esquerda); Planta das restantes localizações (direita).	138
Figura 7.10 – Excerto do procedimento para auxiliar a desmontagem das peças de alimentação que vão para a sala da higienização, referente às peças da linha de produção do produto X.	139
Figura 7.11 – Excerto de um exemplo de uma lista de peças que está fixada no armário de formatos 1 na prateleira 2.	141
Figura 7.12 - Localização de cada equipamento na linha de produção, a linha referente ao produto X (esquerda) e a linha referente ao produto Y (direita).	142
Figura 7.13 - Exemplo da implementação de parafusos de ajuste manual no <i>buffer</i> da linha do produto Y.....	144
Figura 7.14 - Exemplo da implementação de parafusos de ajuste manual na tremonha das tampas da linha do produto Y.....	144
Figura 7.15 - Exemplo da implementação de parafusos de ajuste manual no <i>buffer</i> da linha do produto Y.....	144

Figura 7.16 - Exemplo dos auxiliares para a realização do <i>setup</i> mecânico da linha do produto X....	145
Figura 7.17 – Excerto da folha de formato reproduzida automaticamente com as peças e as afinações que alteram de produto para produto.....	146
Figura 7.18 - Dois exemplos de diferentes tipos de escala que facilitam o processo de afinação das linhas de produção.....	146
Figura 7.19 - Folha de registo criada para realizar o levantamento das afinações em vários <i>setups</i> na linha do produto Y.....	147
Figura A.1 - Gráfico da análise ABC para o critério do número de reclamações.	170
Figura B.1 - Gráfico da análise ABC para o critério do rendimento dos produtos no fabrico.....	172
Figura C.1 - Gráfico da análise ABC para o critério do rendimento dos produtos na área de embalagem.....	174
Figura D. 1 - Gráfico da análise ABC para o critério do rendimento dos produtos da produção.....	176
Figura E.1 - Gráfico da análise ABC para o critério de vendas e preço unitário dos produtos da empresa.	179
Figura H. 1 - Desenho técnico da calha projetada para a MG2, equipamento da produção do produto X.....	189
Figura K. 1 - Armário de formato nº 2 antes e depois da implementação do 5S.....	209
Figura K. 2 - Armário de formato nº 4 antes e depois da implementação do 5S.....	209
Figura K. 4 - Procedimentos para auxiliar a desmontagem das peças de alimentação que vão para a sala da higienização referente as peças da linha de produção do produto X.	210
Figura K. 5 - Procedimentos para auxiliar a desmontagem das peças de alimentação que vão para a sala da higienização referente as peças da linha de produção do produto Y.	211
Figura K. 6 - Exemplo de uma lista de peças que está fixada no armário de formatos 1 na prateleira 2.	212
Figura K. 7 - Folha de registo criada para realizar o levantamento das afinações em vários <i>setups</i> na linha do produto X.....	213
Figura N. 1 - Diagrama de <i>Gantt</i> depois das melhorias implementadas no SMP da linha de embalagem do produto X (Azul – tarefas realizadas pelo higienizador; Laranja- tarefas realizadas pelos mecânicos; Verde – tarefas realizadas pelos operadores; Vermelho – tarefas realizadas pelo supervisor).	225
Figura N. 2 - Diagrama de <i>Gantt</i> depois das melhorias implementadas no SMP da linha de embalagem do produto Y (Azul – tarefas realizadas pelo higienizador; Laranja- tarefas realizadas pelos mecânicos; Verde – tarefas realizadas pelos operadores; Vermelho – tarefas realizadas pelo supervisor).....	226
Figura N. 3 – Diagrama de <i>Gantt</i> do SC previsto depois das melhorias.....	227

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Especificações das pesquisas realizadas e respetivos resultados.	13
Tabela 2.2 - Objetivo de cada etapa da ferramenta 5S.....	18
Tabela 3.1 - Resumo das ferramentas <i>Lean</i> (adaptada de [45]).	34
Tabela 3.2 - Problemas identificados em cada artigo.	35
Tabela 3.3 - Comparação entre <i>Lean</i> e GMP (Adaptado de [59]).	38
Tabela 3.4 - Forças contra e a favor da implementação de <i>Lean</i> (adaptado de [34]).	43
Tabela 3.5 - Características dos artigos incluídos na revisão bibliográfica.	54
Tabela 5.1 - Limites de classificação utilizados na análise.	74
Tabela 5.2 - Excerto da análise ABC do produto Y para o critério de número de reclamações.....	75
Tabela 5.3 - Excerto da análise ABC do produto Y para o critério de rendimento de produção total..	76
Tabela 5.4 - Excerto da análise ABC do produto Y para o critério de vendas e custo unitário.....	76
Tabela 5.5 - A matriz avalia três critérios - valor de venda, rendimento e reclamações - com pesos de 0,5, 0,35 e 0,15, respetivamente. Cada produto é classificado como A, B ou C para cada critério, com 10, 5 e 1 pontos, respetivamente. A matriz mostra o resultado.	77
Tabela 5.6 - Ponderação dos três fatores para o produto Y.	77
Tabela 5.7 - Resultados da análise ABC dos quatro primeiros produtos.	78
Tabela 5.8 - Folha de registo dos períodos de produção.	94
Tabela 5.9 - Folha de registo das paragens.	94
Tabela 5.10 - OEE dos equipamentos do fabrico.	94
Tabela 5.11 - OEE das linhas de embalagem.	95
Tabela 5.12 - Valor desperdiçado em material subsidiário nas linhas de embalagem em 2023.	95
Tabela 5.13 - Valor desperdiçado em <i>bulk</i> nas linhas de embalagem em 2023.	96
Tabela 5.14 - Principais diferenças entre SC e SMP.	101
Tabela 6.1 - Resumo das melhorias propostas para as linhas de produção em estudo.	110
Tabela 6.2 - Excerto da proposta do plano de ação para o planeamento da produção.	117

Tabela 6.3 - Atividades atualmente realizadas pelo técnico de manutenção, com carácter preparatório e pós-montagem e afinação. Estas atividades estão presentes em SMP e na máquina da linha do produto X.....	119
Tabela 6.4 - Tarefas realizadas pelos operadores na finalização dos lotes/produtos anteriores. Algumas atividades são realizadas em SC e outras em SMP que ocorrem em todas as linhas.	119
Tabela 6.5 - Atividades de abertura de linha, onde se inicia a produção do novo lote/produto. Estas atividades são comuns em SC e SMP e ocorrem em todas as linhas.....	119
Tabela 6.6 - Atividades atualmente realizadas pelo técnico de manutenção, com carácter preparatório e pós-montagem e afinação. Estas atividades estão presentes em SMP e na máquina da linha do produto Y.....	120
Tabela 6.7 - Atividades atualmente realizadas pelo técnico de manutenção, com carácter preparatório e pós-montagem e afinação. Estas atividades estão presentes em SMP e são genéricas para todos os outros SMP das linhas que não foram analisadas detalhadamente nesta.	120
Tabela 6.8 - Apresenta a soma do número de horas que os operadores logísticos despendem em cada situação de <i>setup</i> , bem como o número de <i>setups</i> estimados para ocorrer mensalmente, com base nos dados recolhidos. Esta análise permite calcular o total de horas dedicadas.....	120
Tabela 6.9 - Horas disponíveis para um funcionário com uma carga horária de 8 horas diárias ao longo de 22 dias por mês, considerando dois cenários de ocupação: 100% e 70%. Estes valores permitem avaliar a disponibilidade total de horas de trabalho em cada cenário.	121
Tabela 7.1 - Lista de atividades que podem passar a externas conforme executadas atualmente. ..	129
Tabela 7.2 - Quadro resumo com as melhorias alcançadas no estágio 1 em cada <i>setup</i>	130
Tabela 7.3 - Lista de atividades que estão condicionadas para serem convertidas em externas.	131
Tabela 7.4 - Ponderação do custo e do benefício para cada obstáculo.....	132
Tabela 7.5 - Estágio 3 aplicado ao <i>setup</i> do produto Y. Tabela comprimida onde estão descritas as atividades bem como a respetiva duração e a classificação em atividade interna (I), externa (E). No caso da atividade ser classificada como externa pode ocorrer antes da paragem (A) ou depois da paragem (D). Em cada atividade foi também identificada que tipo de melhoria foi aplicada.....	134
Tabela 7.6 - Excerto do <i>Excel</i> onde estão enumeradas as peças de cada linha, a localização no armário de formatos, o código interno e a localização na máquina.	141
Tabela 7.7 - Tempo total de cada <i>setup</i> após as melhorias nas atividades realizadas pelos técnicos de manutenção.	148
Tabela 7.8 - Tempos do <i>setup</i> mecânico realizado antes do técnico de manutenção precisar de montar as peças limpas e o tempo que a limpeza das mesmas peças demoram a partir do mesmo instante.	150
Tabela 7.9 - Melhoria obtida através da realização das atividades em simultâneo.	151
Tabela 7.10 - Melhorias obtidas no fim da realização do SMED para os <i>setups</i> (SMP).	151
Tabela 7.11 - Previsão do benefício das melhorias para os <i>setups</i> (SC).....	151

Tabela 7.12 - Ganhos das melhorias dos <i>setups</i> em dias mensais e anuais.....	152
Tabela A.1- Análise ABC do critério de número de reclamações nos produtos da empresa.....	169
Tabela A.2 - Classificação ABC para o critério do número de reclamações: classificação, corte, proporção e proporção em valor.	170
Tabela B.1 - Análise ABC do critério do rendimento dos produtos no fabrico.	171
Tabela B.2 - Classificação ABC para o critério do número de reclamações: classificação, corte, proporção e proporção em valor.	171
Tabela C.1 - Análise ABC do critério do rendimento dos produtos na área de embalagem.	173
Tabela C.2 - Classificação ABC para o critério do rendimento dos produtos na área de embalagem: classificação, corte, proporção e proporção em valor.	173
Tabela D.1 - Análise ABC do critério do rendimento dos produtos da produção.	175
Tabela D.2 - Classificação ABC para o critério do rendimento dos produtos na produção: classificação, corte, proporção e proporção em valor.	176
Tabela E.1 - Análise ABC do critério de vendas e preço unitário dos produtos da empresa.	177
Tabela E.2 - Classificação ABC para o critério de vendas e preço unitário dos produtos da empresa.	178
Tabela F.1 - Lista dos códigos das paragens na produção.....	181
Tabela G. 1 - Plano de ação completo para mitigar as alterações ao planeamento.....	183
Tabela I. 1 - Estágio 0: SMP da linha de embalagem do produto X.	191
Tabela I. 2 - Estágio 0: SMP da linha de embalagem do produto Y.	194
Tabela J. 1 - Estágio 1: SMP da linha de embalagem do produto X.....	197
Tabela J. 2 - Estágio 1: SMP da linha de embalagem do produto Y.....	200
Tabela K. 1 - Estágio 3: SMP da linha de embalagem do produto X.....	203
Tabela K. 2 - Estágio 3: SMP da linha de embalagem do produto Y.	206
Tabela L. 1 - Sequência de atividades organizadas do SMP da linha de embalagem do produto X.	215
Tabela L. 2 - Sequência de atividades organizadas do SMP da linha de embalagem do produto Y.....	218
Tabela M. 1 - Sequência melhorada do <i>setup</i> mecânico da linha de embalagem do produto X. ...	221
Tabela M. 2 - Sequência melhorada do <i>setup</i> mecânico da linha de embalagem do produto Y. ...	223

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação 2.1 - Fórmula OEE	17
Equação 2.2 - Fórmula da disponibilidade do equipamento, integra na fórmula OEE	17
Equação 2.3 - Fórmula da performance do equipamento, integra na fórmula OEE.....	17
Equação 2.4 - Fórmula da qualidade do equipamento, integra na fórmula OEE.....	17
Equação 5.1 - Cálculo da percentagem individual da análise ABC do número de reclamações para o produto Y.....	75
Equação 5.2 - Cálculo do complemento do rendimento total da análise ABC para o produto Y.	75
Equação 5.3 - Cálculo do valor comparativo da análise ABC do rendimento total para o produto Y. .	75
Equação 5.4 - Cálculo da percentagem individual da análise ABC do rendimento total para o produto Y.....	76
Equação 5.5 - Cálculo da ponderação do produto Y da análise ABC da quantidade vendida e custo unitário.....	76
Equação 5.6 - Cálculo do <i>forecaste</i> ponderado da produção para análise ABC da quantidade vendida e custo unitário para o produto Y.	76
Equação 5.7 - Cálculo da percentagem individual da análise ABC da quantidade vendida e custo unitário para o produto Y.....	76
Equação 5.8 - Fórmula utilizada para calcular a pontuação total de cada produto tendo em conta os três critérios da análise ABC.....	77
Equação 5.9 - Cálculo a pontuação total para o produto Y tendo em conta os três critérios da análise ABC.	77

GLOSSÁRIO

<i>Active Pharmaceutical Ingredients</i>	Substâncias químicas ou biológicas que produzem o efeito terapêutico desejado nos medicamentos.
<i>Airlocks</i>	Sistemas que impedem a entrada de contaminantes através da criação de uma barreira entre áreas com diferentes níveis de limpeza ou pressão.
<i>Benchmarking</i>	O processo de comparar o desempenho de uma empresa com os líderes do setor para identificar as melhores práticas e as áreas a melhorar.
<i>Blister</i>	Embalagens com cavidades moldadas a quente, muitas vezes utilizando alumínio para resistir à humidade.
<i>Capital Expenditure</i>	Refere-se ao investimento a longo prazo de uma empresa em ativos físicos, como equipamento, edifícios ou terrenos, para apoiar o crescimento ou as operações futuras.
<i>Contract Manufacturing</i>	Um serviço através do qual uma empresa externa fabrica produtos em nome de outra empresa, muitas vezes para reduzir os custos ou tirar partido de conhecimentos especializados.
<i>Data Matrix</i>	Um tipo de código de barras bidimensional que armazena dados numa matriz de quadrados, utilizado para identificação e rastreio de produtos.
<i>Enterprise Resource Planning</i>	Um sistema de gestão integrado que coordena e automatiza os principais processos empresariais, tais como finanças, produção e logística.
Equipamento de proteção individual	Equipamento ou vestuário utilizado para proteger os trabalhadores dos riscos para a saúde ou a segurança no local de trabalho.
Excipiente	Substância inativa utilizada nos medicamentos para facilitar a administração do ingrediente ativo sem interferir com a sua ação.

<i>Good Manufacturing Practices</i>	Conjunto de orientações e normas destinadas a garantir a qualidade, a segurança e a eficácia dos produtos fabricados, nomeadamente nas indústrias farmacêutica e alimentar.
<i>In-Process Control</i>	Monitorização e controlo dos processos de fabrico durante a produção para garantir a qualidade do produto.
<i>Internet of Things</i>	Uma rede de dispositivos interligados que comunicam e trocam dados, permitindo a automatização e o controlo remoto.
<i>Logbooks</i>	Documentos que registam eventos-chave, operações ou inspeções relacionadas com equipamentos ou processos ao longo do tempo para fins de rastreabilidade e controlo.
<i>Manufacturing Execution Systems</i>	Sistemas que monitorizam e controlam a produção nas fábricas em tempo real, melhorando a eficiência e a qualidade dos processos.
<i>Out of Specification</i>	Termo utilizado para descrever resultados de testes ou medições que não cumprem parâmetros pré-estabelecidos.
Recipientes resistentes a crianças	Embalagens concebidas para impedir o acesso das crianças a produtos nocivos.
Serialização	O processo de atribuição de códigos únicos a produtos para rastreio e controlo, frequentemente utilizado para evitar a contrafação.
<i>Strip packages</i>	A embalagem contém doses individuais do produto, seladas num material laminado de duas camadas.
<i>Tamper evident</i>	Recipientes selados com um selo intacto para garantir a segurança.

SIGLAS

+QDCI	<i>Safety-Quality-Delivery-Costs-Involvement</i>
5S	<i>Seiri, Setion, Seiso, Seitketsu, Shitsuke</i>
API	<i>Active Pharmaceutical Ingredients</i>
AVAC	Aquecimento, ventilação e ar condicionado
CAPEX	<i>Capital Expenditure</i>
CMO	<i>Contract manufacturing organization</i>
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
CQ	Controlo de Qualidade
EPI's	Equipamento de proteção individual
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
GMP	<i>Good Manufacturing Practices</i> (Boas práticas de fabrico)
GQT	Gestão da Qualidade Total
I&D	Investigação e Desenvolvimento
INFARMED	Instituto Nacional da Farmácia e do Medicamento
IoT	<i>Internet of Things</i>
IPC	<i>In-Process Control</i>
JIC	<i>Just-in-Case</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
KPI's	<i>Key Performance Indicators</i>
LM	<i>Lean Manufacturing</i>

LPS	<i>Lean Production System</i>
MES	<i>Manufacturing Execution Systems</i>
MRP	<i>Material Requirement Planning</i>
NOK	<i>Not OK product (produto não conforme)</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
OOS	<i>Out of Specification</i>
OPL	<i>One Point Lesson</i>
PMEs	Pequenas e Médias Empresas
SC	<i>Setup em campanha</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
SMP	<i>Setup mudança de produto</i>
TCT	Tempo de Ciclo Total
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
TQM	<i>Total Quality Management</i>
WIP	<i>Work in Progress</i>

INTRODUÇÃO

A presente dissertação decorre de um projeto realizado numa empresa do ramo farmacêutico. Este capítulo inicial tem como objetivo fornecer um contexto geral para o estudo, começando com um breve enquadramento do tema abordado. Serão também apresentados os objetivos da pesquisa, oferecendo uma visão clara sobre o propósito e a relevância do estudo. Além disso, este capítulo apresenta a estrutura e a organização do documento.

1.1 Enquadramento e Motivação

Nos últimos anos, verificaram-se transformações significativas nos mercados nacionais e internacionais, que foram marcadas pelo impacto da tecnologia, evolução social e alterações na procura do consumidor [1]. O que resultou num mercado mais competitivo e dinâmico onde a indústria farmacêutica tem cada vez mais a necessidade de tornar a sua produção mais eficiente [2]. Desta forma, as empresas estão expostas à concorrência e à competitividade económica, para sobreviver a este tipo de mercado torna-se imperativo inovar os seus produtos e/ou os processos de produção [3]. A implementação de *Lean Manufacturing* tem sido adotada em diversas empresas por todo o mundo devido às suas vantagens comprovadas na melhoria de qualidade, redução de custos, aumento da flexibilidade e da velocidade de resposta [4].

A indústria farmacêutica é um dos setores mais importantes, responsável pela produção de medicamentos essenciais que previnem e tratam uma série de condições de saúde. Assim, é importante reduzir os custos de produção para facilitar o acesso aos medicamentos, especialmente em países menos desenvolvidos [5].

Uma parte significativa das despesas totais da indústria farmacêutica é atribuída aos custos de produção [1]. Para obter uma vantagem competitiva, os fabricantes de medicamentos devem dar prioridade à melhoria da flexibilidade, da produtividade e do cumprimento das normas de qualidade. De modo a garantir a qualidade a longo prazo, as empresas devem implementar estratégias para minimizar o número de perdas e de defeitos ao longo do processo produtivo [6]. Assim é fundamental

identificar os problemas que podem afetar negativamente todas as fases do processo, encontrar soluções e desenvolver novas estratégias para superá-los [5].

O período de tempo necessário para realizar uma mudança de produto numa linha de produção, conhecido como *setup*, representa um desafio considerável na indústria transformadora, levando a um aumento do tempo de inatividade na linha de produção. O tempo deve ser o mais curto possível para permitir reduzir a dimensão de cada lote, aumentando assim a flexibilidade na resposta às oscilações do mercado. Além disso, a redução da quantidade de produto armazenado, que está relacionada com o prazo de validade, pode beneficiar tanto os consumidores como a indústria, reduzindo o risco de deterioração dos produtos [7].

Para isto é necessária uma interação entre a manutenção e produção de forma a conceber uma boa política de manutenção e aumentar a produtividade e os lucros da empresa [8].

Foi com este enquadramento que se procedeu à elaboração da presente dissertação, realizada numa empresa farmacêutica que procura melhorar a eficiência, alcançar a satisfação dos clientes e por outro lado aumentar o fluxo de produção, de modo a aumentar as receitas da empresa.

Esta dissertação engloba uma avaliação do estado atual das linhas de produção e a formulação de um projeto de implementação de ferramentas *Lean* em duas linhas de produção de produtos farmacêuticos sólidos com o objetivo de eliminar desperdícios, aumentar a eficiência e flexibilidade das linhas através da redução dos tempos de preparação das máquinas e garantir o cumprimento das normas GMP (*Good Manufacturing Practices*).

1.2 Objetivos

O objetivo atual da empresa é observar e analisar o processo de produção, a fim de identificar potenciais áreas de melhoria e implementar ferramentas *Lean* para minimizar ou eliminar os desperdícios, reduzindo assim os custos.

Para além do objetivo genérico acima mencionado, há um conjunto de objetivos específicos que devem ser cumpridos para concluir este trabalho:

- Conhecer e mapear o processo produtivo dos dois produtos selecionados.
- Identificar os *bottlenecks* do processo produtivo, sugerir propostas de melhoria e aplicá-las nas duas linhas de produção.
- Identificar principais causas das alterações ao planeamento da produção e criar um plano de ação a longo prazo de forma a implementar medidas que garantam a estabilidade do plano de produção e a existência de matérias-primas.
- Aumentar a disponibilidade das duas linhas de produção na área de embalamento, através da redução dos tempos de *Setup*.

1.3 Metodologia

A metodologia utilizada nesta dissertação baseou-se na investigação-ação, que integra a mudança organizacional e a criação de conhecimento através de um processo cíclico composto por sete fases: identificação do problema, recolha e análise de dados, desenvolvimento e implementação de um plano de ação, avaliação dos resultados e recomeço do ciclo. Este método encoraja a reflexão crítica e a colaboração ativa entre os participantes, com foco no aprimoramento contínuo das práticas.

O projeto iniciou-se com a definição do âmbito em colaboração com a empresa, acompanhada da definição de objetivos transparentes relativos à procura da melhoria contínua. Posteriormente, procedeu-se à introdução nas equipas de produção e manutenção, bem como ao acompanhamento exaustivo das linhas de produção. Isto permitiu o mapeamento dos processos, a identificação de potenciais vias de melhoria e a definição de prioridades através de uma análise ABC e de uma análise OEE. A revisão da literatura serviu de suporte às propostas de melhoria baseadas nas metodologias *Lean*, incluindo o diagrama de *Ishikawa* e as matrizes de custo-benefício.

A implementação de soluções centrou-se na área do embalamento, com a aplicação de ferramentas como o SMED e o 5S para otimizar os tempos de preparação e melhorar a organização. Foram criados procedimentos normalizados e os colaboradores receberam formação para garantir a sustentabilidade das mudanças. A análise final dos resultados validou a eficácia das melhorias e identificou novas possibilidades de intervenção, concluindo assim o ciclo de melhoria contínua.

1.4 Organização do documento / Estrutura da dissertação

A presente dissertação está estruturada em oito capítulos, cada um abordando aspetos específicos do estudo. O **Capítulo 1** apresenta uma perspetiva geral da indústria e do tema da dissertação, definindo os objetivos do estudo e fornecendo uma visão geral da estrutura do documento.

No **Capítulo 2** é apresentada uma descrição exaustiva da metodologia utilizada ao longo da dissertação, englobando os processos de recolha de dados e a abordagem adotada na revisão da literatura. O capítulo termina com uma descrição exaustiva dos instrumentos escolhidos e da sua aplicação no projeto acima referido.

O **Capítulo 3** apresenta uma análise dos conceitos teóricos da indústria farmacêutica e da filosofia *Lean*. Posteriormente, é apresentada uma revisão da literatura, que examina os principais desafios enfrentados pela indústria farmacêutica, o impacto da melhoria contínua e os fatores determinantes para a implementação de melhorias. Este capítulo debruça-se também sobre a questão dos *setups*, analisando o seu impacto na indústria farmacêutica. Além disso, são apresentados artigos que aplicam a metodologia SMED e outras ferramentas complementares, juntamente com os resultados obtidos nesses estudos. Além disso, são analisadas as questões associadas ao planeamento em contextos industriais e as técnicas utilizadas para aumentar o controlo sobre este domínio.

O **Capítulo 4** descreve a empresa onde o estudo foi efetuado, incluindo uma síntese da sua estrutura organizacional e uma descrição dos produtos que fabrica.

O **Capítulo 5** apresenta uma descrição pormenorizada das diferentes etapas do processo de fabrico dos dois produtos seleccionados. Este capítulo descreve o processo de seleção do produto, examina os dados de OEE das linhas de produção, investiga as paragens e analisa as principais causas das alterações no planeamento.

O **Capítulo 6** sintetiza as principais problemáticas identificadas e apresenta sugestões de melhoria. Segue-se um plano de ação que visa minimizar as alterações de planeamento. Este plano termina com uma recomendação de integração de um operador logístico no setor de embalamento, com funções bem definidas.

No **Capítulo 7**, são discutidas as melhorias implementadas e os resultados obtidos, destacando as mudanças e os impactos gerados pelo estudo.

Para finalizar, o **Capítulo 8** apresenta as conclusões finais, que identificam os constrangimentos encontrados durante o desenvolvimento do projeto e as potenciais oportunidades de trabalho futuro. Além disso, este capítulo inclui uma análise crítica dos desafios e oportunidades encontradas no decurso do processo de investigação.

METODOLOGIA

Este capítulo apresenta uma descrição exaustiva da metodologia utilizada nesta dissertação, que foi realizada durante um período de oito meses numa empresa farmacêutica. Em primeiro lugar, é apresentada a estratégia metodológica, seguida de uma definição dos métodos selecionados para a investigação. A pesquisa foi conduzida de acordo com um modelo de investigação-ação, que enfatiza a importância da melhoria contínua através da implementação de ciclos iterativos de planeamento, ação, observação e reflexão. Para além disso, é apresentada a lógica subjacente às escolhas e decisões metodológicas tomadas ao longo do estudo, demonstrando como cada fase contribuiu para a obtenção de resultados robustos e relevantes.

2.1 Investigação-ação

A investigação-ação é uma metodologia de estudo que integra duas dimensões principais: a mudança organizacional (ação) e o aprofundamento do conhecimento (investigação) por parte do investigador, da empresa e da comunidade científica. Este método foi concebido para facilitar transformações substanciais através de um processo de ação e investigação em simultâneo, com foco na reflexão crítica contínua. Desta forma, o processo é conduzido com rigor pelos próprios agentes da ação, com o objetivo primordial de melhorar e aperfeiçoar as suas práticas.

O fundamento da investigação-ação é o pressuposto de que o avanço das práticas depende da mudança e da aprendizagem que resulta dessas alterações. Além disso, defende a necessidade do envolvimento ativo de todos os intervenientes. O ciclo de sete etapas compreende as seguintes fases: identificação do problema, recolha de dados, análise e interpretação dos dados, desenvolvimento de um plano de ação, implementação do plano, avaliação dos resultados e identificação de novos problemas, iniciando assim o ciclo de novo.

A natureza iterativa deste processo permite ajustes e aperfeiçoamentos constantes, configurando-o como uma espiral dinâmica de planeamento, ação e avaliação (Figura 2.1). Este ciclo de

investigação-ação compreende uma análise e reconstrução contínua do problema, o planeamento da intervenção, a implementação do plano e a avaliação da eficácia da intervenção.



Figura 2.1 - Ciclo da metodologia investigação-ação.

A natureza participativa e colaborativa da investigação-ação é a sua principal característica, em que todos os envolvidos no processo estão empenhados em atingir objetivos comuns. A investigação é sempre conduzida dentro de um contexto específico, em que o investigador não atua como um agente externo, mas sim como um co-investigador que colabora diretamente com as partes interessadas para abordar questões práticas e melhorar a realidade sob investigação.

Este método implica uma reflexão contínua com base nas interpretações dos participantes, gerando assim conhecimento através da ação. Embora o objetivo seja identificar soluções, os resultados obtidos não são considerados como conclusões definitivas, mas sim como ferramentas para a melhoria contínua da prática. É essencial que os investigadores e os participantes colaborem entre si para garantir o sucesso da investigação-ação. Além disso, é da sua responsabilidade divulgar os resultados à comunidade envolvida. No entanto, existe uma dificuldade em generalizar os resultados devido à especificidade do contexto em que são obtidos. Além disso, muitas vezes os investigadores não discutem explicitamente o quadro teórico subjacente aos seus projetos [9], [10], [11].

2.2 Principais atividades realizadas

A Figura 2.2 apresenta o fluxograma representativo da metodologia que foi adotada na presente dissertação, com as principais etapas de aplicação:

1. Definição do âmbito do projeto com a empresa.

Inicialmente foi decidido, juntamente com a empresa, o âmbito do projeto de melhoria contínua na empresa bem como os objetivos gerais a longo prazo do mesmo.

2. Integração nas equipas de produção e manutenção.

A fase inicial da metodologia demonstrou a necessidade de integração nas equipas de produção e manutenção. Este processo implicou a imersão diretamente nas equipas de trabalho e a adaptação às

boas práticas de fabrico estabelecidas, garantindo assim que todas as atividades fossem realizadas de acordo com as normas exigidas e cumpridas na empresa.

3. Acompanhamento do funcionamento das linhas de produção e *setup*

Nesta fase, foi realizado um acompanhamento metódico e diário do funcionamento das linhas de produção. Esta atividade envolveu a observação direta dos processos produtivos e o diálogo contínuo com todos os intervenientes, incluindo operadores, mecânicos e supervisores. O principal objetivo desta fase foi adquirir um conhecimento aprofundado dos processos produtivos, documentar todo este conhecimento utilizando fluxogramas e identificar potenciais oportunidades de melhoria.

Durante este período, foram recolhidos dados de grande importância, permitindo uma análise exaustiva das operações diárias. Esta análise foi ainda reforçada com a consulta dos manuais de funcionamento das respetivas máquinas, facilitando assim uma visão técnica mais abrangente e precisa.

A interação contínua com os operadores e técnicos revelou-se essencial para a compreensão das práticas de trabalho existentes, uma vez que permitiu a identificação de pontos críticos e áreas com potencial de melhoria. Este envolvimento direto no terreno foi fundamental para a definição da metodologia ideal para o arranque do projeto, garantindo que as ações planeadas assentavam numa análise realista e abrangente do contexto operacional e dos processos produtivos.

Esta abordagem permitiu a formulação de um plano de projeto robusto, garantindo que as melhorias propostas se baseavam numa análise aprofundada da eficiência operacional e da otimização dos processos.

4. Análise ABC para a seleção dos produtos

Para selecionar os projetos-piloto da primeira fase do projeto de melhoria contínua da empresa, foi realizada uma reunião com os responsáveis pela produção e manutenção. O objetivo desta reunião era determinar a metodologia ideal para identificar os projetos com maior potencial de impacto na empresa. Como consequência das deliberações, ficou decidido que seria efetuada uma análise ABC dos produtos, a fim de determinar os dois produtos com maior impacto. Além disso, a reunião excluiu os produtos que deixariam de ser produzidos, tornando-os assim irrelevantes para a análise.

Posteriormente, ficou a cargo próprio a recolha dos dados necessários e a realização da análise ABC, que teve em conta três fatores distintos. Após a conclusão da análise, os resultados serão apresentados numa reunião posterior, onde as decisões serão validadas e serão tomadas as decisões adequadas relativamente à implementação dos projetos-piloto.

Este procedimento garante uma abordagem sistemática e fundamentada na seleção dos produtos que servirão de base à fase inicial do projeto de melhoria contínua, assegurando que as implementações são direcionadas para as áreas com maior potencial de impacto.

5. Análise OEE das máquinas no estado atual

Os dados relativos ao OEE foram recolhidos através da utilização de registos manuais, metódicamente documentados pelos próprios operadores. Os registos incluíam a duração total da produção, o nível de produção previsto, a quantidade de produtos não conformes (NOK), bem como dados sobre

paragens de máquinas e as causas subjacentes. Os pormenores acima referidos foram registados pelos operadores em folhas de registo específicas. Além disso, as linhas de produção eram acompanhadas diariamente para resolver eventuais dúvidas que pudessem surgir durante o preenchimento das fichas, bem como para garantir a exatidão e a coerência dos dados registados, comparando-os com a documentação constante dos *logbooks*.

Uma vez seleccionados os produtos prioritários, procedeu-se a uma análise dos dados OEE e dos tempos de paragem das máquinas envolvidas na produção destes produtos. Esta análise permitiu identificar os principais problemas e as potenciais vias a melhorar. A avaliação da informação recolhida foi de extrema importância para a definição de soluções eficazes para os desafios identificados no projeto.

De forma a garantir uma compreensão abrangente e partilhada dos dados OEE, foi construído um *dashboard* em *Power BI*. O *dashboard* consolidou os dados recolhidos e apresentou-os num formato visual e interativo, facilitando assim a análise e interpretação da informação. Desta forma, foi realizada uma reunião com os membros das equipas de produção e manutenção, durante a qual foram definidos os principais problemas a mitigar no início do projeto de melhoria.

6. Caracterização do problema

Após a recolha e análise detalhada dos dados OEE, bem como das discussões e apresentações realizadas, foi possível proceder à correta caracterização do problema. Este processo permitiu:

Definir o Foco Principal do Projeto: Identificaram-se as áreas críticas que necessitam de melhorias imediatas, assegurando que os esforços do projeto estivessem direcionados para os aspetos mais impactantes do processo produtivo.

Delimitar um Plano de Observação: Estabeleceu-se um plano sistemático para a observação das etapas críticas durante as fases produtivas, incluindo os *setups*. De forma a monitorizar de perto os pontos mais vulneráveis do processo, garantindo uma análise precisa e detalhada.

Identificar os *Bottlenecks* do Fluxo: Através da análise dos dados e da observação direta, foi possível identificar os gargalos que limitam a eficiência do fluxo de produção. Compreender estes *bottlenecks* foi essencial para delinear estratégias de mitigação e melhoria.

Detetar Oportunidades de Melhoria: Durante a observação e análise, emergiram várias oportunidades de melhoria. Estas foram documentadas e classificadas por ordem de prioridade, de forma a assegurar que as ações corretivas fossem implementadas de maneira eficiente e eficaz.

7. Revisão bibliográfica

Após a fase de observação e análise, foi realizada uma revisão da literatura com o objetivo de sustentar cientificamente toda a dissertação. Esta revisão permitiu a recolha de informações pertinentes sobre conceitos teóricos fundamentais, metodologias *Lean* e ferramentas mais adequadas para a resolução dos problemas identificados. O desenvolvimento do trabalho foi apoiado em diversas referências bibliográficas que abordam os principais temas e ferramentas *Lean* aplicáveis aos processos industriais, com especial ênfase no setor farmacêutico.

A revisão do estado da arte e a análise de casos de estudo proporcionaram uma compreensão prática das metodologias e ferramentas *Lean*, permitindo a elaboração de soluções cientificamente fundamentadas. Esta abordagem assegurou que as propostas para os problemas identificados fossem robustas e viáveis, alinhadas com as melhores práticas da indústria.

8. Proposta de melhoria para os problemas identificados

Uma vez compreendido o processo e identificadas as etapas que constituíam os gargalos e as oportunidades de melhoria no processo de produção dos dois produtos selecionados, foram propostas melhorias específicas para cada oportunidade identificada. Na fase de desenvolvimento das propostas de melhoria, foram realizadas sessões de *brainstorming* com a equipa de produção e manutenção para gerar ideias de melhoria. Além disso, foram efetuadas análises de causa raiz utilizando o diagrama de *Ishikawa* para determinar as causas principais dos problemas identificados. A seleção das soluções baseou-se numa avaliação das ideias propostas de acordo com critérios de viabilidade e de custo-benefício. Esta matriz custo-benefício foi uma adaptação da matriz impacto-esforço, criada pelo autor Brian Byrne [12], que classifica as ações propostas com base na relação entre os custos de implementação e os benefícios esperados. Esta abordagem assegura uma gestão mais eficiente dos projetos, otimiza os recursos e direciona as intervenções para onde elas são mais necessárias. Os dados foram então reunidos num quadro, sendo atribuída a cada problema uma proposta de solução.

Na fase de planeamento da implementação, foram elaborados planos de ação pormenorizados para abordar a questão das alterações de planeamento. Estes planos incluíam objetivos claramente definidos, os responsáveis pelo seu cumprimento, os prazos e os recursos necessários.

9. Implementação das metodologias e das ferramentas selecionadas

Tendo em conta as propostas de melhoria apresentadas, na fase inicial do projeto iniciou-se a implementação das melhorias identificadas como prioritárias. Para implementar algumas destas melhorias, foi necessário realizar sessões de formação para todos os colaboradores necessários, assegurando que estes tinham uma compreensão abrangente das alterações e de as aplicar corretamente. A formação foi realizada através de *workshops*, manuais de procedimentos e formação no local.

Foi determinado que a área de embalagem era a que necessitava de mais medidas de melhoria. Para minimizar os tempos de preparação, foi necessário normalizar e criar um procedimento para as alterações de formato. A melhoria subsequente deste procedimento foi conseguida através da utilização da ferramenta SMED. Os componentes necessários para cada formato nas linhas de produção foram meticulosamente documentados e a metodologia 5S foi rigorosamente aplicada aos armários de formatos, delimitando com precisão as áreas designadas dentro das salas.

Para facilitar o desenvolvimento de uma manutenção autónoma por parte dos operadores de linha, foi também necessário desenvolver procedimentos abrangentes para as mudanças de formato. Os procedimentos acima mencionados identificam as tarefas específicas de cada operador e incluem a criação de ajudas para uniformizar a tarefa de desmontagem das peças de alimentação.

Esta abordagem minuciosa e estruturada garante que todas as melhorias implementadas são sustentáveis e eficazes, promovendo assim a eficiência e a qualidade do processo de produção.

10. Análise dos resultados obtidos

Após a implementação das melhorias, incluindo um novo procedimento para o *setup*, os tempos foram novamente medidos para analisar os resultados obtidos. Este processo de análise permite verificar a eficácia das melhorias introduzidas e identificar áreas adicionais que possam necessitar de ajustes ou novas intervenções. Esta fase termina com uma avaliação da eficácia das soluções implementadas na empresa.

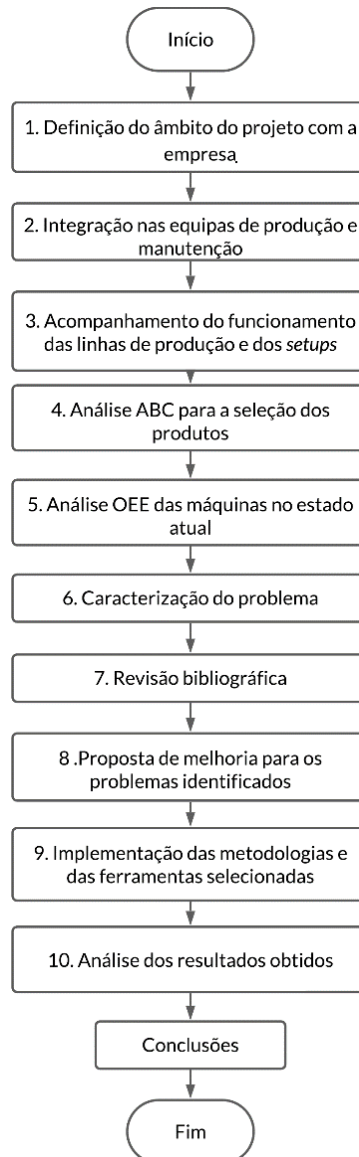


Figura 2.2 - Fluxograma da metodologia aplicada.

2.2.1 Recolha de dados

Ao longo de toda a dissertação, foram realizados vários momentos de recolha de dados, cada um com objetivos específicos e abordagens metodológicas distintas:

1. **Recolha de Dados em Diversos Departamentos:** Para obter dados completos, foi necessário recolher informações junto de vários serviços da empresa, utilizando registos internos. No departamento de qualidade, foi analisado o número de reclamações registadas ao longo do ano. No departamento de produção, os dados sobre o rendimento médio de cada produto em cada fase do processo foram obtidos a partir dos registos de produção, que foram recolhidos no final de cada lote através do registo do fabrico do lote em questão. No departamento comercial, as previsões de vendas, os dados sobre as vendas efetuadas e os preços de cada produto foram também recolhidos dos registos. Esta informação é atualizada anualmente de forma a prever a quantidade necessária para esse ano face à quantidade efetivamente produzida, sendo os preços atualizados em conformidade.
2. **Registos Realizados pelos Operadores:** Durante o processo de produção, os operadores registaram dados essenciais que foram posteriormente introduzidos num ficheiro Excel. Esses dados foram então tratados e analisados utilizando a ferramenta *Power BI*, com o intuito de interpretar os dados de Eficiência Global do Equipamento (OEE).
3. **Observação Direta e Cronometragem no Local:** Recolheram-se dados através da observação direta dos *setups* e cronometragem dos tempos. Estes dados foram fundamentais para a implementação da metodologia SMED (*Single-Minute Exchange of Die*). Com base nesta análise, elaborou-se uma proposta de um procedimento de mudança de formato e uma nova atribuição de tarefas para os vários intervenientes no processo de mudança.

Durante todo o processo de recolha e análise de dados, foi necessário proceder à verificação e validação dos mesmos para garantir a sua fiabilidade:

1. **Verificação dos Dados para Análise ABC:** Os dados utilizados na análise ABC foram verificados e validados pelo responsável da área, uma vez que a empresa já procedia à sua recolha e análise ao longo dos meses.
2. **Verificação dos Dados do OEE:** Relativamente à recolha dos dados do OEE, houve a necessidade de verificar diariamente se os dados estavam corretamente preenchidos. Sempre que eram detetados erros, estes eram corrigidos com o consentimento do supervisor da área. Este processo de recolha de dados, embora não ideal, foi o possível considerando os recursos existentes. A validação pelos supervisores e diretores assegurou a qualidade e a precisão dos dados utilizados na dissertação.
3. **Recolha de Tempos de Tarefas Durante o Setup:** Idealmente, seria mais adequado gravar os *setups* e, posteriormente, analisar as gravações. Contudo, esse processo não foi possível devido à impossibilidade de os operadores aparecerem nas gravações. Desta forma, o processo foi validado pelo diretor de engenharia e a verificação de cada tarefa e atividade foi realizada com base na observação repetida das operações, bem como no esclarecimento com o operador mais experiente na realização das tarefas.

Esta abordagem metodológica permitiu assegurar a fiabilidade e a validade dos dados recolhidos, essenciais para a fundamentação das propostas apresentadas na dissertação.

2.2.2 Metodologia utilizada na revisão de literatura

A revisão da literatura é uma síntese da visão abrangente da investigação anterior que fornece ao leitor uma visão geral do que já se sabe sobre o assunto, esclarecendo assim a lógica ou a necessidade de uma nova investigação e esclarece a importância do estudo [13].

Uma revisão exaustiva da literatura é de grande importância, uma vez que exige que o autor se familiarize intimamente com o assunto em causa, de modo a estabelecer uma base de conhecimentos sólida. Isto demonstra ao leitor que o autor tem uma compreensão abrangente do assunto em causa, dando assim credibilidade ao trabalho [13].

A metodologia utilizada na revisão da literatura apresentada no **Capítulo 3** está representada na Figura 2.3. Inicialmente foi efetuada uma pesquisa exaustiva em várias bases de dados académicas, que constituem fontes de informação fiáveis. Foram selecionados artigos científicos, livros, dissertações de mestrado e teses de doutoramento a partir destas bases de dados. Após um rigoroso processo de seleção, foram identificadas várias fontes de informação fiáveis e pertinentes para inclusão na revisão.

Para realizar a revisão da literatura, foi conduzida uma pesquisa metódica nas bases de dados *Google Scholar*, *Scopus* e *Science Direct*. As palavras-chave selecionadas foram combinadas estrategicamente, aplicando-se filtros específicos para restringir a pesquisa. Para cada base de dados, foi utilizada uma combinação de palavras-chave, previamente definida e filtros, como artigos e datas de publicação entre 2015 e 2024, conforme detalhado na Tabela 2.1.

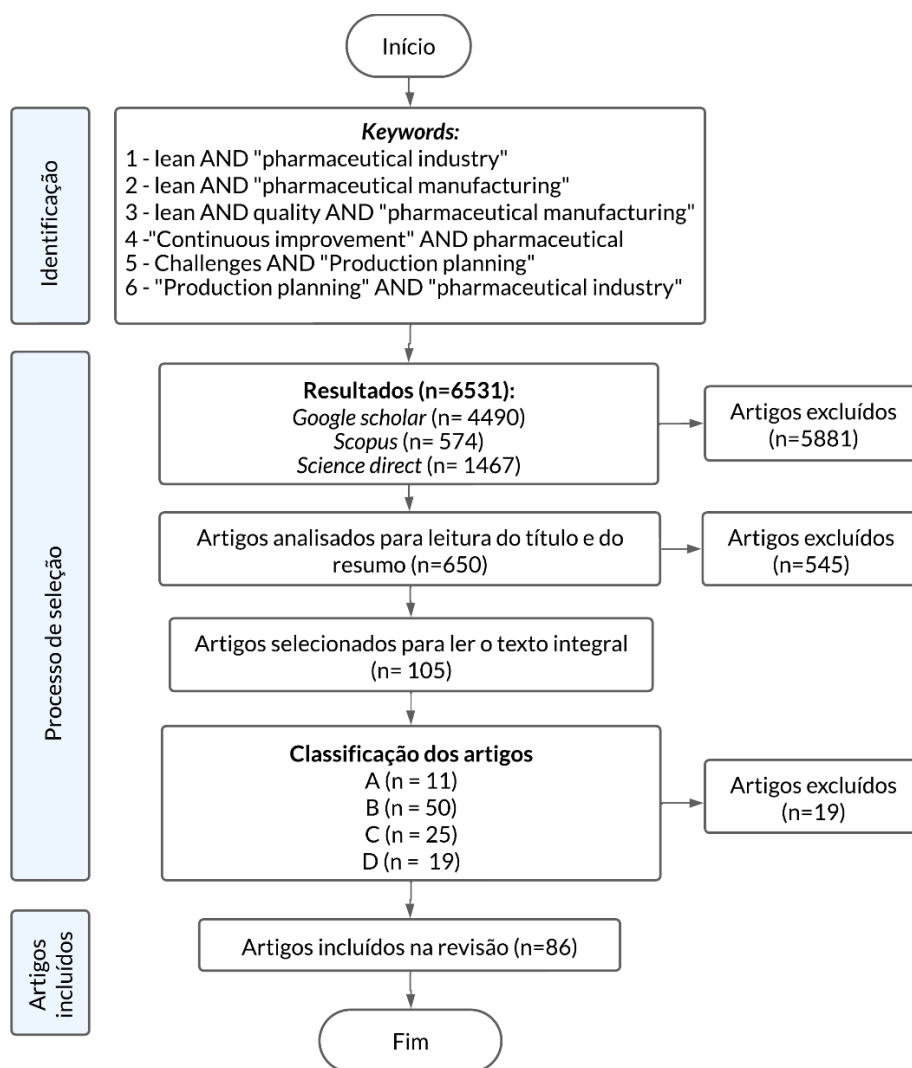


Figura 2.3 - Fluxograma da metodologia utilizada na revisão de literatura.

Tabela 2.1 - Especificações das pesquisas realizadas e respetivos resultados.

Base de dados	Combinação de Keywords	Filtros aplicados	Número de publicações	Total
Science direct	1	Artigos	467	1467
	2	-	218	
	3	-	200	
	5	-	34	
	6	-	548	
Google scholar	1	Artigos de revisão e data de publicação de 2015 a 2024	1930	4490
	2	Data de publicação de 2015 a 2024	2100	
	6	Artigos de revisão e data de publicação de 2015 a 2024	460	
Scopus	1	-	133	574
	1	Artigos	78	
	2	-	33	
	4	-	330	

Após a aplicação destes filtros, realizou-se uma triagem inicial onde, com base nos títulos dos artigos, foram selecionados aqueles que apresentavam maior relevância para o tema específico desta dissertação, limitando a seleção a um máximo de 650 artigos para a fase seguinte.

Na segunda fase de seleção, todos os 650 artigos passaram por uma nova triagem, onde foram lidos apenas os títulos e resumos. Durante este processo, foram definidos critérios rigorosos de inclusão e exclusão:

- **Critérios de inclusão:** Artigos escritos em inglês, que se enquadram no tema da dissertação, publicados entre 2009 e 2024, focados em melhorias contínuas na indústria farmacêutica e problemas no planejamento da produção e na cadeia de abastecimento.
- **Critérios de exclusão:** Artigos relacionados com a indústria farmacêutica, mas não diretamente ligados à produção, e artigos não disponíveis.

Com base nestes critérios, apenas 105 artigos foram selecionados para uma leitura integral. Após a leitura completa, os artigos foram classificados de A a D, conforme os seguintes critérios:

- **A:** Artigos científicos aplicados na indústria farmacêutica que utilizam a ferramenta SMED em casos práticos bem como artigos ou livros que explicam o funcionamento de ferramentas Lean, nomeadamente SMED.
- **B:** Artigos ou revisões sobre a aplicação de ferramentas *Lean* na indústria farmacêutica, com relevância para o estado da arte, casos de estudo ou introduções. Inclui também artigos sobre planejamento da produção ou cadeia de abastecimento relacionados com o problema identificado.
- **C:** Artigos mais antigos ou focados em sustentabilidade, que embora úteis, apresentam alternativas melhores ou explicações específicas. Inclui artigos sobre planejamento que não estão diretamente relacionados com o problema em questão.
- **D:** Artigos sem qualquer relação com o problema abordado e que foram excluídos.

Esta metodologia permitiu a inclusão criteriosa de 86 artigos na revisão bibliográfica, facilitando a organização e a integração dos artigos em cada secção da dissertação, assegurando uma base teórica sólida e relevante para o estudo.

De seguida para realizar a tabela síntese dos artigos, presente na revisão bibliográfica (Tabela 3.5 no Capítulo 3), foi adotada uma abordagem mais seletiva para incluir apenas os estudos mais relevantes diretamente relacionados com a dissertação. Entre os artigos da categoria “A” foram selecionados apenas oito pois eram os únicos com aplicação prática da ferramenta SMED. Após esta seleção, foram definidos os pontos mais relevantes para melhor caracterizar os artigos selecionados, tais como o ano de publicação, problema identificado, fatores críticos/desafios, ferramentas utilizadas, resultados obtidos bem como outras melhorias realizadas. Para facilitar a compreensão deste processo de seleção foi elaborado o fluxograma, representado na Figura 2.4.

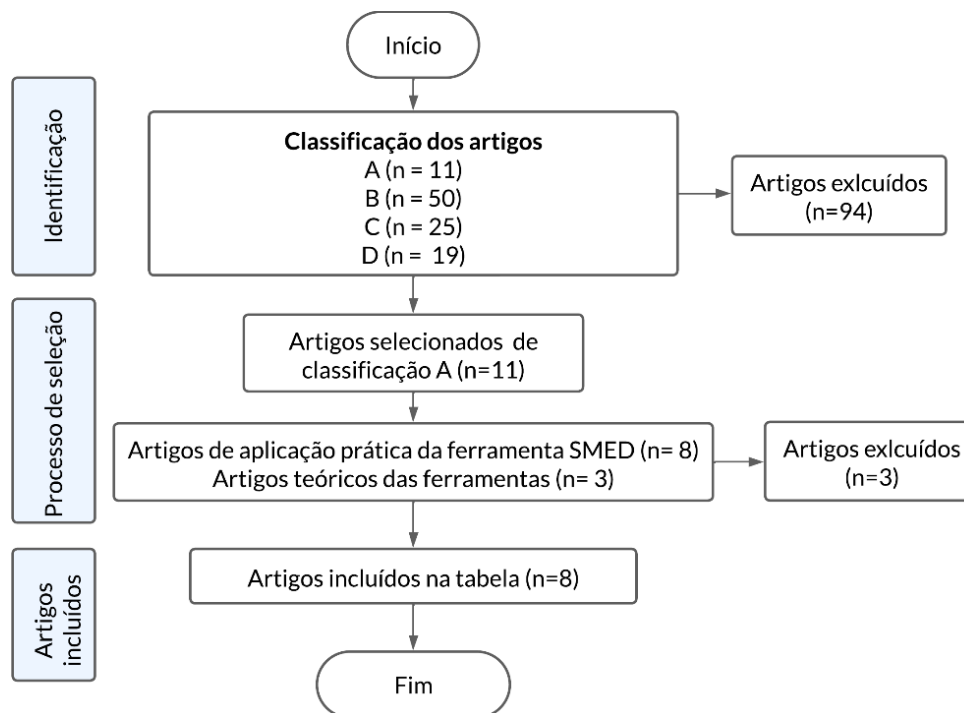


Figura 2.4 - Fluxograma da metodologia utilizada na seleção dos artigos incluídos no quadro de revisão bibliográfica.

A secção 3.3 apresenta as principais dificuldades e obstáculos com que a indústria farmacêutica se depara, tal como identificados na revisão da literatura. Para esta análise, foram selecionados 18 artigos científicos, classificados como A e B, que ilustram casos práticos de resolução de problemas neste sector. Estes artigos foram selecionados com o objetivo de oferecer uma visão abrangente dos desafios enfrentados na indústria farmacêutica, dando prioridade a estudos que apresentassem exemplos concretos e relevantes de soluções implementadas, reforçando assim a representatividade e aplicabilidade dos problemas discutidos.

2.3 Ferramentas utilizadas

Nas próximas secções são apresentadas explicações mais detalhadas das ferramentas *Lean* utilizadas ao longo da dissertação.

2.3.1 Análise ABC

A análise ABC, que se baseia no princípio de *Pareto*, também conhecido como regra 80/20, é um método que permite organizar os elementos em função da sua contribuição, destacando assim os que têm maior impacto. A técnica é utilizada no contexto da melhoria da qualidade para estabelecer prioridades nos projetos, constituir equipas de ação corretiva, identificar os produtos que são objeto do maior número de reclamações e as causas mais comuns de rejeição [14]. Esta técnica utiliza um sistema de classificação dos artigos em três categorias:

- **Itens A:** Constituem uma pequena parte do total de itens (cerca de 20%), mas representam a maior parte do valor ou impacto (aproximadamente 80%). Esses itens são considerados de alta prioridade e devem ser geridos com mais atenção e frequência.
- **Itens B:** São itens de importância intermédia, que representam cerca de 30% do total de itens e 15% do valor ou impacto. Eles necessitam de uma gestão equilibrada, não tão rigorosa quanto os itens A, mas mais atenta do que os itens C.
- **Itens C:** Correspondem à maior parte do total de itens (cerca de 50%), mas representam apenas uma pequena parte do valor ou impacto (aproximadamente 5%). Estes itens são de baixa prioridade e requerem menos atenção.

A implementação eficaz da análise ABC permite identificar e dar prioridade aos elementos mais importantes, otimizando assim os recursos e melhorando a eficiência. Ao dar prioridade aos artigos mais valiosos e críticos, as empresas podem assegurar uma melhor disponibilidade e reduzir os custos associados ao excesso ou à falta de artigos. O diagrama de *Pareto* é frequentemente utilizado para ilustrar a distribuição dos artigos, facilitando assim a identificação dos produtos que devem ser priorizados de forma a otimizar o benefício para a empresa [15], [16].

Na presente dissertação, a análise acima referida foi aplicada numa sequência de análises distintas de cinco critérios: o número de reclamações, o rendimento do embalamento e do fabrico, o rendimento geral da produção e, por fim, uma análise do valor das vendas. A empresa selecionou destes critérios os três mais relevantes e prioritários para a seleção dos produtos mais significativos. Assim, foi criada uma matriz com a ponderação para cada critério, tendo em conta as prioridades da empresa. O critério mais preponderante foi o valor das vendas, seguido do rendimento total da produção e, por último, as reclamações. Por outro lado, tendo em conta as análises acima referidas, determinou-se que os produtos classificados como A receberiam uma pontuação de 10, os B receberiam 5 e os C receberiam 1 ponto (ver Tabela 5.5 no Capítulo 5). Assim, a ponderação de cada critério seria multiplicada para cada análise e subsequentemente somada para obter uma pontuação final para cada produto, de forma a obter um ranking que refletisse o resultado das três análises. A empresa optou por esta metodologia, elucidada na secção 5.3, a fim de identificar os produtos mais importantes, tendo em conta todas as análises.

2.3.2 Análise OEE

Como referido anteriormente, após a seleção dos produtos designados como linhas piloto para este projeto, foi realizada uma análise para avaliar a eficiência dos equipamentos responsáveis pela sua produção. O OEE é uma métrica utilizada na indústria como ferramenta de medição, com origem no programa de implementação do TPM (*Total Productive Maintenance*). Esta métrica é particularmente útil para uma análise comparativa entre setores industriais, uma vez que o OEE varia entre 0 e 100%. Um valor de 0% indica baixa eficiência, enquanto 100% indica alta eficiência, com um valor ideal de 85% para uma indústria. Para calcular o OEE médio, é necessário calcular três rácios principais [17], [18], [19].

$$OEE = D \times P \times Q \quad (2.1)$$

A disponibilidade de um determinado equipamento é definida como a percentagem de tempo durante o qual este está operacional. Este parâmetro reflete o tempo perdido devido a falhas, preparação e ajustes. A fórmula para calcular este rácio é:

$$Disponibilidade = \frac{\text{Tempo de Produção Real}}{\text{Tempo de Produção Possível}} \quad (2.2)$$

A *performance* é definida como a avaliação da capacidade de uma máquina para produzir produtos. Isto é conseguido através da comparação da velocidade de funcionamento real com a velocidade ideal projetada. Demonstra a proximidade entre a taxa de produção real e a taxa teórica. A fórmula para calcular este rácio é:

$$Performance = \frac{\text{Peças produzidas na realidade}}{\text{Peças produzidas em produção ideal}} \quad (2.3)$$

A qualidade mede a conformidade dos produtos com os padrões. A fórmula para calcular este rácio é:

$$Qualidade = \frac{\text{Nº de peças conforme}}{\text{Nº de peças produzidas}} \quad (2.4)$$

2.3.3 Diagrama *Ishikawa*

O Diagrama de Causa e Efeito, conhecido como Diagrama de *Ishikawa*, é uma ferramenta que ilustra como um resultado ou efeito pode ser influenciado por diversas causas potenciais. Ele é utilizado para identificar e estruturar as possíveis razões por trás de um problema, facilitando a análise e a procura por soluções de forma organizada e sistemática [14].

Este método tem sido aplicado com sucesso em diversos setores, como saúde, indústria, serviços, energia e educação. As causas potenciais de um problema são geralmente categorizadas em máquinas, métodos, materiais, pessoas e ambiente, sendo que cada categoria pode incluir sub-causas e análises mais detalhadas, tal como representada na Figura 2.5. No entanto, a adaptação dessas categorias pode variar conforme a natureza específica do problema investigado [20].

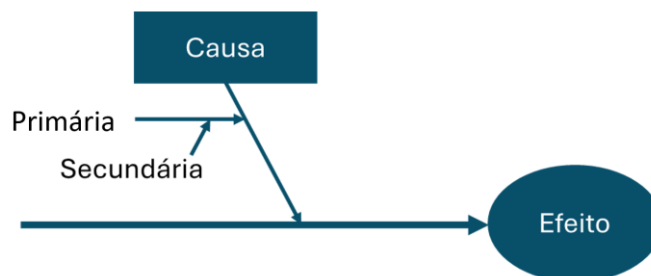


Figura 2.5 - Diagrama de causa e efeito com causas primárias e secundárias.

Neste contexto, esta ferramenta foi aplicada para identificar as principais causas das alterações no planejamento, além de realizar uma análise subsequente das principais razões para a escassez de matérias-primas na produção.

2.3.4 5S

O 5S é o primeiro passo para a melhoria contínua, cuja implementação assegura a limpeza e a organização do local de trabalho, resultando em melhorias significativas nos padrões ambientais e de segurança. Este conjunto de técnicas, todas iniciadas com a letra "S", é um acrônimo de cinco palavras japonesas que representam práticas essenciais para aprimorar a eficiência no ambiente de trabalho e cada uma delas está resumida na Tabela 2.2. A implementação do 5S melhora a comunicação interna, cria uma organização útil, reduz o tempo de viagem dos funcionários, mantém um ambiente de qualidade, aumenta a produtividade e promove um local de trabalho mais seguro e organizado que cumpre com as regras de conformidade [21], [22].

Tabela 2.2 - Objetivo de cada etapa da ferramenta 5S.

Termo em Japonês	Significado	Objetivo
<i>Seiri</i>	Separar	Separar e eliminar itens desnecessários do local de trabalho usando etiquetas vermelhas para identificação. Itens de uso ocasional são armazenados adequadamente, enquanto itens completamente desnecessários são descartados ou reciclados, contribuindo para a organização eficiente do espaço e otimização dos recursos.
<i>Seiton</i>	Organizar	Organizar eficazmente o ambiente de trabalho, definindo locais específicos para cada objeto para facilitar o acesso. Isto é feito através de um sistema de armazenamento adequado, utilizando etiquetas para identificação, cores para rápida visualização, agrupando itens similares e separando os diferentes. As localizações dos objetos necessários são claramente marcadas, com itens frequentemente usados próximos aos pontos de uso e itens menos utilizados armazenados separadamente com identificação clara.
<i>Seiso</i>	Limpar	Manter o local de trabalho limpo e arrumado para garantir um ambiente de trabalho seguro e confortável. Além de aumentar a motivação dos colaboradores, um local limpo e organizado contribui para um aumento da qualidade do trabalho. É importante manter o hábito da limpeza entre os funcionários, com atribuição clara de responsabilidades para manter altos padrões. Isso inclui a limpeza regular das máquinas, a manutenção dos pisos livres de água e sujeira e a preservação dos rótulos e sinais em condições ideais.
<i>Seiketsu</i>	Normalizar	Estabelecer e manter padrões consistentes de organização e limpeza no local de trabalho, garantindo que todas as atividades sejam realizadas de acordo com procedimentos operacionais padrão claros e documentados.
<i>Shitsuke</i>	Autodisciplina e manter	Garantir que os 5S são mantidos ao longo do tempo, o que é considerado um desafio significativo. Para este objetivo ser alcançado é essencial realizar revisões regulares dos procedimentos padrão, posicionar corretamente ferramentas e peças, listas de controle ou auditorias 5S para garantir o respeito pelas normas instituídas. Além disso, é crucial manter a disciplina adequada entre os funcionários, incluindo motivar e reconhecer seus esforços consistentes.

A aplicação da metodologia 5S demonstrou trazer benefícios consideráveis, o que levou à sua adoção em toda a organização das peças de formato. Isto inclui a normalização da identificação das peças, facilitando assim o seu reconhecimento por todas as partes interessadas. Além disso, o método foi aplicado à organização do espaço com o objetivo de otimizar o fluxo de matérias-primas e produtos acabados, assegurando que todos os artigos estão localizados de forma normalizada na sala.

2.3.5 Poka-yoke

Esta ferramenta foi desenvolvida para prevenir falhas e erros involuntários. O termo japonês *Poka-yoke*, que significa "à prova de erros", descreve essa abordagem. A ferramenta envolve a detecção imediata de defeitos e a implementação de ações corretivas, muitas vezes através da paragem do processo para notificar as anomalias, desta forma promove-se uma cultura de prevenção e correção proativa no ambiente de trabalho. Exemplos de *Poka-yoke* incluem inspeções de contenção para separar produtos defeituosos dos aceitáveis, utilização de dados do processo para gerir melhorias e inspeções antecipadas para garantir condições ideais de qualidade. Além disso, podem ser utilizados mecanismos físicos para evitar não conformidades e procedimentos que assegurem comportamentos específicos desejados. Assim, a definição mais ampla de *Poka-yoke* refere-se a qualquer processo que, quando seguido corretamente, assegura um resultado esperado [23], [24].

Nesta dissertação, a ferramenta *Poka-yoke* foi aplicada na identificação das peças de cada formato para evitar a seleção incorreta e assegurar a localização exata das peças na máquina. A implementação incluiu procedimentos com imagens e a atribuição de um código interno único a cada peça. Além disso, nos armários de armazenamento dos formatos, foram desenhadas silhuetas das peças com a respetiva identificação, prevenindo erros na organização e arrumação das mesmas.

2.3.6 Normalização

Uma abordagem eficaz para eliminar erros e promover a melhoria contínua dos processos é estabelecer procedimentos precisos para a execução do trabalho, criando o que se denomina "trabalho normalizado". Este conceito é fundamental no sistema de gestão *Lean*, sendo utilizado para eliminar desperdícios, irregularidades e irracionalidades. A normalização reduz a variabilidade, melhora a qualidade e a visibilidade das anomalias, além de fomentar a aprendizagem organizacional. O trabalho normalizado fornece diretrizes detalhadas, passo a passo, para cada tarefa, permitindo a identificação e correção imediata de problemas. Esta prática é considerada a base para a melhoria contínua, seguindo o princípio de que não pode haver melhoria sem padrões [25].

Segundo a Toyota, sem a normalização, é difícil avaliar melhorias, pois não há um ponto de referência para comparação. Assim, o primeiro passo para criar processos *Lean* é alcançar um nível básico de estabilidade do processo, garantindo uma capacidade consistente de produção. Isso significa produzir resultados de qualidade de forma consistente pelo menos 80% do tempo, com recursos

adequados e dentro dos prazos. Uma vez identificado e observado o desperdício, a situação deve ser documentada utilizando ferramentas de trabalho normalizado. Estas ferramentas são essenciais para analisar e compreender o desperdício nas operações, permitindo visualizar e registrar os grandes desperdícios, como movimentos desnecessários e tempos de espera, de uma forma compreensível para todos [26].

Neste contexto, a normalização das atividades era imprescindível antes da implementação do SMED, a fim de estabelecer um ponto de partida claro. Além disso, foi realizada uma análise para identificar as atividades que eram propensas a erros, levando à introdução de guias visuais para todos os operadores. Isto assegurou a execução uniforme das tarefas e o manuseamento correto das peças, seguido da sua limpeza adequada.

2.3.7 Observação direta

A prática do *Gemba Walk*, que envolve a observação direta dos processos através de visitas ao local de trabalho, é um elemento fundamental da melhoria contínua. Esta estratégia exige que os gestores e líderes realizem visitas regulares ao local de trabalho, com o objetivo de obter uma compreensão abrangente das atividades, condições e desafios atuais. Este método permite não só uma avaliação correta da realidade operacional, mas também um reforço do conhecimento dos gestores sobre as práticas de trabalho e as dinâmicas interpessoais. No contexto do sistema Toyota e do *lean manufacturing*, esta prática é fundamental para a promoção de uma cultura de aprendizagem contínua, identificação ágil de problemas e implementação efetiva de melhorias no processo produtivo [21].

Foi imperativa a realização de observações diretas durante o desenvolvimento desta dissertação. Na fase inicial, foi essencial o mapeamento dos processos e posterior acompanhamento diário das linhas, de forma a adquirir conhecimento e registrar dados de forma contínua. Do ponto de vista da implementação, esta atividade foi de extrema importância para a observação dos *setups* e para a verificação da aplicação dos 5S.

2.3.8 Recolha e análise de tempos

A recolha e análise de dados temporais durante a observação direta de tarefas é de importância crítica para a melhoria contínua dos processos industriais. Como evidenciado na revisão da literatura, a análise de atividades e sequências temporais é uma prática bem estabelecida na indústria, e é de particular importância para a implementação do SMED. O registo rigoroso do tempo e uma análise detalhada dos tempos de execução permitem identificar potenciais oportunidades de redução de tempo e de eliminação de atividades que não acrescentam valor, o que, por sua vez, resulta num aumento da eficiência e da produtividade.

Neste estudo, a observação direta das atividades durante o *setup* foi de extrema importância devido às limitações impostas aos operadores de filmagem. Embora se reconheça que a filmagem é o

método mais preciso para obter tempos detalhados, nesta dissertação foi decidido que seria preferível a observação direta das atividades, com a cronometragem realizada no local. Todo o material necessário foi meticulosamente organizado e disponibilizado para a recolha exata dos tempos.

2.3.9 SMED

O método SMED (*Single-Minute Exchange of Die*), desenvolvido por Shigeo Shingo em 1983, uma técnica que visa a redução drástica dos tempos de *setup* nas operações de produção. Este método é essencial para aumentar a eficiência e a flexibilidade da produção, permitindo responder rapidamente às mudanças na procura sem sacrificar a qualidade [24].

A implementação do SMED implica a análise e a reestruturação das atividades de *setup*. Esta abordagem visa converter o maior número possível de operações internas em externas, resultando na redução do tempo total de *setup* e, conseqüentemente, na diminuição do tempo de inatividade das máquinas [24].

Para implementar esta metodologia, é necessário passar por um conjunto de estágios descritos no livro de Shingo:

- **Estágio preliminar:** Normalmente, no estágio preliminar não se faz distinção entre atividades internas e externas, sendo crucial realizar uma análise detalhada da operação atual para criar uma lista ordenada das atividades realizadas e, em seguida, medir os tempos envolvidos. Nesta fase, a comunicação eficaz com os operadores é fundamental para obter um entendimento completo das atividades e dos equipamentos envolvidos [24].
- **Estágio 1:** Nesta fase, é crucial identificar claramente quais operações podem ser realizadas enquanto a máquina está em funcionamento (operações externas) e quais exigem que a máquina seja parada (operações internas). Esta etapa é essencial na implementação eficaz desta ferramenta, pois através da separação e organização adequada é possível reduzir o tempo de *setup* interno entre 30% a 50%. Geralmente, são utilizadas listas de verificação para guiar este processo [24].
- **Estágio 2:** Após a separação dos processos, o objetivo é otimizar a conversão das operações internas em operações externas. Isto pode implicar uma preparação operacional preliminar, necessitando de um exame exaustivo para determinar as vias potenciais de transformação das atividades internas em atividades externas. Este processo de conversão implica uma avaliação exaustiva de cada operação interna para determinar a sua viabilidade durante o funcionamento da máquina [24].
- **Estágio 3:** Esta dissertação envolve a simplificação das tarefas de *setup*, tanto internas quanto externas, quando a conversão completa das operações internas em externas não é viável. A simplificação requer uma análise detalhada de cada operação para torná-las mais eficientes e rápidas. Para as operações internas, procura-se aumentar a eficiência e rapidez, podendo incluir melhorias na organização do local de trabalho, o uso de ferramentas especializadas ou métodos mais eficazes. Já para as operações externas, a otimização pode incluir a preparação antecipada de ferramentas, peças e materiais necessários para o *setup*, assegurando que essas tarefas sejam executadas de maneira eficiente [24].

Para facilitar e sintetizar a informação descrita anteriormente, as etapas que compõem o SMED foram organizadas em um esquema simplificado, conforme ilustrado na Figura 2.6.

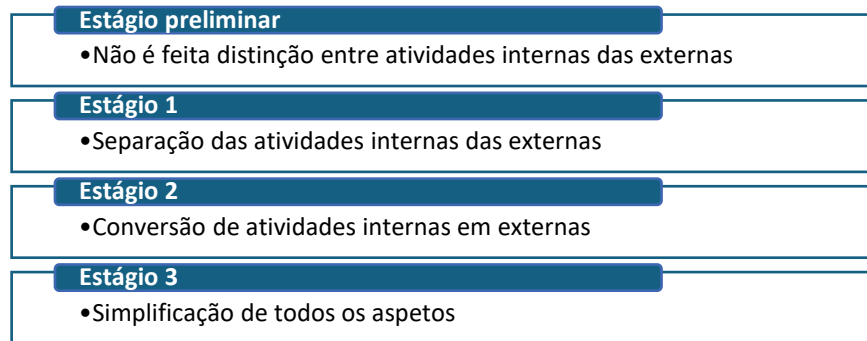


Figura 2.6 - Estágios da ferramenta SMED.

No livro “O Sistema *Toyota* de produção”, o autor Shigeo Shingo apresenta princípios fundamentais para a redução do tempo de *setup*, uma prática essencial no contexto da otimização de processos industriais. Estes princípios não só são cruciais para a redução de tempos de inatividade das máquinas, como também podem ser incorporados ou fornecer suporte em cada estágio do processo de implementação [24].

- **Normalização da função e não da forma:** Recomenda-se que as funções das peças necessárias sejam normalizadas, por exemplo, adicionando uma placa ou um bloco à borda de fixação de uma matriz. Isto permite que as mesmas pinças sejam utilizadas em diferentes configurações, reduzindo assim os custos. Isto elimina a necessidade de normalização de todas as matrizes, reduzindo assim os custos.

- **Utilização de Grampos funcionais ou eliminar os grampos:** É aconselhável evitar a utilização de parafusos, uma vez que são um método de fixação relativamente demorado. Se a função de um parafuso é fixar, deve ser dimensionado de modo a poder ser apertado com um único movimento. Em alternativa, pode ser substituído pela utilização de outros métodos de fixação, como cunhas e grampos de mola, que ligam e encaixam duas peças rapidamente.

- **Adotar operações em paralelo:** Recomenda-se que as operações de *setup* sejam realizadas em paralelo, aumentando assim a taxa de ocupação da máquina. Isto requer o envolvimento de vários operadores, mas pode diminuir significativamente o tempo de *setup*. Apesar da falta de confiança de muitos gestores em atribuir operadores adicionais às operações de preparação, esta prática tem o potencial de aumentar a eficiência global.

- **Eliminar ajustes:** É importante saber diferenciar os processos de preparação e de ajustamento. O processo de preparação implica uma mudança na posição de um componente, enquanto o ato de ajustamento envolve uma série de testes e modificações subsequentes. A necessidade de ajustes subsequentes pode ser reduzida pela utilização de padrões precisos para determinar a posição correta. A utilização de ferramentas como réguas, relógios comparadores e sensores magnéticos de proximidade pode servir para reduzir ou mesmo eliminar a necessidade de ajustes.

Vantagens da aplicação do SMED:

O método SMED demonstrou aumentar a eficiência operacional. A redução dos tempos de *setup* permite mudanças mais rápidas de ferramentas e ajustes de máquinas. Isto contribui para uma redução dos níveis de *stock*, facilita os ajustes à produção e a eliminação de grandes inventários. Os equipamentos funcionam durante períodos mais longos e o tempo de inatividade é reduzido durante a preparação. Isto resulta, conseqüentemente, num aumento da produtividade [24]. A normalização dos procedimentos serve para reduzir a incidência de erros, assegurando que as operações sejam realizadas de forma correta e consistente. Assim, a qualidade do produto é melhorada em consequência da redução do número de erros e do aumento da consistência do processo de preparação. Uma redução no tempo entre lotes tem o efeito de tornar o processo de produção mais suave e seguro. Além disso, o SMED tem o potencial de reduzir a necessidade de maquinaria adicional, uma vez que aumenta a eficiência dos processos. O método também facilita a configuração, eliminando a necessidade de qualificações de alta especificação, tornando-o assim acessível a operadores com diferentes níveis de competências [24].

2.3.10 Diagrama de esparguete

O diagrama de esparguete é uma técnica visual inestimável para a análise do movimento e do transporte num processo. O diagrama permite observar com clareza os trajetos percorridos, facilitando assim a identificação de potenciais ineficiências, tais como percursos longos, sobreposições e movimentos supérfluos. Este tipo de diagrama é frequentemente criado manualmente, com um plano simplificado do ambiente de trabalho que serve de modelo para traçar os fluxos reais de operadores, materiais ou máquinas. Uma aplicação típica desta técnica consiste em traçar o percurso de um operador ou de um produto, como um motor, ao longo das várias fases de produção [21].

A ferramenta foi utilizada para mapear a movimentação dos operadores durante o *setup*, identificando trajetos redundantes e distâncias excessivas. Com base nessa análise, foram identificadas oportunidades para reorganizar o espaço e redistribuir tarefas, permitindo a execução simultânea de atividades e reduzindo o tempo total do *setup*.

REVISÃO DA LITERATURA: MELHORIA CONTÍNUA NA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

O objetivo deste capítulo é de elucidar as bases teóricas da indústria farmacêutica e os princípios fundamentais da filosofia *Lean*, desde a sua génese até às suas principais vantagens e instrumentos. Para além disso, explicita o impacto da melhoria contínua nesta indústria e os elementos essenciais para uma correta implementação da metodologia *Lean*. Por outro lado, este capítulo apresenta uma revisão da aplicação da metodologia SMED para reduzir os tempos de preparação, bem como uma análise das ferramentas utilizadas para abordar esta questão. Por último, é apresentada uma análise dos desafios encontrados no planeamento da produção e das ferramentas que foram implementadas para resolver estes problemas.

3.1 GMP e etapas produtivas na indústria farmacêutica

A indústria farmacêutica rege-se por normas rigorosas de qualidade e higiene, exigindo o cumprimento estrito de regulamentos e diretrizes que garantam a qualidade, a segurança e a eficácia dos produtos. As GMP foram concebidas para minimizar os riscos envolvidos na produção farmacêutica ([27], [28] conforme citado por [29]), [30].

As recomendações das GMP são implementadas a partir da produção da molécula ativa e, como tal, tem um impacto significativo na qualidade do produto final. A principal missão das GMP é evitar a contaminação do produto por partículas e microrganismos introduzidos por operadores e outros indivíduos na sala, por partículas dos equipamentos e por produtos químicos emitidos por peças em contacto com o produto. Para além disso, a prevenção da contaminação cruzada de outros produtos que saem das instalações deve ser feita através de uma limpeza regular e completa [31].

A produção de medicamentos requer a utilização de duas famílias distintas de matérias-primas: as substâncias ativas (API), responsáveis pela ação farmacológica, e os excipientes, indispensáveis para garantir que a fórmula terapêutica funcione como esperado [31].

Do ponto de vista prático, o fabrico pode ser dividido em duas fases principais, tipicamente executadas em locais distintos e normalmente denominadas primária e secundária. A fase inicial do processo envolve a produção de ingredientes farmacêuticos ativos (APIs) e excipientes. Os excipientes são fabricados de acordo com as especificações estabelecidas pela indústria farmacêutica, tal como a água purificada, a qual é geralmente produzida pelo próprio fabricante farmacêutico. A fase secundária começa com a preparação do produto final, em que os APIs são conjugados com os excipientes. Esta mistura pode ser submetida a outras manipulações, incluindo a secagem, a redução ou o aumento do tamanho das partículas, a filtração e a esterilização. Posteriormente, o produto é transformado na sua forma farmacêutica final, que pode ter a forma de comprimidos, cápsulas, líquido em ampolas, frascos ou garrafas, ou cremes em tubos ou supositórios. Posteriormente, o produto é acondicionado no recipiente [31].

O processo de embalagem é muitas vezes considerado como relativamente irrelevante no processo de fabrico de um produto. No entanto, desempenha um papel fundamental ao estabelecer a ligação entre o produto e as vendas, especialmente no caso dos produtos de venda livre [32]. A seleção de embalagem é de importância primordial para garantir a estabilidade do produto ao longo do seu prazo de validade. Deve cumprir uma série de funções, incluindo o confinamento, a proteção contra a contaminação externa, a preservação e a prestação de informações ao consumidor, a identificação do produto e a conveniência de utilização, nomeadamente no que se refere ao tamanho adequado para utilização após a abertura [5], [33]. Enquanto a embalagem secundária fornece uma proteção física suplementar para facilitar o armazenamento seguro, a embalagem primária, que está em contacto direto com o produto, destina-se a conter e restringir quaisquer riscos químicos, climáticos ou biológicos potenciais que possam levar à degradação do produto. Na forma sólida dos medicamentos é habitualmente usado [33]:

- *Tamper evident* – utilizado para descrever um recipiente selado com um vedante inviolável, garantindo assim que o recipiente está fechado.
- *Strip packages* – A embalagem inclui doses individuais do produto, seladas num material laminado de duas camadas, cuja composição depende das necessidades de proteção do produto.
- *Blister* – Na composição da camada de base estão incorporadas cavidades que facilitam o armazenamento do produto através da aplicação de calor e/ou pressão. O uso de alumínio é tipicamente utilizado para aumentar a resistência à humidade.
- Recipientes resistentes a crianças – O objetivo destes dispositivos é impedir que as crianças tenham acesso a produtos potencialmente nocivos para elas.

Por outro lado, é crucial reconhecer que o número de possíveis variantes de um produto ao longo da cadeia de valor aumenta à medida que os API são produzidos e transformados em várias formas durante o processo de fabrico e embalagem. Este fenómeno é sobretudo evidente durante o processo de formulação e embalagem, em que os API são submetidos a diferentes fases e transformações, dando origem a uma variedade de produtos [2].

3.2 Filosofia *Lean*

3.2.1 Origem e definição

No início do século XX, Henry Ford desenvolveu um sistema de produção em massa que consistia num fluxo contínuo de componentes ao longo do processo de produção. Isto resultou num enorme sucesso para a *Ford Motor Company*, que foi capaz de produzir milhões de automóveis num período de tempo relativamente curto [34].

Em 1962, Sakichi Toyoda fundou a *Toyota Motor Corporation*. Após uma visita à fábrica da *Ford Motor Company* nos EUA, Toyoda reconheceu que o sistema de produção em massa que tinha adotado era insustentável. Enquanto a Ford produzia aproximadamente 8.000 veículos por dia, a Toyota fabricava apenas 2.500 carros por ano naquela altura. Eiji Toyoda compreendeu que o modelo de produção em massa utilizado pela Ford não era o ideal para a Toyota, dadas as características distintivas do mercado japonês, que era pequeno e diversificado, com uma procura de uma grande variedade de veículos. Consequentemente, a Toyota colaborou com Taiichi Ohno no desenvolvimento de um sistema alternativo, designado por Sistema de Produção Toyota ou Sistema *Lean*. O sistema permitia a produção de produtos de uma forma mais expedita, económica e diversificada, com o objetivo de corresponder às expectativas dos clientes [35], [36], [37].

Este sistema de gestão pretende alcançar uma produção contínua sem depender de longos períodos de fabrico. Está direcionado para três áreas-chave: qualidade, prazo e custo. O sistema foi concebido para eliminar desperdícios e garantir a preservação da qualidade ao mais alto nível. Além disso, visa reduzir os custos através da otimização da utilização dos recursos [34].

O TPS baseia-se em dois princípios fundamentais: O *Just-in-Time* que tem como objetivo determinar o momento ótimo para a produção, o transporte e a aquisição de materiais. O *Jidoka*, por outro lado, é um sistema que incorpora a automatização com intervenção humana em caso de falhas. O objetivo é otimizar os processos, facilitando assim uma ação corretiva rápida e fomentando uma cultura de aprendizagem contínua em toda a organização [21], [35].

A metodologia *Lean* nasceu do Sistema de Produção Toyota (TPS), que adota uma abordagem orientada para o cliente. Inicialmente implantada no setor da indústria transformadora, a metodologia *Lean* tem vindo a ser aplicada em várias indústrias [34]. O objetivo do *Lean Manufacturing* é aumentar a competitividade da empresa através da redução dos custos e da otimização dos recursos que contribuem para o aumento do valor do produto. A implementação de metodologias de melhoria contínua ao nível operacional permite às organizações atingir níveis mais elevados de eficiência e de rentabilidade [38].

3.2.2 Princípios Lean

Os cinco princípios *Lean* foram concebidos com o objetivo de fornecer às organizações um modelo para a procura de eficiência, a eliminação de desperdícios e a melhoria contínua. Os cinco princípios *Lean* foram desenvolvidos por Womack e Jones e compõem um ciclo, como ilustrado na Figura 3.1, concebido para otimizar os processos organizacionais e maximizar o valor entregue aos clientes. [39].

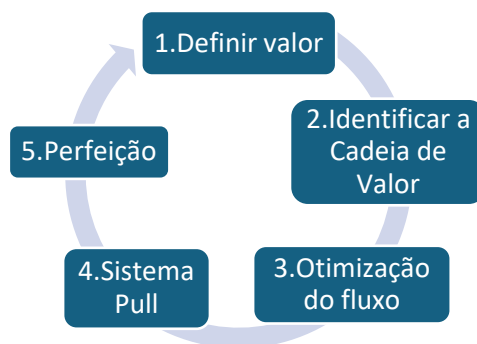


Figura 3.1 - Ciclo dos cinco princípios *Lean*.

O conceito de valor é o ponto de partida fundamental e a base da abordagem do pensamento *Lean*. Só o cliente final é capaz de determinar o valor que está disposto a pagar por um determinado bem ou serviço. Por conseguinte, é fundamental conhecer os valores do cliente e as suas falhas, para que o valor possa ser definido de acordo com as expectativas e as necessidades do cliente final [39].

O segundo princípio da metodologia *Lean* é examinar o conjunto do processo de fabrico de um produto, identificando todas as operações envolvidas. Tal permite estabelecer a cadeia de valor, que vai do fornecedor ao consumidor. É imperativo mapear todas as atividades envolvidas, determinar a sua sequência, identificar os recursos necessários e avaliar o tempo necessário para cada etapa, de modo a obter uma eficiência ótima [39].

Uma vez definida a cadeia de valor, é necessário reorganizá-la para coordenar todas as atividades para maximizar o valor e minimizar o desperdício. Após uma análise de cada etapa, é possível identificar as atividades que criam valor, as que são inevitáveis mas não acrescentam valor e as que apresentam desperdícios e deverão ser eliminadas [39].

É recomendável que a lógica *pull* seja implementada sempre que possível. O objetivo dessa estratégia é reduzir o desperdício, produzindo bens apenas quando a necessidade do cliente assim o exigir. Por outras palavras, a procura é gerada exclusivamente pelo próprio cliente. Caso contrário, corre-se o risco de haver um processamento desnecessário ao longo das fases de produção, o que pode resultar num desperdício de recursos [39].

A última etapa do ciclo é a procura da perfeição, que implica a integração sistemática dos quatro princípios anteriores para alcançar a melhoria contínua através da inovação. O compromisso

inabalável com a excelência caracteriza o pensamento *Lean* como uma abordagem dinâmica, flexível e em constante evolução, com o objetivo de garantir o sucesso e a eficiência das empresas [39].

3.2.3 Casa TPS

A Casa TPS ilustra a importância da implementação de estratégias *Lean* para alcançar o sucesso. Desta forma, a casa está estruturada em três partes que correspondem aos elementos fundamentais de um sistema *Lean*. A base representa os elementos fundamentais, os pilares significam as atividades primárias e o telhado simboliza os objetivos globais do Sistema de Produção *Toyota* (TPS) (ver a Figura 3.2) [40].

Os objetivos do Sistema de Produção *Toyota* (TPS) são: a eliminação de desperdícios, a produção de alta qualidade ao menor custo possível e a máxima eficiência do trabalho. O TPS baseia-se na identificação e eliminação de atividades que não contribuem com valor (*muda*), com o objetivo de produzir apenas o necessário com o mínimo de recursos. Para o conseguir, é necessário eliminar sete tipos principais de desperdício. O cumprimento destes objetivos conduz à otimização dos processos produtivos, que são alinhados com as expectativas dos clientes e garantem uma operação mais eficiente e rentável [40].

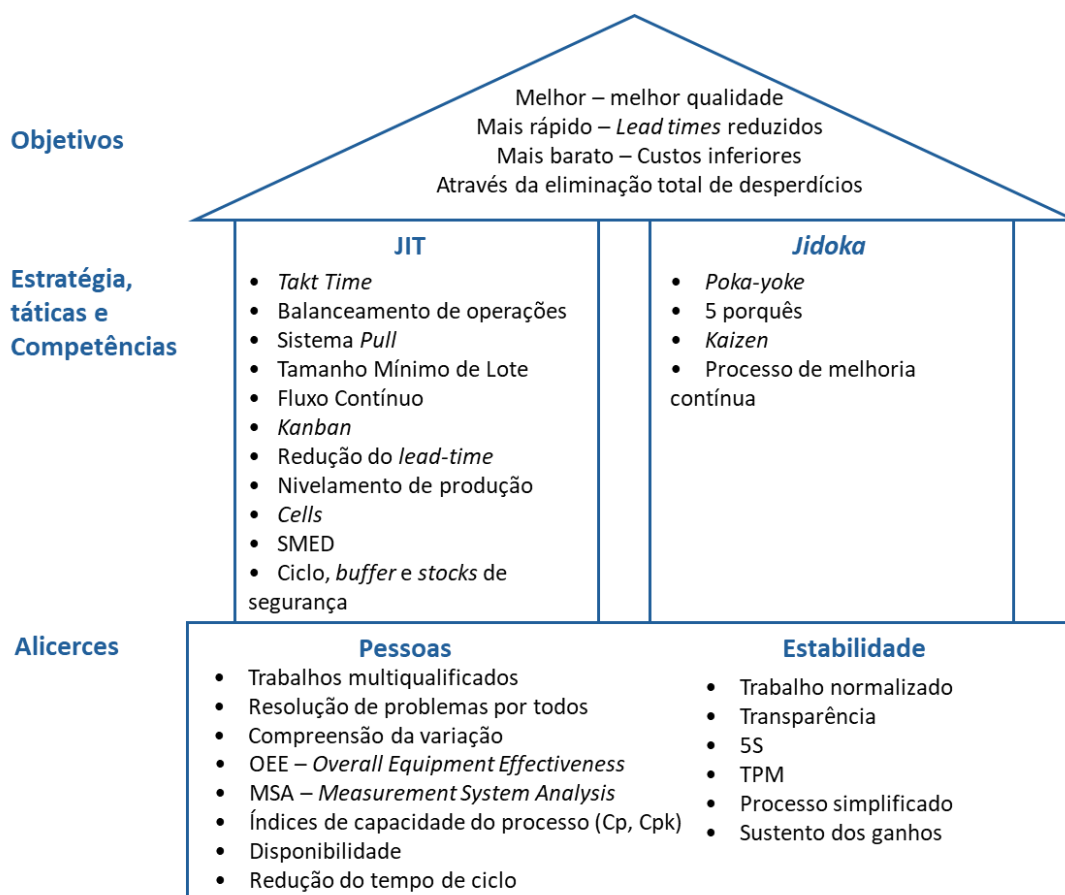


Figura 3.2 - Casa TPS.

O conceito “Casa *Lean*” baseia-se numa abordagem estratégica, estável e normalizada do desenvolvimento. A implementação de um sistema de gestão *Lean* garante que todas as partes interessadas tenham acesso às informações necessárias, que os processos sejam adequados ao objetivo e que esses procedimentos sejam executados de acordo com os mais elevados padrões. Além disso, consegue-se uma carga de trabalho equilibrada [40].

Os dois princípios fundamentais da “Casa *Lean*” - “produção *just-in-time*” e “*jidoka*” - são essenciais para o funcionamento do chamado *Lean manufacturing* [21].

3.2.4 *Muda, mura e muri*

O pensamento *Lean* é uma abordagem que orienta as ações da gestão para a eliminação gradual do desperdício. Estes desperdícios ficaram conhecidos como os “3 M”: *Muda* (Desperdício), *Mura* (Inconsistência) e *Muri* (Sobrecarga) no sistema ([41] conforme citado por [42]).

- ***Muda*** – Está associado a atividades que constituem desperdícios e não acrescentam valor ao sistema de produção.
- ***Mura*** - Refere-se à inconsistência ou variabilidade introduzida na produção, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade.
- ***Muri*** – Relaciona-se com a sobrecarga do sistema de produção, seja de trabalhadores ou de máquinas, bem como com a sua capacidade ou aptidão.

As sete principais fontes de desperdício foram inicialmente identificadas por Ohno em 1988 e posteriormente elaboradas por Womack e Jones em 1996. Estas fontes de desperdício são listadas a seguir [21], [34], [36]:

- **Transporte:** Inclui a deslocação supérflua de materiais ou de pessoal entre fases do processo. Inclui viagens para recuperar materiais, atividades de limpeza, que não contribuem para a melhoria do produto. O transporte de produtos pode resultar em danos e a implementação de medidas corretivas é mais difícil quando os processos estão separados. Por conseguinte, é aconselhável minimizar o transporte tanto quanto possível.
- **Stock:** Refere-se à situação em que a produção excede a procura, resultando em excesso de *stocks* e produtos. Esta fonte de resíduos implica custos de armazenamento para a empresa e a possibilidade de obsolescência do *stock*.
- **Defeitos:** São produtos que não cumprem as especificações ou expectativas do cliente. Como o cliente não está disposto a pagar por produtos com defeitos, o retrabalho ou o descarte destes produtos constitui um desperdício de recursos.
- **Esperas:** Trabalhadores temporariamente ociosos por diversas razões. Podem ocorrer esperas de curto prazo, como filas desiguais, ou esperas mais longas, causadas pela falta de *stock* ou falhas de máquinas.
- **Movimentação:** Tempo perdido em movimentações desnecessárias dos funcionários, resultantes da procura de ferramentas ou deslocações que não seguem o percurso mais curto. Como as pessoas estão ativas e parecem estar ocupadas, este tipo de desperdício é frequentemente ignorado. No entanto, o critério não deve ser estar em movimento, mas sim acrescentar valor.

- **Sobreprodução:** A produção em excesso sem encomendas leva à acumulação de produto acabado e em excesso de *stock*. Esta fonte de desperdício é particularmente grave, pois resulta numa combinação de vários desperdícios, como transporte excessivo, *stock* excessivo e material em espera. Isto acarreta custos significativos para a empresa e consome recursos que poderiam ter sido alocados de forma mais eficaz.
- **Sobre processamento:** Este conceito refere-se a atividades adicionais, como reprocessamento e inspeções, que se tornam necessárias devido a defeitos, sobreprodução ou excesso de *stocks*. Tais atividades não agregam valor ao cliente e podem resultar em desperdício de recursos. Esta forma de desperdício é frequente durante a fase de *design*, quando os engenheiros desenvolvem especificações que não atendem às necessidades do cliente.

Além disso, para além das sete fontes de desperdício anteriormente identificadas, foi identificada uma oitava fonte de desperdício, a não utilização do potencial humano. Esta refere-se à falta de otimização dos recursos humanos, incluindo o excesso de colaboradores, a falta de envolvimento dos trabalhadores na melhoria dos processos, a subutilização do potencial individual, a não utilização das capacidades máximas dos trabalhadores, a distribuição desigual de tarefas e a perda de tempo, ideias, competências, melhorias e oportunidades de aprendizagem, que podem ser atribuídas à falta de escuta ativa e de envolvimento dos trabalhadores ([43] conforme citado por [44]), [26].

3.2.5 *Just-in-time*

A produção *Just-in-time* (JIT) baseia-se num fluxo contínuo de materiais e informações, coordenado por um sistema de extração. Neste modelo, a produção de bens e serviços está condicionada à satisfação imediata e exata da procura necessária, sem qualquer antecipação ou atraso. Evita-se assim uma produção excessiva, como é o caso do *just-in-case* (JIC). No JIT, o objetivo é satisfazer a procura dos clientes, mantendo um nível de produção constante. Este objetivo é alcançado através da aplicação da metodologia *Heijunka*. Este processo é reforçado por um ritmo de trabalho consistente, que assegura um fluxo uniforme de atividades sem interrupção. Este resultado é o resultado da implementação da metodologia *Kaizen*, que tem como objetivo eliminar qualquer forma de desperdício [21], [35].

Neste contexto, os 11 princípios do JIT constituem um guia completo para implementar com sucesso esta filosofia [21], [24]:

- **Takt Time:** é o tempo de ciclo necessário para produzir um produto de acordo com a procura do cliente, sendo crucial para sincronizar o fornecimento com essa procura e evitar desperdícios de sobreprodução ou subprodução.
- **Balanceamento de operações:** a técnica garante que todos os passos operacionais, como os de uma célula de produção, operem com o mesmo tempo de ciclo. Esta técnica ajuda a sincronizar a produção interna e a reduzir o desperdício de espera. Esta abordagem garante que todas as operações são efetuadas da mesma forma para manter a linha de produção equilibrada. O objetivo é tornar as tarefas mais eficientes e reduzir os tempos de espera.

- **Sistema Pull:** estes sistemas são concebidos para prevenir a sobreprodução e minimizar inventários uma vez que a produção começa apenas quando necessário. Esta abordagem contrasta com os sistemas *Push*, nos quais a produção continua independentemente da procura, resultando em problemas de inventário e em problemas de qualidade, entrega e custo.
- **Tamanho Mínimo de Lote:** esta estratégia tem como objetivo reduzir os tempos de entrega ao diminuir a quantidade de itens produzidos em cada etapa. Isto torna o processo mais eficiente, permitindo uma resposta mais eficaz aos problemas de qualidade e uma redução do tempo necessário para completar todo o lote. Assim, esta estratégia promove a flexibilidade na fábrica e melhora a capacidade de resposta na entrega de produtos.
- **Fluxo Contínuo:** garante que o trabalho seja contínuo e focado na adição de valor, minimizando paragens e *stock* desnecessários. Com o objetivo de obter uma operação ideal onde cada peça avança sem interrupções. Este princípio é frequentemente desafiado por obstáculos como mudanças de produção. Apesar disso, estratégias como a criação de buffers antes e depois de equipamentos críticos ajudam a manter a produção fluida. A melhor forma de evitar a sobreprodução e manter a eficiência do processo é reduzir o *stock* ao mínimo necessário e utilizar sistemas como o *Kanban*.
- **Kanban:** técnica que utiliza cartões para controlar o fluxo de trabalho e o inventário em sistemas *Lean*. Os cartões representam unidades de trabalho, permitindo que o processo seja acionado conforme a procura real do cliente. Isso evita a sobreprodução e melhora a eficiência do sistema, reduzindo o desperdício. Com esta técnica é possível garantir um fluxo contínuo e eliminar defeitos, resultando num processo mais ágil e reativo às necessidades do cliente.
- **Redução do lead-time:** fundamental para a redução de desperdícios, proporciona máxima flexibilidade e responsividade aos processos, permitindo lidar eficientemente com mudanças na procura.
- **Nivelamento de produção:** Tem como objetivo manter a produção a um ritmo constante, para minimizar variações e desperdícios. Isto implica a produção simultânea de uma variedade de modelos de produtos, de modo a satisfazer a procura. O nivelamento da produção torna os lotes mais pequenos, aumentando a eficiência. Além disso, facilita a introdução de sistemas como o *kanban*. Nem sempre é possível nivelar a produção até ao nível da unidade individual devido a requisitos de embalagem ou outras considerações práticas, embora fosse o cenário ideal.
- **Cells:** áreas de trabalho que organizam os passos de forma a permitir um fluxo quase contínuo de peças. Isso reduz desperdícios de transporte e inventário, especialmente de *WIP*. As células são mais flexíveis do que as linhas de montagem tradicionais, permitindo melhores ajustes na produção. Além disso, facilita o ensino cruzado dos trabalhadores e tornam o processo de fabrico mais consistente.
- **SMED:** visa reduzir os tempos de troca de ferramentas em máquinas, diminuindo o excesso de capacidade e a sobreprodução associados a esses períodos de inatividade.
- **Stock de Ciclo, buffer e stock de segurança:** método de gestão de inventário em três níveis, cada um marcado separadamente com *kanbans* coloridos. O *stock* de Ciclo cobre o inventário entre as recolhas dos clientes, o de *Buffer* abrange variações externas como mudanças na procura, e o *stock* de segurança protege contra problemas internos, como paragens de linha. A

revisão periódica dos volumes de inventário é essencial para identificar oportunidades de redução de desperdício e garantir a transparência nos processos de armazenamento.

3.2.6 Jidoka

Por outro lado, o conceito de *Jidoka*, um termo japonês que designa um sistema de produção automatizado com especial ênfase na detecção e prevenção de erros, representa uma abordagem oposta à primazia do controlo humano. O sistema implica a formação dos trabalhadores para identificar e interromper a produção em caso de problema, facilitando assim a resolução do problema antes de este progredir. Por outras palavras, refere-se à construção de uma máquina que não só é capaz de executar uma tarefa específica, como também tem a capacidade de identificar e corrigir autonomamente quaisquer erros que possam ocorrer [21].

Esta abordagem de detecção precoce e de prevenção de erros ajuda a melhorar a qualidade do produto e a aumentar a eficiência da produção, uma vez que os problemas são resolvidos antes de se tornarem problemas graves. No caso de um erro ou anomalia, a pessoa que o detetou para a cadeia e é ativado um procedimento de atenção imediata no local, com o objetivo de resolver o caso de forma rápida [21].

Para além da paragem automática da produção em caso de complicações, o *Jidoka* inclui a utilização de instrumentos específicos para garantir a qualidade e facilitar a melhoria contínua. Estes instrumentos incluem: Os conceitos de *poka-yoke*, 5 Porquês, *Kaizen* e processo de melhoria contínua estão intimamente relacionados com o *Jidoka* e a forma como são empregues para melhorar os processos e a qualidade dos produtos [21].

3.2.7 Ferramentas Lean

A Tabela 3.1 apresenta uma panorâmica das ferramentas *lean* mais utilizadas, acompanhada de uma breve descrição de cada uma delas. Deste modo, é possível compreender claramente o modo como estas técnicas contribuem para a otimização dos processos e a eliminação de resíduos.

Tabela 3.1 - Resumo das ferramentas *Lean* (adaptada de [45]).

Ferramenta <i>Lean</i>	Descrição Breve
Value Stream Mapping	Técnica de representação visual do processo produtivo que visa eliminar atividades sem valor acrescentado, destacar as atividades com valor acrescentado e identificar desperdícios. Esta abordagem permite visualizar e analisar os fluxos de trabalho para identificar oportunidades de melhoria e aumentar a eficiência do processo.
5S	Metodologia para organizar o local de trabalho e melhorar continuamente o desempenho da limpeza. As etapas incluem separar (eliminar itens desnecessários), organizar (definir locais específicos para cada objeto), limpar (manter o local limpo), normalizar e manter (estabelecer e manter padrões). Esta abordagem tem como objetivo melhorar a eficiência, segurança e qualidade do ambiente de trabalho.
Kanban	Sistema de controlo visual que gere o fluxo de produção e o <i>stock</i> necessário, prevenindo o excesso de inventário e identificando gargalos. Esta ferramenta proporciona uma visão clara permitindo uma gestão eficiente e ágil.
Just-in-Time (JIT)	Conceito que visa produzir e entregar produtos necessários no momento certo, garantindo o prazo exigido e a qualidade pretendida para o cliente. Esta estratégia procura produzir apenas o necessário, no momento certo e na quantidade certa, com o objetivo de reduzir <i>stocks</i> e custos, além de operar com maior agilidade.
SMED	Técnica projetada para reduzir o tempo de <i>setup</i> e troca de ferramentas em máquinas e equipamentos. O objetivo é agilizar o processo de troca, diminuindo atividades sem valor acrescentado e os custos associados à espera. Ao aumentar a flexibilidade e produtividade, o SMED otimiza a eficiência operacional.
Poka-Yoke	Dispositivos ou mecanismos à prova de erros que previnem falhas e garantem a qualidade do produto.
Trabalho normalizado	Prática que procura eliminar <i>stocks</i> desnecessários por parte dos operadores, estabelecendo padrões claros para cada processo. O objetivo é eliminar variações e desperdícios, promovendo uma maior eficiência e consistência nas operações.
Total Productive Maintenance (TPM)	Abordagem que visa garantir um melhor desempenho dos equipamentos, mantendo-os em boas condições de forma a reduzir o risco de falhas e problemas. Esta prática envolve a realização de manutenções programadas e preventivas para evitar paragens não planeadas e maximizar a disponibilidade das máquinas e equipamentos.
Sistemas Pull	Estratégia de produção que aciona a produção com base na procura real do cliente, evitando o excesso de <i>stock</i> e maximizando a eficiência da cadeia de valor.
Kaizen	Filosofia de melhoria contínua que incentiva a participação de todos os colaboradores na identificação e solução de problemas.
Jidoka	Conceito de automação que permite que as máquinas identifiquem e corrijam problemas automaticamente, garantindo a qualidade do produto.
Heijunka	Nivelamento de produção é um método que ajusta a procura para evitar variações bruscas na produção, desta forma, promove a eficiência e reduz o <i>lead time</i> , resultando num fluxo de trabalho mais uniforme.
PDCA	O ciclo de melhoria contínua, composto pelas etapas de: planear, executar, verificar e agir. Este processo iterativo é fundamental para aperfeiçoar continuamente os processos organizacionais.

3.3 Principais problemas e desafios na indústria farmacêutica

De forma a identificar os principais problemas detetados na indústria farmacêutica foi realizada uma análise a 18 artigos e classificados os problemas mencionados em cada artigo. Desta forma foi possível realizar uma tabela resumo com a referência do artigo, o ano e os respetivos problemas, tal como é possível observar na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Problemas identificados em cada artigo.

Artigo	Ano	Problemas
[46]	2015	Setup Falta de programação estável e eficiente
[47]	2011	Tarefas desnecessárias que originam desperdício Falta de qualidade no produto que originam retrabalho
[8]	2023	Tempo de inatividade da linha Falta de manutenção eficaz
[6]	2021	Falta de normalização Tempo de inatividade da linha
[48]	2021	Setup Falta de normalização
[12]	2021	Atrasos na entrega do produto Tempo de inatividade da linha Falta de normalização
[49]	2012	Atrasos na entrega do produto Má gestão de inventários (stock e WIP)
[30]	2014	Tarefas desnecessárias que originam desperdício Falta de qualidade no produto que originam retrabalho Má gestão de inventários (stock e WIP)
[50]	2018	Setup
[7]	2019	Setup
[51]	2015	Falta de programação estável e eficiente Setup Má gestão de inventários (stock e WIP) Atrasos na entrega do produto
[52]	2014	Setup
[53]	2016	Má gestão de inventários (stock e WIP) Processo não é contínuo Falta de normalização Tarefas desnecessárias que originam desperdício
[54]	2017	Setup
[55]	2020	Tempo de inatividade da linha Falta de manutenção eficaz
[56]	2010	Setup Falta de normalização
[57]	2021	Tempo de inatividade da linha Falta de manutenção eficaz
[58]	2017	Setup

Para representar os principais problemas de uma forma mais ilustrativa, foi elaborado um gráfico de barras que está representado na Figura 3.3. Pode concluir-se que as questões mais frequentes

identificadas nos artigos analisados foram os *setups* longos, a inatividade na linha de produção e a falta de normalização das tarefas. Estas questões críticas têm um impacto negativo na produtividade e na eficiência da indústria farmacêutica.

Setups longos, ou o tempo necessário para ajustar e configurar equipamentos para a produção de novos produtos, são frequentemente o resultado de confusão entre operações internas e externas [46], limpeza extensiva e demorada [48], [51], períodos de espera para a secagem de materiais necessários para a montagem da máquina [50], manuseamento desnecessário e falta de uma sequência bem definida [52].

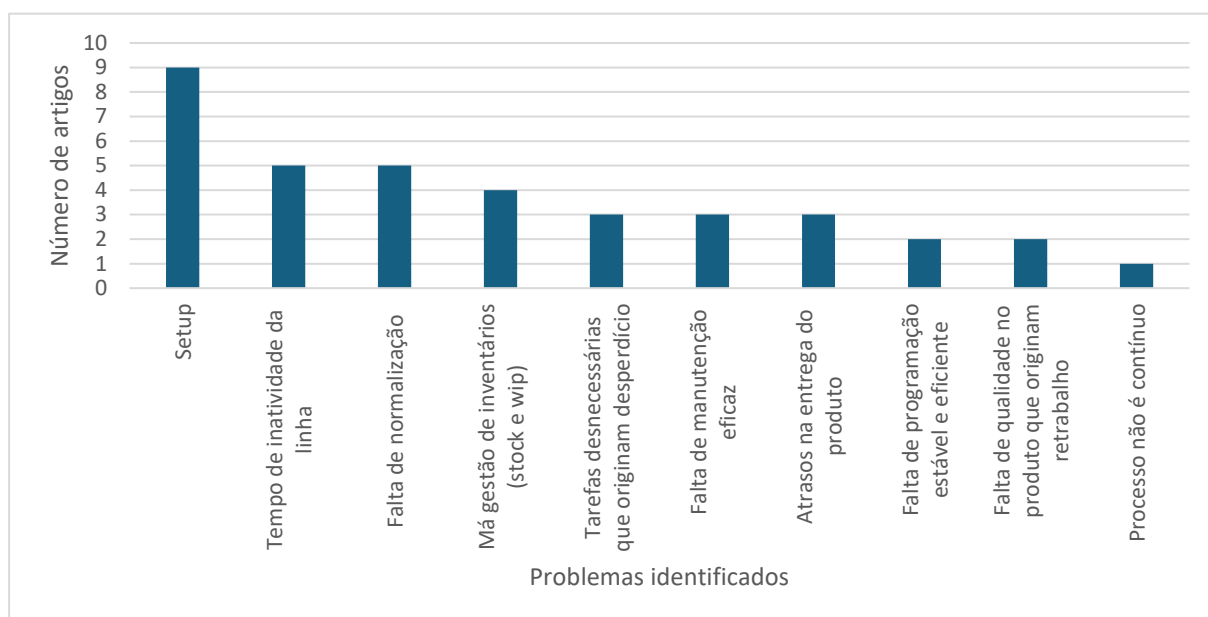


Figura 3.3 - Contagem dos problemas identificados em 18 artigos analisados.

Outro desafio significativo na indústria farmacêutica é a ocorrência de períodos de inatividade nas linhas de produção. As principais causas podem ser atribuídas aos elevados períodos de manutenção e aos rigorosos requisitos de limpeza pré e pós-manutenção prescritos pelos regulamentos da indústria [8]. Além disso, a predominância de falhas aleatórias [6] e problemas de alimentação de comprimidos contribui para agravar o problema [12]. As limpezas acima mencionadas resultam num prolongamento do tempo de inatividade do equipamento para além da duração das tarefas de manutenção [8].

Além disso, a ausência de uniformização no que respeita às tarefas em questão também contribui para a ineficiência. Na ausência de procedimentos normalizados, a variabilidade no desempenho das tarefas pode resultar em inconsistências na execução [48] e na repetição do trabalho [6]. A ausência de um fluxo de trabalho contínuo e normalizado impede a implementação de melhorias operacionais, resultando em ineficiências e numa perda de produtividade devido a um desequilíbrio na carga de trabalho dos operadores em cada processo [53].

Na indústria farmacêutica, pequenas anomalias no equipamento, como as que resultam na aglomeração do xarope na superfície exterior das garrafas, exigem a afetação de pessoal a tarefas de correção, incluindo a limpeza manual das garrafas. Esta inatividade não só desperdiça horas de trabalho, mas também afeta a qualidade do produto e a eficiência operacional. Além disso, problemas como a falta de filtragem adequada e a transferência manual de produtos entre tanques aumentam o tempo de produção e introduzem riscos de contaminação, prejudicando a qualidade final dos produtos [47].

3.4 Importância da melhoria contínua na indústria farmacêutica

3.4.1 Desafios Específicos na Indústria Farmacêutica para implementar *Lean*

Historicamente, as farmacêuticas, com suas altas margens de lucro, não tinham incentivos econômicos para mudar. Isso levou a ineficiências e desperdícios. Contudo, a pressão para melhorar a eficiência tem vindo a aumentar, particularmente devido à concorrência dos fabricantes de medicamentos genéricos. Desta forma as empresas farmacêuticas enfrentam o desafio constante de reduzir custos internos e tempos de ciclo, enquanto mantêm a qualidade e inovam no design de produtos. Apesar de este equilíbrio ser especialmente difícil, agora enfrentam a necessidade urgente de inovar [59].

Apesar da sua dedicação à qualidade, a indústria farmacêutica tem sido menos eficaz do que outros setores em termos de eficiência e produtividade. Além disso, tem sido relativamente lenta a adotar a implementação *Lean*. Isto deve-se principalmente aos custos e encargos consideráveis associados à revalidação dos processos com as alterações necessárias resultantes das melhorias, bem como à elevada exigência de cumprimento das GMP. No entanto, esta perspetiva está a evoluir em resposta às numerosas histórias de sucesso da implementação *Lean*, à necessidade de manter o ritmo com os rápidos avanços e à intensificação da concorrência no mercado. A adoção dos princípios *Lean* representa uma oportunidade significativa para os fabricantes de produtos farmacêuticos melhorarem a qualidade dos seus produtos e a eficiência das suas operações [59], [60]. Tendo em conta estas considerações, os organismos reguladores adotaram medidas para incentivar a indústria a adotar práticas inovadoras de produção racionalizada, com o objetivo de a incentivar a embarcar numa viagem transformacional com vista a aumentar a eficiência, a inovação e a qualidade, a fim de satisfazer a procura crescente do mercado [59].

O grande desafio ao adotar o *Lean* é garantir que os novos procedimentos operacionais cumpram as regras das GMP e, ao mesmo tempo, fomentem a melhoria contínua [58], [59]. Assim, é imperativo adaptar os objetivos e a aplicação de certas ferramentas *Lean* aos processos em questão. Esta adaptação facilitará a obtenção de resultados favoráveis na aplicação das metodologias *Lean* na indústria farmacêutica, assegurando simultaneamente o respeito das normas GMP [2], [58], [60].

Devido à elevada regulamentação, os princípios de otimização do fluxo dos processos, qualidade integrada, redução do tempo de configuração de equipamentos e a gestão de processos não foram adotados tão facilmente tal como em outras indústrias [61].

As GMP têm como objetivo garantir a segurança, fiabilidade e qualidade dos produtos, com um forte ênfase no controlo de qualidade, armazenamento adequado e rastreabilidade dos processos. Desta forma é possível garantir a qualidade do produto durante a produção através do uso de procedimentos aprovados, revisão de reclamações e auditorias e mantêm uma separação clara entre Controlo de Qualidade e a Produção, enquanto o *Lean* se centra mais numa abordagem dinâmica com o objetivo de otimizar constantemente os processos de fabrico, através da redução dos desperdícios, criação de valor para o cliente e melhoria do fluxo de trabalho, integrando qualidade e produtividade. Para isso, utiliza ferramentas como mapeamento do fluxo de valor, metodologia 5S e *Kaizen* para promover melhorias incrementais nos processos [49], [59]. Esta comparação entre as GMP e o *Lean* está resumida na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Comparação entre *Lean* e GMP (Adaptado de [59]).

	<i>Lean</i>	GMP
Objetivo	Minimizar o desperdício de forma a otimizar o fluxo de valor	Garantir a eficácia e segurança do produto, bem como a sua qualidade e conformidade regulamentar.
Foco	Equilíbrio entre qualidade e produtividade	Prioriza a qualidade
Abordagem	Emprega a Melhoria Contínua através de métodos simultâneos, de forma a reduzir os custos, tempos de ciclo e <i>stocks</i> , enquanto procura aumentar a qualidade e eficiência das entregas.	Melhoria regulada, que se baseia em prudência e validação, para garantir a conformidade com processos validados e prevenir desvios.
Ferramentas e Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> - Mapeamento do fluxo de valor - Melhoria <i>Kaizen</i> - Sistemas à prova de erros - Fluxo simples 	<ul style="list-style-type: none"> - Documentação detalhada - Qualificação e formação de pessoal - Protocolos de limpeza - Validação e qualificação de processos

No contexto da produção farmacêutica, é da maior importância integrar os princípios das GMP com os da abordagem *Lean*. Esta integração deve tornar-se um aspeto fundamental da cultura organizacional e da direção estratégica da empresa. Esta abordagem demonstra um potencial significativo, uma vez que a metodologia foi implementada com sucesso em empresas como a Astra Zeneca, a Johnson & Johnson, a Pfizer e outras [59].

Do ponto de vista da aplicação do TPM (*Total Productive Maintenance*), a indústria farmacêutica vê-se confrontada com desafios significativos. Apesar de um aumento da manutenção não planeada, tem havido uma mudança notável para a manutenção preventiva, o que indica dificuldades na aplicação da metodologia TPM. As empresas farmacêuticas estão a centrar os seus esforços principalmente em aspetos técnicos, como listas de verificação e documentação, em vez de formarem os operadores para resolverem autonomamente os problemas das máquinas e compreenderem as causas profundas

das falhas. Este facto sugere que a autonomia dos trabalhadores na resolução de problemas ainda não foi alcançada nesta indústria [62].

Do ponto de vista da implementação da gestão da TQM (*Total Quality Management*), tem-se verificado um aumento notável na indústria farmacêutica, particularmente no que diz respeito à melhoria da gestão da interação com o cliente. A procura da qualidade está a ser impulsionada por uma análise abrangente da cadeia de valor, englobando todas as partes interessadas, desde os fornecedores aos clientes. Assim, o autor afirma que o setor farmacêutico está a passar por uma transição de um sistema de qualidade centrado principalmente nas GMP para uma cultura de qualidade abrangente [62].

Por outro lado, tem-se registado uma intensificação da "Produção *Pull*" (JIT), bem como do ciclo de produção desde a pesagem até ao embalamento. Apesar das melhorias na implementação das práticas do sistema *pull*, os desafios relacionados com o cumprimento do planeamento e a otimização do *layout* têm limitado a satisfação de certos indicadores de desempenho [62].

Nos últimos tempos, a indústria farmacêutica intensificou os seus esforços para aumentar a eficiência, mantendo os mais elevados padrões de qualidade. Verifica-se uma tendência crescente para as empresas adotarem abordagens *Lean* e investirem na qualificação paralela dos trabalhadores, com um ênfase significativo na formação em processos de resolução de problemas [63]. No entanto, um número considerável de empresas continua a dar prioridade ao desenvolvimento da eficácia (TPM e TQM) em detrimento da procura de eficiência. Isto indica que os seus esforços se concentram no desenvolvimento de máquinas e processos fiáveis, com o objetivo de alcançar níveis mínimos de stock como resultado final [30]. Propõe-se, por isso, que o JIT, o TQM e o TPM sirvam de antecedentes necessários para aumentar o desempenho operacional, que está positivamente relacionado com o desempenho global da empresa [64].

O estudo conduzido por Marianne Khlal revelou que a normalização das tarefas é a ferramenta *Lean* mais comum, ao passo que a implementação do *just-in-time* encontra resistência devido à complexidade da documentação e aos atrasos no processo [45]. Além disso, existe uma discrepância entre as perceções dos trabalhadores e dos dirigentes no que se refere à relação entre a adoção de ferramentas *Lean* e a eficácia da empresa. Esta discrepância pode ser atribuída ao tempo consumido pelos requisitos das GMP, que são considerados fundamentais pelos gestores. Este cenário ilustra o desafio que a indústria farmacêutica enfrenta para harmonizar a aplicação das ferramentas *Lean* com o cumprimento dos regulamentos das GMP, com o objetivo de evitar sanções [45].

3.4.2 Necessidade de adoção do *Lean* na indústria farmacêutica

A indústria farmacêutica está atualmente a sofrer crescentes exigências para reduzir custos, aumentar a eficiência operacional e garantir a manutenção de padrões de alta qualidade, a fim de satisfazer as exigências do mercado atual ([65] conforme citado por [38]). Para sobreviver e prosperar neste

ambiente altamente competitivo, as empresas farmacêuticas devem adotar abordagens inovadoras e eficazes nos seus processos de produção e gestão ([3] conforme citado por [38]).

Além disso, a melhoria do desempenho das empresas farmacêuticas é de extrema importância para os gestores desta indústria, uma vez que estas empresas desempenham um papel fundamental na saúde pública, fornecendo medicamentos de qualidade que têm um impacto direto na vida das pessoas. Por isso, é essencial reduzir os custos de produção, que podem representar até 50% dos custos totais ([66] conforme citado por [60]). Esta medida é de grande importância para a estabilidade financeira das organizações farmacêuticas, mantendo simultaneamente os padrões de qualidade e segurança necessários para alcançar uma vantagem competitiva [1], [61].

Em consequência das dificuldades inerentes às economias avançadas, as organizações farmacêuticas estão a passar por transformações significativas. Estas adaptações são impulsionadas por uma série de fatores, incluindo a globalização, a diversidade, a complexidade e a disponibilidade de capital, bem como as alterações regulamentares. O impacto é generalizado, afetando todos os segmentos da cadeia de valor, desde o desenvolvimento de medicamentos até à distribuição. Por conseguinte, é imperativo adotar abordagens inovadoras para garantir a adaptação ao mercado global [67].

No entanto, esta indústria depara-se com desafios substanciais durante o processo de produção, incluindo problemas com as matérias-primas, a embalagem e a contaminação. Estes desafios têm um impacto direto na qualidade dos medicamentos e podem resultar na retirada de medicamentos do mercado global. Isto dá origem a uma preocupação entre as empresas para garantir que os seus processos cumprem as especificações exigidas sem comprometer os custos de produção [6], [62].

A implementação do *Lean Manufacturing* representa uma estratégia crucial nesta indústria, oferecendo uma multiplicidade de vantagens científicas e práticas. Em primeiro lugar, a implementação de uma abordagem *Lean* permite às empresas farmacêuticas competir eficazmente na economia global contemporânea, caracterizada por uma concorrência intensa e uma procura crescente de eficiência e de qualidade. Além disso, a abordagem *Lean* representa uma resposta à pressão dos clientes no sentido da redução dos preços, à rápida evolução tecnológica e ao facto de o mercado continuar a centrar-se nos três domínios fundamentais da qualidade, do custo e do tempo. É da maior importância que os produtos farmacêuticos cumpram as normas de qualidade estabelecidas pelas agências reguladoras, a fim de garantir a sua segurança e eficácia. Para além disso, a abordagem *Lean* responde às elevadas expectativas dos clientes relativamente a produtos e serviços que cumpram consistentemente os padrões de qualidade. Em conclusão, a abordagem *Lean* enfatiza o desenvolvimento de processos normalizados que garantem resultados uniformes e de alta qualidade, contribuindo assim para o sucesso e a competitividade das empresas farmacêuticas no cenário atual [61].

A indústria farmacêutica é hoje confrontada com uma multiplicidade de desafios que estão a influenciar profundamente as suas abordagens operacionais e estratégicas. Um dos desafios mais significativos é o declínio das receitas resultante da concorrência crescente das alternativas genéricas. Este facto deve-se aos direitos exclusivos concedidos a medicamentos importantes, o que levou a uma

redução do volume de negócios e dos lucros. Paralelamente, os custos de investigação e desenvolvimento (I&D) aumentaram de forma constante ([68] conforme citado por [30]), ([69] conforme citado por [63]), intensificando a concorrência no mercado [30]. Além disso, as empresas são confrontadas com um aumento da pressão dos clientes em relação aos preços, associado a uma maior variabilidade da procura e à heterogeneidade das preferências dos clientes ([70] conforme citado por [61]), bem como a requisitos regulamentares mais rigorosos e a um ênfase crescente em considerações ambientais e de segurança no trabalho ([69] conforme citado por [63]).

As organizações farmacêuticas têm sido obrigadas a cumprir normas regulamentares rigorosas e a enfrentar desafios económicos, incluindo os custos de investigação e desenvolvimento e os riscos associados às devoluções pós-aprovação. No entanto, estão também a tentar melhorar os níveis de serviço, a flexibilidade, os custos e a qualidade [60].

Um estudo intitulado "*Pharma Operations Benchmarking*", realizado pela McKinsey, identificou três áreas-chave para as empresas farmacêuticas que procuram um futuro de sucesso. A primeira é melhorar o desempenho das instalações e das fábricas. A segunda é otimizar a conexão e a configuração dessas instalações. Por último, é necessário aumentar as normas de qualidade e de conformidade ([71], [72], [73] conforme citado por [63]).

O conceito de melhoria contínua surgiu como uma abordagem poderosa e inovadora para reduzir o desperdício, otimizar os fluxos de trabalho e aumentar a eficiência da produção. O objetivo desta metodologia é minimizar a ocorrência de tempos de inatividade, tais como mudanças de formato, para alcançar metas de produção mais eficientes e económicas. O conceito *Kaizen* de melhoria contínua permite às empresas farmacêuticas melhorar gradualmente os seus processos, incentivando o envolvimento dos trabalhadores na identificação e resolução de problemas, mantendo a qualidade a um custo ótimo [38], [47].

A adoção da melhoria contínua está a tornar-se cada vez mais prevacente devido ao reconhecimento do seu potencial para aumentar a eficácia e a eficiência operacionais, provocando assim uma transformação significativa do setor [30], [62]. No entanto, para que tal seja viável, é imperativa uma gestão eficaz dos materiais, do equipamento e da análise de dados. Além disso, empresas como a Bayer, Merck, Pfizer, Dr. Reddy's, entre outras do setor farmacêutico, têm beneficiado desta metodologia, ([74] conforme citado por [51]) para ultrapassar os desafios que se colocam à indústria farmacêutica, promovendo a eficiência e a qualidade [1], ([75] conforme citado por [2]).

Consequentemente, as empresas farmacêuticas estão a implementar medidas abrangentes de gestão da qualidade, como a manutenção produtiva total, com o objetivo de aumentar a eficiência e a qualidade dos equipamentos, a fim de melhorar a rentabilidade no contexto de um mercado competitivo [6].

O estudo identificou vários fatores que são cruciais para a competitividade da indústria farmacêutica. Estes incluem o capital humano e as políticas a nível macro, a eficiência operacional, a estratégia, a inovação, as infraestruturas de mercado e a internacionalização das empresas. No entanto, a

complexidade da indústria farmacêutica exige a consideração de elementos como os sistemas de investigação, a regulamentação, a saúde e as práticas organizacionais [76]. A este respeito, o desempenho do equipamento é de importância primordial no que respeita à qualidade, ao custo e à produtividade da fábrica. Apesar da percepção da manutenção como uma atividade não produtiva, ela é crucial para garantir o funcionamento eficaz dos equipamentos, permitindo assim a produção de produtos de alta qualidade e a satisfação das exigências do mercado. Para tal, é necessário identificar e reduzir as perdas de produção, implementar padrões de qualidade e mitigar os custos operacionais ocultos, nomeadamente as avarias de máquinas e o excesso de horas extraordinárias, que limitam a produtividade [57].

3.4.3 Benefícios em adotar *Lean*

A implementação destas estratégias de *Lean* tem beneficiado as empresas ao reduzir o tempo de inatividade, os custos de *stocks* e a melhorar a pontualidade das entregas, graças à redução do Tempo de Ciclo Total (TCT) [49].

Na indústria farmacêutica, particularmente as pequenas e médias empresas (PMEs), precisam de implementar o *Lean* para alcançar melhorias significativas. Esta abordagem visa reduzir o retrabalho, os níveis de *stock* e melhorar a produtividade e a qualidade ([77] conforme citado por [78]). Estas melhorias contribuem para uma abordagem sistemática que avalia a funcionalidade, os requisitos técnicos e as implicações, resultando num melhor desempenho global e numa compreensão mais pormenorizada das interações entre as partes interessadas no processo de tomada de decisões nas organizações farmacêuticas [78].

A implementação de iniciativas de melhoria contínua pode trazer benefícios tanto para a empresa como para os seus empregados. Estes benefícios incluem a identificação e a eliminação de desperdícios, o aperfeiçoamento dos processos existentes e a melhoria do ambiente de trabalho. O resultado é um processo de produção mais eficiente, custos operacionais reduzidos e uma melhoria global da produtividade, da qualidade e da satisfação do cliente. Além disso, verifica-se um aumento do envolvimento dos trabalhadores, uma maior eficiência dos documentos e sistemas, processos mais refinados e uma redução notável dos erros de fabrico e dos *stocks* [4], [79]. Os estudos salientam a necessidade de melhorias nos processos e sistemas, com especial incidência na ineficiência da documentação. Isto realça os benefícios substanciais que podem ser alcançados através da implementação do *Lean* nesta área específica [79].

Embora as vantagens sejam múltiplas, é também necessário considerar as potenciais dificuldades de implementação, de modo a minimizar e, em última análise, ultrapassar esses desafios. No entanto, apesar da existência de algumas dificuldades, acredita-se que as forças que apoiam a implementação do *Lean* são maiores do que as que lhe resistem [34]. A Tabela 3.4 apresenta um resumo dos benefícios e das dificuldades associadas à implementação do *Lean*.

Tabela 3.4 - Forças contra e a favor da implementação de *Lean* (adaptado de [34]).

Benefícios de implementar <i>Lean</i>	Dificuldade na implementação
- Necessidade de se tornar competitivo	- Resistência à mudança
- Diminuição dos custos	- Falta de disponibilidade de tempo diário para implementar <i>Lean</i>
- Melhorar a compreensão das necessidades do cliente	- Lotes muito grandes de produção
- Qualidade dos processos através da diminuição dos erros	- Produção impulsiona a cadeia de abastecimento
- Trabalhadores mais qualificados e com mais conhecimento em todo o processo	

3.5 Fatores críticos que influenciam a implementação e sucesso do *Lean*

A implementação bem-sucedida de práticas *Lean* na indústria farmacêutica é crucial para melhorar o desempenho operacional e global das empresas, contudo nem todas as organizações conseguem obter resultados positivos ([80] conforme citado por [27]), ([81] conforme citado por [60]). Neste contexto, diversos estudos destacam a importância de fatores contextuais e organizacionais na adoção dessas práticas. Portanto, é fundamental avaliar as práticas organizacionais para verificar se estas são favoráveis à implementação dos princípios *Lean*, e se necessário, realizar melhorias ou adaptações para apoiar e facilitar a implementação da filosofia *Lean* [27].

Várias pesquisas demonstraram que fatores como a escala da unidade fabril e natureza da organização, desempenham um papel significativo na adoção de metodologias de melhoria contínua, pelo que influenciam o grau de implementação das mesmas ([64] conforme citado por [30]). Além disso existem evidências de que as práticas *Lean* têm um impacto positivo no desempenho operacional, mesmo numa indústria que tem muitas exigências regulamentares. O desempenho operacional tem um efeito positivo e significativo no sucesso global de uma indústria que é altamente voltada para pesquisa e desenvolvimento, como a indústria farmacêutica. Além disso, os gestores que procuram melhorar a excelência operacional neste campo específico recebem conselhos úteis dos métodos *Lean*, visto que o desempenho operacional está positivamente associado ao desempenho global da empresa [64].

Estudiosos realçam que a cultura organizacional é um antecedente das práticas de Gestão da Qualidade Total (GQT), indicando que a cultura determina os resultados da implementação da GQT, em vez do contrário. Resultados de um estudo com dois modelos de equações estruturais destacou os efeitos positivos diretos da cultura organizacional e da GQT no desempenho da organização, bem como o efeito positivo indireto da cultura através da sua influência na GQT. Neste sentido, os gestores devem estar atentos aos valores culturais predominantes nas suas organizações, uma vez que estes valores exercem uma influência significativa sobre as práticas e o desempenho da Gestão da Qualidade Total [82].

Outro estudo procurou identificar os fatores e variáveis que são fundamentais para sustentar programas de melhoria contínua, sendo que os fatores principais identificados, foram: o alinhamento estratégico, o envolvimento ativo da gestão e liderança, a utilização adequada de ferramentas e metodologias específicas, conhecimento das mesmas, a promoção da aprendizagem organizacional contínua, bem como a capacitação e treino para o desenvolvimento de talentos dentro da organização. Além disso, uma cultura organizacional que promova o envolvimento dos colaboradores, juntamente com uma estrutura de suporte e gestão bem definida com motivação para a mudança, foram consideradas variáveis chave na sustentação destes programas [83].

Adicionalmente, os especialistas realçaram outros fatores cruciais para o sucesso de programas de melhoria. O suporte financeiro foi destacado como um sinal de compromisso com os benefícios do programa, motivando a liderança e os funcionários na procura de resultados. O reconhecimento e premiação foram apontados como motivadores importantes para o envolvimento das pessoas na procura por soluções [83]. O suporte contínuo de especialistas e o *benchmarking* foram enfatizados como essenciais para a inovação constante da metodologia de melhoria. Em contraste, o envolvimento da cadeia de fornecedores foi considerado secundário, indicando que não é crucial para o sucesso do programa. Estes fatores destacam a importância do comprometimento financeiro, reconhecimento, suporte especializado e inovação constante para o sucesso dos programas de melhoria contínua. Além disso, indicam que o envolvimento da cadeia de fornecedores pode ter menos impacto do que se acreditava anteriormente [83].

A implementação de grandes melhorias diárias numa empresa farmacêutica com pouca automação é desafiador devido à dificuldade em melhorar a eficiência e eficácia nesse ambiente [47]. Pequenas melhorias baseadas nas sugestões dos colaboradores podem ser fundamentais neste contexto [47]. Utilizando tecnologias e num circuito fechado de sensores, é possível integrar redes físicas e facilitar a troca eficiente de informações ao longo da cadeia de valor ([84], [85], [86] conforme citado por [87]).

No entanto, a implementação de sensores na produção enfrenta desafios, como altos custos, falta de experiência e treino adequado, além de barreiras regulamentares e de coordenação. As tecnologias da Indústria 4.0 podem superar estas barreiras, aumentando a flexibilidade para fornecer medicamentos centrados no paciente, melhorando a eficácia da coordenação entre entidades, reduzindo resíduos e promovendo a autonomia na tomada de decisões na cadeia de abastecimento. Estas abordagens ajudam as empresas farmacêuticas a otimizar as cadeias de valor e promover a sustentabilidade [87].

De um modo geral, os resultados do estudo [27] mostram que as empresas farmacêuticas europeias precisam de melhorar todos os aspetos examinados, incluindo processos, planeamento e controlo, recursos humanos, gestão e liderança de topo, relacionamento com clientes e fornecedores, para apoiar e sustentar a gestão da cadeia de abastecimento.

Muitos autores enfatizam a importância de fatores centrados no ser humano, especialmente alinhamento de liderança, seleção adequada de pessoas e projetos, qualificação dos colaboradores, motivação, responsabilidade, tecnologia da informação e gestão da cadeia de abastecimento [12]. Pelo que a experiência e uma abordagem metodológica estruturada desempenham um papel fundamental na introdução eficaz e na utilização proveitosa das ferramentas *Lean* e TPM [88].

A implementação dos métodos e ferramentas *Lean* geralmente seguem uma abordagem *top-down*, alinhada com a estratégia da empresa. Devido à necessidade de grandes mudanças no ambiente de trabalho, é comum encontrar resistência inicial por parte dos colaboradores. Para superar essa resistência, é essencial que a gestão represente a implementação de forma credível e ofereça liderança por meio de exemplos positivos [35]. É imperativo que uma organização estabeleça objetivos claros antes da implementação da metodologia *Lean* ([89] conforme citado por [51]).

Na ausência de uma metodologia robusta e de um planejamento abrangente, os autores identificaram dez etapas fundamentais para a implementação dos princípios *Lean* nas pequenas e médias empresas (PME) que operam no setor farmacêutico. A fase inicial implica um conhecimento profundo dos processos empresariais existentes, a formação de uma equipa dedicada e uma avaliação exaustiva da atividade. Na fase de desenvolvimento do sistema de apoio, recomenda-se a implementação de um programa de formação, que deve incluir um sistema de comunicação e feedback. Posteriormente, inicia-se a fase de execução, em que são implementados os métodos e ferramentas, iniciados os projetos de melhoria com formação, realizada a comunicação dos métodos e ferramentas e lançados os projetos de melhoria. Segue-se a fase de apoio a longo prazo, que constitui a fase final do processo de implementação. Para isso, é essencial que a documentação, a normalização e a medição do desempenho do projeto sejam realizadas em simultâneo com as outras fases, começando pela fase de desenvolvimento do sistema. Estas fases são fundamentais para a criação de sistemas específicos que preparam a organização para a melhoria contínua [35]. É também crucial sublinhar a importância da formação para garantir o sucesso da adoção dos princípios *Lean*. É fundamental dar prioridade à formação da gestão operacional, uma vez que são os gestores operacionais que lideram e asseguram o sucesso das iniciativas. Por outro lado, a formação é essencial para garantir que a gestão tenha uma compreensão abrangente dos princípios *Lean* e seja ativa no seu apoio. Para tal, é necessário um discurso alargado durante as sessões de formação [63].

Para alcançar o sucesso contínuo na transformação *Lean*, as empresas devem investir em formação contínua, compromisso organizacional, visão de longo prazo e alocação adequada de recursos para implementar ferramentas e métodos *Lean* ([90] conforme citado por [29]). Uma análise da literatura revela que a empresa colocou uma importância significativa na qualificação e motivação dos trabalhadores. Isto deve-se ao facto de haver um elevado número de aplicações das Fábricas de Aprendizagem na indústria farmacêutica e de estas terem sido eficazes noutros setores [2]. Capacitar os funcionários com qualificação prática, como fábricas de aprendizagem e workshops, é essencial para

implementar com sucesso os métodos *Lean*, de forma que tenham a compreensão completa e prática dos conceitos *Lean* antes da aplicação no ambiente de trabalho [27], [60].

As pequenas e médias empresas (PME) têm um papel essencial na economia europeia, visto que representam uma parte substancial da força de trabalho e na criação de valor para os clientes ([91] conforme citado por [27]). Desta forma, vários estudos salientam os desafios enfrentados pelas PMEs farmacêuticas ao implementar práticas *Lean*, devido às características distintas dos processos de produção e aos rigorosos requisitos regulamentares. Além disso, as PMEs muitas vezes carecem dos conhecimentos necessários para desenvolver *Lean Production Systems* (LPS) adequados, sendo particularmente desafiador competir com grandes empresas devido à falta de recursos e oportunidades para aproveitar economias de escala [60]. Outros autores destacam ainda o desafio devido às restrições financeiras, liderança limitada e dificuldades nas relações com clientes e fornecedores, que dificultam a implementação da melhoria contínua por toda a cadeia de abastecimento, neste sentido os fornecedores têm um papel fundamental [27].

De forma resumida, os fatores internos como liderança comprometida, envolvimento dos funcionários, uma rede forte de fornecedores e uma cultura de trabalho flexível e comunicação eficaz, juntamente com fatores externos como foco na satisfação do cliente e apoio do governo, podem impulsionar a adoção bem-sucedida de *Lean* nas PME [4].

De acordo com a pesquisa realizada, foram identificados sete fatores-chave que afetam a mentalidade organizacional na implementação: apoio da alta gestão, formação, ambiente, avaliação, motivação, mentalidade e envolvimento de todos os membros. Estes são essenciais para promover uma cultura *Lean* eficaz, com ênfase na mentalidade voltada para a melhoria contínua ([92] conforme citado por [78]).

Por outro lado, existem autores que têm como objetivo avaliar o nível de preparação das empresas farmacêuticas europeias para adotar e sustentar a *Lean Manufacturing* (LM) através da análise das práticas de qualidade em seis áreas (processo, planeamento e controlo, recursos humanos, alta gestão e liderança, relacionamento com clientes e fornecedores). Os resultados revelaram um nível insuficiente de preparação entre as organizações participantes. A análise demonstrou que fatores como a dimensão da empresa, a natureza das relações com os fornecedores e a certificação ISO 9000 não exerceram uma influência significativa nas práticas de qualidade ou na capacidade de implementar o LM [27].

Na indústria farmacêutica, implementar com sucesso o *Lean Production System* (LPS) é desafiante devido à incompatibilidade dos métodos *Lean* com os processos específicos de produção. São necessários ajustes adicionais nos métodos e ferramentas para adaptá-los plenamente à produção farmacêutica, especialmente em áreas como compreensão do LPS, formação das equipas de projetos de melhoria. Integrar o LPS nos sistemas de qualidade como o GMP é essencial para garantir a qualidade e segurança dos produtos. Os processos de mudança na produção farmacêutica são complexos e demorados, exigindo melhorias organizacionais antes de recorrer a soluções técnicas dispendiosas.

Adaptar cuidadosamente os objetivos e métodos do LPS é crucial para obter resultados positivos nesta indústria [60]. Este estudo indica a necessidade de abordagens adaptadas e estratégias específicas para promover a implementação sustentável da gestão *Lean* em PMEs farmacêuticas, levando em consideração as suas limitações e necessidades particulares [60].

Um outro aspeto crucial para uma boa implementação de *Lean* é a identificação correta e com precisão dos problemas e deficiências que impedem alcançar o objetivo, através da identificação das principais causas raiz dos desperdícios e a escolha adequada das ferramentas. Adicionalmente é fulcral a participação ativa ao sugerirem ideias e contribuírem para a implementação, não apenas para promover uma cultura de melhoria contínua, mas também para possibilitar uma abordagem mais eficaz na identificação e resolução dos problemas no ambiente de trabalho [54].

A eficácia do *Lean Manufacturing* está intrinsecamente ligada à autenticidade dos dados recolhidos, integração completa entre os diversos departamentos de produção e à implementação precisa e sincronizada dos elementos *Lean* na ordem adequada [4]. Uma forma de solucionar este desafio é através da utilização da indústria 4.0 que disponibilizada dados fiáveis em tempo real. Adicionalmente reduz a tediosa tarefa de preenchimento manual de formulários para avaliar a eficiência geral dos equipamentos, potencialmente aumentando a motivação e satisfação dos colaboradores. Desta forma é possível tomar decisões com maior precisão [88].

Com base na pesquisa pode-se concluir que existe uma grande variedade de fatores que se revelam fundamentais nas organizações, contudo apesar da variedade, existem fatores em comum identificados pelos autores [93].

Uma análise inicial identificou oito fatores críticos de sucesso, abrangendo desde a participação dos colaboradores até a normalização das atividades. No entanto, uma síntese posterior ressaltou três fatores-chave: capacitação, envolvimento e cultura, como os principais impulsionadores para uma evolução eficaz e sustentável do *Lean* [4], [93]. Desta forma, para implementar uma filosofia de trabalho como *Lean* torna-se fundamental desenvolver competências em todos os níveis hierárquicos para identificar perdas nos processos e solucionar problemas. Isso resulta na formação de uma cultura *Lean* alinhada com uma estratégia de constante renovação e normalização das atividades. Para manter a melhoria contínua, é indispensável a disciplina organizacional e o alinhamento com a visão estratégica de futuro, bem como mudança na cultura organizacional de forma gradual que envolve mudanças profundas nos hábitos, pensamentos e percepções dos colaboradores. Estas mudanças são essenciais para moldar a identidade da empresa. Começando pela criação de um ambiente propício à mudança e o envolvimento dos colaboradores são fundamentais para o sucesso, já que estratégias de negócios elaboradas e tecnologia avançada dependem destes fatores para gerar resultados positivos [4], [93].

Em algumas organizações, o sucesso do *Lean* foi impulsionado pela reorganização das equipas, tanto em nível operacional como de gestão. Além disso, destaca-se a importância do conhecimento presente nos sistemas e dos colaboradores, como um elemento fundamental para a implementação [34].

Um estudo qualitativo com especialistas em *Lean Six Sigma* identificou fatores cruciais para o sucesso da melhoria contínua além das ferramentas técnicas. Destacam-se o alinhamento estratégico do programa com a organização, a comunicação eficaz para gerar compromisso, a promoção de trabalho colaborativo e de desenvolvimentos de ideias. Uma cultura de mudança e aprendizagem contínua, foco na formação e retenção de talentos, e uma gestão robusta são essenciais. Além disso, é vital preparar a organização com ferramentas de gestão adequadas e uma infraestrutura que suporte dados precisos, bem como envolver especialistas sênior para atualização metodológica e resolução de problemas complexos. Estes fatores são fundamentais para a sustentabilidade e o sucesso dos programas de melhoria contínua [34].

3.6 A mudança de *setup* na indústria farmacêutica

O tempo de mudança refere-se ao período necessário para alterar a produção numa linha de um produto para outro. Isso inclui o tempo gasto na limpeza, substituição de peças do equipamento e preparação para a produção do próximo produto [7].

No ambiente empresarial contemporâneo, a capacidade de diferenciação representa um fator determinante da vantagem competitiva. Esta pode ser alcançada através da introdução de produtos inovadores ou da implementação de novos processos de produção ([3] conforme citado por [38]). A implementação da melhoria contínua foi concebida para aumentar a eficiência da troca de formatos, reduzindo assim o tempo de inatividade e facilitando a realização dos objetivos organizacionais. A implementação da melhoria contínua foi identificada como uma estratégia eficaz para atingir este objetivo, uma vez que permite a flexibilidade necessária em processos com uma elevada frequência de mudanças. Para obter rentabilidade na produção de pequenos lotes, é essencial minimizar o tempo necessário para a troca de ferramentas ([94] conforme citado por [38]).

No entanto, a redução do tempo de paragem da linha só pode ser alcançada através da colaboração dos departamentos de Manutenção e Produção, que desempenham um papel fundamental neste objetivo. A implementação de estratégias de manutenção eficazes pode aumentar significativamente a produtividade operacional ([95] conforme citado por [8]). Por outro lado, as empresas farmacêuticas deparam-se frequentemente com uma escassez de equipamento de manutenção em condições operacionais adequadas. Assim, é imperativo melhorar a acessibilidade do sistema de manutenção, uma vez que a sua disponibilidade exerce uma influência direta na produtividade e na qualidade, conduzindo, em última análise, a uma maior satisfação do cliente [57].

No contexto da produção farmacêutica, o termo "fluxo contínuo" descreve o movimento ininterrupto do produto entre operações sucessivas. Para manter este fluxo é essencial que as operações sejam efetuadas de forma sincronizada, com períodos de espera mínimos [51].

No entanto, nos casos em que as operações utilizam equipamento comum para a produção de vários produtos resulta frequentemente em paragens frequentes, impedindo assim a manutenção de um fluxo contínuo ao longo do processo [51].

Um processo convencional de fabrico de medicamentos inclui uma série de operações unitárias discretas e em várias etapas, com armazenamento intermédio entre elas, permitindo que uma linha de fabrico produza vários produtos numa única fase de produção. No entanto, isto resulta em tempos de mudança prolongados entre produtos devido aos rigorosos requisitos de limpeza associados a cada produto [96], [97]. Os longos períodos de mudança representam um desafio significativo para a manutenção de um fluxo de produção contínuo.

É da maior importância implementar um sistema uniforme de planeamento da produção, de modo a satisfazer a procura dos clientes de forma eficiente. Para tal, é necessário programar lotes mais pequenos com uma redução dos tempos de transição entre processos. Recomenda-se que os tempos de transição entre lotes sejam melhorados através da aplicação do SMED (*Single-Minute Exchange of Die*), com o objetivo de otimizar os processos e reduzir os tempos de mudança [51].

Para resolver esta questão, a abordagem predominante é produzir lotes mais pequenos com prazos de entrega reduzidos para permitir uma resposta rápida às exigências dos clientes e para diferenciar o produto no mercado. Por esta razão, é da maior importância otimizar a capacidade de produção em linhas com uma variedade de produtos, reduzindo os tempos de mudança, com especial atenção para as máquinas que funcionam como gargalos [46]. Na indústria farmacêutica, a produção de pequenos lotes exige a capacidade de efetuar preparações rápidas, mantendo ao mesmo tempo o cumprimento das normas de qualidade [58].

Um número considerável de organizações opta por produzir lotes maiores devido aos tempos alargados de mudança de formato associados aos lotes mais pequenos. No entanto, isto acaba por resultar numa utilização ineficiente da capacidade disponível [51]. No entanto, devido ao potencial de redução de custos, à melhoria da eficiência do processo, à utilização otimizada do equipamento e à flexibilidade da capacidade de produção a indústria farmacêutica é incentivada a explorar as possibilidades de adoção de processos contínuos ([98] conforme citado por [30]).

Em contraste com o processo de produção por lotes, o processo contínuo permite a entrada contínua e ininterrupta de matérias-primas, enquanto os produtos finais são retirados de forma igualmente sem interrupções. Isto assegura uma quantidade constante de material no sistema durante todo o processo, o que é essencial para manter uma produção estável e contínua. O processo contínuo permite um fluxo de produção ininterrupto, eliminando atrasos devidos a períodos de espera entre fases e reduzindo o tempo necessário para efetuar testes de qualidade ([99] conforme citado por [96]).

A implementação de metodologias de fabrico contínuo oferece um conjunto de vantagens assinaláveis quando comparadas com as técnicas convencionais de fabrico por lotes. A redução inicial do tempo de paragem dos equipamentos é conseguida através da integração dos procedimentos acima referidos. No contexto da produção em massa, as alterações entre fases resultam em períodos

alargados de paragem devido à necessidade de processos de carga, descarga e teste. Pelo contrário, a produção contínua permite um fluxo de trabalho mais integrado e otimizado entre as várias fases do processo de fabrico, reduzindo assim o tempo total necessário para completar cada fase. No que diz respeito à qualidade do produto, a implementação de medidas eficazes de controlo da qualidade após a conclusão do processo de fabrico é um desafio no contexto da produção em lotes. Esta falha no controlo de qualidade pode levar a variações significativas no produto final. No entanto, a implementação de uma monitorização abrangente em tempo real do processo de produção, associada a mecanismos eficazes de controlo e *feedback*, facilita a redução de defeitos e melhora a qualidade geral dos produtos finais. No contexto dos recursos humanos, a produção em massa distingue-se frequentemente pela utilização considerável de mão de obra, refletindo a incidência de intervenções manuais nas várias fases da produção. Por outro lado, a integração da automatização numa linha de produção contínua diminui significativamente a necessidade de mão de obra humana, aumentando assim a eficiência operacional. Além disso, a produção contínua facilita uma logística mais ágil, permitindo alterações expeditas ao calendário de produção para se alinhar com as exigências do mercado e atenuar os problemas associados a inventários substanciais e à validade dos produtos. Estas vantagens tornam a adoção do método de produção contínua extremamente benéfica, resultando numa redução do tempo de fabrico, numa melhoria da qualidade do produto, numa redução dos custos operacionais e numa maior flexibilidade da cadeia de abastecimento [96].

Apesar dos desafios técnicos e regulamentares, a indústria farmacêutica está perfeitamente consciente das potenciais vantagens da implementação de modelos de fabrico contínuo, o que tem suscitado um interesse e uma investigação consideráveis nesta área ([100] conforme citado por [67]). A produção contínua de produtos farmacêuticos está a ser cada vez mais adotada na indústria farmacêutica. Apesar do reconhecimento generalizado dos benefícios, vários obstáculos têm impedido a adoção em larga escala desta abordagem. A uniformidade do produto pode ser significativamente afetada por vários elementos ligados a estes procedimentos. A eficiência das linhas de produção farmacêutica também é afetada por vários fatores, incluindo a variedade de processos, operadores, tamanho do lote e tempo de transferência. Identificar e abordar estas questões apresenta oportunidades significativas para os intervenientes da indústria melhorarem a eficiência operacional ([100] conforme citado por [67]).

Nos mercados com uma gama diversificada de produtos, como é o caso da indústria farmacêutica, nomeadamente no setor dos produtos genéricos, é necessário alterar frequentemente a configuração das máquinas e os procedimentos de limpeza. Perante estas circunstâncias, é imprescindível que as empresas aumentem a sua eficiência e flexibilidade. Isto requer a capacidade de implementar modificações efetivas e reduzir custos, facilitando assim a introdução rápida e competitiva de novos produtos [50], [56].

O processo de fabrico na indústria farmacêutica distingue-se por tempos de processamento prolongados e inventários intermédios substanciais. A necessidade de controlo de qualidade em cada fase

do processo pode resultar em mais atrasos. Na abordagem tradicional à produção, são utilizados equipamentos descontínuos e tubagens flexíveis e as instalações são concebidas para serem multifuncionais, a fim de distribuir os custos, tendo em conta os volumes de produção tipicamente baixos. A necessidade de evitar a contaminação cruzada e de respeitar normas de limpeza rigorosas resulta em períodos de inatividade prolongados entre a produção de produtos diferentes. Técnicas como o SMED resultaram numa diminuição dos tempos de mudança de produção até um determinado ponto. Não é raro que a produção de um ano de um determinado produto seja realizada numa única fase, com o material produzido armazenado até à próxima fase do ano seguinte. A complexidade dos produtos farmacêuticos que requerem processos em várias fases dá origem a este desafio, o que, por sua vez, resulta numa fraca capacidade de resposta e em indicadores de desempenho não satisfatórios na cadeia de abastecimento [101].

3.7 Análise de artigos com aplicação da metodologia SMED

Após a seleção e análise de oito artigos que abordam a problemática dos *setups* longos na indústria farmacêutica, cuja metodologia de seleção é detalhada no Capítulo 2, fica evidente que o tempo excessivo dedicado aos *setups* é uma questão significativa neste setor altamente regulado. Todos os estudos da revisão de literatura destacam SMED como a estratégia principal para abordar e reduzir estes tempos de *setup*.

A Figura 3.4 apresenta uma visão consolidada dos problemas identificados, fatores críticos envolvidos, ferramentas *Lean* aplicadas, resultados obtidos e outras melhorias implementadas em cada estudo. Esta abordagem permite uma compreensão abrangente das iniciativas de melhoria implementadas para otimizar os processos de *setup* na indústria farmacêutica.

Após analisar o gráfico de barras, observou-se que, além do SMED, outras ferramentas são normalmente utilizadas nos estudos como o Diagrama de *Gantt*, 5S, gravação e observação de *setups*. Contudo, outras publicações destacaram o uso de trabalho normalizado, OEE, *Kanban*, Diagrama de esparguete, entrevistas e *brainstorming* como métodos adicionais para abordar os desafios dos *setups* longos na indústria farmacêutica.

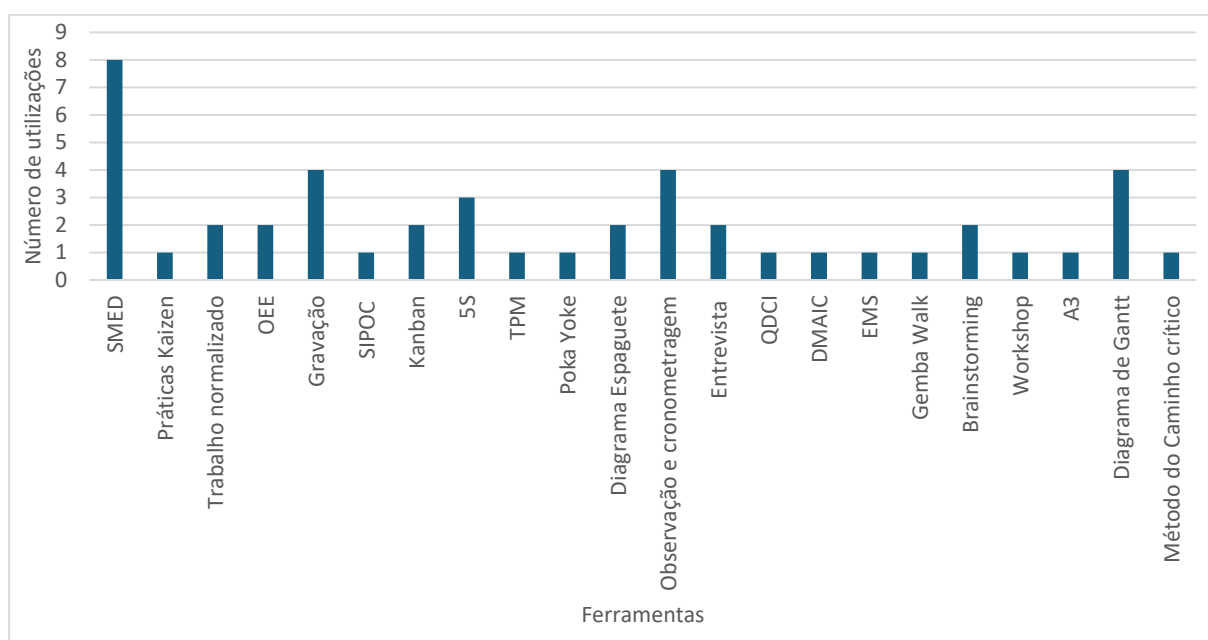


Figura 3.4 - Número de utilizações de cada ferramenta nos 8 artigos analisados.

Os resultados obtidos revelam que seis artigos demonstraram melhorias quantitativas e positivas ao implementar as ferramentas selecionadas, com melhorias mínimas de 11%. No entanto, o artigo de revisão da autoria de Adha Winatie et al [7] utilizou a metodologia SMED apenas para estabelecer um objetivo para a preparação, enquanto os autores Ágnes Bene e Péter Bene [58] integraram a metodologia SMED num plano de ação abrangente para implementar melhorias nos processos de transição com o objetivo de reduzir os tempos de preparação. Os planos de ação incluíam medidas de curto prazo, a serem implementadas no prazo de uma semana, e ações de médio prazo, até três meses, com foco em métodos *Lean*. Cerca de 44% das ações diziam respeito à aquisição de ativos, enquanto 22% envolviam manutenção e reparo com necessidades técnicas ou tecnológicas. Uma parte significativa (27%) necessitava de soluções complexas e de um maior envolvimento da Garantia da Qualidade para uma implementação pormenorizada.

Na fase inicial da implementação do SMED, é essencial observar todas as etapas do processo de mudança de formato. Estudos optaram por gravar em vídeo essas etapas, enquanto outros observaram, cronometraram e registaram manualmente as tarefas no local. Ambas as abordagens têm como objetivo contabilizar o tempo de cada tarefa realizada ao longo do *setup*. Posteriormente, tanto os que gravaram em vídeo quanto os que realizaram observações diretas seguiram uma abordagem semelhante, envolvendo entrevistas e sessões de *brainstorming* conforme necessário para completar as etapas seguintes da metodologia SMED. Ambas as estratégias contribuem para a implementação eficaz do SMED e para alcançar os objetivos de redução de tempo de *setup* [7], [46], [48], [102].

Dois artigos destacaram a importância de monitorizar a implementação de ferramentas. O autor Adha Winatie desenvolveu uma folha de monitorização do tempo de *setup* preenchida pelos operadores para avaliar se o tempo de mudança atendia à meta estabelecida pelo SMED [7]. Esta abordagem

visa alcançar e manter os tempos de troca desejados, otimizando o processo interno e externo e padronizando as atividades de limpeza. Por outro lado, no artigo da autoria de Daniel Sîrbu e Cristina Băişan utilizou-se o método de gestão visual de KPIs +QDCI (*Safety-Quality-Delivery-Costs-Involvement*), que utiliza símbolos específicos para visualizar rapidamente se algum KPI está fora dos limites estabelecidos. Se um objetivo não fosse alcançado, era necessário implementar um plano de ação com detalhes do problema, solução, responsável e prazo, com o intuito de reagir aos problemas mais urgentes e críticos. Desta forma, o autor tenta enfrentar o desafio de garantir a sustentabilidade dos KPIs a longo prazo por meio de monitorização contínua e manter uma atenção constante, por parte de produção para alcançar as metas estabelecidas [52].

De acordo com o autor Maurizio Bevilacqua et al, foi realizada uma análise das atividades externas e internas, utilizando a ferramenta SIPOC para definir o fluxo do processo. O autor utilizou o diagrama SIPOC para analisar um projeto de melhoria do processo, identificando assim os elementos-chave: fornecedores, entradas, processo, saídas e clientes. Esta abordagem facilitou a compreensão das etapas do processo, dos resultados pretendidos e das partes envolvidas. A análise facilitou a delimitação do objetivo do projeto, a identificação de atividades desnecessárias e partes interessadas essenciais, direcionando assim estratégias para aumentar a eficiência do processo. A ferramenta revelou-se inestimável para mapear todos os aspetos relevantes do projeto de melhoria do processo, fornecendo assim uma base sólida para ações de otimização [46].

Tabela 3.5 - Características dos artigos incluídos na revisão bibliográfica.

Ar-tigo	Ano	Problema identificado	Fatores críticos/ desafios	Ferramentas	Resultados	Outras Melhorias
[48]	2021	<ul style="list-style-type: none"> - O maior problema identificado na linha de produção foi o elevado tempo de <i>setup</i> na linha de compressão, que cria um gargalo no processo. - Falta de normalização no sequenciamento das atividades, em que cada operador segue uma ordem diferente segundo a própria experiência, levando a inconsistências e ineficiências na produção. 	<p>As atividades que demoravam mais tempo, são as de limpeza, que tem um grande impacto na eficiência da produção.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -SMED -Práticas <i>Kaizen</i> -Trabalho normalizado - OEE 	<p>Redução do <i>setup</i> na linha de 07h e 30min para 05h e 44min. (redução de 23,55%)</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Implementação de uma <i>checklist</i> com todos os materiais necessários e uma quantidade suficiente de cada um para reduzir viagens desnecessárias durante a configuração. - Colocar uma paleta junto à sala de compressão para que os operadores possam obter os materiais mais facilmente, diminuindo o tempo. - Formar os operadores para trazerem todo o equipamento de proteção necessário antes de iniciarem a preparação. - Disponibilizar um pulverizador de álcool e aço inoxidável na sala de Compressão para limpar matrizes e punções. - Criar uma forma normalizada de fazer as atividades para garantir que todos fazem o <i>setup</i> da mesma forma e o mais rapidamente possível. <p>Utilizar menos ferramentas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tornar o parafuso do distribuidor mais pequeno. - Utilizar uma chave <i>Allen</i> em vez de uma chave de fendas para acelerar o processo. - Ajustar os pontos de encaixe do desempoeirador. - Marcar as borrachas acrílicas da porta para que encaixem corretamente à primeira.
[46]	2015	<ul style="list-style-type: none"> - A linha piloto selecionada para o estudo era uma linha de embalagem dedicada a comprimidos. - A linha de embalagem operava com lotes pequenos, porém tinha longos tempos de troca entre os lotes, o que não era 	<ul style="list-style-type: none"> -Testar o projeto de redução do <i>setup</i> numa linha de montagem e não nas 11 linhas da fábrica. -Os critérios de seleção incluíam máquinas modernas e flexíveis, elevada frequência de mudança de produção, baixo OEE e elevado 	<ul style="list-style-type: none"> -Gravação dos <i>setups</i> -SMED -SIPOC -<i>Kanban</i> -5S -TPM -<i>Poka Yoke</i> -Diagrama Espaço 	<ul style="list-style-type: none"> -O tempo de <i>setup</i> foi reduzido em 61,5% com o SMED. - <i>Kanban</i> e 5S reduziram o tempo médio em 2,6% e o desvio padrão em 29,1%. 	<ul style="list-style-type: none"> - Para reduzir o tempo de atraso na movimentação das peças necessárias ao próximo lote, o transporte foi subcontratado enquanto a linha estava a operar. - Foi desenvolvido um manual de referência para normalizar as atividades de instalação. - Foi projetado um carrinho de formato dedicado para evitar erros na recolha e transporte de componentes, com prateleiras com a silhueta das peças necessárias para garantir a precisão na seleção e movimentação.

		adequado para lidar com a elevada frequência de trocas de lote necessárias. - A programação da produção nessa linha piloto era orientada principalmente para lidar com urgências solicitadas pelos clientes, em vez de ter uma programação estável e eficiente.	tempo médio de mudança de produção. -As frequentes mudanças de formato e de lote afetam a disponibilidade da linha de montagem. A redução dos tempos de mudança melhora a disponibilidade da linha e o OEE.	-OEE - <i>Brainstorming</i> - Método do Caminho crítico	- O OEE médio aumentou de 18% para 26% devido ao TPM e a tempos de mudança mais curtos.	Diminuição do uso de diferentes ferramentas: - Instalação de novos conectores, incluindo botões de controlo, para facilitar a montagem e desmontagem das peças. - Normalização de parafusos e porcas para minimizar o uso de várias chaves durante os processos de manutenção.
[50]	2018	-Tempo excessivamente longo dedicado à produção em linha, especialmente na sala de secagem. Essa área consome até 50% das horas de trabalho disponíveis em um dia, afetando significativamente a eficiência e a capacidade de produção da fábrica.	Problemas no Método: -As atividades de <i>setup</i> carecem de procedimentos de trabalho normalizados. -As etapas de trabalho não estão ordenadas, o que dificulta a sua execução. - Não há ferramentas de limpeza, como o <i>Jet Cleaner</i> Problemas no Meio Ambiente: - Poucas ferramentas de limpeza. -Falta de filtros de mangas. -Demora excessiva na secagem do filtro de mangas na máquina porque não há filtros suficientes.	-Estudo dos tempos com cronómetros -SMED	A aplicação da análise SMED resultou numa melhoria significativa, acelerando o tempo das atividades de montagem e limpeza em até 62,18%.	-
[7]	2019	-Longo tempo de <i>setup</i> na sala de granulação húmida, numa das áreas de fabrico de comprimidos.	São várias as razões pelas quais o objetivo do tempo de <i>setup</i> estabelecido pelo método SMED pode não ser atingido:	-Gravação do <i>setup</i> -SMED -Entrevista com os operadores	A meta de tempo de <i>setup</i> na câmara de granulação húmida foi definida como inferior a 120 minutos, visando alcançar um tempo	- Foi estabelecido um processo de monitorização do tempo de <i>setup</i> na câmara de granulação húmida através da criação de um diário de bordo preenchido pelo operador, registando o horário de início e de fim da mudança. - O diário de bordo permite acompanhar o tempo

			<ul style="list-style-type: none"> - Diferentes operadores podem ter diferentes abordagens ao processo de <i>setup</i>. - Existirem diferenças na rapidez com que os operadores efetuam a limpeza entre turnos. - Existirem diferenças na rapidez com que os operadores concluem o processo de <i>setup</i>. 		de troca mais rápido, especialmente para os produtos B.	gasto no processo de troca e verificar se está dentro da meta estabelecida pelo método SMED.
[52]	2014	- <i>Setups</i> longos na linha de embalagem	<ul style="list-style-type: none"> - Tornar os KPIs sustentáveis a longo prazo através de monitorização contínua. - Implementar formação em <i>Lean</i> para consciencializar todos os colaboradores da empresa sobre os processos e metas. - Manter um foco constante por parte dos gestores das unidades de produção no cumprimento das metas estabelecidas. 	<ul style="list-style-type: none"> - QDCI: padrão de gestão visual mais para monitorização de Indicadores Chave de Desempenho, KPIs, -SMED -5S -Diagrama de <i>Gantt</i> 	Redução do <i>setup</i> na linha de embalagem de 270 minutos para 90 minutos	<ul style="list-style-type: none"> - Arrumação dos armários de formatos na linha de embalagem. - Seleção de KPIs para monitorização contínua ao longo do tempo. Caso os KPIs saiam do objetivo estabelecido, é criado um plano de ação com o responsável e prazo para solucionar o problema. - Utilização da ferramenta QDCI para visualização rápida dos KPIs do dia anterior e capacidade de detectar e reagir aos problemas mais urgentes de forma mais eficaz.
[103]	2017	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de reduzir os tempos de <i>setup</i> numa linha de produção específica de uma empresa. - Na máquina de enchimento de garrafas, eram realizados 37 processos de <i>setup</i> por ano, com um tempo médio de 25,3 horas por troca. - A meta estabelecida era reduzir esse tempo para 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de controlo visual e de gestão do processo. - Trabalho de equipa e comunicação insuficientes. - Ausência de metas claras de desempenho e objetivos. - Utilização de ferramentas incorretas. -Tempo desperdiçado em etapas desnecessárias. - Falta de trabalhadores para fazer bem o trabalho. 	<ul style="list-style-type: none"> -DMAIC -<i>Software</i> de Fabricação Eletrónica (EMS) -<i>Gemba Walk</i> -Entrevistas aos operadores -<i>Brainstorming</i> -reuniões regulares -SMED 	Redução significativa no tempo médio de <i>setup</i> de 25,3 horas para 17,8 horas, resultando em uma redução de 30%.	<ul style="list-style-type: none"> - Normalização das atividades por meio da utilização de um esquema claro da mudança de formato com tarefas definidas para cada pessoa, o desenho da máquina e ordem das etapas. Isso aumentou a visibilidade e a importância de realizar uma mudança de formato mais eficiente. - Criação de delimitações visuais para uma identificação mais clara dos componentes do processo, como embalagens primárias, produtos intermediários e peças de montagem, usando critérios de cores para organização e categorização. - Separação visual das áreas dedicadas à preparação

		16 horas (uma redução de 37%)		-Diagrama de <i>Gantt</i>		do próximo produto embalado e dos materiais de embalagem, facilitando o fluxo de trabalho e melhorando a eficiência operacional.
[58]	2017	-Necessidade de reduzir os tempos de <i>setup</i> em quatro áreas específicas do processo de fabrico farmacêutica, com o objetivo de melhorar a eficiência e reduzir o tempo de inatividade entre as etapas de produção.	-Tempo de <i>setup</i> entre lotes é elevado. - Movimentos ineficientes dos operadores aquando da movimentação de materiais. -Espaço limitado no chão de fábrica. - Desorganização dos equipamentos durante os <i>setups</i> . -Os métodos de limpeza variam consoante as áreas. - Diferentes tempos de limpeza com produtos químicos.	- <i>Workshop Lean</i> -Observação das atividades -Diagrama Esparguete -SMED -Cartão de atividades - <i>Kit</i> de ferramentas -Cartões <i>Kanban</i> -5S -Diagrama de <i>Gantt</i>	Dos primeiros projetos SMED nas quatro áreas, 27% exigem soluções complexas que envolvem mudanças significativas, com impacto direto nas Boas Práticas de Fabricação (BPF).	- <i>Workshops</i> estruturados com 7 a 10 pessoas de diferentes departamentos. Um gestor ajuda na resolução de problemas e na introdução de melhorias contínuas. - Normalização com cartões e <i>kits</i> : São utilizados cartões normalizados para detalhar as atividades de troca, atribuir tarefas e estabelecer prazos. <i>Kits</i> de ferramentas com listas de controlo e fotografias para cada troca. - Utilização dos princípios <i>Kanban</i> e 5S: Os cartões <i>Kanban</i> são utilizados para autorizar atividades no sistema <i>pull</i> . Os princípios dos 5S promovem a organização, a limpeza e a normalização no local de trabalho. - Planos de ação detalhados: Elaborar planos para melhorar a organização, os métodos e o equipamento. Cada ação tem uma pessoa responsável e um prazo para garantir que as melhorias são feitas a tempo.
[102]	2019	-Necessidade de reduzir os tempos de <i>setup</i> em mudanças específicas na granuladora húmida 2, com o objetivo de alcançar uma redução de 20% nesses tempos de troca.	- Indisponibilidade da sala de limpeza, carrinho e aspirador, impactando a eficiência das trocas. - Falta de um método normalizado para as trocas de <i>setup</i> . - Ausência de visibilidade clara da sequência global do processo de troca. - Excesso de movimentações desnecessárias durante as trocas de <i>setup</i> .	-Filmagem dos <i>setups</i> -SMED -A3 -Diagrama de <i>Gantt</i>	- Redução de 11% no tempo total de <i>setup</i> alcançada. - Conclusão de 17 das 30 ações planeadas como parte do plano de ação para melhorias.	- Modelo de <i>setup</i> standard para 1 e 2 operadores - Identificação e criação de cartões críticos a verificar após limpeza/secagem - Limpeza e arrumação do local de trabalho. - Definição de indicadores relacionados com o projeto SMED. - Análise das faltas de matérias-primas. - Folha para recolha de erros/falhas e formas de resolução.

3.8 Ferramentas utilizadas para resolver os problemas e o resultado obtido

A redução dos tempos de preparação na indústria é um objetivo geralmente procurado, e uma variedade de ferramentas demonstrou ser eficaz para atingir esse objetivo. A eficácia do SMED neste domínio está bem documentada na literatura [46], [48], [50]. Além disso, a aplicação simultânea do SMED e de técnicas como o 5S e o *Kanban* revelou-se vantajosa para racionalizar os procedimentos e minimizar o desvio-padrão dos tempos de preparação [46], [79]. O diagrama de esparguete é utilizado para identificar movimentos supérfluos durante o processo [46], [52], [58], [103], enquanto que técnicas como os 5 porquês e o *brainstorming* são eficazes para identificar as causas subjacentes aos tempos de preparação prolongados [46], [51].

A metodologia mais utilizada para resolver o problema dos elevados tempos de inatividade em contextos industriais é o TPM. A sua notável eficácia no aumento do OEE tem sido amplamente reconhecida [8]. Além disso, o TPM demonstrou ser um componente crucial de uma estratégia de manutenção eficaz, facilitando a transformação das práticas e a criação de uma série de benefícios tangíveis, incluindo o aumento da fiabilidade do equipamento, a redução dos custos de manutenção, a melhoria da qualidade do produto e o aumento da produtividade [6]. Além disso, esta abordagem contribui para uma maior disponibilidade dos equipamentos e uma utilização mais eficiente dos recursos na indústria. Ao racionalizar os procedimentos, reduzir os processos redundantes e aumentar a disponibilidade das máquinas, o TPM desempenha um papel fundamental no reforço da vantagem competitiva de uma empresa [55].

A prática da manutenção autónoma, integrada no TPM, consiste na execução de tarefas repetitivas pelos próprios operadores, com o objetivo de garantir a eficiência e a disponibilidade dos equipamentos [104].

Para resolver a falta de normalização das tarefas e melhorar a eficiência operacional, é essencial implementar procedimentos normalizados e organizar os processos de forma sistemática [56]. Além disso, o estabelecimento de uma sequência clara de trabalho ajuda a organizar os movimentos dos operadores, promovendo assim a execução consistente das tarefas [52]. É de extrema importância criar listas de controlo completas que incluam todos os materiais necessários e em quantidades suficientes para evitar deslocações desnecessárias e garantir a disponibilidade de recursos ao longo de todo o processo [48]. A implementação dos princípios dos 5S em conjunto com os procedimentos de normalização é também de extrema importância para reduzir os tempos de preparação e minimizar as pequenas paragens durante o processo [46], [58], [78]. Consequentemente, a implementação de uma abordagem normalizada para a realização de tarefas pode facilitar o aumento da eficiência, a redução do desperdício e a melhoria do desempenho global do processo.

3.9 Problemas de planeamento na indústria

O planeamento da produção representa uma função de gestão fundamental, através da qual são definidos os objetivos da empresa e delineadas as tarefas necessárias para a sua realização. Constitui uma fase fundamental que engloba a tomada de decisões estratégicas e operacionais, que servem coletivamente para orientar o sucesso da empresa. Esta função diz respeito ao processo de tomada de decisão e aos elementos que o constituem, com o objetivo de assegurar a eficiência e a eficácia das operações [67]. Inclui também a definição de objetivos de produção em toda a rede e a atribuição de *stocks* para todos os produtos. O objetivo é alcançar um equilíbrio entre os custos e o serviço ao cliente, com custos que abrangem o fabrico, a configuração, a manutenção das *stocks* e a obsolescência dos produtos [97]. O sistema de planeamento compreende vários subsistemas, incluindo o planeamento agregado, o planeamento hierárquico da produção, o planeamento das necessidades de materiais, o planeamento da capacidade, o planeamento dos recursos de produção e o planeamento dos *stocks* [105].

Este processo implica a integração de diversas decisões estratégicas, de tática e operacionais, cada uma das quais contribui para o quadro de planeamento abrangente. O nível tático utiliza o planeamento da produção para estabelecer níveis de *stock* e objetivos de fabrico de acordo com a gama de produtos e a capacidade estratégica. Não é raro que as estruturas de planeamento de vendas e operações resultem em objetivos inviáveis, em grande parte devido à complexidade inerente do sistema e às restrições da capacidade disponível. Os investigadores sublinham a importância de integrar o planeamento da produção com a programação, a fim de ter em conta a capacidade variável [97].

Os processos internos de uma empresa dependem da integração eficaz do sistema de informação entre os departamentos, onde o planeamento da produção é crucial para atender aos prazos de entrega. A coordenação entre os departamentos de planeamento e controlo da produção é essencial para atividades de forma a evitar impactos negativos na produção e nos lucros diante da concorrência [106].

Para superar estes desafios, as indústrias adotam métodos de gestão e tecnologias de informação, como o *Enterprise Resource Planning* (ERP), integrando sistemas para compartilhar informações e recursos. Estas tecnologias permitem uma integração eficiente dos processos de planeamento da produção. A consistência entre as datas de entrega planeadas e reais é fundamental e depende da integração confiável dos sistemas de informação internos, integrando as áreas como fabrico, entrega, compras e operações comerciais [106].

Em setores como a indústria farmacêutica, as principais fontes de incerteza que representam um risco de fracasso das atividades de I&D e os consequentes desvios de fabrico podem ser classificados em fatores externos e internos. As fontes externas de incerteza incluem a procura de produtos, os preços, as ações da concorrência e do governo e o poder de negociação de fornecedores e compradores. Por outro lado, as incertezas internas dizem respeito a desafios técnicos imprevistos e a falhas no

controlo dos processos, frequentemente resultantes de variações nas matérias-primas ou de erros humanos na execução [107]. A complexidade dos produtos e dos processos, incluindo a diversidade da gama de produtos, a variedade de materiais necessários, as redes de distribuição, os elevados custos de investimento, o tempo de desenvolvimento de novos produtos e as limitações em termos de capacidade e de regulamentação, contribuem para agravar estes problemas internos [108]. O planeamento estratégico da cadeia de abastecimento na indústria farmacêutica diz respeito à determinação da capacidade de produção e distribuição, a fim de facilitar o ajustamento da capacidade nas instalações existentes ou novas. A integração do planeamento clínico e logístico é de extrema importância, pois permite ajustar a capacidade de produção às necessidades do mercado e aos resultados das atividades de investigação [107].

No ambiente competitivo de hoje em dia, as empresas farmacêuticas sabem que melhorar o desempenho da cadeia de abastecimento é essencial para manter uma vantagem competitiva, através do equilíbrio entre previsão, planeamento, abastecimento, financiamento, níveis de *stock* e estratégias de *marketing* para atingir os objetivos organizacionais [108]. No entanto, previsões imprecisas, prazos de entrega longos, falta de inventário adequado e custos elevados são desafios [108] que devem ser superados através do desenvolvimento de processos de produção mais ágeis, responsivos e consistentes, integrando ferramentas digitais para garantir uma comunicação fluida entre as unidades de processo [109].

Os departamentos de compras devem gerir eficazmente a cadeia de valor, alinhando o plano de compras de materiais com as previsões de vendas, garantindo a qualidade, quantidade, custo e prazo de entrega das matérias-primas. A falta de estratégias colaborativas com fornecedores pode causar desvios nas previsões, flutuações de *stock* e ruturas. Longos prazos de entrega, que incluem o desenvolvimento de novos produtos, aquisição, produção, distribuição e regulamentação, afetam negativamente a fiabilidade e a capacidade de resposta da cadeia de abastecimento. Para mitigar estes desafios, é crucial uma colaboração eficaz com fornecedores, por meio de alianças estratégicas e de longo prazo, o que reduz prazos de entrega, *stocks* de segurança e custos, além de melhorar a capacidade de resposta à procura e a satisfação do cliente. Adicionalmente, a adoção de novas tecnologias também é vital para melhorar os processos de I&D, a qualidade dos produtos, otimizar a produção, diminuir retrabalho e reduzir desperdícios [108].

O planeamento da produção é um domínio vasto que tem sido estudado através de modelos matemáticos para resolver vários problemas. O problema de planeamento da capacidade incide sobre decisões relacionadas com a criação ou desmantelamento de equipamentos, ou a modificação de linhas para incorporar novos produtos a longo prazo. Estas alterações afetam a produção de diferentes produtos de diversas formas, dependendo do equipamento e do funcionamento específico da linha ([110] conforme citado por [97]). Este estudo propõe uma metodologia para resolver problemas de planeamento de capacidade e produção usando programação linear inteira mista. Nesta abordagem, o problema é formulado a partir de uma base de dados de restrições e objetivos do sistema, com o

intuito de definir se os níveis de capacidade devem ser ajustados. O método utilizado é indireto, permitindo determinar a capacidade necessária sem especificar a forma como a capacidade será alterada, o que constitui uma fase inicial do planeamento da capacidade. Isto contrasta com a abordagem direta tradicional, em que um conjunto de opções são avaliadas para selecionar a melhor solução [97].

A área farmacêutica muitas vezes utiliza sistemas de produção em lotes multifuncionais sob regulamentos rigorosos, o que dificulta e atrasa a troca entre produtos ou a implementação de novos processos. Por isso, o planeamento da produção é feito a longo prazo, com decisões de investimento tomadas num contexto de incerteza ([111] conforme citado por [97]). A capacidade de produção pode ser aumentada com investimentos estratégicos em novas instalações ou através da modificação das linhas de produção existentes, sujeitas à aprovação pelas entidades reguladoras. Portanto, é essencial formular e analisar cuidadosamente um problema de planeamento de capacidade e produção, considerando as decisões fundamentais relacionadas com a capacidade de produção [97].

O departamento da cadeia de abastecimento coordena habitualmente atividades como o planeamento de materiais, a programação da produção, o armazenamento e a expedição. Utiliza o sistema MRP, que determina as necessidades de materiais com base nas previsões de vendas do departamento de marketing. Um plano de produção mensal é partilhado com o departamento de produção, detalhando as unidades a serem produzidas. É preparado um programa semanal, tendo em conta a disponibilidade de equipamento, operadores, *stocks* e procura dos clientes, e ajustado para emergências ou eventos imprevistos [51].

Neste setor, a organização eficaz dos processos de produção é de extrema importância para garantir a eficiência e a qualidade dos medicamentos produzidos. Engloba uma série de atividades, desde a gestão rotineira de equipas até à garantia da satisfação atempada das encomendas dos clientes. Os princípios fundamentais do planeamento incluem a definição de objetivos futuros, o estabelecimento da sequência ideal de operações, a listagem das atividades e etapas do projeto, a garantia de um movimento eficiente dos produtos na produção e a revisão da qualidade de todos os fatores envolvidos, a fim de evitar defeitos nos produtos. Esta indústria é confrontada com uma série de desafios, incluindo a necessidade de implementar processos flexíveis para satisfazer a procura do mercado e para lidar com as flutuações do mesmo. São propostas estratégias de planeamento avançadas, tais como sistemas de planeamento detalhado e redes de projetos, como forma de otimizar a produção. As estratégias centradas na qualidade, na otimização da gama de produtos e na melhoria da cadeia de valor são essenciais para que a indústria possa satisfazer as expectativas da sociedade em relação aos cuidados de saúde e à eficácia dos medicamentos [67].

No estudo, realizado pelo autor Smit Lohar, foi elaborado um questionário que revelou desafios significativos relacionados com o controlo de qualidade e custos de produção. Com base nessas descobertas, foi proposto um modelo para melhorar o planeamento da produção, levando em consideração tecnologia, custos, ligações estratégicas e qualidade. Para criar um modelo abrangente e eficaz, é essencial integrar diversas fases do processo farmacêutico empresarial, combinando teoria e

evidências práticas. Embora os modelos teóricos simplifiquem a realidade, o estudo oferece diretrizes valiosos para melhorar a qualidade, eficiência e gestão do tempo na produção, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias empresariais bem-sucedidas [67].

A gestão da cadeia de abastecimento farmacêutica é altamente complexa devido à constante expansão de produtos, ciclos de vida curtos, externalização crescente, rápidos avanços tecnológicos e globalização. Estes fatores resultam em custos elevados e prazos longos para o ensaio e desenvolvimento de medicamentos, bem como numa elevada incerteza no planeamento da procura e da capacidade de produção [112].

As cadeias de abastecimento farmacêuticas exigem uma colaboração eficaz entre diversas partes interessadas, incluindo fabricantes, distribuidores, clientes, prestadores de serviços de informação e órgãos reguladores. O planeamento de capacidade enfrenta riscos significativos, como falhas nos testes clínicos, devolução de produtos devido a efeitos colaterais, incertezas sobre dosagem e composição, concorrência de produtos similares e procuras incertas [112].

O setor da gestão da cadeia de abastecimento abrange uma série de questões críticas, incluindo o desenvolvimento de produtos e processos, o planeamento da capacidade, a conceção de instalações e a ligação em rede, o comércio eletrónico e as tecnologias de informação, a gestão de inventários, a externalização, a logística e a medição do desempenho [112].

Na indústria farmacêutica, todas as grandes empresas utilizam sistemas de ERP e seguem processos comerciais normalizados, incluindo: gestão da procura, de *stocks*, planeamento das necessidades de distribuição, programação da produção primária e secundária [101].

No entanto, à luz da acelerada transformação global da indústria e do aumento da competitividade do mercado, a seleção e integração dos sistemas de controlo da produção é de extrema importância. Para tal, é necessário adotar normas claras, viabilidade tecnológica e facilidade de manutenção. Para melhorar a integração das funções de planeamento da produção e dos planos de processo, com o objetivo de otimizar o desempenho do sistema de produção num ambiente dinâmico, é essencial implementar um sistema robusto e adaptável [113].

Os MES (*Manufacturing Execution Systems*) são um instrumento fundamental para ultrapassar as limitações inerentes aos sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*). Embora os sistemas ERP sejam concebidos para facilitar funções como o planeamento da produção, o controlo de *stocks* e a previsão da procura, muitas vezes não têm a agilidade e o detalhe necessários para permitir uma resposta rápida às transações que ocorrem no terreno. O sistema é capaz de reunir todos os dados pertinentes e de os transformar em programas abrangentes para implementação diária, melhorando assim os KPIs (*Key Performance Indicators*), tais como prazos, custos, qualidade e eficiência. Além disso, o MES fornece visibilidade online dos níveis de *stock*, avarias de máquinas e atrasos, facilitando assim uma resposta mais eficaz às interrupções na gestão da cadeia de abastecimento. No contexto da Indústria 4.0, o MES assume um papel fundamental na otimização das tarefas de produção em tempo real,

implementando algoritmos de otimização para reprogramação em caso de falhas e recolhendo grandes volumes de dados para efeitos de controlo de qualidade e manutenção [114].

Nos ambientes de negócios voláteis e complexos, as empresas de produção devem adaptar-se rapidamente à procura do mercado e resolver problemas de forma eficaz. A produção *Lean*, tradicionalmente implementada, apresenta ineficiências que podem ser resolvidas pela digitalização. Soluções digitais, como ERP e MES, proporcionam melhoria contínua e eficiência. O ERP integra funções empresariais, enquanto o MES aumenta a transparência e eficiência no chão de fábrica [115].

As funções do MES incluem [114]: alocação e status de recursos; agendamento de operações; expedição de unidades de produto; controlo de documentos; recolha de dados; gestão de recursos humanos, qualidade, processos e manutenção; rastreamento de produtos; análise de desempenho.

A implementação do MES é crucial para otimizar o processo de produção e apoiar a tomada de decisões em tempo real, garantindo que os recursos e processos estão adequadamente disponíveis [114].

A implementação de um sistema MES é desafiadora e requer um planeamento meticuloso, neste sentido o autor Ardeshir Shojaeinasab propõe uma metodologia em cinco etapas [114]:

1. Avaliar as necessidades da empresa.
2. Analisar e selecionar a melhor solução disponível.
3. Personalizar a arquitetura do sistema com o fornecedor.
4. Implementar a solução.
5. Monitorizar e promover a melhoria contínua, resolvendo problemas identificados.

A implementação de sensores e dispositivos IoT para recolher dados em tempo real das operações é crucial para uma gestão eficaz. Estas informações, como o status das máquinas e taxas de produção, habilitam os sistemas automáticos de planeamento e controlo em tempo real, conferindo vantagens significativas, especialmente em ambientes competitivos e voláteis [113].

Os princípios da Indústria 4.0/5.0 visam simplificar a recolha, análise e interpretação de dados, promovendo a cooperação entre humanos e máquinas, além de possibilitar a monitorização e controlo em tempo real. Na indústria farmacêutica e na cadeia de abastecimento, a digitalização é essencial para a troca contínua de dados, proporcionando oportunidades para melhorar as estratégias e operações, atendendo às crescentes necessidades medicinais da população [109].

A aplicação de abordagens de otimização da gestão da cadeia de abastecimento resultou no desenvolvimento de estratégias e procedimentos operacionais melhorados, facilitados pela utilização de ferramentas computacionais que facilitam a formulação de planos estratégicos de longo prazo. Estas ferramentas têm um potencial significativo para facilitar a tomada de decisões operacionais diárias, oferecendo estimativas de metas de produção, níveis de *stock* e fluxos de materiais ao longo de vários meses [109].

A integração dos sistemas ERP e MES fornece uma solução robusta para a otimização da sequência de produção em ambientes de fabrico complexos. Esta sinergia permite a produção de diagramas de *Gantt* detalhados, que demonstram a sequência de produção ideal, tendo em conta fatores como

a capacidade dos recursos, as prioridades dos produtos e as restrições operacionais. Esta funcionalidade não só aumenta a transparência do plano de produção, como também oferece uma multiplicidade de vantagens, incluindo a redução de atrasos, a minimização de conflitos de recursos, o aumento da eficiência operacional e a capacidade de adaptação às mudanças em tempo real. Além disso, ao alinhar os objetivos estratégicos do ERP com as especificações operacionais do MES, é possível garantir um planejamento mais assertivo e uma execução mais ágil, contribuindo assim para uma produção *Lean* e sensível às exigências do mercado [116].

APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

O capítulo de caracterização da empresa apresenta uma visão geral da organização, incluindo a sua história, estrutura, missão e visão, além de analisar o mercado, a posição competitiva e os principais desafios enfrentados.

4.1 Introdução da empresa

A empresa onde foi realizada esta dissertação exerce a sua atividade no setor da indústria farmacêutica. Foi fundada em 1977 e tem a sua sede no concelho de Lisboa. Desde 2021, faz parte do grupo português.

O objetivo da empresa é desenvolver, produzir e comercializar preparações farmacêuticas nas formas sólida, semissólida e líquida. As suas atividades englobam o *contract manufacturing* de produtos para terceiros em várias áreas terapêuticas, incluindo analgésicos, antipiréticos, anestésicos locais, cardiotónicos, antidiabéticos orais, tratamento da gota, função cognitiva, vitaminas e anti infecciosos. A gama de produtos da empresa inclui medicamentos sujeitos e não sujeitos a receita médica, suplementos alimentares, cosméticos, dispositivos médicos, medicamentos hospitalares e biocidas.

A empresa foi criada há mais de quatro décadas por uma multinacional francesa. Em 1978, a empresa iniciou a produção de produtos farmacêuticos líquidos. No ano seguinte, começou a fabricar formas de dosagem sólidas e semissólidas, incluindo comprimidos, comprimidos revestidos, cápsulas, pomadas, géis e supositórios.

Após a aquisição da fábrica pelo grupo alemão, em 1985, tornou-se um centro de excelência altamente especializado, obtendo a certificação GMP e NP EN ISO 9002:1995. Esta certificação garante o cumprimento das boas práticas de fabrico e o compromisso com a qualidade dos produtos e processos.

Em 2001, a empresa iniciou a comercialização dos seus próprios produtos, marcando um ponto de viragem significativo que não só aumentou o seu portefólio como também reforçou a sua capacidade de inovação e crescimento. Em 2006, deu um passo importante ao incluir os medicamentos

hospitalares no seu catálogo, alargando assim a sua presença e impacto no setor farmacêutico. Ao longo dos anos, a empresa reforçou a sua posição no mercado farmacêutico, alargando a sua carteira de produtos.

Em 2015, reforçou seu compromisso com a sustentabilidade ao obter certificação ambiental. Durante 4 anos a capacidade produtiva da fábrica foi expandida e isto permitiu obter uma vantagem competitiva no mercado português e contribuiu para o processo de internacionalização, exportando produtos próprios.

Atualmente a empresa dedica-se a fabricar e comercializar produtos farmacêuticos de uso humano, cosméticos e suplementos alimentares, dispositivos médicos ativos, tendo apostado ao longo dos anos na especialização da produção de pequenos e médios lotes à escala europeia.

4.1.1 Missão, Valores e Visão

A missão da empresa é garantir que os clientes recebam produtos e serviços que cumpram os mais elevados padrões de qualidade, com o objetivo de alcançar a sua total satisfação. Para cumprir esta missão, a empresa segue um conjunto de princípios fundamentais, incluindo um compromisso com a excelência, o profissionalismo, a capacidade de enfrentar desafios e a flexibilidade para se adaptar às necessidades do mercado e dos clientes. Estes valores refletem o compromisso constante da empresa com a excelência em todas as áreas operacionais.

No que diz respeito à visão e aos objetivos estratégicos futuros da empresa, o foco principal é a melhoria contínua, com o objetivo de aumentar a eficácia e a eficiência do processo de produção, reforçando a capacidade instalada e aumentando a produtividade.

4.2 Estrutura organizacional

A estrutura organizacional da empresa é composta por uma equipa multidisciplinar de profissionais, projetada para promover a colaboração entre as diversas áreas funcionais e garantir que a empresa opera de forma eficiente de modo a assegurar elevados padrões de qualidade. A divisão dos profissionais em setores e departamentos é fundamental para o sucesso da empresa e para o alcance dos objetivos estratégicos. Nesta equipa, existe uma diversidade de talentos que agregam valor à empresa, desde jovens recém-licenciados, que aplicam todo o conhecimento adquirido nas suas funções que contribuem para o crescimento da empresa, até profissionais com uma vasta experiência e muitos anos de serviço que acrescentam e contribuem para a excelência em todas as áreas da empresa. Nesse contexto, cultiva um ambiente que nutre um espírito empreendedor e inovador, o que não só impulsiona a empresa, mas também a destaca no cenário do seu setor de atuação.

Pode-se observar na Figura 4.1 uma representação gráfica da estrutura organizacional da Empresa, com uma divisão clara dos vários níveis e departamentos.

No nível mais alto, está representado o conselho administrativo que é responsável por tomar decisões estratégicas e estabelecer as diretrizes da empresa, que é composto por 5 membros. No nível inferior é representada pelo CEO, encarregue de supervisionar todos os sete departamentos e operações de forma a garantir o alcance dos objetivos estratégicos definidos.

Cada departamento tem uma função específica e é coordenado por um membro da direção:

- O departamento comercial é constituído pela equipa de registos e regulamentação, mercado nacional e mercado internacional e faturação. Estas equipas são responsáveis por gerir as atividades comerciais e desenvolver estratégias de mercado que impulsionam as vendas da empresa.
- O departamento de compras: composto pela equipa de compras, planeamento e armazém. Responsáveis por gerir o processo de compras de matérias-primas e material subsidiário segundo a previsão de vendas e as encomendas já colocadas pelos clientes, bem como o aprovisionamento das mesmas de modo que não haja falta de material ou alterações ao plano de produção.
- O departamento de produção está dividido na área de fabrico e embalamento. O fabrico, liderado por um supervisor, conta com 15 operadores e higienizadores enquanto a equipa de embalamento é liderada por dois supervisores e possui 21 operadores e higienizadores. Estas equipas são responsáveis pela transformação de matérias-primas em produto acabado.
- O departamento de engenharia está dividido na equipa de manutenção e qualificação de equipamentos e na manutenção de Infraestruturas. Responsável por garantir o funcionamento eficiente e seguro das instalações e equipamentos da empresa.
- O departamento de qualidade divide-se em duas grandes equipas: o controlo de qualidade, responsável por inspecionar a qualidade dos produtos ao longo das etapas do processo; e a garantia de qualidade, que deve certificar-se de que todo o processo cumpre os padrões de qualidade definidas pela empresa e a entidade reguladora de medicamentos.
- Departamento Financeiro e Administrativo é composto pela equipa de contabilidade, responsável por gerir as finanças da empresa, e um elemento responsável de recursos humanos, encarregue das questões relacionadas com os recursos humanos.
- Por fim a equipa de transferências de tecnologia é composta por dois elementos responsáveis por gerir novos projetos e implementação de novas tecnologias, através da interação com os diversos departamentos de forma a garantir o cumprimento de prazos e objetivos de subprocessos dentro do processo maior de transferência de um produto para a empresa.

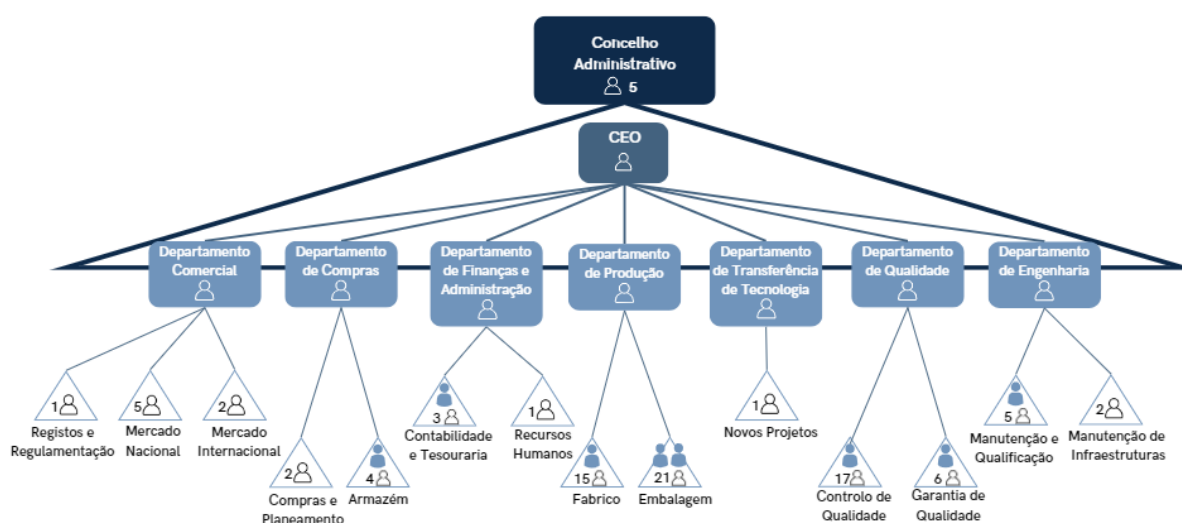


Figura 4.1 - Organograma da empresa.

4.3 Produção e crescimento

Ao longo dos últimos anos a empresa passou por uma evolução notável em termos do seu quadro de colaboradores, a Figura 4.2 ilustra esse crescimento e a priorização dos recursos humanos da empresa.

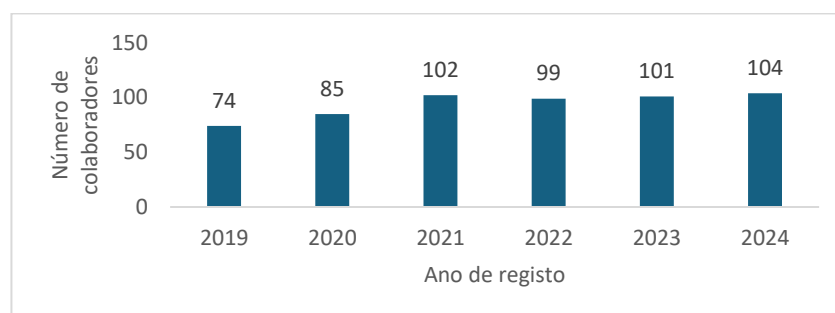


Figura 4.2 - Evolução do número médio anual de colaboradores.

Em 2023, a empresa atingiu um marco significativo, com uma faturação total de 13.449.122 euros e uma prestação de serviços de 354.682 euros. Este último valor corresponde essencialmente a serviços de controlo de qualidade, nomeadamente testes de estabilidade e validações. Isto corresponde a uma produção anual de 4.868.903 unidades de produtos farmacêuticos. Destas, 2.465.137 foram na forma sólida e 2.403.766 na forma líquida e semissólida. É de salientar que apenas 40% desta produção corresponde a produtos próprios, sendo os restantes 60% produtos de terceiros.

No mesmo ano, as vendas de marcas próprias registaram um aumento de 9%, atingindo um volume de negócios de 4.165.839€. O mercado nacional foi responsável pelas seguintes vendas: Setenta e um por cento das vendas foram realizadas para o setor de ambulatório, enquanto 19% foram direcionadas para o canal hospitalar.

Desde 2016, a empresa expandiu a sua presença internacional, com produtos distribuídos em mais de 20 países em várias regiões, incluindo Europa, Médio Oriente, África, América Latina e Ásia. Esta expansão garante uma resposta rápida e eficaz aos requisitos das autoridades locais, permitindo assim que a empresa se adapte e tenha sucesso em cada mercado em que opera.

O mercado internacional representou 10% das vendas, sendo o Médio Oriente e o Norte de África os principais destinos de exportação das marcas próprias.

4.3.1 Responsabilidade Social e Ambiental

A indústria farmacêutica é uma das indústrias mais reguladas, sendo por isso, todas as tarefas executadas ao longo da produção dos medicamentos validadas e claramente documentadas. Cada país tem uma entidade reguladora, no caso de Portugal, tem o INFARMED que realiza inspeções sobre a conformidade com as Boas Práticas de Fabrico.

Desta forma a empresa garante uma melhoria contínua na qualidade dos produtos e serviços, bem como no desempenho ambiental, norteados pelos requisitos das Boas Práticas de Fabrico, Boas Práticas de Laboratório, Boas Práticas de Distribuição, bem como das NP Normas EN ISO 9001 e NP EN ISO 14001.

A empresa promove a formação e especialização contínua da equipa de forma a valorizar a iniciativa, trabalho em equipa e partilha de conhecimento, garantindo assim a qualidade e fiabilidade dos produtos. De acordo com a sua responsabilidade social, a empresa comprometeu-se a abrir vagas em várias áreas, proporcionando assim aos estudantes finalistas e aos recém-licenciados uma oportunidade valiosa para iniciarem as suas carreiras e desenvolverem as suas competências.

Adicionalmente, a empresa reforça a capacidade produtiva através da aquisição de novos equipamentos, adaptação ao fabrico de novos produtos e a melhoria e diversificação da oferta de forma a dar resposta às necessidades presentes e futuras dos clientes.

A empresa está comprometida com a sustentabilidade e, como tal, implementou medidas para minimizar o seu impacto ambiental. Estas medidas incluem a prevenção da poluição, a gestão de resíduos e a utilização eficiente dos recursos hídricos e energéticos. Para além de cumprir rigorosamente os requisitos legais, regulamentares, técnicos e normativos, a empresa defende o crescimento sustentável através da implementação de estratégias que visam aumentar a eficiência dos processos, produtos e serviços, com especial ênfase na proteção dos trabalhadores e na divulgação dos valores ambientais. Por último, a Empresa preocupa-se com o consumidor final, monitorizando continuamente a qualidade e segurança dos produtos próprios, suplementos alimentares, cosméticos e dispositivos.

A presente dissertação tem como objetivo aumentar a disponibilidade das máquinas reduzindo os tempos de *setup*, permitindo produzir mais e/ou trocar mais vezes de produtos sem que haja tanta perda de tempo e de materiais. Esta melhoria permitirá diminuir o *lead time* de alguns produtos (nomeadamente os produtos chave para a empresa).

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DO ESTADO INICIAL

Este capítulo apresenta uma análise da situação atual da empresa, com um foco particular nas operações das linhas de produção que têm um impacto mais significativo no desempenho global. Os produtos críticos foram selecionados com base na sua relevância estratégica e no seu volume de produção. Em seguida, procede-se à recolha e análise de dados do OEE, com especial atenção para as causas e frequência das paragens de produção. Além disso, a análise engloba uma investigação das alterações ao processo de planeamento da produção, com o objetivo de identificar potenciais vias de melhoria e otimização dos procedimentos de produção.

5.1 Produção e Processo

A fábrica da empresa é constituída por um edifício com uma área total de 9.974 metros quadrados, que inclui a área de produção, armazém, departamento de controlo e garantia de qualidade e outros serviços de apoio.

Em termos de capacidade de produção, é possível atingir uma produção anual de 7 milhões de caixas na forma sólida, 7 milhões na forma semissólida e 2 milhões na forma líquida.

A empresa possui uma gama variada de mais de 25 produtos e está inserida no mercado nacional, tendo já alcançado uma posição de reconhecimento e excelência. Em regime de *contract manufacturing*, dispõe de cerca de 90 produtos diferentes.

A área de fabrico dispõe de uma vasta gama de máquinas, desde granuladores a misturadores, passando por máquinas de compressão e enchimento de cápsulas, num total de 15 máquinas, cada uma com uma sala própria com controlo de pressão e temperatura e acesso através de *airlocks*.

A área de embalagem dispõe de máquinas para embalagem primária e secundária de produtos sólidos, semissólidos e líquidos, com um total de 8 linhas.

5.2 Cadeia de Abastecimento

A empresa é responsável pelo fabrico de uma gama diversificada de produtos, que podem ser classificados em três formas distintas: líquidos, semissólidos e sólidos. Esta diversidade é refletida na extensa gama de matérias-primas e materiais suplementares necessários para a sua produção, que são altamente específicos para os produtos individuais. Embora os próprios produtos apresentem uma diversidade considerável, a cadeia de abastecimento subjacente permanece basicamente semelhante, diferindo apenas nas especificidades do processo de produção, tal como ilustrado na Figura 5.1.

No entanto, a empresa produz tanto produtos próprios como produtos de terceiros (CMO - *Contract manufacturing organization*), que se destinam quer à exportação quer ao mercado interno. Esta distinção é responsável pela variação na cadeia de abastecimento.

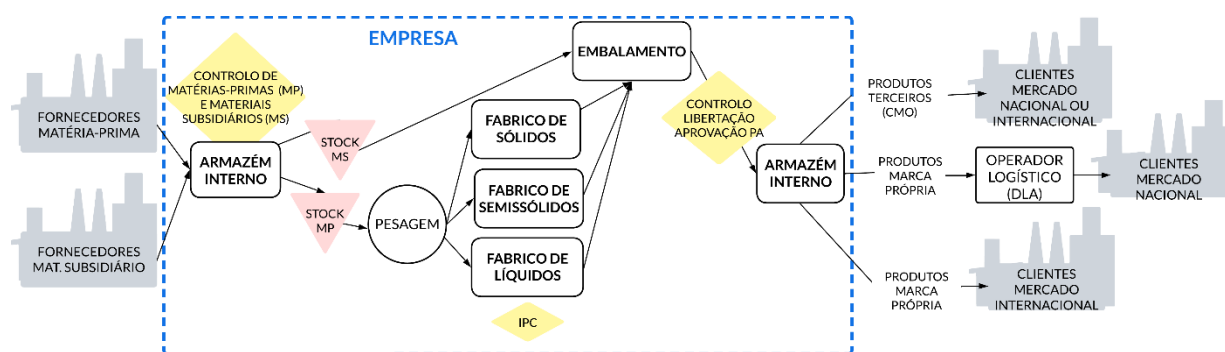


Figura 5.1 - Cadeia de abastecimento da empresa.

O papel dos fornecedores na cadeia de abastecimento é de grande importância, uma vez que são responsáveis pela venda das matérias-primas e materiais subsidiários essenciais para o fabrico de medicamentos. Esta categoria de materiais é aplicável a todos os medicamentos nas três fases. As matérias-primas podem ser classificadas em duas categorias principais: substâncias ativas e excipientes. Os materiais subsidiários, por outro lado, dividem-se em duas subcategorias: materiais de embalagem primária e materiais de embalagem secundária (ver a Figura 5.2). No caso do produto Y, a responsabilidade pelo fornecimento da substância ativa recai sobre o cliente. Consequentemente, o processo de planeamento da produção está sujeito a alterações frequentes devido à chegada do ingrediente farmacêutico ativo (API).

No caso da produção de cápsulas, o material de embalagem principal é constituído por fita de PVC e alumínio. Em contrapartida, na produção de comprimidos, são utilizados frascos de vidro e cápsulas. A categoria de materiais de embalagem secundária inclui caixas, literatura, embalagens invioláveis, selo inviolável (*tamper*), etiquetas e fita de embalagem.

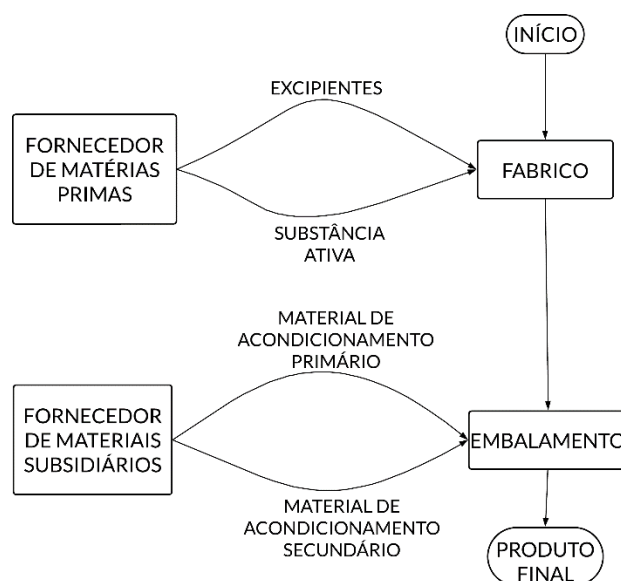


Figura 5.2 - Entrada de cada tipo de matéria-prima no processo produtivo.

O ciclo de produção inicia-se com a recepção das matérias-primas (excipientes e substância ativa) e materiais subsidiários, que são armazenados no armazém até serem amostrados e analisados pela equipa de controlo de qualidade. Só depois de os resultados serem conformes é que são enviados para o departamento de fabrico e embalagem. Uma vez fabricado o medicamento e analisados os resultados do IPC (*In-Process Control*), que é feito ao longo de todo o processo produtivo, este é transferido para o departamento de embalagem, onde é transformado em produto acabado.

Posteriormente, o departamento de controlo de qualidade é encarregue de analisar exaustivamente o produto final. De seguida, toda a documentação gerada pelos departamentos acima mencionados é submetida a uma revisão final, enquanto o produto permanece no armazém a aguardar resultados. Se tanto os resultados como a documentação estiverem corretos, o lote é libertado para o cliente.

No que diz respeito aos produtos próprios destinados ao mercado nacional, a empresa dispõe de um operador logístico subcontratado encarregue da recolha, do armazenamento e da distribuição dos produtos aos clientes finais, nomeadamente armazéns, hospitais, clínicas e farmácias. Em contrapartida, para os produtos destinados ao mercado internacional e os produtos CMO, não existe um operador logístico intermediário. Por conseguinte, os produtos são expedidos diretamente para os armazéns dos clientes, sendo o transporte e a armazenagem da responsabilidade do cliente.

5.3 Análise ABC

A empresa é responsável pelo fabrico de uma gama diversificada de produtos, que podem ser classificados em três formas principais: líquidos, semissólidos e sólidos. Esta diversidade reflete-se na grande variedade e especificidade das matérias-primas e subsidiárias necessárias à sua produção.

Tendo em conta a metodologia descrita no Capítulo 2, foi efetuado um conjunto de análises ABC, com dados de 2023, com o objetivo de identificar os produtos a abordar nesta dissertação. Estes produtos são os que mais geram receitas para a empresa, mas são também os que apresentam maior incidência de reclamações de clientes e menor rendimento.

Foram efetuadas cinco análises ABC, tendo em conta os seguintes critérios:

- Número de reclamações, onde na categoria A encontram-se os produtos com maior taxa de reclamação no ano de 2023. Toda esta análise pode ser vista no Anexo A.
- O rendimento no fabrico e o rendimento do embalamento, onde foram calculados o rendimento médio de cada produto e o número de lotes com um rendimento inferior a 96,9%. Este valor corresponde ao limite interno a partir do qual é necessário abrir um desvio no processo de produção. O número de lotes foi multiplicado pela diferença entre 1 e o rendimento médio, a fim de obter uma lista de produtos da categoria A. Esta análise pode ser consultada nos Anexo B e C.
- Rendimento total de produção, através do mesmo procedimento anterior, contudo o rendimento utilizado é obtido pela multiplicação das médias dos rendimentos de cada produto nas duas áreas (fabrico e embalamento). Esta análise encontra-se no Anexo D.
- Valor em vendas, através da multiplicação do custo unitário de cada produto e o número de unidades vendidas em 2023 foi possível verificar quais eram os produtos que teriam um maior impacto em termos monetários na empresa. Esta análise encontra-se no Anexo E.

A fim de proporcionar maior transparência e clareza, será apresentado uma descrição pormenorizada da metodologia utilizada na análise, juntamente com uma visão global dos cálculos efetuados para o Produto Y.

Passo 1: Seleção dos Critérios e Definição dos Limites de Classificação

Na análise ABC, foi inicialmente adotada a regra 80/20. Esta regra estabelece que aproximadamente 20 por cento dos produtos considerados contribuem para 80 por cento do impacto em cada critério avaliado. No entanto, ao aplicar esta regra a análises distintas, tornou-se evidente que tal resultava em pontos de corte díspares para cada critério. Para garantir a coerência, a empresa optou por estabelecer um ponto de corte uniforme para todas as análises, com o objetivo de identificar o ponto de corte que correspondesse ao valor mais próximo de 80/20 em todas as análises. Consequentemente, foram estabelecidos os seguintes limites (Tabela 5.1): Os produtos da categoria A acumulam até 80 por cento do impacto total, enquanto os produtos da categoria B acumulam até 95 por cento e, finalmente, os produtos da categoria C acumulam até 100 por cento. Desta forma, garante-se a coerência entre os critérios analisados.

Tabela 5.1 - Limites de classificação utilizados na análise.

CLASSIFICAÇÃO	CORTE
A	80,00%
B	95,00%
C	100,00%

Passo 2: Recolha de Dados e Cálculo dos Valores

Para cada critério, foram recolhidos os valores correspondentes a cada produto e calculámos o valor total. Em seguida, foi determinado a percentagem individual de cada produto, dividindo o valor individual pelo valor total e expressando este valor em percentagem.

Passo 3: Organização e Cálculo das Percentagens acumuladas

Os produtos foram dispostos por ordem decrescente da sua percentagem individual. Posteriormente, a percentagem acumulada de cada produto foi calculada somando a percentagem individual de cada produto com a percentagem acumulada dos produtos anteriores da lista.

Passo 4: Classificação dos Produtos

Com base nas percentagens acumuladas, os produtos foram classificados segundo os limites previamente definidos no passo 1.

Exemplo de cada análise aplicado ao produto Y:

Análise do número de reclamações para o ano 2023 para o produto Y - produto teve um total de 7 reclamações, pelo que corresponde a uma percentagem individual de 1,60% (equação 5.1), visto que existiram 447 reclamações no total. Desta forma é possível calcular a percentagem acumulada do produto Y que foi de 85% logo este produto tem uma classificação de B tendo em conta o critério de reclamações, representada na Tabela 5.2.

$$\% \text{ individual} = \frac{7}{447} \times 100 = 1.60\% \quad (5.1)$$

Tabela 5.2 - Excerto da análise ABC do produto Y para o critério de número de reclamações.

Produto	Contagem	% individual	% acumulada	Classificação
Produto Y	7	1,60%	85,00%	B

Análise rendimento no fabrico e no rendimento do embalamento para o produto Y - Este produto apresenta um rendimento de 96% durante o processo de fabrico e de 99,30% na fase de acondicionamento, resultando num rendimento total calculado pelo produto destes dois valores, o que equivale a 95,70%. O complemento do rendimento total (1 - rendimento total) foi então calculado para realçar a importância dos produtos com rendimentos mais baixos (equação 5.2). Para uma representação mais exata, foi contabilizado o número de parcelas com um rendimento inferior a 96,9% (num total de 71 parcelas). Por fim, foi calculado um valor comparativo através da multiplicação do número de parcelas com um rendimento inferior pelo complemento do rendimento (equação 5.3). Consequentemente, o produto obteve uma percentagem individual de 13,99% (equação 5.4), que é a mais elevada de todos os produtos analisados e, por conseguinte, classificada na categoria A (ver na Tabela 5.3).

$$\text{compl. rendimento} = 100 - (96.37 \times 99.30) = 100 - (95.70) = 4.30\% \quad (5.2)$$

$$\text{valor comparativo} = 0.0430 \times 71 = 3.05 \quad (5.3)$$

$$\% \textit{ individual} = \frac{3.05}{21.84} \times 100 = 13.99\% \quad (5.4)$$

Tabela 5.3 - Excerto da análise ABC do produto Y para o critério de rendimento de produção total.

Pro- duto	Rendimento médio fa- brico	Rendimento média do em- balamento	Rendi- mento to- tal	1-rendi- emnto to- tal	#<96, 9%	Valor compara- tivo	% in- divi- dual	% acu- mu- lada	Clas- ses
Pro- duto Y	96,37%	99,30%	95,70%	4,30%	71	3,05	13,99 %	13,99 %	A

Análise vendas e custo unitário para o produto Y- De forma a facilitar a análise, foram recolhidos os dados pertinentes relativos ao produto Y. Estes dados incluem o custo-padrão do produto, que foi estabelecido em 6,32 euros, os dados de previsão para 2023, que totalizam 304 800 unidades, e as quantidades efetivamente vendidas no mesmo ano, que totalizam 325 450 unidades. Para cada produto, incluindo o produto Y, foi calculada uma ponderação percentual. Esta foi determinada dividindo as vendas efetivas pela previsão, resultando num coeficiente de 107% para o produto Y (equação (5.5)), o que indica que as vendas excederam as expectativas. Posteriormente, foi calculada uma média ponderada global de todos os produtos, que resultou num valor de 77,7%. A média ponderada, conjugada com a previsão para 2024 do produto Y (450 970 unidades) e o seu custo padrão, conduziu a uma previsão ponderada de 2 214 595 euros (equação (5.6)). Dado que o total de todos os produtos é de 12 443 598 euros, a percentagem individual atribuída ao produto Y é de 17,80% (equação (5.7)), a segunda mais elevada da lista, classificando-o assim na categoria A tal como apresentado na Tabela 5.4.

$$\textit{Ponderação produto Y 2023} = \frac{325450}{304800} \times 100 = 107\% \quad (5.5)$$

$$\textit{Forecast ponderado produto Y 2024} = 450970 \times 6,32 \times 0.777 = 2214595 \text{ €} \quad (5.6)$$

$$\% \textit{ individual} = \frac{2214595}{12443598} \times 100 = 17.80\% \quad (5.7)$$

Tabela 5.4 - Excerto da análise ABC do produto Y para o critério de vendas e custo unitário.

Produto	Custo pa- drão (€)	Forecast total 2023 (unid.)	Real to- tal 2023 (unid.)	%	Forecast total 2024 (unid.)	Forecast ponderado (78%) (€)	%individual	%acumulada	Classes
F	1,54€	99333	60392	60,80	2400000	2871849 €	23.08%	23.08%	A
Produto Y	6,32 €	304 800	325 450	107%	450970	2214595 €	17,80%	40,88%	A

Finalmente, para estabelecer o *ranking* global, foram considerados todos os critérios anteriormente explicados, levando em conta a ponderação atribuída a cada um e a classificação de cada produto dentro desses critérios.

Assim, com base na metodologia descrita no Capítulo 2, foi construída uma matriz representada na Tabela 5.5, que tem em conta a importância relativa de cada critério e categoria do produto nas

várias análises ABC. Assim, foi atribuído um valor de 0,5 ao critério do valor de venda, 0,35 ao critério do rendimento e 0,15 ao critério das reclamações. Do ponto de vista das categorias A, B e C, foram atribuídos 10 pontos aos produtos da classe A, 5 pontos aos produtos da classe B e 1 ponto aos produtos da classe C, as classificações foram realizadas de acordo com o corte dos limites da classificação estipulados.

Tabela 5.5 - A matriz avalia três critérios - valor de venda, rendimento e reclamações - com pesos de 0,5, 0,35 e 0,15, respetivamente. Cada produto é classificado como A, B ou C para cada critério, com 10, 5 e 1 pontos, respetivamente. A matriz mostra o resultado.

		Critério			
		Valor de venda	Rendimento	Reclamações	
Classificação	X	0.5	0.35	0.15	
	A	10	5	3.5	1.5
	B	5	2.5	1.75	0.75
	C	1	0.5	0.35	0.15

Posteriormente, o total de pontos para cada produto foi calculado através da soma das multiplicações entre cada critério e a classificação a respetiva classificação, descrita na equação (5.8).

$$\begin{aligned}
 \text{Pontuação total} &= (0,50 \times \text{pontuação da classificação atribuída ao critério "valor de venda"}) \\
 &+ (0,35 \times \text{pontuação da classificação atribuída ao critério "Rendimento"}) \\
 &+ (0,10 \times \text{pontuação da classificação atribuída ao critério "Reclamações"}) \quad (5.8)
 \end{aligned}$$

Assim, continuando o exemplo anterior, ao produto Y foi atribuída a classificação de A no critério preço e vendas, o que resultou numa pontuação de 10 para a classe e 0,5 para o facto de este ser o critério mais importante para a empresa. O mesmo procedimento foi aplicado aos dois critérios restantes, resultando numa pontuação final de 9,25 para o Produto Y (Ver a Tabela 5.6 e a equação (5.9)).

Tabela 5.6 - Ponderação dos três fatores para o produto Y.

Nome	Preço e vendas (0,5)	Rendimento (0,35)	Reclamações (0,15)			
Produto Y	A = 10	5	A = 10	3,5	B = 5	0,75

$$\text{Total produto Y} = (0.5 \times 10) + (0.35 \times 10) + (0.15 \times 5) = 9.25 \quad (5.9)$$

Após aplicar a mesma análise para os restantes produtos foi possível identificar os quatro produtos mais significativos para a empresa, apresentados na Tabela 5.7. Esta análise revelou que o produto Y é o mais significativo e influente para a empresa, quando considerado em relação aos critérios selecionados. Desta forma os produtos selecionados foram o Produto Y e Produto X visto que possuem várias apresentações e desta forma tornam-se cruciais para a empresa.

Tabela 5.7 - Resultados da análise ABC dos quatro primeiros produtos.

Nome	Total
Produto Y 1G	9,25
Produto X 20 CÁPS	9,25
Produto D	8,50
Produto X 60 CÁPS	8,25

5.4 Processo produtivo de comprimidos e cápsulas

O processo produtivo de comprimidos e cápsulas envolve 5 etapas, nomeadamente:

1. Receção e controlo de qualidade de matérias-primas e materiais subsidiários
2. Pesagem das matérias-primas
3. Fabrico
4. Embalamento primário e secundário
5. Aprovação e libertação do lote

Neste caso, como se está a analisar dois produtos distintos as únicas etapas que são distintas são a 3 e 4, todas as outras são idênticas.

5.4.1 Receção e controlo de qualidade de matérias-primas e materiais subsidiários

As matérias-primas e os materiais subsidiários são recebidos pelo operador no armazém, onde são submetidos a dois níveis de inspeção. A inspeção inicial destina-se a confirmar que a encomenda se destina à empresa e que a informação do fornecedor foi devidamente analisada. Posteriormente, os materiais são transferidos para uma área destinada a um exame mais exaustivo. Durante esta fase, o operador avalia o estado da mercadoria e supervisiona a transição das paletes de madeira para as de plástico. Seguidamente, as matérias-primas são etiquetadas com um código interno e transferidas para o armazém designado para quarentena. De seguida, é realizado um controlo de qualidade, em que todos os lotes são amostrados de acordo com as boas práticas estabelecidas. Depois, os resultados são enviados para análise e comparados com as especificações do material. Após a aprovação pelo controlo de qualidade, os materiais são colocados no armazém com o estatuto de “materiais aprovados”. Todo este processo está representado na Figura 5.3.

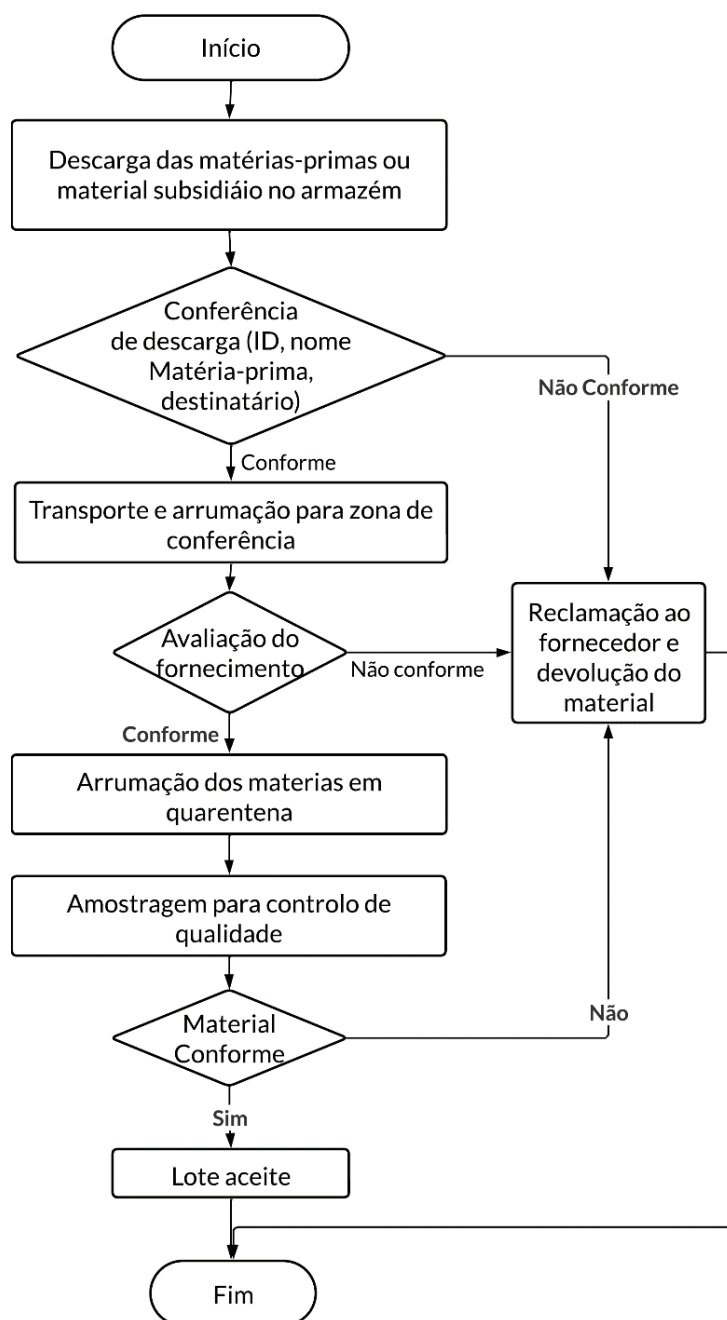


Figura 5.3 - Fluxograma de Receção e controlo de qualidade de matérias-primas e materiais subsidiários.

5.4.2 Pesagem de matérias-primas

De acordo com o plano de produção estabelecido, o supervisor da área de fabrico é responsável por iniciar a emissão de ordens de fabrico, que servem para alocar os materiais necessários para a produção do produto semiacabado. Para garantir a qualidade e segurança dos produtos farmacêuticos durante todo o processo de fabrico, é de extrema importância pesar as matérias-primas com o máximo rigor. Este procedimento é realizado numa sala destinada a este fim e que possui um ambiente

controlado, incluindo um sistema de fluxo laminar vertical, aspiração e monitorização da pressão, temperatura e humidade.

Antes do início do processo de pesagem, representado na Figura 5.4, um dos operadores tem a tarefa de verificar a identidade e o estado das matérias-primas, que foram previamente separadas pelos operadores do armazém. Entretanto, o outro operador já entrou na sala indicada e iniciou os controlos necessários.

Uma vez reunidas todas as condições necessárias e estando os operadores e as matérias-primas presentes na zona prevista, inicia-se o processo de pesagem, de acordo com as instruções constantes no dossier de fabrico. Cada matéria-prima é pesada individualmente e por uma ordem específica, de acordo com o grau de toxicidade crescente das matérias-primas (excipientes líquidos, excipientes sólidos, substâncias ativas líquidas, substâncias ativas sólidas). Nesta sala, são utilizados dois tipos diferentes de balanças, uma para pesar as matérias-primas mais pesadas e outra para as porções mais leves. Ambas estão ligadas a uma impressora, que produz um recibo completo com dados como a data, a hora, o peso, o lote do produto, a data de validade e o código do produto. O recibo mencionado, que é assinado por ambos os operadores, é anexado ao dossier de fabrico, garantindo assim a rastreabilidade e a qualidade do processo.

Posteriormente, os operadores transportam as matérias-primas pesadas para o armazém de produtos semiacabados, devolvem as matérias-primas excedentes ao armazém e notificam a equipa de higiene para limpar a sala. Este processo é normalmente executado para uma campanha de um determinado produto.

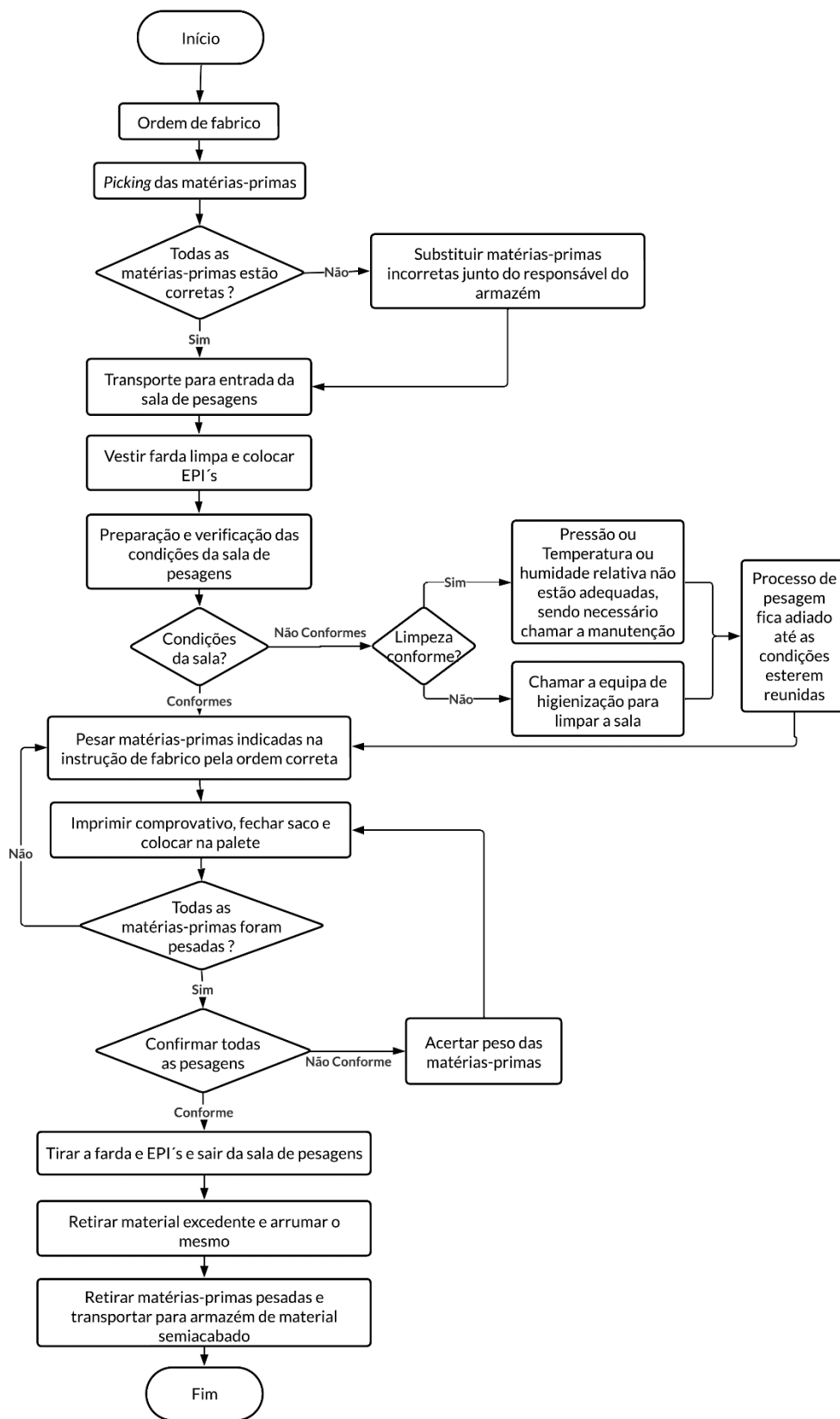


Figura 5.4 - Pesagem de matérias-primas.

5.4.3 Fabrico

O fabrico é a transformação das matérias-primas (excipientes e princípio ativo) num produto a granel. O processo de fabrico difere consoante o produto em questão. Neste caso, o produto X apresenta-se sob a forma de cápsulas. Por conseguinte, antes da mistura, é essencial calibrar as matérias-primas e, em seguida, encher as cápsulas. No caso do produto Y, que se apresenta sob a forma de comprimidos, as etapas necessárias são a granulação húmida e a secagem, que devem ser realizadas antes da mistura, e depois a compressão para obter a forma de comprimido. No entanto, antes do início do processo para ambos os produtos, as etapas são validadas para evitar erros e as condições da sala (temperatura, humidade e limpeza) são verificadas. Para além disso, é confirmada a calibração do equipamento necessário para o processo. No caso do enchimento de cápsulas e compressão, respetivamente, é necessário realizar um IPC em intervalos de 30 minutos para monitorizar os parâmetros críticos de qualidade e garantir que as especificações do produto a granel são cumpridas. No intervalo entre as fases do processo, os produtos são armazenados no armazém de produtos semi-fabricado até que a fase seguinte seja atingida.

Produto X

Na Figura 5.5 está representado o processo de fabrico do produto X, onde é essencial calibrar todas as matérias-primas, de modo a garantir que os grãos têm um tamanho uniforme. Para isso, é aplicada uma força mecânica aos aglomerados, fazendo-os passar por uma malha com uma abertura específica. Este processo é fundamental para garantir uma homogeneização das matérias-primas.

Posteriormente, são reunidas as condições necessárias para a mistura. No final da mistura, os barris são pesados para calcular o rendimento do processo por lotes, este cálculo serve como indicador da estabilidade do processo, pelo que é fundamental que cumpra o valor mínimo estabelecido nos lotes de validação. Caso contrário, será necessário efetuar um desvio no processo de fabrico e apresentar uma justificação para as perdas sofridas.

De seguida, as cápsulas são cheias com o produto obtido a partir da mistura. Esta fase é de importância crítica em termos de qualidade do produto, pelo que o IPC de normalização em massa é efetuado em 20 comprimidos, ao qual se segue um IPC de fecho das cápsulas em 10 comprimidos (que já foram submetidos ao IPC acima referido). Este conjunto de IPCs é efetuado de 30 em 30 minutos, sendo a desagregação efetuada no início e no fim e sempre que haja uma paragem considerável no processo. Uma vez produzido o lote, calcula-se o rendimento para determinar o número de cápsulas produzidas.

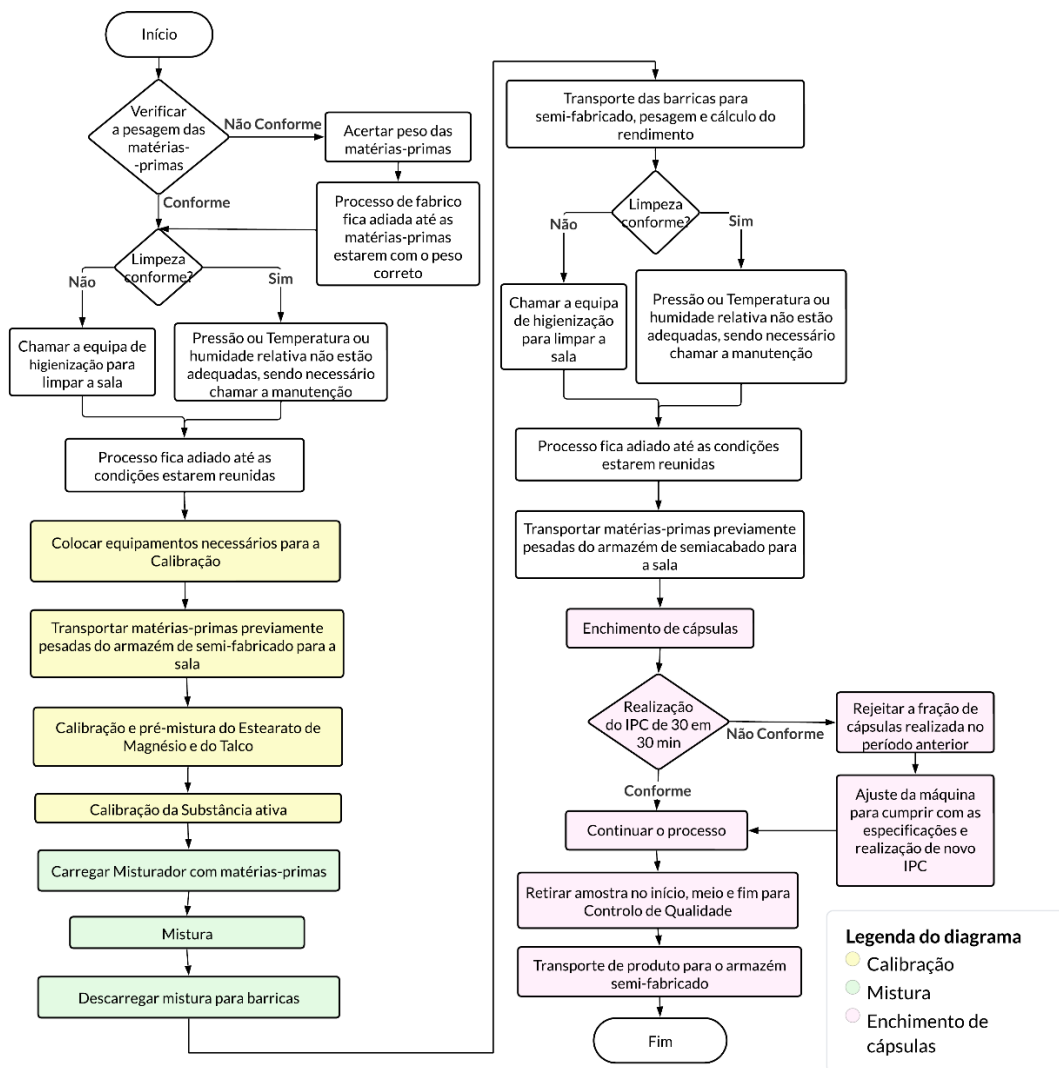


Figura 5.5 - Fluxograma do processo de fabrico do produto X.

Produto Y

No caso do produto Y, representado na Figura 5.6, é necessário efetuar a operação de granulação por via húmida. Esta operação consiste na adição de um líquido que contém um aglutinante na mistura de pós, formando uma massa húmida de pequenos grãos para que possam ser fácil e eficazmente comprimidos. No entanto, antes e depois desta fase, os excipientes são calibrados utilizando malhas de tamanhos diferentes.

Posteriormente, a mistura é transferida para um equipamento que seca os grânulos até atingirem o grau de humidade requerido, estando então prontos para passar à fase seguinte. Para garantir que esta fase está de acordo com os padrões de qualidade exigidos, é efetuada uma análise de perda por secagem.

Em seguida, uma vez atingido o nível de humidade necessário, a mistura é calibrada com uma malha mais pequena, sendo necessário repetir a sequência acima referida para a segunda fração de granulado. Normalmente, estes passos são conduzidos por dois operadores em dois locais distintos,

permitindo o início do processo de granulação húmida da segunda fração de granulado imediatamente após a conclusão da primeira. Esta abordagem aumenta a eficiência operacional e a produtividade.

Uma vez finalizadas as duas frações, o produto intermédio é armazenado no armazém até ser transferido para a sala de mistura final. Nesta altura, os excipientes previamente processados e a substância ativa são misturados pela primeira vez, após calibração. A mistura é preparada numa sequência específica. Inicialmente, é adicionada a primeira fração calibrada, de seguida a segunda fração calibrada e por fim os lubrificantes. Este método garante a produção de uma mistura homogénea com as propriedades necessárias para entrar na fase de compressão.

A fase de compressão é a última etapa do processo de fabrico, durante a qual o medicamento é comprimido para obter a forma desejada. É essencial manter parâmetros precisos de temperatura e humidade para garantir a qualidade do produto nesta fase. Tal como no caso do produto X, está em vigor um programa de garantia de qualidade abrangente para assegurar a qualidade do produto final. Trata-se de um conjunto de sete testes diferentes, realizados em fases específicas da compressão:

- De 30 em 30 minutos é necessário fazer ensaios à aparência, massa média e uniformidade de massa a 20 comprimidos.
- A espessura e a dureza de dez comprimidos devem ser testadas duas vezes por dia
- No início da compressão é necessário fazer os ensaios anteriormente mencionados bem como ensaios a friabilidade e ao tempo de desagregação a 6 comprimidos

No fim da produção do lote é calculado o rendimento de forma a obter o número de comprimidos realmente produzidos.

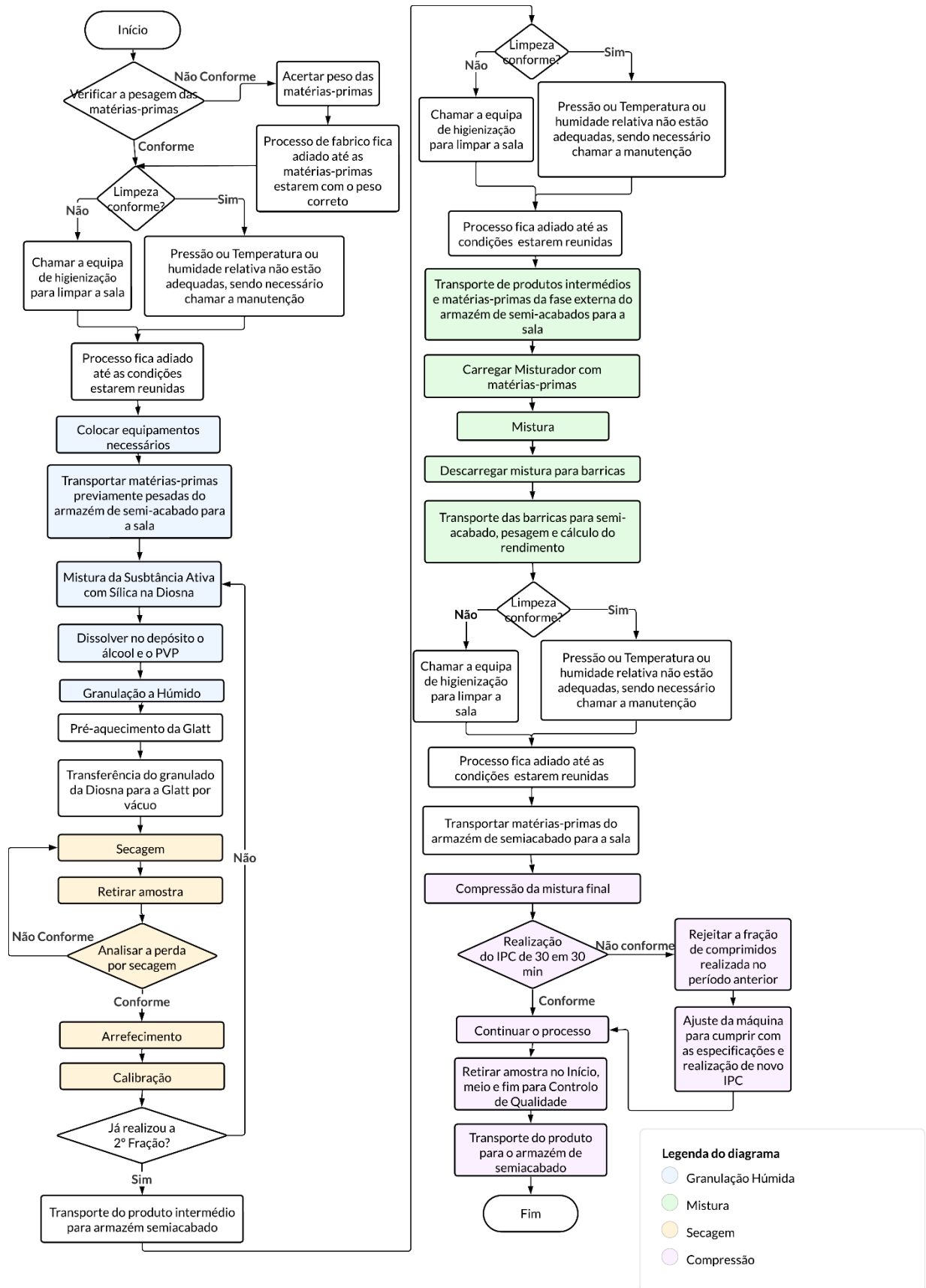


Figura 5.6 - Fluxograma do processo de fabrico do produto Y.

5.4.4 Embalamento

O processo de embalamento de um produto farmacêutico é um conjunto de etapas que transformam o produto a granel no produto final. As etapas e a apresentação final do produto variam, mas a área de embalamento é sempre classificada em zonas distintas: primária e secundária. O estado do produto é tido em conta nesta classificação. Na zona primária, é permitido o contacto direto com o medicamento, enquanto na zona secundária o medicamento já está protegido pela embalagem primária e é libertado em embalagens com o folheto informativo correspondente, que são depois agrupadas em caixas de cartão.

O início do ciclo de produção ocorre após a criação das infraestruturas necessárias e a confirmação do cumprimento de todos os pré-requisitos para o lote previsto. Por conseguinte, a linha só inicia a produção após a confirmação da documentação necessária relativa ao lote em causa por parte do supervisor da área. Após esta verificação, a linha de produção entra em funcionamento, estando o técnico mecânico normalmente presente para supervisionar a implementação de eventuais ajustes necessários.

Produto X

O produto X é uma cápsula embalada num *blister*, o que permite identificar cinco fases distintas no processo de produção que estão representadas na Figura 5.7:

- Alimentação: componente da máquina responsável pela inserção das cápsulas no *blister*. A cápsula é depositada numa tremonha, onde a gravidade deposita-as numa placa transportadora vibratória.
- Blisteradora: a máquina de *blister* é responsável pela formação dos alvéolos do *blister* de PVC, que são criados através do calor para criar o espaço no qual a cápsula é inserida. Uma vez preenchidos todos os alvéolos, o PVC passa pela zona de selagem, onde é termicamente ligado à fita de alumínio. De seguida, é cortado em *blisters* e gravado com o lote e a data de validade através de um carimbo mecânico. Posteriormente, a máquina diferencia os *blisters* completos dos incompletos. Apenas os *blisters* completos são encaminhados para a máquina de cartonagem, enquanto os *blisters* incompletos são rejeitados.
- Encartonadora: insere então os *blisters* e a literatura que os acompanha na caixa de cartão, que contém as informações e a apresentação necessárias para que o medicamento seja vendido nas farmácias ao cliente final. Os *blisters* são empilhados e inseridos nas caixas de cartão utilizando um empurrador, consoante a apresentação do produto. Posteriormente, a caixa de cartão é submetida a um processo de vinco e dobragem, que resulta na formação de uma caixa fechada. Uma vez terminado o processo, a própria máquina identifica e rejeita as caixas que não contenham o número necessário de *blisters*.
- Serialização: Nesta fase do processo, procede-se à serialização. Isto implica a impressão de dados variáveis e de um *Data Matrix* na caixa, que serve como um identificador único. Se a qualidade da impressão não for adequada ou se o código estiver errado, a caixa é rejeitada por uma câmara. Além disso, são fixados dois selos invioláveis, designados por *tampers*.

- **Balança:** Esta linha incorpora uma balança que está localizada após a saída das caixas da máquina acima referida. Posteriormente, as caixas são submetidas a uma avaliação de peso, que identifica eventuais discrepâncias na quantidade de literatura e, posteriormente, rejeita a caixa se a discrepância for significativa.
- **Agrupadora:** é utilizada na fase final do processo para agrupar as caixas de medicamentos e formar fardos que são depois embalados com uma fita. Os referidos pacotes são depois embalados manualmente em caixas de cartão e colocados numa palete, devidamente etiquetada.

Esta linha é normalmente ocupada por dois operadores. Um deles está situado na zona primária e é responsável pela alimentação de cápsulas, rolos de PVC e alumínio, bem como resolução de qualquer problema no equipamento. O outro operador está situado na zona secundária e é encarregue de agrupar as embalagens em caixas de cartão e de tratar os produtos rejeitados no final da máquina de cartão e uma balança.

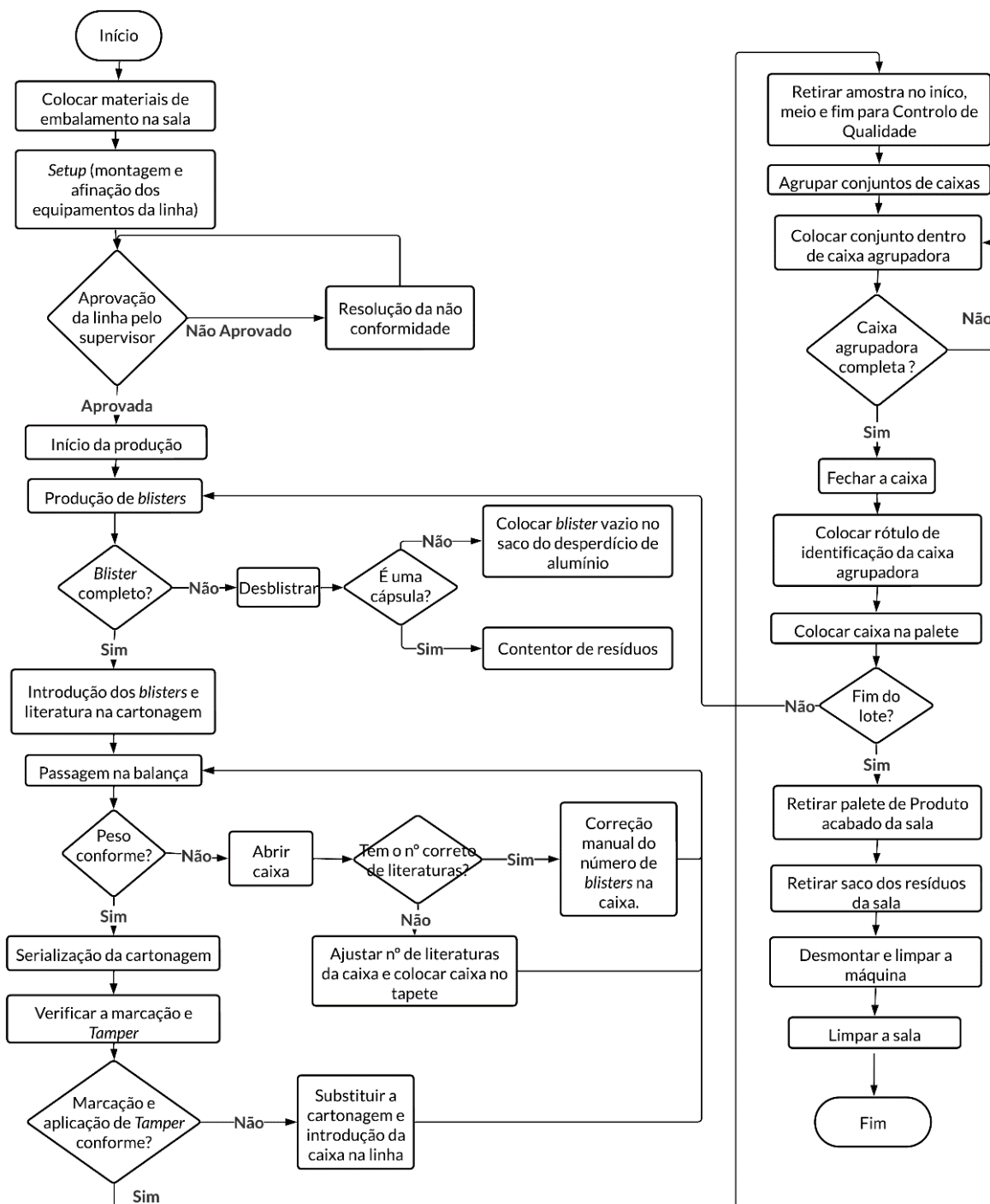


Figura 5.7 - Fluxograma do processo de embalagem do produto X.

Produto Y

O produto Y é um comprimido farmacêutico embalado num frasco de vidro. A linha de produção compreende cinco fases distintas, que estão representadas na Figura 5.8:

- Enchedora de frascos: uma máquina que conta os comprimidos a colocar no frasco. A máquina é capaz de rejeitar os frascos que não contêm a quantidade necessária de comprimidos.
- Capsulador: posteriormente, o frasco é equipado com uma tampa, que é inserida por gravidade e depois sujeita a uma força de fecho pela máquina.
- Rotuladora: a fase subsequente é a máquina de rotulagem, que imprime etiquetas em rolo com as informações relevantes sobre o lote e a data de validade e as afixa no frasco.
- Encartonadora: depois de sair da máquina de rotulagem, o frasco é verificado manualmente e encaminhado para a linha de cartonagem. A máquina de cartonagem procede então à formação da caixa e à inserção da literatura que as acompanha. No final do processo de cartonagem, a própria máquina rejeita as caixas sem a literatura necessária.
- Serialização: Tal como no caso do produto X, o equipamento de serialização imprime os dados variáveis e o *Data Matrix* na caixa e, em seguida, efetua um controlo da informação impressa e da qualidade da mesma. Além disso, são colocados dois selos invioláveis, designados por *tampers*.
- Balança: está situada no final da linha de produção e tem como função verificar se a caixa em questão tem o peso adequado do frasco com os comprimidos e a literatura necessária.

Normalmente, três operadores são destacados para esta linha de produção. Um destes operadores está colocado na zona primária, onde é responsável pela alimentação de comprimidos, tampas e frascos, bem como pelo processamento das unidades rejeitadas pela máquina de enchimento de frascos. O segundo operador está situado na extremidade do aparelho de rotulagem, sendo responsável pela alimentação de rótulos, controlo da qualidade do texto impresso e pela inserção unidades de semiacabado no tapete de alimentação da encartonadora. O terceiro operador é responsável pelo controlo do produto acabado, execução dos IPCs, colocação do produto final em caixas de cartão e paletização.

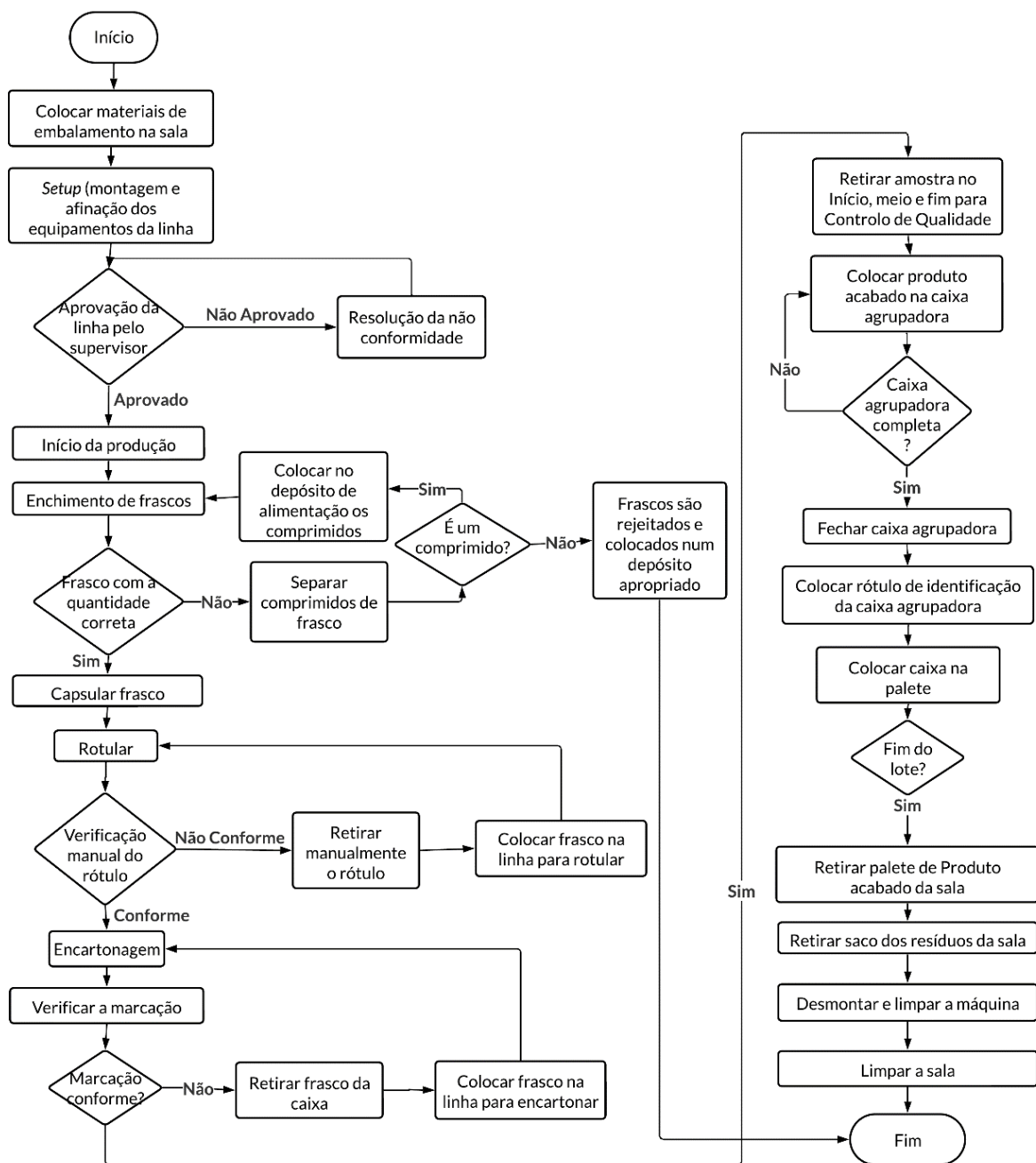


Figura 5.8 - Fluxograma do processo de embalagem do produto Y.

5.4.5 Aprovação e libertação do lote

O processo de aprovação e libertação do lote, representado na Figura 5.9, inicia-se após a conclusão da produção, quando as amostras são transferidas para o departamento de controlo de qualidade, que é responsável pela realização das análises necessárias, cujas especificações variam consoante o produto em questão. Uma vez obtidos os resultados positivos, a documentação das análises é enviada para que seja anexada ao dossier de produção de cada lote. A responsabilidade pela

libertação ou rejeição do lote passa então para o departamento responsável por efetuar a revisão de todo o processo do respetivo lote.

No caso de um resultado negativo no controlo de qualidade ou na análise do processo, é imperativo iniciar uma investigação de *Out of Specification* (OOS). Isto implica a implementação de protocolos OOS e um inquérito exaustivo para identificar a causa principal do desvio das especificações estabelecidas. Após esta investigação exaustiva, é tomada uma decisão sobre se o lote pode ser libertado.

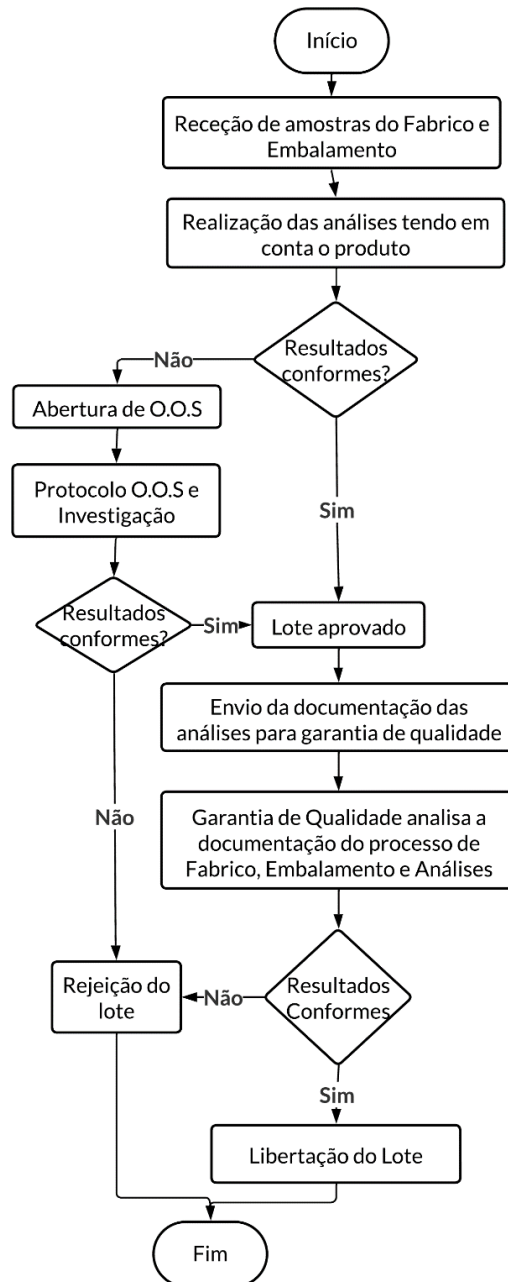


Figura 5.9 - Fluxograma do processo de aprovação e libertação do lote.

5.5 Planeamento da produção

Na empresa, o diretor de produção é responsável pela execução do planeamento preliminar da produção, enquanto os chefes das áreas de fabrico e de embalagem são responsáveis pela formulação de planos detalhados.

Como referido anteriormente, a área de fabrico está equipada com 15 máquinas, incluindo granuladores, misturadores, máquinas de compressão e máquinas de enchimento de cápsulas. A área de embalagem, por sua vez, possui oito linhas de embalagem primária e secundária.

No entanto, o desafio de planear e atribuir mais de 100 produtos às máquinas é significativo. Isto deve-se ao facto da gama de produtos da empresa em questão ser muito diversificada, englobando sólidos, semissólidos e líquidos. Consequentemente, a maioria dos produtos só pode ser produzida numa sequência específica de máquinas. Para além disso, não existe uma opção alternativa se uma máquina estiver ocupada.

Tendo em conta o contexto acima referido, a tarefa de planeamento da produção torna-se complexa, exigindo um grau considerável de especialização. O responsável pelo planeamento anual da produção tem de atualizar o plano com base nas informações fornecidas em dois ficheiros Excel, que são atualizados por dois departamentos diferentes. O departamento de logística é responsável pela receção das encomendas definitivas dos clientes para os produtos fabricados sob contrato e pela atualização de dois ficheiros: a previsão, que especifica os produtos e as quantidades a produzir em cada mês, e outro ficheiro, denominado “plano de entrega”, que contém as encomendas e a data de entrega ao cliente. O departamento comercial é responsável pela gestão das encomendas dos produtos da empresa, bem como pela estimativa das previsões de procura com o objetivo de manter os *stocks* necessários desses produtos. Além disso, a atualização das quantidades dos produtos no ficheiro acima referido, designado por “previsão”, é também da competência do serviço comercial.

Com base na análise destes documentos, o diretor de produção estabelece um plano de produção para um horizonte de dois meses. O plano inicia-se com a verificação da disponibilidade das matérias-primas necessárias à produção ou das suas previsões de entrega. Com base nesta informação, o gestor de produção atribui os produtos às máquinas com as taxas de ocupação mais elevadas, uma vez que estas limitam o processo de planeamento. Além disso, é implementada uma estratégia de produção em campanha com o objetivo de reduzir os custos e distribuir os custos de preparação.

A estratégia de produção em campanha é implementada com o objetivo de reduzir os custos, distribuindo os encargos de preparação e de controlo de qualidade ao longo do tempo. No entanto, esta abordagem pode resultar em excesso ou falta de *stock*, o que exige um equilíbrio metuculoso na gestão da produção.

Semanalmente, os responsáveis de cada área são encarregues de abrir as encomendas de fabrico e de embalagem, respetivamente, e de informar o armazém, por correio eletrónico, do dia em que pretendem que as encomendas sejam satisfeitas. Desta forma, garante-se que o plano pode ser

cumprido. No entanto, para abrir as encomendas, os supervisores têm de verificar no sistema ERP se os artigos necessários estão disponíveis para serem atribuídos às encomendas. No caso de uma entrega fora do prazo, o funcionário responsável deve solicitar uma data de entrega diferente ao departamento de logística. Da mesma forma, se o artigo estiver presente no armazém, mas a aguardar os resultados do controlo de qualidade, deve ser solicitado um prazo para obter os resultados das análises. Consequentemente, é convocada semanalmente uma reunião que inclui representantes dos departamentos de produção, logística e controlo de qualidade. O objetivo desta reunião é alinhar os prazos de entrega dos artigos em armazém e as prioridades de análise, assegurando assim o cumprimento do plano.

Além disso, os serviços de produção e de manutenção reúnem-se semanalmente. O objetivo destas reuniões é duplo: por um lado, alinhar os *setups* e a manutenção preventiva e, por outro, assegurar o fluxo eficiente dos produtos a granel desde o fabrico até ao embalamento. Além disso, a reunião analisa o potencial de aceleração de um processo, identificando quaisquer problemas com a maquinaria que possam estar a impedir a produção ou que exijam a implementação de um turno adicional ou de um horário de trabalho alargado.

Num período de duas semanas, o supervisor do fabrico desenvolve um plano mais detalhado para o setor, com foco especial na alocação de pessoal, máquinas e lotes de produção. É imperativo que se faça uma análise para garantir que o pessoal tenha formação adequada para operar as máquinas e para harmonizar o processo de produção com a limpeza e montagem das máquinas.

A área de embalamento é estruturada de uma forma diferente da abordagem acima mencionada. O supervisor utiliza o plano de produção concebido pelo responsável para dar início às encomendas e alocar diariamente o pessoal às máquinas disponíveis. Esta abordagem de gestão direta é utilizada para evitar a necessidade de alterações frequentes ao plano da área de embalamento.

5.6 OEE na linha de produção

No início do projeto de melhoria contínua da empresa, não existia qualquer sistema de monitorização do *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Sendo o OEE um dos principais indicadores de desempenho para aferir a eficácia do projeto, a equipa de produção e manutenção optou por implementar fichas de registo a preencher pelos operadores. Os registos referidos fornecem dados indispensáveis para determinar o estado dos equipamentos.

Após a seleção dos produtos mais significativos para a empresa, foi realizada uma análise do indicador OEE de cada máquina. Em consequência da reduzida sofisticação tecnológica das linhas de produção, os dados acima referidos são obtidos exclusivamente pelos operadores, responsáveis pela introdução manual da informação necessária nas fichas de registo. (Tabela 5.8 e Tabela 5.9) Nas referidas fichas constam informações relativas ao produto, à encomenda, à quantidade do lote a produzir, às datas de início e de conclusão da produção, à quantidade produzida e à quantidade rejeitada no

TQS, bem como a duração de cada interrupção e o motivo subjacente à mesma. Além disso, foi elaborado um anexo, no qual foram discriminadas as principais causas das paragens e os respetivos códigos. Assim, quando a máquina deixava de funcionar, o operador ou mecânico analisava a causa subjacente ao problema e classificava-a de acordo com o código fornecido na lista. (Anexo F)

Tabela 5.8 - Folha de registo dos períodos de produção.

REGISTO DADOS PRODUÇÃO										
FABRICO: _____		EMBALAMENTO: _____			Máquina: _____					
DATA PLANEADA	PRODUTO	QUANT. PLANEADA	LOTE	DURAÇÃO TEÓRICA (H)	DATA INÍCIO	HORA INÍCIO	HORA FIM	QUANT. PRODUZIDA	QUANTI. NOK	CÓDIGO OP.

Tabela 5.9 - Folha de registo das paragens.

REGISTO DADOS PARAGENS						
FABRICO: _____		EMBALAMENTO: _____		Máquina: _____		
DATA	PRODUTO	LOTE	HORA INÍCIO	HORA FIM	CODIGO	COMENTÁRIOS

Desta forma, o registo caracteriza-se por uma certa incoerência e imprecisão, atribuíveis ao facto de ter sido preenchido por vários operadores diferentes. Verificou-se que alguns operadores registaram um número considerável de paragens, enquanto outros não registaram quaisquer paragens. Os dados apresentados oferecem uma visão do estado das linhas em estudo, embora estejam sujeitos a limitações devido à natureza do processo de recolha de dados. Para reduzir a variabilidade dos dados, os registos foram verificados diariamente para identificar e corrigir eventuais erros e foram cruzados com os *logbooks* das respetivas salas. Além disso, após a transferência dos dados para o *Excel*, os registos foram submetidos a uma segunda ronda de análise com o objetivo de eliminar o maior número possível de erros.

Consequentemente, após um período de dois meses de acompanhamento e análise rigorosos, foi determinado que o equipamento que apresentava a OEE mais baixa no setor de fabrico era o misturador de 500 kg e a Glatt 120, enquanto no setor de embalagem era a linha de *blisters*, Mediseal. No entanto, a maquinaria localizada na área de embalagem apresenta um nível de eficiência inferior ao observado na área de fabrico. Os dados dos OEE para cada área podem ser observados na Tabela 5.10 e na Tabela 5.11.

Tabela 5.10 - OEE dos equipamentos do fabrico.

Fabrico	Disponibilidade (7,5h)	Performance	Qualidade	OEE
Diosna	64,3%	58,3%	98,4%	46,6%
Glatt 120	70,9%	50,5%	98,6%	39,5%
Killian RT3	81,5%	86,0%	97,8%	72,7%
MG 2	69,9%	100,0%	89,4%	70,3%
Misturador "V" 500kg	49,7%	39,5%	98,9%	26,9%

Tabela 5.11 - OEE das linhas de embalagem.

Embalamento	Disponibilidade (15h)	Performance	Qualidade TQS	OEE
Mediseal	54,2%	18,5%	97,7%	13,1%
Tecnomaco	50,6%	59,2%	97,4%	45,3%

Outra limitação identificada foi o facto da qualidade não ser representativa da realidade, uma vez que no:

- **Fabrico:** Em numerosos processos, o peso das quantidades conformes e não conformes não é calculado. Por isso, os operadores substituem o peso real pelo peso teórico, como se verificou nos casos Diosna e Glatt.
- **Embalamento:** As linhas em estudo têm quatro pontos potenciais de rejeição; no entanto, apenas o último ponto, o serializador, foi incluído na análise, uma vez que é o único ponto em que a máquina gera uma estimativa e é visível para os operadores. No entanto, a zona de serialização não é o local da maioria das rejeições de produtos. No caso da linha X, a máquina de *blisters* é a principal fonte de rejeição, enquanto no caso do produto Y, a máquina de enchimento de frascos é a causa predominante.

Para obter um melhor entendimento do estado real das linhas de embalagem, foi adotada uma análise suplementar para avaliar a qualidade da máquina de *blisters* e a qualidade da máquina de enchimento de frascos. Foi realizado um inquérito para cada máquina, avaliando dois indicadores-chave de desempenho: a quantidade de *blisters* desperdiçados por lote e o número de frascos incorretamente contados. Consequentemente, a qualidade da máquina de *blisters* foi determinada em 91%, enquanto a qualidade da contadora de comprimidos foi estimada em aproximadamente 90%.

Para obter um conhecimento mais completo da qualidade das linhas de produção objeto de investigação, foi realizada uma análise pormenorizada com base nos dados de 2023. Nesta análise, representada na Tabela 5.12, foi quantificada, para cada ordem de produção, a quantidade de materiais subsidiários desperdiçados durante o embalagem dos produtos com maior impacto na empresa. Esta abordagem permite uma avaliação mais precisa e completa da eficiência e da eficácia das linhas de produção, fornecendo assim dados indispensáveis para a tomada de decisões estratégicas e operacionais. Por outro lado, a monitorização da utilização de materiais subsidiários permite identificar potenciais oportunidades de melhoria na gestão de recursos e na redução de resíduos, contribuindo assim para a otimização dos processos produtivos e para a sustentabilidade económica da empresa.

Tabela 5.12 - Valor desperdiçado em material subsidiário nas linhas de embalagem em 2023.

Produto	Material	Quantidade	Preço total
X	Cartonagem	37702	2 176,22 €
	Literatura	4411	
Y	Rótulos	70094	42 285,83 €
	Cartonagem	50158	
	Literatura	19178	
	Frascos	25074	
	Capsela	49816	
			44 462,05 €

Para além disso, foi analisado o rendimento de todo o processo de produção, desde o fabrico até ao embalamento do produto, com o objetivo de avaliar a quantidade de material desperdiçado, que é considerado como uma potencial perda de oportunidade de venda. É de extrema importância monitorizar o rendimento ao longo de todas as fases de produção, a fim de garantir uma eficiência ótima e minimizar o desperdício. Isto facilitará a melhoria contínua do desempenho operacional e da rentabilidade da empresa.

Na Tabela 5.13 está representada a análise realizada que revela uma perda considerável de oportunidades de venda, no montante de 390 181,76 euros, devido à produção de resíduos a granel significativos para os produtos objeto de investigação. A quantificação dos materiais subsidiários utilizados durante o processo de embalamento, juntamente com uma avaliação dos custos associados e uma avaliação do nível de resíduos a granel, fornece uma visão abrangente das áreas em que podem ser implementadas melhorias. Estas melhorias são fundamentais para otimizar o processo de produção, reduzir os resíduos e maximizar a eficiência operacional e a rentabilidade da empresa.

Tabela 5.13 - Valor desperdiçado em *bulk* nas linhas de embalamento em 2023.

Produto	Desperdício <i>bulk</i> (cx)	Valor perdido
X	51680	390 181,76 €
Y	32304	

5.6.1 Análise das paragens das máquinas em estudos

Como ilustrado na secção anterior, as paragens representam um desafio significativo para a eficiência das máquinas. Uma análise dos registos permitiu identificar as principais causas destas paragens. Como já foi referido, os operadores seguem um procedimento prescrito para resolver as causas subjacentes às paragens das máquinas. Este procedimento implica uma abordagem em duas vertentes:

- Inicialmente, realizam uma inspeção visual para verificar a natureza do problema e determinar a sua facilidade de resolução. No caso de o problema não ser imediatamente visível ou não poder ser resolvido de forma autónoma, procuram prontamente os serviços do mecânico, fornecendo um relato detalhado das suas observações. Enquanto aguarda a chegada do mecânico, o operador regista a hora de início da paragem e a duração da espera na folha fornecida.
- O mecânico investiga então o problema ou a causa da paragem, quer visualmente, quer através de informações obtidas nas consolas e painéis de controlo que detetam e comunicam a localização da avaria.
- O problema é então resolvido e a máquina é reiniciada para verificar se o problema foi corrigido. No caso de o problema persistir, o mecânico deve tentar uma nova solução até se conseguir uma solução.

Depois de a máquina ter sido reiniciada, o mecânico documenta o motivo da paragem e o método de resolução nas folhas de registo.

Analisando os gráficos de barras (Figura 5.10 e Figura 5.11), que demonstram o número total de horas em que a máquina esteve inoperacional devido a um tipo específico de avaria, é possível observar que, durante o período de dois meses em análise, a principal causa de paragem da máquina foi a implementação de procedimentos de mudança de produto. Embora estas ocorrências sejam pouco frequentes, são responsáveis pelo maior número de horas de paragem devido ao modelo de produção em campanha. No entanto, do ponto de vista do maior tempo de paragem de máquinas na área da produção, verifica-se que os *setups* em campanha são os mais frequentes, apesar de terem a menor duração. Por outro lado, a área do embalamento apresenta um padrão diferente de tempo de inatividade, com uma maior predominância de causas menos frequentes e específicas da máquina. No caso da Mediseal, as paragens mais frequentes foram identificadas como avarias nos empurradores, na agrupadora e nos folhetos. No que respeita à Tecnomaco, para além das já referidas montagens de campanha, as principais causas de paragem no mesmo período foram os atrasos na manutenção e as falhas na alimentação elétrica.

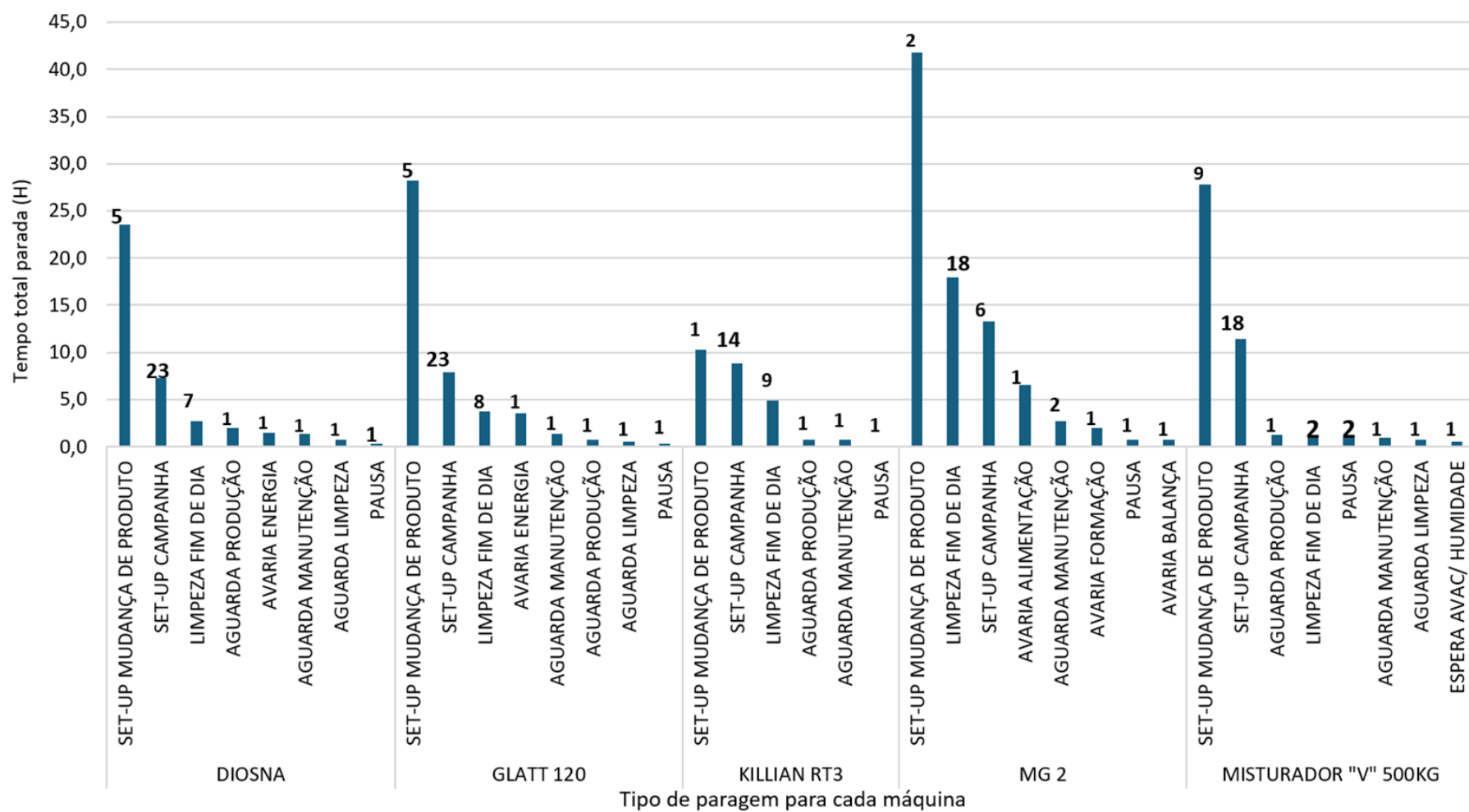


Figura 5.10 - Paragens no fabrico.

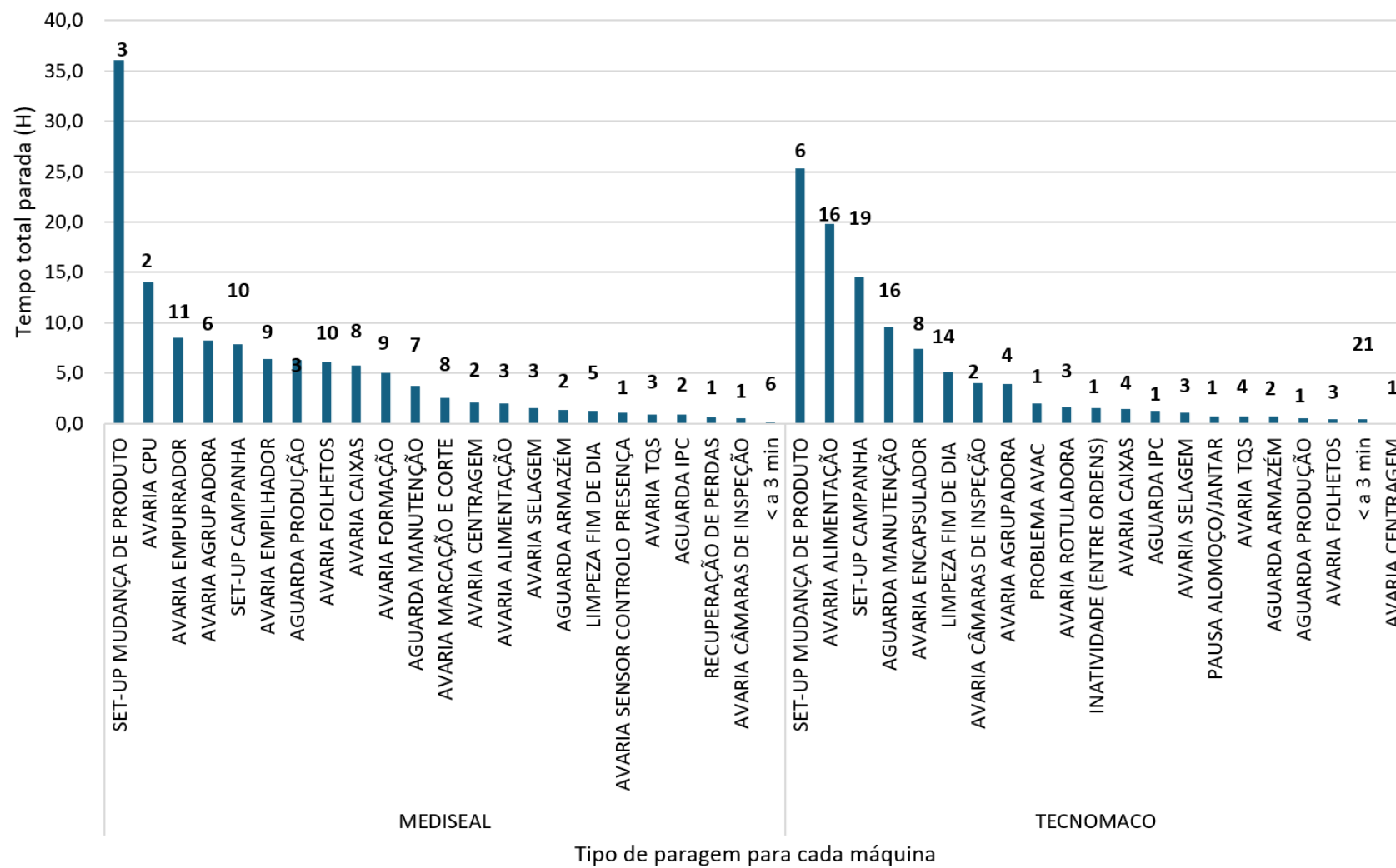


Figura 5.11 - Paragens no embalamento.

Isto demonstra a necessidade de uma análise mais abrangente do principal fator que contribui para o tempo de inatividade das máquinas, nomeadamente os *setups*.

O tempo médio para cada tipo de preparação foi calculado com base nos dados registados pelos operadores para cada máquina. No contexto da área de fabrico, é razoável concluir que as máquinas de compressão e enchimento de cápsulas (Killian e MG2) são as que requerem mais tempo de preparação, dado que têm um elevado número de peças, o que exige um maior esforço de limpeza e desmontagem. (Figura 5.12)

Relativamente à área de embalagem, verifica-se que, em termos de preparação da campanha, os tempos são equiparáveis. No entanto, no contexto da preparação da mudança de produto, observa-se que a máquina de *blister* consome um tempo significativamente maior. (Figura 5.13)

É conveniente salientar que os registos mantidos pelos operadores como *setup* em campanha (SC) abrangem exclusivamente a duração da limpeza direta da máquina e da sala circundante. Em contrapartida, o tempo necessário para desmontar as peças, limpar a máquina, limpar a sala, limpar e secar as peças e montar e afinar a máquina é considerado no caso dos *setups* de mudança de produto (SMP).

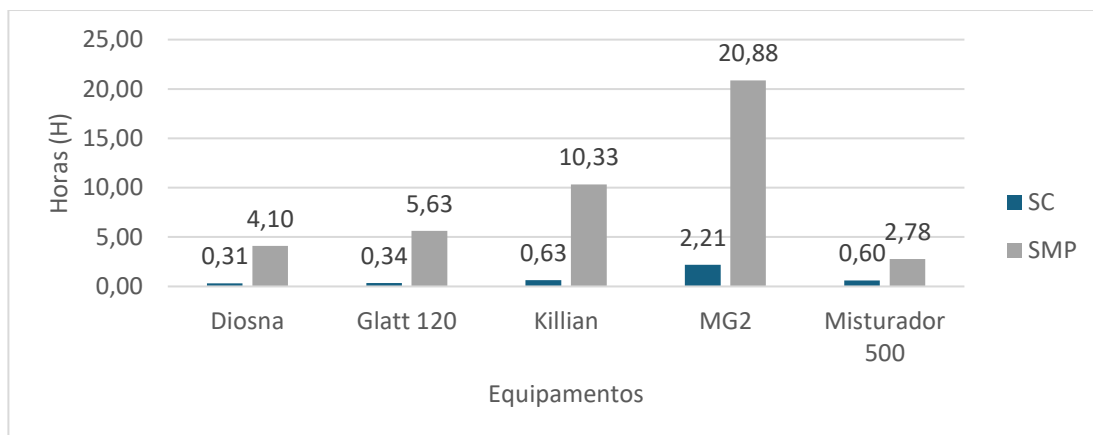


Figura 5.12 - Análise dos Tempos médios de cada tipo de *setup* por máquina no fabrico.

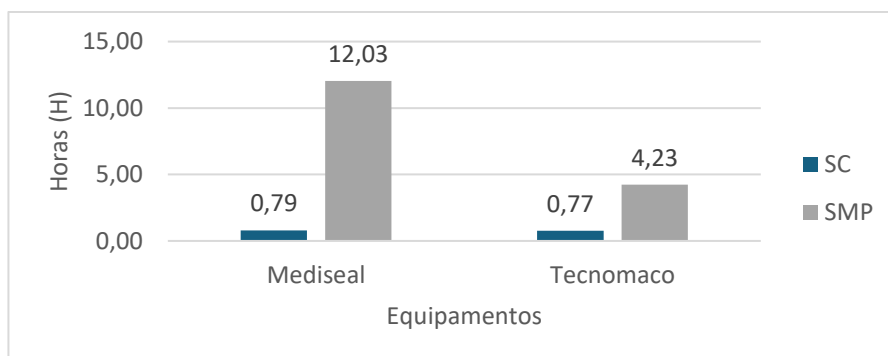


Figura 5.13 - Análise dos tempos médios de cada tipo de *setup* por máquina no Embalamento.

Realização do Setup nas linhas em estudo

Perante estes dados, foi imperativo proceder a uma observação direta de todas as atividades desenvolvidas ao longo de todo o período de *setup* de cada máquina. Após uma observação da dinâmica entre as duas linhas de produção foi possível caracterizar os dois tipos de *setup* que a empresa considera diferentes. A Tabela 5.14 apresenta de forma resumida as principais diferenças entre ambos os *setups*, facilitando a comparação das suas características:

- No contexto da produção, o *setup* em campanha (SC) refere-se a uma abordagem de produção em que o mesmo produto é produzido durante um período alargado, embora os dados variáveis, como o lote e o prazo de validade, tenham de ser alterados. Além disso, o operador tem de efetuar tarefas de limpeza ligeiras na sala e na máquina.
- Um *setup* de mudança de produto (SMP) implica uma alteração mais abrangente das linhas de produção, permitindo o fabrico de diversos produtos. Esta configuração é essencial para garantir a prevenção da contaminação cruzada entre produtos e para assegurar que cada produto é fabricado de acordo com as especificações exigidas.

Tabela 5.14 - Principais diferenças entre SC e SMP.

O que Muda?	SC	SMP
Lote e validade	X	X
Apresentação do produto		X
Mudança de formato		X

Uma análise comparativa das duas configurações revela que o *setup* em campanha é menos complexa, envolvendo apenas a alteração de dados variáveis e uma limpeza mínima. Em contrapartida, o *setup* para a mudança de produto é mais complexo, necessitando de ajustes rigorosos na máquina, alterações nas peças e uma limpeza completa. Do ponto de vista da duração e do custo, o *setup* da campanha é mais rápido e menos dispendioso devido às modificações menos intensivas, ao passo que o *setup* de mudança de produto é mais moroso e dispendioso devido à necessidade de evitar a contaminação cruzada e de garantir a precisão na produção do novo produto. Para além disso, o *setup* de mudança de produto realça a importância de manter normas de higiene rigorosas para evitar a contaminação, enquanto o *setup* de campanha apenas assegura os requisitos básicos de higiene para a produção ininterrupta do mesmo produto.

Ambas as configurações estão operacionais em ambas as áreas de produção. No entanto, enquanto o *setup* de campanha utiliza a mesma metodologia (Figura 5.14 e Figura 5.15), o *setup* de mudança de produto (Figura 5.16 e Figura 5.17) utiliza metodologias e responsabilidades díspares:

- No contexto da área de fabrico, o operador é responsável pela execução de uma série de tarefas cruciais. Essas responsabilidades incluem a desmontagem da máquina, a limpeza da máquina e das suas partes constituintes e a montagem das novas peças necessárias para o início da produção do novo produto. Além disso, o operador é responsável pelo preenchimento de toda a documentação necessária e pela realização de todos os controlos necessários. A responsabilidade pelo processo de sanitização limita-se à limpeza da sala. Assim, todos os

operadores, graças à sua formação específica para a utilização da máquina, dispõem igualmente dos conhecimentos necessários para efetuar a preparação. Isto facilita a coordenação entre as diferentes equipas e reduz os tempos de espera entre elas, garantindo assim a continuidade do processo de forma eficiente e ordenada.

- Na área de embalamento, as responsabilidades dos operadores, higienizadores, mecânicos e supervisores estão delineadas de uma forma distinta da observada noutras áreas. É responsabilidade do operador desmontar as peças de alimentação que entram em contacto com o produto, limpar a máquina e as suas peças e preencher a documentação necessária. A limpeza da sala e do teto é responsabilidade da equipa de higienização. Os técnicos mecânicos são responsáveis pela preparação completa da máquina, que inclui a desmontagem dos restantes componentes, a montagem das peças necessárias para a nova produção e a calibração minuciosa da máquina. O supervisor da área verifica se todas as tarefas foram concluídas de acordo com os procedimentos estabelecidos e efetua o controlo da linha antes de iniciar a produção do novo produto. No entanto, uma vez que a responsabilidade pelos *setups* é do departamento de manutenção, são comuns os casos de interrupção do processo de *setup* devido à necessidade de os mecânicos prestarem assistência a outras linhas que estejam a ter dificuldades, o que por sua vez provoca a paragem da produção dessas linhas. Na área de embalamento, é necessário a coordenação de várias áreas para a preparação da mudança de produto, o que resulta em tempos de paragem significativos durante a tarefa de mudança de formato. Este facto deve-se à necessidade de aguardar a conclusão de cada tarefa para iniciar a seguinte, o que impede a possibilidade de um processo contínuo.

Para facilitar a compreensão das inter-relações entre os indivíduos durante a preparação nas duas áreas de produção, foi construído um gráfico de planeamento para ilustrar as várias tarefas e o pessoal responsável pela sua realização.

Operador	Finalizar lote anterior	
	Remoção do produto acabado Remoção das amostras	10
	Documentação	15
	Limpeza simples (máquina e sala)	20-40
	Abrir sala para o lote seguinte	
	Conferência de materiais	15
	Entrada de materias na sala	10
	Documentação	25
	Arranque da linha	

Figura 5.14 - SC generalizado no fabrico.

		Finalizar lote anterior		
Operador	Remoção do produto acabado Remoção das amostras	10		
	Devoluções Documentação	20		
	Limpeza simples (máquina e sala)	30		
	Abrir sala para o lote seguinte			
	Conferência de materiais	15		
	Entrada de matérias na sala	10		
	Documentação	25		
	Alimentação da máquina	10		
Supervisor	Aprovação da linha		5	
Operador	Arranque da linha			

Figura 5.15 - SC generalizado da área de embalagem.

		Finalizar produto anterior	
Operador	Remoção do produto acabado Remoção das amostras	10	
	Documentação	15	
	Desmontar e limpeza da máquina	20-90	
Higienização	Limpeza de peças	20-40	
	Limpeza da sala	60-120	
Operador	Arrumação e preparação da sala	15	
	Abrir sala para o produto seguinte		
	Montagem	20-150	
	Entrada de matérias na sala	10	
	Documentação	25	
		Arranque da linha	

Figura 5.16 - SMP generalizado da área de fabrico.

		Finalizar produção do produto anterior	
Operador	Remoção do produto acabado Remoção das amostras	10	
	Devoluções Documentação	20	
	Desmontar peças para lavar	30	
	Limpeza da máquina	40	
	Transporte das peças para a sala de lavagens	10	
	Limpeza das peças	120	
	Higienização	Limpeza da sala (chão e teto)	60
Mecânico	Abrir sala para o produto seguinte		
	Transporte das peças para a sala	10	
	Setup Desmontagem Montagem Afinação	240 a 720	
	Conferência de materiais	15	
Operador	Entrada de matérias na sala	10	
	Documentação	25	
	Alimentação da máquina	10	
Supervisor	Aprovação da linha		5
Operador	Arranque da linha		

Figura 5.17 - SMP generalizado da área de embalagem.

A duração de cada etapa foi determinada através da observação direta das tarefas e de um registo preciso do tempo despendido em cada uma delas. No entanto, dado que se trata de uma

sequência genérica para todas as máquinas, pode haver alguma variação nos prazos. A sequência de tarefas foi também validada pelo responsável de cada área, garantindo a sua exatidão e relevância operacional. É importante referir que os tempos médios acima referidos apenas englobam uma parte das tarefas incluídas na sequência global de atividades que constituem o processo de *setup*.

Com base na observação realizada, podem ser caracterizadas, de forma genérica, as seguintes macro-tarefas dos *setups*:

- **Finalização do lote/produto anterior:** O operador retira o produto acabado e as amostras da sala e preenche toda a documentação necessária para o processo de produção. Na área de embalagem, é necessário efetuar a contagem do material que foi embalado de acordo com a ordem de produção e que não foi posteriormente utilizado. Este processo é fundamental para o cálculo da quantidade de material efetivamente utilizado em cada encomenda e para a posterior devolução ao armazém dos materiais devidamente contabilizados.
- **Limpeza:** Como foi dito anteriormente, a duração desta fase varia consideravelmente em função do *setup* e do tipo de máquinas envolvidas. A complexidade da máquina em causa, bem como as dimensões da sala em que se encontra, determinarão o tempo necessário para a limpeza. No caso de ser necessária a limpeza de peças, esta é realizada pelo operador na sala de higienização designada, de acordo com um procedimento prescrito. É de extrema importância a utilização de produtos específicos para cada componente, numa concentração determinada, de modo a evitar danos nos componentes e garantir a ausência de contaminação.
- **Início da produção do próximo lote/produto:** O operador é responsável pela inspeção das matérias-primas e pela sua subsequente colocação na área designada. Além disso, o operador é responsável pelo preenchimento de toda a documentação necessária relativa ao processo de produção e pela realização de todos os controlos de qualidade necessários. No caso de o produto em questão diferir do produto anterior, a mudança de formato é iniciada. A duração deste processo depende da máquina específica e da experiência do operador, apresentando uma variabilidade considerável. Uma vez verificado que todas as condições necessárias estão reunidas e que os materiais necessários foram disponibilizados, a produção pode começar.

5.7 Análise das alterações ao planeamento

Para analisar a situação do planeamento da produção, foi realizado um inquérito semanal a fim de determinar as alterações introduzidas no plano, bem como as razões subjacentes a essas alterações. Durante um período de aproximadamente nove semanas, tornou-se evidente que o plano de produção tinha sofrido mais de 20 alterações (Figura 5.18), sendo a principal causa destes atrasos por falta de matérias-primas.

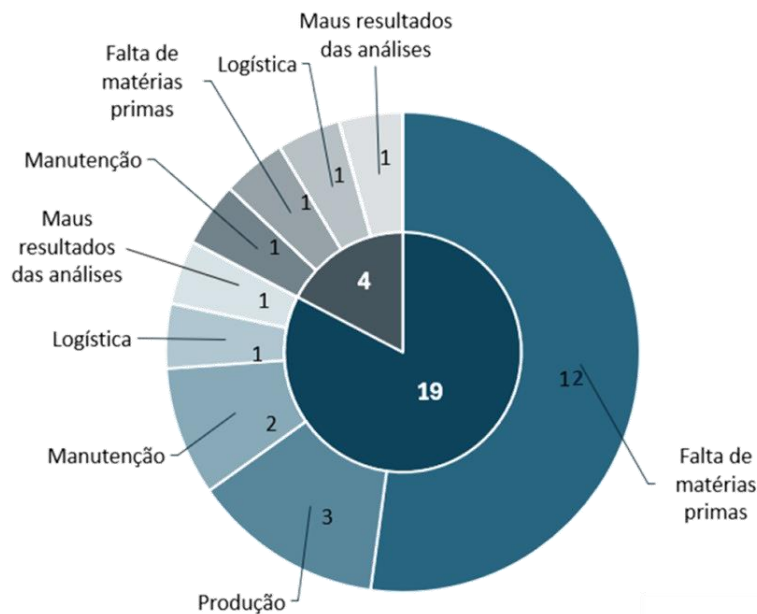


Figura 5.18 - Alterações ao planeamento.

Para analisar melhor as causas das alterações no planeamento, foi construído um diagrama de causa e efeito. Este diagrama, também conhecido como diagrama de *Ishikawa*, permitiu uma visualização estruturada dos vários elementos que contribuem para as alterações no planeamento. Estes fatores foram categorizados nos seguintes domínios: materiais, equipamentos, métodos, gestão e recursos humanos. Esta análise, representada na Figura 5.19, foi feita em conjunto com o responsável pelo planeamento da produção.

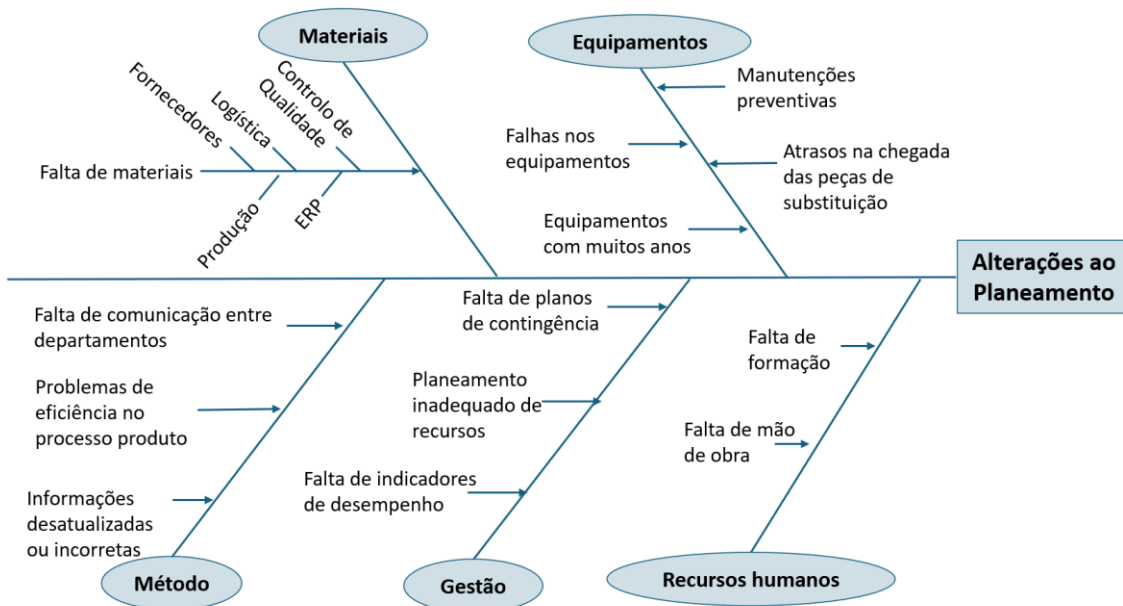


Figura 5.19 - Diagrama causa raiz para alterações ao planeamento.

Após uma primeira análise dos fatores que contribuíam para as alterações recorrentes do plano de produção, foi construído um segundo diagrama de causa e efeito (Figura 5.20), com especial ênfase no impacto das faltas de material durante a produção. O objetivo deste novo diagrama era facilitar uma compreensão mais profunda das causas inerentes ao problema, que foram classificadas em cinco categorias principais. Os elementos acima referidos foram identificados como responsáveis pelo problema, nomeadamente: fornecedores, controlo de qualidade (CQ), logística, produção e sistema ERP.

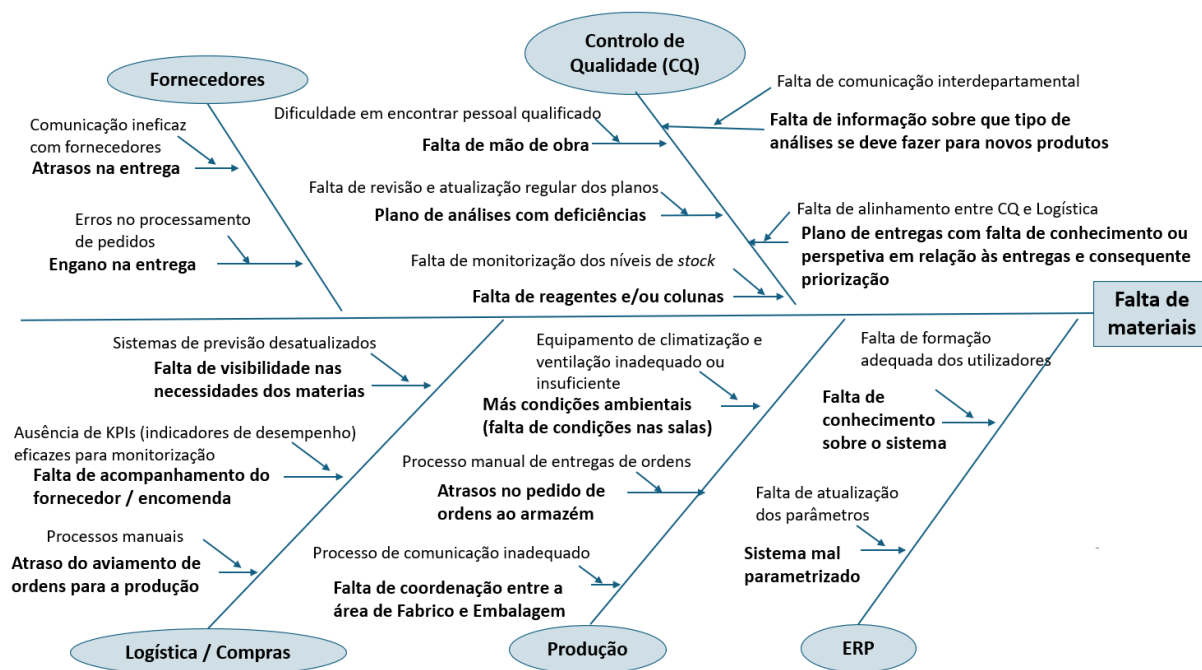


Figura 5.20 - Diagrama causa raiz para falta de materiais.

A construção de um segundo diagrama de causa e efeito permitiu uma análise exaustiva das causas específicas da escassez de materiais na produção. Ao categorizar estas causas em quatro áreas principais, foi possível identificar áreas específicas de melhoria e conceber planos de ação específicos para resolver os problemas identificados. Este processo reflete um compromisso contínuo para melhorar a eficiência operacional e otimizar o planeamento da produção, com o objetivo de reduzir as interrupções e aumentar a fiabilidade no cumprimento dos prazos de entrega.

PRINCIPAIS PROBLEMAS E PROPOSTAS DE MELHORIA

Este capítulo apresenta propostas de melhorias para os principais *bottlenecks* identificados nos *Gemba Walks*, desde a produção até a área de planejamento. O objetivo é fazer um relato exaustivo dos problemas observados e sugerir melhorias para os mitigar, promovendo assim a eficiência e a eficácia do processo. São abordadas várias questões operacionais e apresentadas potenciais soluções, embora nem todas as medidas sugeridas tenham sido implementadas. Além disso, é apresentado um plano de ação pormenorizado com o objetivo de resolver um problema crítico identificado na área de planejamento.

6.1 Problemas e proposta de melhorias para a produção.

Tal como referido anteriormente no capítulo da metodologia, no início do projeto, foi realizada uma monitorização exaustiva do desempenho operacional das linhas e configurações de produção. O objetivo era aprofundar o conhecimento do processo descrito no capítulo anterior, identificar os principais estrangulamentos do processo de produção e propor possíveis melhorias. Neste contexto, foram realizados *Gemba Walks* e, após uma análise exaustiva dos dados recolhidos, os problemas foram categorizados e apresentados numa tabela. A tabela indica a área em que o problema foi identificado, o problema específico em si, as melhorias sugeridas e, quando aplicável, as ferramentas que devem ser utilizadas.

Cada problema identificado foi associado a um ou mais desperdícios *Lean*, sendo então indicada uma proposta de melhoria. Posteriormente, a tabela preliminar foi apresentada à equipa de produção e manutenção, onde as soluções propostas foram discutidas para garantir a sua validade e adequação aos problemas identificados. Assim, a Tabela 6.1 foi completada e formulada.

Ao associar cada problema a um desperdício *Lean* específico, a equipa pôde propor melhorias que não só resolviam os problemas identificados, como também estavam alinhadas com os princípios

da eficiência e da redução de desperdícios. As colunas criadas para a matriz custo-benefício permitiram a discriminação de cada proposta de melhoria em termos de custo e benefício, proporcionando assim uma visão clara das prioridades. Além disso, as prioridades foram estabelecidas no início do projeto, com o objetivo de direcionar os recursos para as áreas que apresentavam os maiores desafios e problemas.

A matriz custo-benefício é utilizada para classificar as ações propostas de acordo com a relação entre o custo de implementação e o retorno esperado. Esta abordagem permite concentrar esforços nas áreas com maiores desafios e maior potencial de impacto, facilitando assim a definição das melhorias a implementar em primeiro lugar, tendo em conta a urgência e os recursos disponíveis. Esta metodologia garante uma gestão de projetos mais eficiente e eficaz, uma vez que são priorizadas as melhorias com maior impacto, otimizando assim a utilização dos recursos disponíveis e abordando as áreas com maior necessidade de intervenção.

A matriz custo-benefício (Figura 6.1), baseada na matriz impacto-esforço criada pelo autor Brian Byrne [12], utiliza um sistema de cores para representar diferentes combinações de custo e retorno, tais como:

- **Vermelho (A):** Ações que se caracterizam por um elevado custo financeiro e um baixo retorno financeiro. Estas medidas foram classificadas como de baixa prioridade e só são recomendadas quando os recursos o permitem ou quando existem justificações estratégicas específicas.
- **Amarelo (B):** Ações que demonstram uma relação custo-benefício equilibrada. Estas podem ser consideradas viáveis, embora não sejam de importância primordial, e podem ser postas em prática de acordo com a disponibilidade de recursos e a necessidade de reforço.
- **Verde (C):** Trata-se de iniciativas de baixo custo que oferecem benefícios limitados. Apesar do custo reduzido, o impacto das melhorias é menor, pelo que estas intervenções são recomendadas para situações em que é necessário um impacto imediato, mas existem restrições orçamentais.
- **Azul (D):** As melhores soluções em termos de custo-benefício que também produzem os maiores retornos. Estas ações foram identificadas como de alta prioridade e são recomendadas para implementação imediata, dado o seu potencial significativo de melhoria e eficiência.

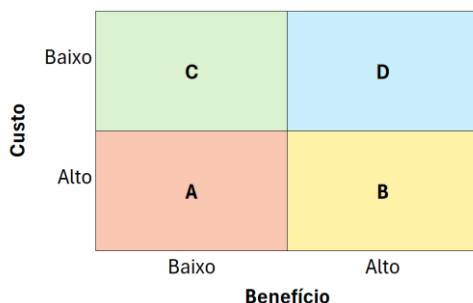


Figura 6.1 - Matriz custo-benefício para a classificação das iniciativas de melhoria propostas.

Assim, é essencial salientar que, tendo em conta a necessidade de concentrar os recursos disponíveis, a presente dissertação não examinará a aplicação de todas as melhorias propostas. Em vez disso, dará prioridade às medidas consideradas como tendo o impacto mais significativo. Embora todas

as propostas tenham sido aceites como válidas, a implementação de algumas será adiada devido a limitações de tempo, de prioridades e de investimento. Em particular, as melhorias que exigem um investimento significativo devem ser objeto de uma avaliação financeira exaustiva por parte do serviço financeiro. Na sequência da análise e aprovação acima referidas, as melhorias mencionadas serão incluídas no plano de despesas de capital (CAPEX) do ano seguinte.

Tal como ilustrado na tabela, foram identificadas e classificadas um total de uma ação na categoria A, 13 ações na categoria B, 9 ações na categoria C e 20 ações na categoria D. As 11 ações destacadas a negrito e a azul foram selecionadas para execução, representando aproximadamente 25% do total das medidas propostas.

Tabela 6.1 - Resumo das melhorias propostas para as linhas de produção em estudo.

Área	Tipo de desperdício	Problema	Proposta de Melhoria	Custo	Benefício	Classificação na matriz
Fabrico	Excesso stock	Desperdício de detergentes.	Um adaptador que doseia com precisão o detergente e o dissolve na água. (bomba com dissolução)	Baixo	Baixo	C
Fabrico	Excesso stock / movimentações	EPI's espalhados por vários gabinetes.	Recomenda-se a aquisição de um armário para facilitar a centralização do equipamento de proteção individual (EPI), o armazenamento e o <i>kanban</i> para a gestão do <i>stock</i> mínimo. (<i>5S</i> , <i>Kanban</i>)	Baixo	Baixo	C
Fabrico	Movimentações/espera/excesso stock	Processo muito descontínuo gera excesso de movimentação e material em espera.	Implementar um sistema de produção de melhoria contínua, integrando práticas <i>Just-in-Time</i> e ferramentas de planeamento para reduzir a descontinuidade no processo, minimizando a movimentação e o excesso de material em espera.	Baixo	Alto	D
Fabrico	Movimentações	O armazém de produtos semiacabados não está centralizado, o que resulta num desperdício significativo devido a movimentos excessivos.	Sugere-se que o <i>layout</i> seja modificado da seguinte forma: deve ser criado um corredor para impedir a passagem de material pelo cais de carga; as zonas amarela e verde devem ser combinadas; e deve ser construída uma porta que ligue diretamente ao armazém- Melhorar <i>Layout</i> .	Alto	Baixo	A
Fabrico (Prod.X)	Movimentações	A colocação das matérias-primas no misturador é feita manualmente, esvaziando os sacos um a um, o que leva a um processo descontínuo.	É recomendável a aquisição de um sistema de trasfega de sólidos para facilitar a transferência do material diretamente da tamisação para o misturador.	Alto	Alto	B
Fabrico (Prod.X)	Movimentações	O tamisador não foi concebido para ser operado manualmente. Por conseguinte, o operador utiliza uma escada e um porta-paletes para levantar a paleta. Por outro lado, os degraus estão equipados com uma proteção para os pés que obriga o operador a inclinar-se.	Implementar um elevador de barricas para despejar a matéria-prima diretamente no tamisador, eliminando a necessidade de escadas e plataformas, e melhorando a ergonomia e segurança do operador.	Alto	Alto	B
Fabrico (Prod.Y)	Movimentações	Operadores fazem muitas viagens para ir buscar material.	Tendo em conta a inviabilidade de deixar os materiais na sala, é imperativo elaborar uma lista de controlo exaustiva que permita ao operador obter todos os materiais necessários de forma atempada e eficiente.	Baixo	Baixo	C

Embalamento	Movimentações	A ausência de normalização representa um desafio significativo para a colocação estratégica de produtos de base.	Normalização das áreas de matérias-primas nas linhas de produção.	Baixo	Baixo	C
Embalamento	Espera/Movimentações	Quando um mecânico está a fazer um <i>setup</i> , é obrigado a interromper a sua atividade atual para resolver uma avaria ou outro problema, o que resulta inevitavelmente num tempo de <i>setup</i> mais longo.	Iniciativa da manutenção autónoma, criar prioridades (caso o técnico esteja a realizar o <i>setup</i> não vai interromper para dar assistência a linha, sendo necessário dois técnicos por turno) Criar um manual de atividades básicas de manutenção para o operador.	Baixo	Alto	D
Embalamento	Espera/Movimentações	Não existem carros para formatos específicos, nem uma preparação prévia das peças necessárias ao <i>setup</i> .	Aconselha-se a aquisição de carrinhos e a sua modificação para facilitar o transporte e a identificação do formato em causa.	Baixo	Alto	D
Embalamento	Espera/Movimentações	<i>Setup</i> longos.	SMED	Baixo	Alto	D
			Organização de armários (5S).	Baixo	Alto	D
			Listagem das peças de formato.	Baixo	Alto	D
			Instalação de Parafusos de Ajuste Manual e Otimização das Condições de Aperto.	Baixo	Baixo	C
			Ferramentas de apoio à montagem (procedimentos visuais) com Identificação de postos de montagem e afinação na máquina.	Baixo	Alto	D
			Lista de peças e afinações necessárias para a transição.	Baixo	Alto	D
			Normalização do processo de desmontagem das peças de alimentação.	Baixo	Alto	D
Manutenção	Espera/Movimentações	Tempo elevado na procura de ferramentas e peças.	Organização do armazém (5S).	Baixo	Alto	D
Fabrico	Espera/Movimentações	O carácter descontínuo deste processo resulta inevitavelmente na produção de uma quantidade considerável de material supérfluo, que exige um tratamento suplementar e períodos de espera prolongados.	Implementar um sistema de produção de melhoria contínua, integrando práticas <i>Just-in-Time</i> e ferramentas de planeamento para reduzir a descontinuidade no processo, minimizando a movimentação e o excesso de material em espera.	Baixo	Alto	D
Fabrico	Espera	As dimensões da sala de lavagem na zona de sólidos não são as indicadas (muito pequena).	Retirar uma máquina que não é utilizada e expandir a sala - Melhorar <i>Layout</i> .	Alto	Alto	B
Fabrico (Prod.Y)	Espera	A sala não dispõe dos aparelhos de filtragem necessários. Os filtros são utilizados e posteriormente enviados para o	Criar uma zona dedicada aos filtros no fabrico e outra na manutenção. Isto facilitará a criação de uma	Baixo	Alto	D

		serviço de manutenção para serem limpos. No entanto, não retornam ao local.	representação visual do estado atual dos filtros, permitindo a cada equipa verificar se é necessária uma encomenda ou expedição de filtros adicionais, ou se o fornecimento atual é suficiente (5S, <i>Kanban</i>).			
Manutenção	Espera	A falta de visibilidade nas diferentes áreas operacionais, associada a uma deficiência na comunicação entre colaboradores, resulta numa falta de clareza quanto ao estado das tarefas e responsabilidades.	Reunião diária de planeamento. Quadro com o estado de cada máquina.	Baixo	Alto	D
Embalamento	Espera	O monta-cargas não é gerido por uma pessoa designada e não existe uma indicação clara sobre a sua ocupação. Consequentemente, este fica muitas vezes inativo, provocando atrasos enquanto as pessoas esperam que os artigos sejam retirados.	Melhorar a comunicação, ter um responsável pelos monta cargas (Possibilidade de estudo de um operador logístico).	Alto	Alto	B
Embalamento	Espera	A carga de trabalho excessiva do supervisor resulta em atrasos na aprovação das linhas.	Estudo sobre a possibilidade de contratar um operador logístico.	Alto	Alto	B
Embalamento	Espera	A comunicação entre os operadores e a equipa de manutenção é muitas vezes difícil, o que resulta em períodos de espera prolongados.	Compra de Telemóveis para os mecânicos estarem sempre contactáveis.	Alto	Alto	B
Embalamento	Espera	O facto de os materiais não chegarem atempadamente atrasa a preparação e o arranque da máquina.	A criação de zonas designadas para o posicionamento prévio de materiais (supermercado) e implementação de um operador logístico dedicado.	Baixo	Alto	D
Fabrico (Prod.X)	Processos em excesso/espera	O processo de tamisação é altamente manual, exigindo que o operador retire o pó do saco com um copo e o coloque no gargalo da Frewitt.	Implementação de um sistema de alimentação mecânica ou por vácuo que transfira o pó diretamente do saco para o gargalo da Frewitt.	Alto	Alto	B
Fabrico (Prod.X)	Processos em excesso	Os sacos são fixados ao Frewitt com um cordão. É necessário desapertar o saco e atar o laço de cada vez que é necessário substituí-lo.	Substituir o sistema atual por um mecanismo de fecho mais eficiente, como cliques ou sistemas de fecho rápido, a fim de facilitar as mudanças de saco e reduzir assim o tempo gasto nestas tarefas.	Baixo	Alto	D
Fabrico (Prod.X)	Processos em excesso / Movimentações	O operador tem de alimentar manualmente o pó e as cápsulas de dez em dez minutos, em pequenas porções.	Aquisição de dois sistemas de trasfega de sólidos, uma para fornecimento de <i>bulk</i> e outra para fornecimento em cápsulas.	Alto	Alto	B

Fabrico (Prod.Y)	Processos em excesso/espera	O processo de transferência da mistura não é particularmente eficaz. Um operador utiliza uma mangueira para provocar vácuo, aspirando os grânulos, enquanto outro abre e fecha a válvula da Glatt para facilitar este processo. No entanto, a Diosna está situada a uma distância considerável da Glatt e a uma altitude inferior, o que constitui um desafio para o processo.	Aproximar Diosna da Glatt (Melhorar <i>Layout</i> da sala).	Alto	Alto	B
Fabrico (Prod.Y)	Processos em excesso	Montagem inadequada das máquinas (substituição de peças).	Identificar peças de cada máquina.	Baixo	Alto	D
Fabrico (Prod.Y)	Processos em excesso / Movimentações	O operador tem de transportar os sacos pelas escadas de forma contínua, o que é um processo moroso devido ao peso de cada saco (25 kg), num total de 16 sacos.	Colocar palete à altura da Diosna para evitar deslocações.	Alto	Alto	B
Fabrico (Prod.Y)	Processos em excesso / Movimentações	Uma abordagem manual exige que o indivíduo transfira o material de um recipiente da Glatt para Frewitt, utilizando um copo.	Investir numa bomba de aspiração.	Alto	Alto	B
Fabrico (Prod.Y)	Espera / Processos em excesso / Defeito	O RT3 é difícil de montar. O operador tinha as ferramentas e os parafusos corretos, mas não sabia como os utilizar devido à falta de conhecimentos sobre aspetos cruciais do processo. Por exemplo, não secou corretamente as punções, o que provocou atrasos. Em vez de montar a máquina numa manhã, passou um dia inteiro a trabalhar nela e só a pôs a funcionar no dia seguinte. Também teve de pedir a um colega para o ajudar a limpar a máquina.	Recomenda-se criar um procedimento de desmontagem e montagem, no qual seja identificada a ordem das tarefas e as ferramentas necessárias para efetuar o ajuste. É necessário identificar o local na máquina onde a dureza, a massa e a espessura são ajustadas. Para o efeito, deve ser definida a instrução para o produto em questão, de modo a determinar os parâmetros específicos.	Baixo	Alto	D
Embalamento	Defeito / Processos em excesso	O processo de arranque de uma máquina resulta na produção de uma quantidade considerável de desperdícios.	Recomenda-se que as definições da máquina sejam parametrizadas de forma a evitar a produção de resíduos. Esta parametrização deve ser efetuada para os pontos críticos da máquina através de OPL (<i>One Point Lesson</i>).	Baixo	Alto	D
Manutenção	Processos em excesso / Espera	Falta de conhecimento técnico para todas as máquinas.	Recomenda-se a criação de cursos de formação para técnicos com o objetivo de facilitar a partilha de conhecimentos. A criação de documentação adequada para que todos os técnicos desempenhem as mesmas funções. A	Alto	Alto	B

			normalização dos procedimentos de resolução de problemas e de <i>setup</i> .			
Fabrico (Prod.X)	Processos em excesso / Espera	A linha da MG2 não é contínua. À saída da máquina, passa para uma zona de armazenamento onde um operador procede a uma inspeção e, em seguida, transfere-a manualmente para o polidor e detetor de metais. Isto deve-se ao facto de a máquina produzir ocasionalmente poeiras sem as depositar na cápsula. No caso de este pó entrar no polidor, o mesmo espalha-se e suja diversas cápsulas.	Criar uma calha com orifícios que impedem o pó de entrar no polidor e detetor de metais.	Baixo	Alto	D
Manutenção	Processos em excesso / Defeitos	Falta de comunicação na equipa sobre as intervenções realizadas nas máquinas e avarias que ocorreram em cada turno.	Normalização do registo de falhas e da comunicação com a produção.	Baixo	Alto	D
Embalamento	Processos em excesso	Problemas no OEE - falta de capacidade de recolha de dados	Criação de um <i>Dashboard</i> que demonstra a forma como os indicadores e a formação são avaliados. Ajuda aos operadores na resposta às dúvidas. Este processo é digitalizado com a ajuda de um sistema de execução da produção (MES).	Baixo	Baixo	C
Embalamento	Processos em excesso/Defeitos	Verificação manual dos rótulos na Tecnomaco.	Melhorar o sistema de impressão de dados variáveis na etiqueta através da criação de um sistema de transferência de etiquetas da etiquetadora para o carregador.	Alto	Alto	B
Embalamento	Processos em excesso	Velocidades teóricas das linhas incorretamente especificadas.	Efetuar um levantamento das velocidades praticadas em cada linha para calcular as velocidades máximas teóricas. Deverá ser realizado um aumento estruturado da velocidade.	Baixo	Baixo	C
Fabrico (Prod.Y)	defeito	O produto é frequentemente observado a sair da Frewitt.	Colocar uma borracha na Frewitt.	Baixo	Baixo	C
Embalamento	Defeito	O papel do operador de manutenção é reparar peças utilizando máquinas nas mesas de produção limpas. No entanto, os mecânicos trabalham frequentemente em mesas ou mesmo em tapetes de máquinas, o que pode levar à contaminação das mesas de trabalho e a potenciais danos na linha de produção.	Utilização dos carrinhos de manutenção para transporte de ferramentas e mesa de trabalho.	Baixo	Baixo	C

6.2 Plano de Ação das alterações ao planeamento

Como já foi referido, o processo de planeamento sofreu uma evolução significativa. À luz destes desenvolvimentos, surgiu a necessidade de implementar um plano de ação estruturado para esta fase crucial da estrutura organizacional. Em colaboração com o diretor de produção, foi desenvolvido um conjunto de iniciativas para resolver as principais causas das faltas de material. Estas ações consistiam em várias tarefas, com a atribuição adequada de responsabilidades a cada uma delas.

Posteriormente, foram feitas reuniões individuais com os responsáveis por cada tarefa. Nestas reuniões, foram estabelecidos os prazos necessários para a realização de cada tarefa, bem como os recursos necessários para a sua concretização. Para além disso, foram também definidas as datas de início e as prioridades de cada tarefa.

Posteriormente, foi criado um documento Excel com toda a informação e ferramentas necessárias para a realização das tarefas planeadas. A página inicial do documento (Figura 6.2) apresenta o índice de desempenho do plano, que é calculado com base no rácio entre as tarefas concluídas e as tarefas planeadas para o período especificado. O gráfico da direita apresenta a percentagem de estado de cada projeto, ou seja, a percentagem de tarefas concluídas, atrasadas, reprogramadas e em curso, bem como o número de tarefas em cada uma destas categorias.

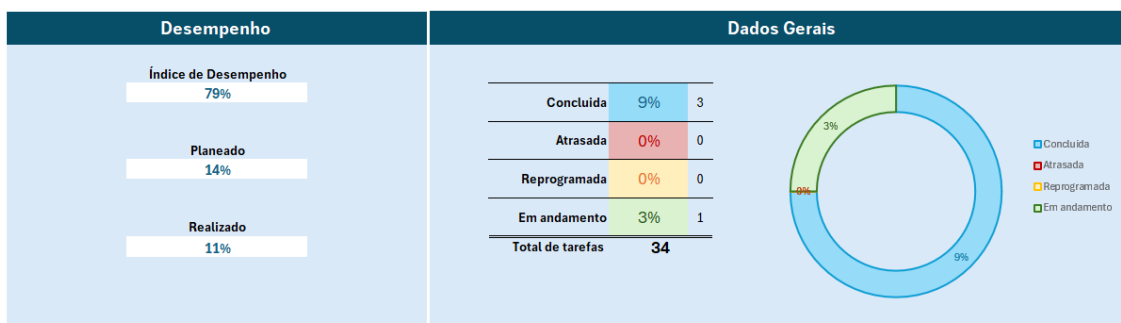


Figura 6.2 - Visão geral do plano de ação apresentada na página inicial do *Excel*, onde são detalhados o índice de desempenho, as percentagens de ações planeadas e realizadas, e a distribuição percentual das ações nos estados de "concluída", "alterada" e "reprogramada".

A segunda página do Excel contém a tabela principal, que organiza as tarefas e prioridades das tarefas a realizar. Cada ação é atribuída a um indivíduo específico, normalmente a pessoa responsável pela área diretamente relacionada à ação. Além disso, a tabela especifica os recursos necessários para a realização de cada tarefa, que podem ser de natureza humana ou material. A quantificação destes recursos foi realizada em conjunto com a pessoa responsável pela tarefa, com o objetivo de garantir que os recursos identificados estão alinhados com os requisitos específicos. Em muitos casos, o indivíduo encarregado de uma determinada função pode necessitar da assistência de uma equipa dedicada para cumprir as tarefas necessárias.

Além disso, foi calculado o tempo estimado necessário para completar cada tarefa e a duração total em dias. A título de exemplo, uma tarefa pode necessitar apenas de duas horas de trabalho efetivo, mas pode exigir dez dias para ser concluída devido à disponibilidade parcial dos recursos humanos, que continuam a desempenhar as suas atividades normais na empresa. Além disso, a coordenação de reuniões pode necessitar de um período mais longo para alinhar a disponibilidade de todos os participantes e organizar a documentação necessária.

Posteriormente, foram definidas as datas de início de cada tarefa, tendo em conta a sequência das operações. Após a formulação destas indicações, o quadro foi apresentado numa reunião a todos os responsáveis pelo cumprimento das ações de acompanhamento e avaliação. Esta fase é de extrema importância para garantir que as atividades são devidamente acompanhadas e que os prazos estipulados são cumpridos. Algumas avaliações podem basear-se *Key Performance Indicators* (KPI), nomeadamente para aquelas que requerem uma implementação e integração contínua no sistema e na organização da equipa.

Na mesma reunião, foi designada a pessoa responsável pela manutenção da tabela, a quem caberá registar a percentagem de cada tarefa concluída e fazer os ajustes necessários no cronograma.

Este processo permitiu que toda a equipa reconhecesse a necessidade e a importância de implementar medidas para regular e melhorar a gestão das deficiências materiais. A Tabela 6.2 apresenta um excerto parcial do plano de ação, enquanto a tabela completa pode ser encontrada no Anexo G.

Tabela 6.2 - Excerto da proposta do plano de ação para o planeamento da produção.

Ações	Nível de Prioridade	Tarefas	Responsável pela Tarefa	Área	Recursos Necessários			Data Início	Data Fim	Dias Passados	% Concluída	% Planeada	Status	Avaliação/ Tracking
					Recursos Humanos (px) e Materiais	Tempo necessário (h)	Duração Prevista Total (dias)							
Parametrização do sistema (ERP) (MES)	2	Reunir as informações necessárias e inseri-las no sistema de <i>Lead times</i> de análises	Supervisor da área	CQ	2	100	35	01/09/2024	06/10/2024					Nº de <i>lead times</i> introduzidos no sistema corretos / Nº total de <i>lead times</i> a introduzir no sistema
	3	Reunir as informações necessárias e inseri-las no sistema de <i>Lead times</i> de produção de cada máquina (roteiros)	Diretor de Produção	Produção	1	20	10	04/07/2024	14/07/2024	19,00	100%	100%	Concluída	Número de <i>lead times</i> de produção inseridos corretamente / Número total de <i>lead times</i> a inserir.
	1	Reunir as informações necessárias e inseri-las no sistema de <i>Lead times</i> de fornecedores por material	Diretor de Logística	Logística	3	100	120	30/09/2024	28/01/2025					Número de <i>lead times</i> de fornecedores inseridos corretamente / Número total de <i>lead times</i> de fornecedores a inserir.
	2	Reunir as informações necessárias e inseri-las no sistema de <i>stock</i> mínimos para garantir Nível de serviço	Diretor de Logística	Logística	3	100	120	30/09/2024	28/01/2025					Número de níveis de <i>stock</i> mínimo corretamente inseridos / Número total de níveis de <i>stock</i> a inserir.
	1	Correção da lista atual de Fornecedores no sistema e de itens ativos	Diretor de Logística	Logística	4	70	35	26/08/2024	30/09/2024					Número de fornecedores e itens corrigidos corretamente / Número total de fornecedores e itens a corrigir.
	2	Atualizar custos de centros de trabalho (constituído por várias máquinas)	Diretor de Engenharia	Engenharia	1	28	45	01/09/2024	16/10/2024					Número de centros de trabalho com custos atualizados corretamente / Número total de centros de trabalho a atualizar.

6.3 Proposta de Melhoria para o operador logístico

Durante a observação dos *setups*, verificou-se que existem várias atividades que poderiam ser realizadas por um operador logístico na área de embalagem, aliviando assim a carga de trabalho do supervisor, dos operadores e dos técnicos de manutenção. O papel do operador logístico seria o de realizar tarefas que, apesar de essenciais, seriam mal aproveitadas se fossem desempenhadas pelo supervisor ou por técnicos qualificados.

O operador logístico servirá como elo de ligação entre os vários intervenientes no processo de *setup*, facilitando a coordenação e a execução de atividades secundárias, contribuindo assim para uma maior eficiência operacional. As atividades que podem ser delegadas ao operador logístico incluem:

- **Preparação e Organização de Materiais:** Caberá ao operador logístico assegurar que todos os materiais e ferramentas necessários sejam disponibilizados e organizados antes do início do processo de *setup*. Isto serviria para reduzir o tempo de inatividade e melhorar a eficiência global do processo.
- **Movimentação de Produtos e Componentes:** O transporte interno de produtos e componentes entre diferentes áreas de produção e armazenamento pode ser atribuído ao operador logístico, libertando assim os operadores e técnicos para se concentrarem nas suas responsabilidades principais.
- **Assistência em Tarefas de embalagem:** O operador logístico pode prestar assistência na preparação e embalagem dos produtos acabados, assegurando assim que estas atividades sejam realizadas de forma consistente e padronizada.
- **Coordenação de Atividades de Suporte:** O envolvimento de um operador logístico facilitaria uma coordenação mais eficaz das tarefas de apoio durante a fase de *setup*, garantindo assim a satisfação atempada das necessidades dos operadores e dos técnicos.
- **Apoio ao Supervisor:** o papel do operador logístico consistiria em libertar o supervisor de algumas das responsabilidades administrativas e de coordenação, permitindo-lhe assim concentrar-se nas tarefas estratégicas de supervisão e de decisão. Além disso, o operador logístico seria encarregue de aprovar as linhas, evitando assim eventuais atrasos.

Para garantir a viabilidade desta solução, foram efetuados cálculos exaustivos para verificar se existiam atividades suficientes para justificar a contratação de uma pessoa a tempo inteiro. A primeira etapa deste cálculo consistiu em identificar as funções que seriam da responsabilidade do operador logístico, com base nas observações feitas. No entanto, a frequência de ocorrência destas tarefas é variável, pelo que foram organizadas em várias tabelas (Tabela 6.3, Tabela 6.4, Tabela 6.5, Tabela 6.6 e Tabela 6.7) de acordo com as fases de cada *setup*:

Tabela 6.3 - Atividades atualmente realizadas pelo técnico de manutenção, com carácter preparatório e pós-montagem e afinação. Estas atividades estão presentes em SMP e na máquina da linha do produto X.

Setup realizado pelo mecânico (Medisel)		SC	SMP
Procurar por paletes para transporte de peças	00:04:00		X
Seleção e recolha de peças dos armários de formatos	00:10:00		X
Levar palete com as peças para a sala	00:02:00		X
Levar palete vazia e ferramentas para a sala	00:02:00		X
Ir buscar PVC e Alumínio (lote mais antigo)	00:02:00		X
Seleção de peças limpas na sala de lavagem	00:02:00		X
Transporte das peças para a máquina	00:13:00		X
Ir buscar peças de formato para a encartonadora	00:02:46		X
Ir buscar materiais para abastecimento (começar pelas frações)	00:04:00		X
Ir buscar peças de formato	00:02:00		X
Arrumar sala e linha	0:11:40		X
Ir buscar sacos do lixo	0:00:30		X
Arrumar lixo	0:01:00		X
Arrumar peças	0:15:00		X
Documentação	00:01:00		X
Total		00:00:00	01:12:56

Tabela 6.4 - Tarefas realizadas pelos operadores na finalização dos lotes/produtos anteriores. Algumas atividades são realizadas em SC e outras em SMP que ocorrem em todas as linhas.

Finalizar produção do produto anterior		SC	SMP
Remoção do produto acabado e amostra da sala	00:10:00	X	X
Devoluções do outro produto (alumínio, selos, literatura, cartonagens)	00:09:00	X	X
Esvaziar linha e sala (retirar todo o material do produto anterior)	00:07:20		X
Documentação de fim de lote (rendimentos e contagem do nº de caixas agrupadoras)	00:09:00	X	X
Organizar peças e colocar no carro de transporte	00:03:20		X
Preenchimento da documentação e etiquetas de limpeza	00:07:00	X	X
Transporte das peças para a sala de lavagens	00:10:00		X
Total		00:35:00	00:55:40

Tabela 6.5 - Atividades de abertura de linha, onde se inicia a produção do novo lote/produto. Estas atividades são comuns em SC e SMP e ocorrem em todas as linhas.

Abrir sala para o produto seguinte		SC	SMP
Conferência de materiais	00:15:00	X	X
Entrada de matérias na sala	00:10:00	X	X
Aprovação da linha	00:05:00	X	X
Total		00:30:00	00:30:00

Tabela 6.6 - Atividades atualmente realizadas pelo técnico de manutenção, com carácter preparatório e pós-montagem e afinação. Estas atividades estão presentes em SMP e na máquina da linha do produto Y.

Setup mecânico (Tecnomaco)		SC	SMP
Arrumar peças	00:05:20		X
Trazer a calha das tampas	00:01:00		X
Ir buscar tremonha	00:00:30		X
Ir buscar guia + estrela	00:01:32		X
Ir buscar suporte para estrela	00:11:39		X
Transporte das peças para a sala	00:10:00		X
Ir buscar mangueira	00:02:00		X
Documentação	00:01:00		X
Total		00:00:00	00:33:01

Tabela 6.7 - Atividades atualmente realizadas pelo técnico de manutenção, com carácter preparatório e pós-montagem e afinação. Estas atividades estão presentes em SMP e são genéricas para todos os outros SMP das linhas que não foram analisadas detalhadamente nesta.

Setup mecânico Restantes máquinas		SC	SMP
Preparação dos formatos	00:10:00		X
Arrumação do formato antigo	00:15:00		X
		00:00:00	00:25:00

A fase final de contabilização, representada na Tabela 6.8, consistiu na contagem do número de *setups* ocorridos e do número de horas correspondentes. Durante o período de recolha de dados OEE, foram contabilizados 53 SC em todas as linhas de embalagem e 40 SMP em todas as linhas, dos quais 3 na linha de produto X e 6 na linha de produto Y. Posteriormente, a soma dos tempos de cada fase de *setup* foi multiplicada pelo número de vezes que ocorreram no período de um mês de análise.

Tabela 6.8 - Apresenta a soma do número de horas que os operadores logísticos despendem em cada situação de *setup*, bem como o número de *setups* estimados para ocorrer mensalmente, com base nos dados recolhidos. Esta análise permite calcular o total de horas dedicadas.

		Horas dedicadas do operador logístico a cada <i>setup</i>	Número de <i>setup</i> por mês		
SC	Todas as linhas	01:05:00	53	53,00	h
SMP	Todas (antes e depois)	01:25:40	40	60,00	h
	Outras linhas (mecânico)	00:25:00	31	13,00	h
	Mediseal (mecânico)	01:12:56	3	4,00	h
	Tecnomaco (mecânico)	00:33:01	6	3,00	h
Total de horas				133,00	h

Obteve-se, assim, um total de 133 horas de tempo operacional para o operador logístico, dado um máximo de 176 horas disponíveis num mês. Conclui-se, assim, que a contratação de um operador logístico dedicado teria uma taxa de ocupação de cerca de 76%. Seria, portanto, viável empregar uma pessoa dedicada a estas tarefas, mas seria necessária uma análise custo-benefício para determinar a viabilidade económica desta proposta (ver na Tabela 6.9).

Tabela 6.9 - Horas disponíveis para um funcionário com uma carga horária de 8 horas diárias ao longo de 22 dias por mês, considerando dois cenários de ocupação: 100% e 70%. Estes valores permitem avaliar a disponibilidade total de horas de trabalho em cada cenário.

Horas de trabalho disponíveis =	176
70% de produtividade =	123,2

É igualmente relevante salientar que estes cálculos foram realizados tendo em conta os dois turnos de embalagem. Por conseguinte, seria prudente que o operador logístico trabalhasse num horário que lhe permitisse apoiar os dois turnos. Como a maioria das atividades são externas, elas podem ser realizadas com antecedência, já que não é viável que o operador logístico esteja 100% disponível nos dois turnos.

Além disso, embora estes tempos sejam estimados sem as melhorias implementadas e com o entendimento de que, após a implementação das referidas melhorias, algumas durações serão mais curtas, deve notar-se que nem todas as atividades pelas quais o operador logístico pode ser responsável foram contabilizadas. Para além da aprovação das linhas, o supervisor é atualmente responsável pela gestão do *stock* de materiais e pela impressão de etiquetas para as caixas de agrupamento, que não foram incluídas nos cálculos acima referidos. Uma vez implementadas as melhorias acima referidas, seria prudente efetuar novos cálculos e atribuir tarefas adicionais ao operador logístico.

A implementação de um operador logístico não só resultaria na redução do desperdício de recursos, como também facilitaria um processo de *setup* mais eficiente e agilizado, aumentando assim a produtividade e a eficiência globais da equipa. O papel estratégico facilitaria uma maior organização e coordenação entre as várias partes envolvidas, reduzindo assim a probabilidade de atrasos ou interrupções e melhorando a eficiência operacional global.

Por fim, a criação da função de operador logístico representa um reforço substancial da otimização dos processos no domínio do embalagem. Isto é conseguido através de uma distribuição mais eficaz das responsabilidades e da capacidade de cada membro da equipa se concentrar nas suas competências principais.

MELHORIAS IMPLEMENTADAS

Este capítulo apresenta as melhorias contínuas que têm vindo a ser implementadas nas áreas da produção e manutenção da empresa. Tendo em conta as observações feitas no capítulo anterior e as dificuldades e limitações identificadas, foram implementadas técnicas e ferramentas com o objetivo de melhorar os processos, otimizar a eficiência operacional e garantir o cumprimento de normas rigorosas. A análise inclui uma descrição técnica das intervenções e a demonstração do impacto positivo na produtividade e na qualidade dos produtos farmacêuticos.

7.1 Elaboração do *Dashboard* no *Power BI*

A primeira melhoria introduzida durante a fase de desenvolvimento do projeto foi a criação de um *dashboard* com recurso à ferramenta *Power BI*. Embora os dados tenham sido inicialmente introduzidos numa folha de cálculo *Excel* com algumas funcionalidades, tornou-se evidente a necessidade de uma representação gráfica mais intuitiva e de fácil análise e interpretação. Desta forma, a empresa pôde, numa fase inicial, continuar a recolha de dados com as folhas de registo e introduzi-los no *dashboard*, facilitando assim a análise do indicador OEE. A capacidade de transformar dados brutos em gráficos interativos e *dashboards* visuais contribuiu substancialmente para a compreensão dos indicadores de desempenho.

O *dashboard* desenvolvido em *Power BI* (ver a Figura 7.1 e Figura 7.2) está estruturado de forma abrangente e intuitiva, facilitando a análise dos dados de produção. A interface permite ao utilizador selecionar a área a analisar, que pode ser o fabrico, o embalamento ou a fábrica como um todo. Após esta seleção, é possível aplicar filtros adicionais com base em máquinas específicas ou períodos de análise, proporcionando assim uma visão detalhada e segmentada.

Os principais indicadores apresentados incluem o OEE, o desempenho, a disponibilidade e a qualidade da área em análise. Além disso, o painel de controlo fornece uma representação visual abrangente dos indicadores acima mencionados para cada máquina individual, facilitando uma análise detalhada e precisa.

Um gráfico é um componente principal do painel de controlo. Apresenta as paragens por ordem decrescente do tempo total para a área em estudo. Ao interagir com o gráfico, os utilizadores podem aceder a informação detalhada sobre as encomendas que sofreram um tipo específico de paragem, incluindo o tempo total associado a essa paragem. Isto permite uma compreensão abrangente da extensão e duração de cada tipo de inatividade para as encomendas em questão.

Para facilitar uma análise mais rápida e precisa, o gráfico de barras OEE das máquinas permite a atualização dinâmica dos dados de paragens. Ao clicar numa barra correspondente a uma máquina específica, os dados relativos à máquina em questão são automaticamente atualizados.

Além disso, ao clicar no botão “Planeado vs. Atingido”, o painel de controlo apresenta uma tabela abrangente que inclui dados relativos à máquina, à ordem de produção, ao produto, à duração da produção programada e ao tempo real necessário. Além disso, a tabela inclui tempos de paragem categorizados (avaria, espera e planeado), que permitem uma análise comparativa entre o tempo planeado e o tempo real, bem como uma visão geral detalhada dos tempos de paragem.



Figura 7.1 - Página inicial do *dashboard*.

A incorporação deste *dashboard* no *Power BI* facilitou uma visualização mais lúcida e expedita dos dados de produção, aumentando assim a capacidade de análise e de tomada de decisão. No entanto, tal como referido no plano de ação, o objetivo final é a implementação de um sistema MES (*Manufacturing Execution System*). O objetivo deste sistema é aumentar a precisão e a conveniência do processo de recolha de dados, automatizando a recolha de informações diretamente das operações de produção. A implementação do sistema MES não só aumentará a precisão dos dados, como também reduzirá o tempo e o esforço necessários para os recolher e analisar. Isto facilitará uma gestão mais eficiente e ágil dos processos de produção.



Figura 7.2 - Janela detalhada do dashboard.

7.2 Melhoria na Automação da Linha de Produção do Produto X

A análise das linhas de produção na área de fabrico revelou a presença de um número considerável de processos manuais, particularmente no caso da máquina de compressão do produto X. O operador responsável por esta máquina é obrigado a realizar uma série de atividades para garantir o bom funcionamento do processo. No entanto, o volume de tarefas excede frequentemente a capacidade de um único indivíduo para as completar de forma eficiente. As principais operações manuais são as seguintes:

- Abastecimento manual do *bulk* e das cápsulas.
- Substituição dos baldes no fim da linha quando cheios.
- Remoção do produto NOK detetado pela máquina.
- Realização do IPC a cada 30 minutos, que requer a saída da sala por aproximadamente 10 minutos.
- Análise das cápsulas entre na máquina de enchimento de cápsulas e o polidor/detector de metais, para verificar se estão completas e devidamente fechadas.

Atualmente, entre a máquina de enchimento e o polidor/detector de metais, existe um recipiente no qual o operador verifica manualmente se as cápsulas estão corretamente fechadas e completas. Isto deve-se ao facto de, em certos casos, o compressor abrir a cápsula e inserir a substância comprimida, mas não conseguir voltar a fechar corretamente a cápsula, resultando na produção de produtos NOK. Posteriormente, o operador analisa manualmente as cápsulas que saem do compressor, identificando as que estão incompletas e transferindo-as manualmente para o desempilhador. Estas são então automaticamente encaminhadas para o detector de metais e finalmente para o balde.

A multiplicidade de tarefas e a natureza complexa do processo resultam frequentemente em perdas de eficiência. Para melhorar a situação atual, foi concebida uma calha de teste com a intenção de selecionar automaticamente cápsulas incompletas antes da sua entrada no despoeirador. A calha foi desenvolvida em colaboração com a equipa e concebida para funcionar de forma integrada com o processo existente.

A calha, representada na Figura 7.3, foi concebida com orifícios em forma de losangos, sendo que as cápsulas completas, que são mais compridas, passam através dos losangos e continuam o seu percurso. Em contrapartida, as cápsulas incompletas, que são mais curtas, desequilibram-se e caem, resultando numa separação automática. A conceção permite uma seleção eficaz e automatizada das cápsulas, reduzindo assim a necessidade de intervenção manual.

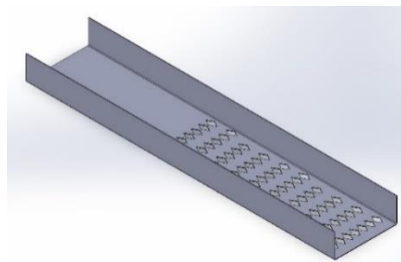


Figura 7.3 - Calha desenhada em *Solidworks* para testar no fim da máquina de enchimento de cápsulas do produto X.

O Anexo H inclui o desenho técnico do componente, incluindo todas as dimensões necessárias para a sua produção. É imperativo respeitar o desenho técnico para garantir que a calha seja fabricada de acordo com as especificações exatas, permitindo o funcionamento adequado do sistema de seleção de cápsulas de forma a que a cápsula vazia passe corretamente pela estrutura projetada.

A proposta para a calha inclui:

- **Seleção das cápsulas incompletas:** A calha foi concebida com dimensões específicas que permitem o desvio das cápsulas vazias ou incompletas, enquanto as restantes seguem para o despoletador.
- **Redução da carga de trabalho manual:** Diminuindo o número de tarefas manuais que o operador deve realizar, permitindo maior foco em outras atividades essenciais.
- **Aumento da eficiência e consistência:** Garantindo que apenas cápsulas completas e corretamente fechadas avancem para as próximas etapas do processo.

Antes da fase final de implementação, a calha será submetida a uma série de testes para verificar a sua eficácia e funcionalidade no contexto de um ambiente de produção real. O objetivo desta melhoria é duplo: por um lado, automatizar certos processos e, por outro, aumentar a eficácia operacional e a qualidade do produto final, reduzindo a carga de trabalho dos operadores.

7.3 Implementação da Ferramenta SMED nas linhas de embalagem

Um dos principais propósitos desta dissertação foi o de melhorar a funcionalidade da organização em questão, um objetivo que foi perseguido através da utilização da ferramenta SMED. A fase inicial da ferramenta consistiu numa análise exaustiva do *setup*, com o objetivo de conhecer as tarefas realizadas e as interações entre os diferentes departamentos. Após esta observação, tornou-se evidente que os pré-requisitos para a implementação eficaz da ferramenta, nomeadamente as condições

necessárias e a estabilidade do processo, ainda não estavam reunidos. No decurso das observações, tornou-se evidente que não existia uma sequência claramente definida para a realização das tarefas. Consequentemente, cada operador e técnico executava as tarefas de acordo com a sua experiência e conhecimentos individuais.

Para resolver este problema, foi realizada uma reunião entre a equipa de supervisores das áreas de produção e manutenção, durante a qual foi definido o estado atual e criado um gráfico de planeamento (Figura 5.17 no Capítulo 5). O diagrama foi utilizado para delinear as responsabilidades associadas a cada tarefa, a duração prevista dessas tarefas e as precedências necessárias. Posteriormente, foi imperativo reunir a equipa de técnicos de manutenção e os seus supervisores para determinar, em colaboração, o procedimento a executar no estado inicial, com o objetivo de estabelecer a estabilidade do processo.

A formulação de uma sequência estruturada de tarefas para o *setup* permitiu a realização de observações adicionais, com o objetivo de determinar o tempo para cada atividade. Posteriormente, o tempo médio foi calculado com base nos dados obtidos nas várias observações. Esta abordagem analítica foi então aplicada aos *setups* mais longos do SMP nas duas linhas em estudo. É importante sublinhar que estas configurações representam os cenários mais complexos, englobando todas as atividades realizadas no SC.

7.3.1 Estágio preliminar - listagem e todas as tarefas

A fim de reduzir os tempos de *setup*, o primeiro passo obrigatório na implementação da ferramenta SMED consiste em efetuar uma observação e análise completa das atividades de *setup* existentes. Esta fase é fundamental para conhecer a metodologia atual, detetar eventuais ineficiências e discrepâncias nas técnicas utilizadas. Durante o período de observação, para além de registar os tempos de cada atividade, foi construído um diagrama de esparguete, que mapeia o movimento dos operadores e técnicos durante a fase de *setup* (ver a Figura 7.4 e Figura 7.5). Para além disso, foram identificadas as principais fontes de ineficiência, o que permitiu uma compreensão abrangente das áreas essenciais que requerem atenção para melhorar o processo.

Os principais desperdícios identificados foram:

- Ir buscar peças em várias viagens
- Não trazer o material de limpeza todo de uma só vez
- Montagem de peças erradas devido a enganos no formato
- Operadores desmontam peças desnecessárias da alimentação da máquina
- Mecânicos vão buscar peças à sala de higienização, tarefa que deveria ser realizada pelos higienizadores
- Operadores não utilizam as escalas existentes nas máquinas
- Falta de organização nos formatos
- Ausência de um levantamento das afinações
- Falta de um manual para novos mecânicos aprenderem a mudar os formatos

7.3.2 Estágio 1: Separação das atividades internas e externas

O objetivo neste momento é distinguir entre atividades internas e externas. Durante a observação dos *setups*, verificou-se que todas as operações eram realizadas após a interrupção do funcionamento do equipamento. No entanto, foram identificados alguns elementos do processo de mudança que podiam ser realizados com o mínimo ou nenhuma alteração enquanto o equipamento estava em funcionamento. Estes elementos foram posteriormente classificados em duas categorias: “antes”, referente aos que devem ser realizados antes da paragem de funcionamento do equipamento, e “depois”, referente aos que devem ser realizados após a referida paragem.

Para verificar se este elemento podia ser realizado com o equipamento em funcionamento, foi colocada a seguinte questão: “É possível realizar este elemento, tal como é atualmente realizado ou com pequenas alterações, com o equipamento em funcionamento?”

O resultado desta fase foi um quadro, apresentado na Tabela 7.1, que enumera as atividades que podem ser realizadas externamente, tal como são realizadas atualmente. Esta tabela inclui também a numeração de cada atividade nos *setups* de cada produto, uma vez que existem atividades específicas para os *setups* de determinadas linhas. Adicionalmente, a tabela ilustra a categorização das tarefas como elementos externos “antes” e “depois” da paragem do equipamento, respetivamente, juntamente com as poupanças de tempo associadas.

Tabela 7.1 - Lista de atividades que podem passar a externas conforme executadas atualmente.

Nº	Atividades	Setup - produto		I/E	Antes /depois	Benefício	
		A	B			A	B
	Limpeza da máquina						
11	Preparar detergentes para lavagem da máquina	X	X	E	Antes	00:07:20	00:07:20
12	Deslocação para levar detergentes para a sala	X	X	E	Antes	00:07:50	00:07:50
	Limpeza das peças						
17	Preparar detergentes	X	X	E	Antes	00:10:00	00:10:00
31	Limpar carro	X	X	E	Antes	00:06:00	00:06:00
	Limpeza da sala (chão e teto)						
33	Prepara material para limpeza (balde e aspirador)	X	X	E	Antes	00:05:10	00:05:10
34	Transporte do material para a sala (2 viagens)	X	X	E	Antes	00:10:00	00:10:00
	Setup mecânico (Produto X)						
44	Procurar por paletes para transporte das peças	X		E	Antes	00:04:00	
45	Seleção e recolha de peças dos armários de formatos	X		E	Antes	00:10:00	
46	Levar palete com as peças para a sala	X		E	Antes	00:02:00	
47	Levar palete vazia e ferramentas para a sala	X		E	Antes	00:02:00	
84	Ir buscar PVC e Alumínio (lote mais antigo)	X		E	Antes	00:02:00	
	Encartonadora						
103	Ir buscar peças de formato para a encartonadora	X		E	Antes	00:02:46	
104	Ir buscar materiais para abastecimento (começar pelas frações)	X		E	Antes	00:04:00	
	IMA						
114	Ir buscar peças de formato	X		E	Antes	00:02:00	
	FIM						
125	Ir buscar sacos do lixo	X		E	Antes	00:00:30	

127	Arrumar peças	X		E	Depois	00:15:00	
Setup mecânico (Produto Y)							
	CMI						
52	Arrumar peças		X	E	Depois		00:05:20
53	Trazer a calha das tampas		X	E	Antes		00:01:00
55	Ir buscar tremonha		X	E	Antes		00:00:30
57	Ir buscar guia + estrela		X	E	Antes		00:01:32
59	Ir buscar suporte para estrela		X	E	Antes		00:11:39
	Rotuladora						
83	Ir buscar mangueira		X	E	Antes		00:02:00

Após a identificação das atividades que poderiam ser realizadas enquanto a máquina estava operacional, foi alcançada uma redução notável no tempo de *setup*. A Tabela 7.2 ilustra a extensão dos ganhos, demonstrando uma redução de aproximadamente 1 hora e 30 minutos no *setup* do produto X e uma redução de cerca de 1 hora no *setup* do produto Y.

Tabela 7.2 - Quadro resumo com as melhorias alcançadas no estágio 1 em cada *setup*.

	Setup – Produto X	Setup – Produto Y
Estágio 0	11:29:09	7:06:12
Estágio 1	9:58:33	5:57:51
Melhoria	1:30:36	1:08:21

No Estágio 1, o resultado foi um quadro que indica que, na fase atual, todas as tarefas são de natureza interna. No entanto, foram identificadas nesta lista tarefas que poderiam ser realizadas externamente. O resultado desta fase é uma lista atualizada de elementos de mudança, dividida em três secções. Os elementos podem ser classificados da seguinte forma: elementos externos (antes da mudança), elementos internos (durante a mudança) e elementos externos (após a mudança). Esta lista de atividades com a respetiva classificação pode ser encontrada nos Anexo J.

7.3.3 Estágio 2: Converter atividades internas em externas

No estágio 2, o objetivo é analisar as restantes atividades internas com vista a converter o maior número possível delas em atividades externas. Para atingir este objetivo, foi elaborada uma tabela com a listagem das tarefas suscetíveis de serem convertidas, bem como os requisitos específicos para essa conversão. Quando aplicável, os custos necessários e os benefícios potenciais foram devidamente considerados. A equipa utilizou uma abordagem dupla para identificar estas atividades. Em primeiro lugar, consideraram o potencial de tornar cada elemento externo e, em segundo lugar, exploraram os meios pelos quais isso poderia ser conseguido. Posteriormente, as tarefas foram reorganizadas numa lista de elementos potenciais para consideração futura, tal como representada na Tabela 7.3.

Tabela 7.3 - Lista de atividades que estão condicionadas para serem convertidas em externas.

Nº	Atividades	SETUP - PRODUTO		I/E	Necessário para converter	Antes/depois	Benefício para o produto	
		X	Y				X	Y
2	Devoluções do outro produto (alumínio, selos, literatura, cartonagens)	X	X	E	A	Depois	00:09:00	00:09:00
4	Documentação de fim de lote (rendimentos e contagem do nº de caixas agrupadoras)	X	X	E	A	Depois	00:09:00	00:09:00
10	Organizar peças juntas e colocar no carro de transporte	X	X	E	B	Antes	00:03:20	00:03:20
14	Preenchimento da documentação e etiquetas de limpeza	X	X	E	D	Depois	00:07:00	00:07:00
15	Arrumação do material de limpeza	X	X	E	C	Depois	00:05:00	00:05:00
16	Transporte das peças para a sala de lavagens	X	X	E	B	Depois	00:10:00	00:10:00
18	Passar água quente pelas peças pequenas	X	X	E	B	Depois	00:05:00	00:05:00
19	Passar e esfregar com detergente	X	X	E	B	Depois	00:36:35	00:21:20
20	Passar água da torneira	X	X	E	B	Depois		
21	Colocar na zona limpa	X	X	E	B	Depois		
22	Passar por água quente o tabuleiro	X	X	E	B	Depois	00:02:00	00:02:00
23	Passar detergente	X	X	E	B	Depois	00:04:40	00:03:40
24	Passar água quente	X	X	E	B	Depois		
25	Colar na zona limpa	X	X	E	B	Depois		
26	Passar água quente tremonha	X	X	E	B	Depois	00:01:20	00:01:20
27	Passar detergente	X	X	E	B	Depois	00:04:50	00:04:50
28	Passar água quente	X	X	E	B	Depois		
29	Colocar zona limpa	X	X	E	B	Depois		
30	Passar todas as peças por água purificada	X	X	E	B	Depois	00:28:00	00:18:30
32	Secar peças	X	X	E	B	Depois	00:30:00	00:22:00
43	Retirar equipamentos e material da sala e transportar para a sala de higienização	X	X	E	C	Depois	00:06:00	00:06:00
42	Documentação	X	X	E	D	Depois	00:07:30	00:07:30
94	Seleção de peças limpas na sala de lavagem	X		E	B	Antes	00:02:00	
95	Transporte das peças para a máquina	X		E	B	Antes	00:13:00	
124/85	Arrumar sala e linha	X	X	E	C	Depois	00:11:40	00:05:40
126	Arrumar lixo	X		E	C	Depois	00:01:00	
128/86	Documentação	X	X	E	D	Depois	00:01:00	00:01:00
62	Transporte das peças para a sala		X	E	B	Antes		00:10:00
129/87	Conferência de materiais	X	X	E	A	Antes	00:15:00	00:15:00
130/88	Entrada de materiais na sala	X	X	E	D	Antes	00:10:00	00:10:00
131/89	Documentação	X	X	E	D	Depois	00:25:00	00:25:00

Após a seleção das tarefas consideradas adequadas para a conversão em externas, a equipa procedeu ao seu agrupamento de acordo com as respetivas necessidades e obstáculos, que poderiam potencialmente impedir o processo de conversão. Cada justificação foi submetida a uma análise dos benefícios e custos associados, de modo a garantir que todos os fatores relevantes fossem tidos em conta no processo de tomada de decisão nesta fase do projeto (Tabela 7.4).

Tabela 7.4 - Ponderação do custo e do benefício para cada obstáculo.

		Benefício		Custo	Decisão
		X	Y		
A	Realizada pelo operador logístico	00:33:00	00:33:00	Não definido	Analisar no futuro
B	Outro conjunto de peças	02:20:45	01:42:00	23 000,00 €	Analisar no futuro
C	Não é viável deixar material / sala desarrumado	00:23:40	00:16:40	0,00 €	Não vai ser convertida
D	GMP	00:50:30	00:50:30	0,00 €	Não vai ser convertida

Realizada pelo operador logístico - Teoricamente, as operações associadas ao processamento das devoluções, à gestão da documentação e conferência dos materiais podem ser realizadas em simultâneo com o funcionamento contínuo do equipamento. No entanto, como estas tarefas são realizadas pelo operador, que está envolvido na produção enquanto a linha está operacional, a possibilidade de realizar estas atividades está intrinsecamente limitada ao período em que o equipamento está parado. Uma solução potencial para permitir a realização destas tarefas enquanto o equipamento está operacional é delegá-las num indivíduo alternativo, como o operador logístico, que poderia realizar estas tarefas externamente. No entanto, esta opção implica uma decisão estratégica que deve ser avaliada pela direção da empresa e, como tal, não será considerada nesta fase. Assim, na fase seguinte, será analisada a viabilidade de permitir que os operadores assumam estas funções com a máquina em repouso, em simultâneo com outras operações, com o objetivo de reduzir a indisponibilidade do equipamento.

Atividades de limpeza e transporte de peças de alimentação: Os componentes acima referidos, que estão em contacto direto com o produto e que se encontram na zona de alimentação da máquina, necessitam de limpeza devido à sua utilização na globalidade dos produtos produzidos nas linhas de produção acima referidas. A empresa dispõe apenas de uma peça de cada tipo para cada linha, o que obriga à aquisição de conjuntos adicionais para permitir a limpeza durante o funcionamento do equipamento. O custo estimado para a aquisição de um conjunto adicional de peças para cada linha é de aproximadamente 23.000 euros. Este valor representa o custo total dos dois conjuntos específicos, um para cada linha de produção. O custo acima mencionado resultaria numa redução de aproximadamente duas horas e meia e uma hora e meia no tempo de *setup* para as mudanças de produto em cada linha. A equipa concluiu que esta melhoria poderia ser considerada para futuras análises, uma vez que a atividade de limpeza pode ser realizada em paralelo com outras tarefas, sem causar atrasos ao técnico de manutenção e conseqüentemente ao *setup*.

Atividades de arrumação e gestão de resíduos: O benefício estimado das atividades relacionadas com a arrumação dos materiais após as intervenções e o transporte de equipamentos e resíduos é de aproximadamente 20 minutos por *setup*. No entanto, estas atividades são indispensáveis para manter um ambiente de trabalho higiénico e bem ordenado. Tendo em conta o benefício relativamente modesto em relação ao tempo total de *setup* e a importância destas tarefas para manter a

ordem e a limpeza no local de trabalho, a equipa optou por não implementar a conversão destas atividades nesta fase do projeto.

Atividades de documentação e etiquetagem: As tarefas de preenchimento de etiquetas e documentação no *logbook* para identificar a limpeza dos equipamentos e da sala, apesar de aparentemente poderem ser realizadas enquanto a máquina está em funcionamento, foram analisadas através da perspetiva dos requisitos da indústria farmacêutica. A necessidade de registar meticolosamente a hora e o local precisos das atividades de limpeza representa um desafio considerável no que diz respeito à conformidade e à integridade da documentação do processo. Apesar da vantagem de aproximadamente uma hora *setup*, foi determinado que transformar estas tarefas em tarefas externas era impraticável devido às implicações para a documentação e à necessidade de uma documentação rigorosa do processo.

Assim, como resultado do estágio 2, decidiu-se que, no presente momento, não serão realizadas conversões adicionais além das atividades identificadas no estágio anterior. Consequentemente, a redução no tempo de *setup* permanece inalterada.

7.3.4 Estágio 3: Simplificação de todos os aspetos

Por último, após a conversão de diversas atividades, é necessário melhorar e simplificar os restantes elementos, a fim de reduzir o tempo de execução. Para o efeito, a equipa analisou cada atividade e selecionou 12 melhorias prioritárias, começando pelas atividades internas e passando depois para as externas. Para cada atividade, foram identificadas as melhorias que teriam impacto.

A maioria das melhorias propostas destina-se a reduzir o tempo de *setup* executado pelo técnico de manutenção, uma vez que esta tarefa representa a fase de maior duração e, por consequência, a que oferece mais possibilidades de melhoria.

A Tabela 7.5 seguinte apresenta uma visão detalhada do *setup* executado na linha de produção Y em estudo. Inclui uma lista das tarefas, com as respetivas durações e identificações, bem como as atividades que já foram convertidas. Além disso, a tabela apresenta uma matriz que permite avaliar o impacto das melhorias planeadas em cada tarefa específica. A tabela com a mesma análise efetuada para a linha de produção X pode ser encontrada no Anexo K, bem como a tabela completa para a linha de produção Y.

Adicionalmente, foi compilada uma lista que inclui as tarefas identificadas de acordo com o processo de conversão efetuado no Estágio 1. A lista está organizada e dividida em três categorias: tarefas externas que antecedem a paragem, tarefas internas que ocorrem durante o *setup* e tarefas externas após a paragem. As listas acima referidas são apresentadas nos Anexo L.

Tabela 7.5 - Estágio 3 aplicado ao *setup* do produto Y. Tabela comprimida onde estão descritas as atividades bem como a respetiva duração e a classificação em atividade interna (I), externa (E). No caso da atividade ser classificada como externa pode ocorrer antes da paragem (A) ou depois da paragem (D). Em cada atividade foi também identificada que tipo de melhoria foi aplicada.

Nº	Atividades	Duração	I/E	Melhorias														
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	Remoção do produto acabado e amostra da sala	00:10:00	I															X
2	Devoluções do outro produto (alumínio, selos, literatura, cartonagens)	00:09:00	I															X
3	Esvaziar linha e sala (retirar todo o material do produto anterior)	00:07:20	I															X
4	Documentação de fim de lote (rendimentos e contagem do nº de caixas agrupadoras)	00:09:00	I															X
5-10	Desmontar peças de alimentação da máquina		I			X												X
11-16	Limpeza da máquina		E/I															X
17-32	Limpeza das peças		E/I														X	X
33-43	Limpeza da sala (chão e teto)		E/I															
Setup mecânico Tecnomaco																		
CMI																		
44	Desmontar CMI - calha das tampas + tremonha tampas	00:06:42	I									X			X			X
45	Tirar sensor		I								X	X			X			X
46	Desmontar parafusos cima calha		I									X			X			X
47	Desmontar tremonha		I									X			X			X
48	Desmontar parafuso baixo		I									X			X			X
49	Tirar calha		I									X		X			X	
50	Desmontar tampa de enroscar	00:00:50	I									X		X			X	
51	Tirar estrela e guia	00:02:12	I									X		X			X	
52	Arrumar peças	00:05:20	E D	X			X	X	X					X			X	
53	Trazer a calha das tampas	00:01:00	E A	X			X	X	X				X	X			X	
54	Montar calha das tampas	00:03:30	I							X	X			X			X	
55	Ir buscar tremonha	00:00:30	E A	X			X	X	X				X	X			X	
56	Montar tremonha	00:01:55	I									X		X			X	
57	Ir buscar guia + estrela	00:01:32	E A	X			X	X	X				X	X			X	
58	Montar guia + estrela	00:01:40	I									X		X			X	
59	Ir buscar suporte para estrela	00:11:39	E A	X			X	X	X				X	X			X	
60	Montar suporte para estrela	00:02:00	I									X		X			X	
61	Apertar calha	00:02:15	I							X	X			X			X	
Montar alimentação																		
62	Transporte das peças para a sala	00:10:00	I				X							X	X		X	

63	Montar peça em T	00:01:00	I									X		X		X	
64	Montar peça preta (lado esquerdo) (1º frente depois a de trás)	00:02:00	I									X		X		X	
65	Montar peça inox lado direito (1º frente depois atrás)	00:01:00	I									X		X		X	
66	Montar tremonha	00:01:40	I									X		X		X	
67	Montar peça de cotagem comprimidos e funil	00:02:00	I									X		X		X	
Tecnomaco																	
68	Afinar altura do funil da tecnomaco	00:05:30	I									X	X	X		X	
69	Afinar buffer e calhas tecnomaco		I								X	X	X	X		X	
70	Configurar máquina com o produto		I										X	X	X		X
CMI																	
71	Alimentação tremonhas tampas	00:03:00	I		X									X		X	
72	Montar sensor calha CMI		I										X		X		X
73	Afinar calha para CMI	00:02:30	I									X	X	X		X	
74	Afinar altura da guia da tampa	00:03:12	I									X	X	X		X	
75	Afinar altura de aperto da tampa (tem escala, mas não é utilizada)	00:22:00	I									X	X	X		X	
Rotuladora																	
76	Afinar rotuladora	00:27:00	I									X	X	X	X	X	
77	Trocar eixo do rótulo da literatura		I										X		X		X
78	Passar literatura pelos rolos (rótulo)		I		X								X		X		X
79	Carregar lote e validade	00:06:00	I									X		X		X	
80	Carregar parâmetros		I										X	X	X		X
Aspirador																	
81	Montar aspirador	00:12:00	I									X		X		X	
82	Colocar filtro		I										X		X		X
83	Ir buscar mangueira	00:02:00	E	A	X			X	X	X			X	X		X	
84	Montar mangueira	00:04:00	I									X		X		X	
85-86	FIM		I														
87-91	Início de produção do novo produto		I		X											X	

Posteriormente, serão apresentadas em pormenor as melhorias implementadas. Como indicado anteriormente, os quadros apresentados oferecem uma descrição pormenorizada das melhorias propostas para o processo de produção. Na próxima secção será feita uma explicação exaustiva de cada melhoria, com o objetivo de oferecer uma visão clara e detalhada das alterações introduzidas e da sua contribuição para a otimização das tarefas e do processo como um todo.

Implementação de 5S nos Armários dos Formatos

A implementação da metodologia 5S nos armários de formato foi realizada com o objetivo de melhorar a organização e a eficiência do armazenamento de peças, melhorando a acessibilidade e a identificação dos artigos necessários. Para iniciar este processo, foi imperativo colaborar com os técnicos de manutenção para identificar e classificar todos os componentes existentes nos armários.

A fase inicial do processo implicou a identificação dos componentes armazenados, a distinção entre os que pertencem ao formato específico e os que pertencem ao *stock*, e a determinação das suas respetivas localizações. Esta distinção era de importância primordial para garantir uma organização eficaz e precisa. Após a triagem inicial, cada peça foi identificada e associada ao formato correspondente, tendo sido atribuído um código interno a cada item para facilitar a sua localização e gestão.

Posteriormente, foram criadas etiquetas para todas as peças de formato e para as peças em *stock*. As etiquetas foram concebidas com o objetivo de garantir uma identificação clara e rápida de cada artigo. Para além disso, procedeu-se à limpeza e reorganização dos armários, com a implementação de um sistema de organização visual. Este sistema consiste em desenhar a silhueta de cada peça na prateleira correspondente. A utilização de um método visual permite determinar rapidamente a presença ou a ausência de artigos, aumentando assim a eficácia da localização e da arrumação dos artigos.

Esta abordagem não só assegurou a organização dos armários, como também contribuiu para a eficiência operacional, permitindo localizar rapidamente os artigos necessários, reduzindo assim o tempo perdido na recolha de peças e minimizando os erros associados à seleção inadequada de peças. A implementação dos princípios 5S resultou, assim, numa melhoria notável da organização e funcionalidade dos armários de formato, tal como pode ser observada na Figura 7.6, Figura 7.7 e na Figura K. 1 e Figura K. 2 no Anexo K.



Figura 7.6 - Armários de formatos antes e depois da implementação do 5S.



Figura 7.7 - Prateleira de um armário de formatos com as peças organizadas e identificadas depois da implementação do 5S.

Implementação da Identificação das Áreas de Materiais Próximos às Máquinas

De forma a promover a melhoria contínua da organização e eficiência do processo produtivo, foram identificadas e definidas as áreas específicas onde os operadores devem armazenar as matérias-primas. O objetivo desta implementação foi o de reposicionar os materiais de forma a facilitar a sua maior proximidade aos pontos de alimentação das máquinas, contribuindo assim para a uniformização e eficiência do processo.

Para garantir a eficácia desta alteração, foi realizada uma análise exaustiva das zonas operacionais, durante a qual foi decidido com o supervisor de zona o posicionamento ótimo dos diversos materiais. Além disso, foi tido em conta o espaço necessário para cada tipo de produto ao longo da linha de produção. Esta discussão assegurou que a área designada para cada matéria-prima era proporcional ao volume e às necessidades específicas de cada material, proporcionando assim um armazenamento suficiente e eficiente.

Foi estabelecido um *layout* específico para o armazenamento das matérias-primas, com o objetivo de garantir que cada operador tenha um local claramente definido para colocar os seus materiais. A implementação desta uniformização fez com que todos os operadores passassem a adotar um processo uniforme, minimizando a variabilidade na gestão e no acesso aos materiais.

A nova configuração dos materiais, representada na Figura 7.8 e Figura 7.9, não só permite um acesso imediato às matérias-primas necessárias, como também melhora a organização global do ambiente de trabalho. A identificação clara das áreas e a normalização dos processos servem para reforçar a eficiência operacional e promover uma gestão mais eficaz do fluxo de trabalho.

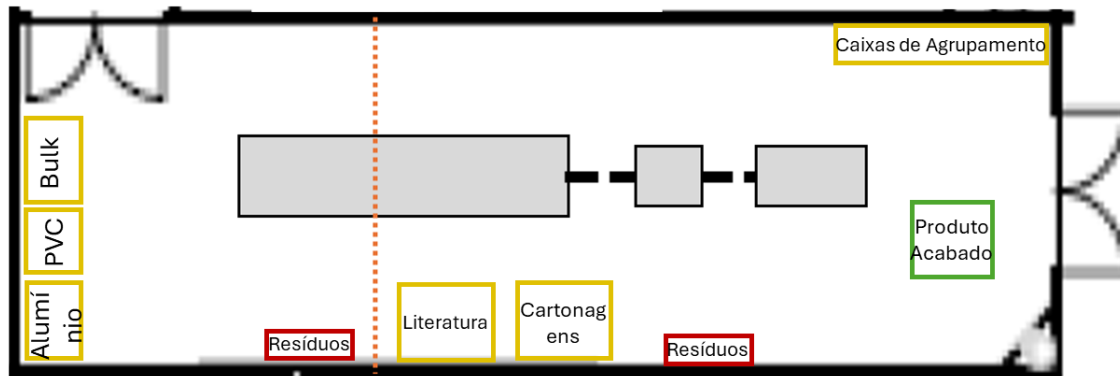


Figura 7.8 - Layout das localizações das matérias-primas na sala da linha do produto X.

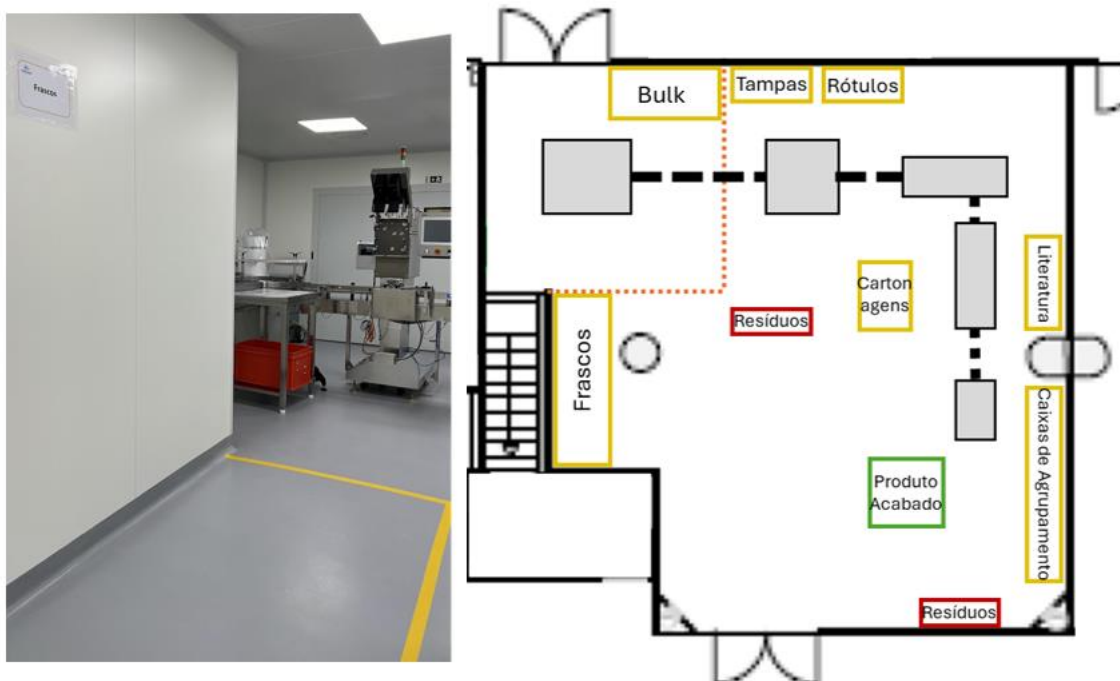


Figura 7.9 - Layout das localizações das matérias-primas na sala da linha do produto Y: Fotografia na sala (esquerda); Planta das restantes localizações (direita).

Normalização do Processo de Desmontagem das Peças de Alimentação

A observação do processo de desmontagem das peças de alimentação das máquinas revelou uma série de dificuldades e incoerências no próprio processo de desmontagem, bem como uma falta de normalização na forma como as peças estavam a ser desmontadas. Observou-se que nem todos os operadores utilizavam a mesma metodologia na desmontagem das máquinas. Este facto deu origem a incoerências, como a desmontagem de um número excessivo ou insuficiente de peças, o que poderia ter um impacto potencial na eficiência e na uniformidade das operações. Por vezes, o mecânico deparou-se com dificuldades ao tentar montar as peças limpas, uma vez que algumas não tinham sido desmontadas e, por conseguinte, necessitavam de uma limpeza adicional antes da montagem. Noutros

casos, a montagem das peças de alimentação exigia um maior esforço de tempo, uma vez que os componentes que tinham sido desmontados desnecessariamente tinham de ser reinstalados.

Para resolver este problema, foi desenvolvido um procedimento abrangente que inclui instruções visuais explícitas sobre os componentes que têm de ser desmontados e as ferramentas necessárias para que a tarefa seja concluída corretamente. O procedimento foi incorporado no manual de operação da máquina, garantindo assim que todas as orientações fossem consolidadas num único documento acessível a todos e, quando necessário, devidamente revisto.

Para além da criação do procedimento acima referido, foi ainda realizada uma formação completa para todos os operadores. O objetivo da formação era garantir que cada operador estivesse informado sobre os novos procedimentos e tivesse uma compreensão abrangente do método correto de desmontagem das peças, de acordo com as diretrizes recém-estabelecidas.

Após a conclusão do programa de formação e a aprovação do procedimento, o referido anexo foi impresso numa cópia controlada e afixado na zona de alimentação da máquina, garantindo assim a sua visibilidade para todos os operadores. Desta forma, garante-se que as instruções estão permanentemente acessíveis, reforçando a normalização e a execução correta das tarefas.

A implementação desta melhoria não só normalizou o processo de desmontagem, como também aumentou a eficiência operacional, reduzindo os erros e as variações. A implementação de procedimentos normalizados para a desmontagem de peças facilita a manutenção das máquinas e otimiza o tempo de *setup*, promovendo assim um processo operacional mais eficiente e seguro.

Na Figura 7.10 é possível observar o excerto do procedimento da linha do produto X. Contudo os procedimentos completos, para ambas as linhas, podem ser encontrados no Anexo K, sendo que na Figura K. 3 está representado o do produto X e na Figura K. 4 o do produto Y.

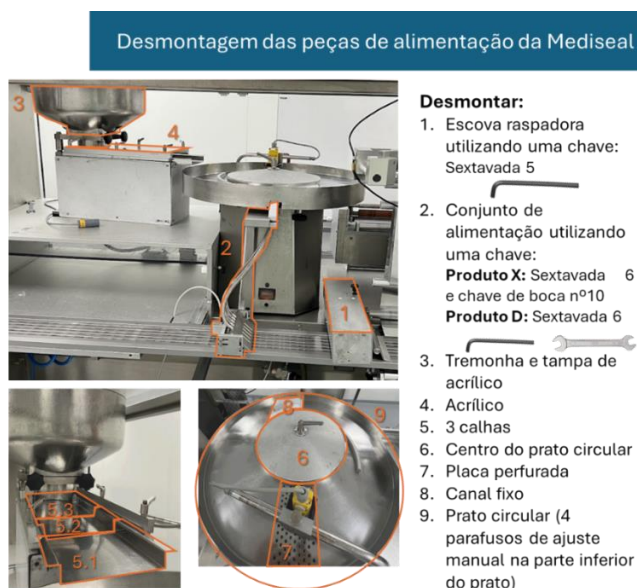


Figura 7.10 – Excerto do procedimento para auxiliar a desmontagem das peças de alimentação que vão para a sala da higienização, referente às peças da linha de produção do produto X.

Melhoria na Logística de Transporte de Peças de Formato

Durante a observação dos *setups*, verificou-se que os técnicos de manutenção tiveram dificuldades em localizar um porta-paletes e uma paleta de plástico adequada para o transporte de peças formatadas entre os armários e a sala de *setup*. Esta atividade resultava frequentemente no consumo de tempo e recursos na procura e transporte das referidas peças.

Para fazer face a esta ineficiência, foi recomendado que fossem adquiridos pelo menos três carrinhos de manutenção dedicados, para utilização exclusiva na realização de *setups*. Os carrinhos foram desenhados de forma a garantir a disponibilidade de pelo menos dois carrinhos: um para o transporte de peças do formato antigo e outro para o transporte de peças do novo formato.

A proposta foi aceite pelo departamento responsável e as dimensões dos carros foram calculadas de forma a garantir que:

- **Mobilidade:** Os carros pudessem passar por apenas uma porta aberta da sala.
- **Capacidade:** Tivessem espaço suficiente para transportar todas as peças sem sobreposição, garantindo a integridade e organização dos itens.



Os carrinhos exclusivos foram colocados muito próximos dos armários de formato, com o objetivo de reduzir o número de deslocamentos desnecessárias e acelerar o processo de configuração. Esta melhoria não só aumentou a eficiência operacional, como também permitiu que os técnicos de manutenção dedicassem uma maior parte do seu tempo às principais atividades, reduzindo assim o tempo gasto em tarefas logísticas.

Melhoria na Organização e Identificação das Peças de Formato

As melhorias definidas nesta secção dizem respeito às melhorias 5 e 6 designada como "Excel de peças e localização" (Tabela 7.6) e "Lista de peças nos armários" (Figura 7.11). Importa ainda mencionar que a Figura 7.11 é apenas um excerto, sendo a versão completa apresentada no Anexo K, Figura K. 5.

No decurso da implementação dos 5S no formato de armário, foi compilado um inventário exaustivo de todas as peças. Este incluía o nome do componente, uma imagem, a localização dentro dos armários, o código do formato interno, bem como a posição no diagrama da máquina e a unidade funcional onde está inserido. A lista acima mencionada foi utilizada para criar as etiquetas e compilar a lista de peças afixadas nos armários, permitindo assim que os operadores determinassem a localização precisa das peças ao abrir o armário.

Tabela 7.6 - Excerto do *Excel* onde estão enumeradas as peças de cada linha, a localização no armário de formatos, o código interno e a localização na máquina.

Unidade funcional	Elemento	Fotografia	Localização de arrumação	Código de formato interno	Localização na máquina
Unidade de formação de alvéolos A	Placa de Formação direita		ARM 1.2	147B-01-AB	AB
	Placa de Formação esquerda		ARM 1.2	147B-01-AA	AA

Lista de Peças - ARM 1.2					
Peça	Nome	Código	Peça	Nome	Código
	Placa de Formação esquerda	147B-01-AA		Conjunto de guia de alimentação	147B-01-BI
	Placa de Formação direita	147B-01-AB		Escova raspadora	147B-01-BJ
				Guia pré marcação	147B-01-CC

Figura 7.11 – Excerto de um exemplo de uma lista de peças que está fixada no armário de formatos 1 na prateleira 2.

Criação e Estrutura dos Códigos de Formato

Os códigos de formato foram criados com uma estrutura específica para garantir a identificação única de cada peça. Este código é constituído por:

- **Número interno do equipamento:** 3 números, podendo ou não conter uma letra no final, por exemplo no caso do equipamento 147 é constituído pela blisteradora (B) e a encartonadora (E).
- **Número de formato:** 2 números.
- **Código de localização da peça:** Composto por duas letras.

Desta forma, é atribuído um código próprio a cada componente. O objetivo era conceber um código que pudesse ser integrado e utilizado em todas as linhas de produção, verificado pelos departamentos de manutenção e de produção. Durante a fase inicial de implementação, o código foi

introduzido nas duas linhas de produção em estudo. O objetivo é implementar este sistema de codificação em todas as linhas de produção, com todas as peças etiquetadas com o código correspondente para garantir uma identificação clara por qualquer operador.

Para facilitar a compreensão da metodologia empregue na geração dos códigos de formato, foi construído um diagrama, conforme ilustrado na Figura 7.12. Nesta representação, o número do equipamento é destacado a vermelho, enquanto a área funcional de cada equipamento é destacada a verde.

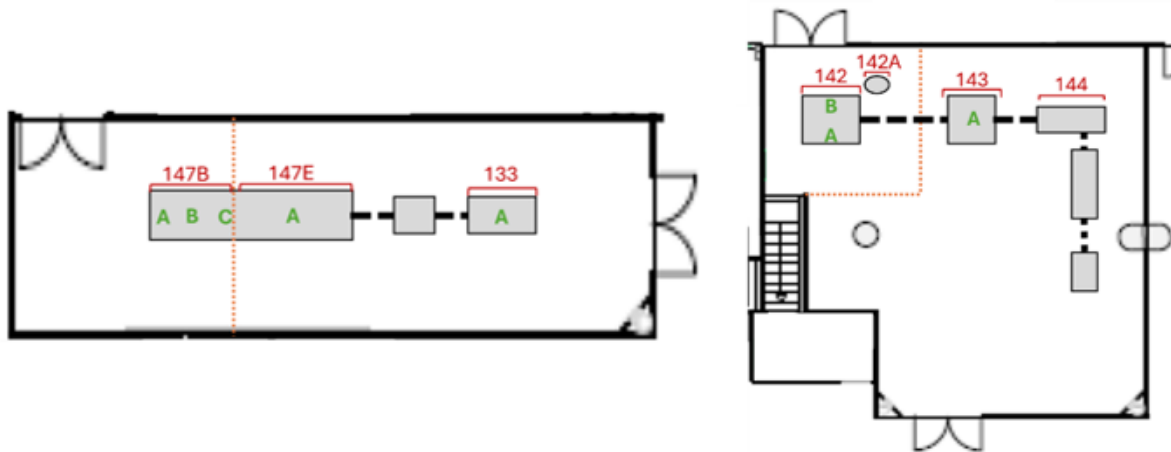


Figura 7.12 - Localização de cada equipamento na linha de produção, a linha referente ao produto X (esquerda) e a linha referente ao produto Y (direita).

Codificação da Localização de Arrumação e das Peças na Máquina

Além dos códigos de formato, foram criados outros dois tipos de códigos para organizar e localizar as peças de forma eficiente:

- **Código de localização de arrumação:**
 - Exemplo: ARM 1.2
 - O primeiro número corresponde ao número do armário e o segundo ao número da prateleira.
- **Código de localização da peça na máquina:**
 - Exemplo: AB
 - A primeira letra representa a unidade funcional da máquina, simbolizada por uma sequência (A, B, C...), onde A corresponde à localização no início da linha.
 - A segunda letra indica a localização da peça na unidade, também representada por letras (A, B, C...).

A implementação deste sistema de codificação foi de extrema importância para os técnicos de manutenção, uma vez que lhes permitiu determinar com rapidez e precisão a colocação ideal de cada componente na máquina. A utilização de letras para as unidades funcionais e para a localização das peças serviu para evitar confusões, complementando o esquema elaborado em que as peças são designadas por letras e os ajustamentos por números.

A implementação destes códigos conduziu a uma melhoria notável na organização e eficiência da identificação das peças, facilitando assim o trabalho dos operadores e técnicos de manutenção. Este sistema tem a vantagem adicional de uniformizar o processo, garantindo assim um funcionamento mais suave e sem erros, promovendo a eficiência e a produtividade nas linhas de produção.

Melhoria na Fixação das Peças para Tarefas de Manutenção

Outra melhoria das operações internas dos técnicos de manutenção foi a revisão e o aperfeiçoamento dos pontos de fixação dos componentes. O objetivo foi reduzir o recurso a ferramentas e facilitar o aperto dos parafusos. Esta iniciativa tinha como objetivo reduzir o tempo gasto nas operações de manutenção e, ao mesmo tempo, aumentar a segurança e a eficiência das intervenções.

Foi efetuada uma investigação preliminar para identificar todos os pontos da linha de produção em que o aperto de peças era difícil e exigia frequentemente a utilização de ferramentas. Foi realizado um inquérito para identificar as áreas que necessitavam de melhorias, com observações os *setups* existentes e colaboração com os técnicos de manutenção para determinar as melhores soluções.

Com base nas informações recolhidas, foram implementadas várias melhorias, incluindo:

- **Instalação de Parafusos de Ajuste Manual:** Foram substituídos os parafusos convencionais por parafusos de ajuste manual em pontos críticos. Esses parafusos permitem que os técnicos realizem ajustes e fixações sem a necessidade de ferramentas adicionais, agilizando o processo de *setup* e manutenção.
- **Otimização das Condições de Aperto:** Em pontos onde o uso de ferramentas ainda era necessário, foram feitas melhorias nas condições de aperto. Isso incluiu a introdução de parafusos com cabeça ergonômica e de fácil manipulação.

A implementação de parafusos de ajuste manual, representados na Figura 7.13, Figura 7.14 e Figura 7.15, reduzem significativamente o tempo necessário para realizar ajustes e manutenções, aumentando a produtividade dos técnicos. A facilidade de uso dos novos parafusos e as melhorias nas condições de aperto diminuíram a carga de trabalho físico dos técnicos. Com a redução do tempo de paragem e a simplificação dos processos de ajuste, a linha de produção opera de maneira mais eficiente.

Esta melhoria representa um passo importante na procura contínua pela eficiência e qualidade nas operações de manutenção, refletindo um compromisso com a inovação e a otimização dos processos internos.



Figura 7.13 - Exemplo da implementação de parafusos de ajuste manual no *buffer* da linha do produto Y.



Figura 7.14 - Exemplo da implementação de parafusos de ajuste manual na tremonha das tampas da linha do produto Y.

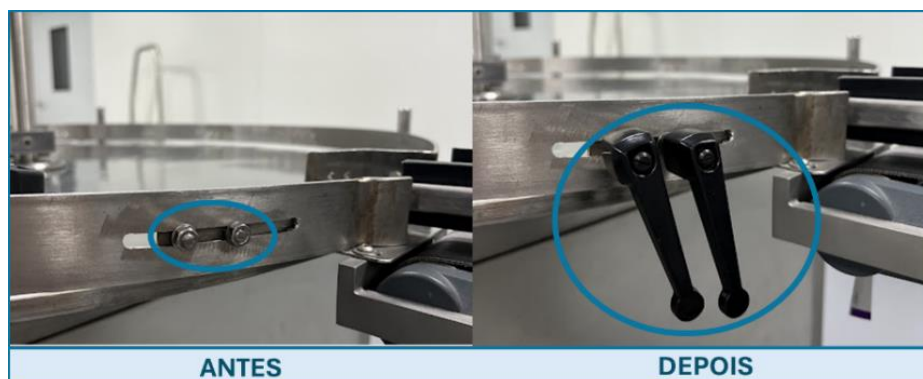



Figura 7.15 - Exemplo da implementação de parafusos de ajuste manual no *buffer* da linha do produto Y.

Desenvolvimento de Ferramentas de Suporte para *Setups*

As melhorias delineadas nesta secção dizem respeito às enumeradas como 8 e 9 na Tabela 7.5 denominadas como " Procedimento *Setup* Mecânico" e " Folha de Formato".

Além disso, foram criadas ferramentas para auxiliar os técnicos de manutenção na execução dos *setups*. Como referido anteriormente, foi desenvolvida uma ajuda para cada produto, de forma a uniformizar e facilitar o *setup*. Estas ajudas contêm a localização e a montagem de cada peça nos vários equipamentos que compõem a linha de produção.

Como ilustrado na Figura 7.16, estas ajudas são meramente exemplificativas, sendo que o cabeçalho indica a linha, o produto e a área de equipamento representada. A imagem da máquina, na parte inferior, contém as peças identificadas de acordo com o código acima referido. Posteriormente, cada componente é discriminado, com o número de ajustes indicado a verde, acompanhado do valor de ajuste recomendado e da descrição do ajuste a efetuar em caso de alteração.

Localização na máquina	Elemento	Fotografia
AB	Placa de Formação direita	
AA	Placa de Formação esquerda	
AC	Guia de Formação PVC	

Localização na máquina	Afinação	Descrição
1	1077	NA
2	1144	NA
3	1228	Alinha PVC
4	2175	Alinha PVC
5	373	Curso da placa de aquecimento
6	2299	curso da formação

Figura 7.16 - Exemplo dos auxiliares para a realização do *setup* mecânico da linha do produto X.

Além disso, foi desenvolvida uma ferramenta em *Excel* que permite ao técnico de manutenção introduzir o produto que está a ser fabricado e o produto cuja produção está prevista para depois, criando assim uma lista de peças e ajustes necessários para a transição, tendo em conta o produto anterior. A ferramenta auxilia na recolha das peças necessárias para o transporte para a sala designada e melhorar o *setup*, permitindo ao técnico determinar com precisão as peças e ajustes específicos que necessitam de modificação (ver na Figura 7.17).

Folha de Formato




Produto atual XXXX			Próximo Produto XXXX		
Peças necessárias:				Afinações necessárias	
Codigo de formato	Elemento	Fotografia	Loc. Armário	Localização	Afinação
147E-02-AA	Empurrador de blister		ARM 2.2	UNIDADE DE FORMAÇÃO DE ALVÉOLOS - A	3 1248
133-02-AA	elevador		ARM 2.2	UNIDADE DE FORMAÇÃO DE ALVÉOLOS - A	4 2169
133-02-AB	Batente		ARM 2.2	UNIDADE DE FORMAÇÃO DE ALVÉOLOS - A	5 374
				UNIDADE DE ALIMENTAÇÃO DE PRODUTO - B	6 2316

Figura 7.17 – Excerto da folha de formato reproduzida automaticamente com as peças e as afinções que alteram de produto para produto.

Para implementar estas ferramentas, foi necessário identificar na máquina os pontos de afinação (Figura 7.18), facilitando a identificação com um número e permitindo saber exatamente quais ajustes são necessários. Além disso, os operadores foram incentivados a utilizar escalas e pontos de referência, realizando um levantamento dos mesmos para que houvesse um registo, tornando as afinções mais rápidas e precisas.

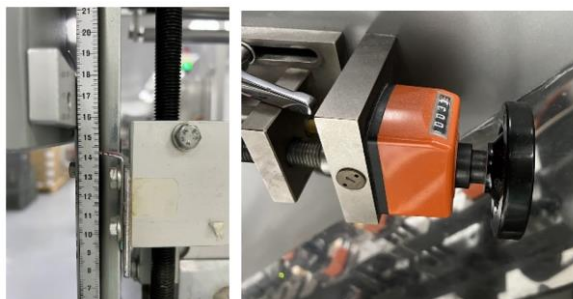


Figura 7.18 - Dois exemplos de diferentes tipos de escala que facilitam o processo de afinação das linhas de produção.

Foi construída uma folha de registo com os pontos necessários para a recolha de valores de afinação, proporcionando assim uma base de dados mais fiável e com valores mais precisos das afinções adequadas para a produção de cada produto. De forma a facilitar a implementação da referida tabela para efeitos de recolha de dados, foi dada uma formação abrangente aos técnicos envolvidos, de forma a garantir o conhecimento de todos os pontos de recolha de afinções necessários e a forma de leitura da escala. Isto foi feito para garantir que estavam todos totalmente familiarizados com o procedimento. A recolha dos dados só foi realizado no final do processo de produção para evitar

qualquer potencial perturbação da máquina de produção e para garantir que os dados já estavam estáveis no momento da produção. Na Figura 7.19 está representada a folha de registo de afinações apenas para a linha do produto Y, contudo no anexo K é possível encontrar a Figura K. 6 que representa a folha de registo para a linha do produto X.

FOLHA DE REGISTO DE AFINAÇÕES							
Linha: Tecnomaco							
	Localização na máquina	Função	Produtos				
Tecnomaco	5	Distância transversal dos cilindros pneumáticos					
	6	Largura entre os dois cilindros pneumáticos					
CMI	6	Altura do encapsuladora					
	8	Altura da calha das tampas					
Rotuladora	9	Distância do motor separador					
	10	Distância dos contra-rolos de rotulagem					
	14	Parâmetros da rotuladora					
	15 - Registo	Parâmetros dados variáveis					
	15 - Offset						
	15 - Nivel escuro						
	15 - Rotação						
15	Movimento mecânico (S/N)						

Figura 7.19 - Folha de registo criada para realizar o levantamento das afinações em vários *setups* na linha do produto Y.

Aprimorar da ordem do *Setup* mecânico e criação do procedimento

Após uma análise pormenorizada do *setup*, verificou-se que a fase de *setup* mecânico realizado pelos técnicos de manutenção, é a mais complexa e, conseqüentemente, representa uma área significativa para a redução do desperdício. De forma a reduzir a quantidade de desperdícios gerados, nomeadamente no âmbito do manuseamento, foi alterada a sequência de trabalhos realizados durante a fase de *setup*.

Após uma observação e discussão da sequência de atividades, foi realizada uma colaboração com os técnicos para reordenar as tarefas, a fim de minimizar as deslocações desnecessárias e melhorar a eficiência. O objetivo era estabelecer uma sequência lógica que, por um lado, reduzisse o tempo total de preparação e, por outro, gerasse uma sequência documentada que facilitasse a normalização e a melhoria contínua do processo de mudança de preparação.

O novo procedimento, desenvolvido com base nesta análise, tem dois objetivos principais: em primeiro lugar, melhorar os tempos de preparação; e, em segundo lugar, fornecer uma base sólida e documentada para operações futuras, garantindo assim uma maior eficiência e consistência nos processos de manutenção.

Após a reorganização das tarefas, foi elaborada uma documentação exaustiva das ferramentas necessárias. Posteriormente, foram agregados os tempos de execução revistos para cada atividade, incorporando as melhorias introduzidas nas linhas de produção. A implementação das oito melhorias iniciais, em conjunto com a nova sequência de trabalho introduzida pelos operadores mecânicos,

conduziu a uma melhoria notável do processo, tal como evidenciado pela análise dos tempos de execução revistos.

O Anexo M, ilustram a sequência de tarefas revista, que implicou a eliminação de algumas tarefas e a redistribuição de outras. A alteração da sequência de tarefas implicou a introdução de novas funções, nomeadamente a nova sequência de tarefas incluiu a criação de duas novas subtarefas: "Desmontar empurrador" e "Colocar as peças no carro e retirá-las da sala". Além disso, cada atividade especifica as ferramentas necessárias e as durações revistas. Isto resultou numa melhoria de 1 hora e 40 minutos e 34 minutos em cada configuração, como demonstrado na Tabela 7.7.

Tabela 7.7 - Tempo total de cada *setup* após as melhorias nas atividades realizadas pelos técnicos de manutenção.

	X	Y
Antes	06:50:24	2:32:37
Depois	05:09:37	1:58:29
Melhoria	1:40:47	00:34:08

Realocação e Especificação de Atividades

Uma das melhorias que se mostrou necessária para assegurar a eficácia da sequência previamente definida foi a realocação e especificação das atividades. Este ajuste foi essencial para equilibrar a carga de trabalho, evitar tempos de espera, cumprir a precedência entre as atividades e garantir a simultaneidade das tarefas.

Algumas das tarefas realocadas incluem:

- **Limpeza das peças de alimentação:** Anteriormente, essa tarefa era da responsabilidade do operador, mas agora foi atribuída ao higienizador. Isto permite que o operador esteja disponível para produzir noutra linha, em vez de limpar peças, uma atividade que pode ser eficientemente realizada pelo higienizador.
- **Transporte de peças limpas:** O transporte de peças limpas da sala de higienização para a linha de produção, antes realizado pelo técnico de manutenção, agora será executado pelo higienizador assim que este termine a secagem das peças.
- **Entrada do material de embalagem:** Anteriormente, o técnico de manutenção era encarregado de obter os materiais de embalagem numa zona de espera no exterior da sala, durante a fase de *setup*. Após a realocação, os materiais serão introduzidos na sala imediatamente após a conclusão do processo de higienização.

Todas as atividades necessárias para o processo de *setup* foram meticulosamente delineadas, sendo realizadas por dois operadores: um técnico de manutenção e um higienizador. A título de exemplo, o operador 1 é responsável pela remoção do produto acabado e pelo esvaziamento da linha de produção, enquanto o operador 2 é responsável pela desmontagem das peças de alimentação. De seguida, ambos os operadores procedem à limpeza da máquina. De seguida, o Operador 1 é responsável pelo transporte das peças de alimentação para a sala de higienização designada, enquanto o Operador 2 é responsável pelo preenchimento da documentação necessária e pela organização dos materiais de limpeza necessários.

A reafetação acima referida será demonstrada na sequência e os seus benefícios serão incorporados no diagrama de Gantt utilizado para descrever a simultaneidade das tarefas (Anexo N). Esta especificação garante que, independentemente do indivíduo que ocupa as funções acima mencionadas, todos os operadores estão cientes das suas responsabilidades e do prazo designado para a sua conclusão. Esta normalização do processo garante uma execução eficiente e coordenada, reduz os tempos de paragem e melhora a produtividade global da linha de produção.

Tarefas internas em simultâneo

Para além das melhorias referidas, foi introduzida uma metodologia de coordenação de operações simultâneas com o objetivo de minimizar os tempos de paragem da máquina durante os *setups*. O objetivo desta medida foi garantir a presença dos múltiplos operadores existentes na linha de produção, permitindo que cada um executasse as respetivas tarefas de forma simultânea. Além disso, algumas atividades inicialmente classificadas como internas foram reavaliadas e identificadas como possíveis de serem realizadas simultaneamente por operadores situados fora da sala de produção, reduzindo assim o tempo de paragem da máquina.

Após a recolha de novos tempos de *setup*, registados pelos técnicos de manutenção na sequência de melhorias anteriores, tornou-se evidente que as durações de certas tarefas poderiam ser reduzidas, facilitando assim uma compreensão mais detalhada das atividades que poderiam ser realizadas em paralelo. Esta análise foi possível graças ao conhecimento adquirido através da observação direta de todas as atividades envolvidas no *setup*, bem como através da análise das precedências necessárias. A compilação destes dados resultou na criação de um diagrama de *Gantt*, que demonstrava as tarefas que podiam ser realizadas em paralelo por diferentes operadores. Algumas destas atividades podiam ser realizadas dentro da sala de produção, enquanto outras não necessitavam da presença do operador no local.

Esta abordagem sistemática e coordenada resultou numa redução notável do tempo de paragem da linha, conseguida através da otimização do processo de *setup* e da melhoria da eficiência operacional da linha de produção.

A abordagem coordenada produziu várias melhorias. Inicialmente, todas as atividades fora do tempo de inatividade da máquina foram organizadas e distribuídas entre as várias áreas. O técnico de manutenção era responsável pela preparação dos formatos, ferramentas e materiais necessários durante o *setup*, enquanto o higienizador assumia a responsabilidade pela preparação dos detergentes e materiais necessários para a limpeza da sala, das peças e da máquina. Após a conclusão do ciclo de produção e a consequente paragem do funcionamento da máquina, o operador no local iniciava uma série definida de tarefas, assumindo cada operador a responsabilidade por uma tarefa específica dentro da sequência. Esta abordagem permitiu o equilíbrio efetivo da carga de trabalho e a eliminação de tempos de inatividade, permitindo a execução simultânea de tarefas.

Entretanto, o técnico de manutenção procederá à desmontagem das peças de formato da máquina, permitindo assim aos operadores efetuar uma limpeza completa e minuciosa de toda a linha de produção. Uma vez concluídas estas tarefas, o higienizador poderia iniciar a limpeza da sala. Simultaneamente, os dois operadores transportavam as peças para a sala de higienização, controlavam os materiais, faziam eventuais devoluções e completavam a documentação do produto anterior.

Após a limpeza da máquina, os operadores repõem na linha de produção os materiais anteriormente fabricados, enquanto o técnico de manutenção procede ao *setup* mecânico, que consiste na montagem e calibração da máquina. Simultaneamente, o higienizador procede à limpeza das referidas peças na sala de lavagem. Posteriormente, após a conclusão do *setup* mecânico, um dos operadores entraria na sala com os materiais e introduzi-los-ia na linha de produção, enquanto o outro operador preencheria a documentação necessária. Posteriormente, o supervisor realizaria um exame final, enquanto o técnico de manutenção procederá à necessária arrumação das peças de formato previamente desmontadas.

Como referido anteriormente, é fundamental salientar a importância da limpeza das peças de alimentação. Originalmente considerada como uma operação interna devido à necessidade de paragem da máquina, dado que a empresa possui um único conjunto de componentes, esta tarefa pôde ser realizada com maior eficácia. O único precedente para esta atividade é o facto de ter de ser realizada após a desmontagem das peças e a limpeza da sala, o que exige a disponibilidade do higienizador. Além disso, a limpeza das peças acima mencionadas deve ser concluída antes da finalização do *setup* mecânico, uma vez que o técnico de manutenção é obrigado a montá-las para que a linha retome o seu estado operacional. Desta forma, foi elaborada a Tabela 7.8, que por um lado mostra o tempo que o técnico de manutenção dispõe antes de necessitar do conjunto de peças de alimentação e por outro quanto tempo é que a higienizadora demora a limpar as peças desde o momento que as recebe.

Tabela 7.8 - Tempos do *setup* mecânico realizado antes do técnico de manutenção precisar de montar as peças limpas e o tempo que a limpeza das mesmas peças demoram a partir do mesmo instante.

	X	Y
Setup mecânico	3:34:25	1:05:42
Limpeza de peças	02:07:25	1:28:10

Caso da Linha X: Dado que o tempo total do *setup* mecânico na linha X é superior ao tempo necessário para a limpeza das peças, esta atividade pode ser realizada em paralelo sem impactar negativamente o tempo total de *setup*. Esta reorganização não só otimiza o processo, mas também assegura que o técnico de manutenção não fique à espera da conclusão da limpeza das peças, permitindo um arranque da linha mais rápido.

Caso da Linha Y: No caso da linha Y, o tempo de *setup* é 22 minutos inferior ao tempo necessário para a limpeza das peças. Por isso, assim que as peças são desmontadas, o higienizador deve iniciar a limpeza imediatamente. A limpeza será então interrompida para a limpeza da sala e retomada

quando o técnico de manutenção estiver a montar a máquina. Desta forma, é possível realizar as tarefas em simultâneo sem causar atrasos, resultando numa redução do tempo de *setup*.

Desta forma, através da realização de atividades em simultâneo, foi possível reduzir o tempo de *setup* em cerca de 2 horas em cada *setup*. No entanto, é necessário ter em conta o tempo das atividades do caminho crítico, de modo a garantir que estas não comprometem o tempo total de *setup* nem atrasam o início de outras atividades (ver na Tabela 7.9).

Tabela 7.9 - Melhoria obtida através da realização das atividades em simultâneo.

	X	Y
Antes da mudança na simultaneidade de atividades	08:42:27	05:55:34
Depois da mudança na simultaneidade de atividades	06:48:54	04:15:28
Melhoria	01:53:33	01:40:06

Assim, os dois diagramas de *Gantt* encontram-se no Anexo N, permitindo analisar as atividades realizadas externamente, bem como as realizadas em simultâneo. Além disso, foi concebido um sistema de código de cores para facilitar a identificação do pessoal responsável por cada atividade. A cor azul foi atribuída às funções do higienizador, a cor laranja às funções do técnico de manutenção, a cor verde às funções dos dois operadores e a cor vermelha às funções do supervisor.

Resultados das melhorias implementadas

Tendo em conta as melhorias mencionadas na Tabela 7.10, implementadas de forma gradual, pode concluir-se que as intervenções realizadas resultaram numa redução de 40% do tempo total de paragem do equipamento em cada máquina. Esta redução considerável do tempo de paragem é reveladora do impacto benéfico das melhorias implementadas, que servem para demonstrar a eficácia das estratégias utilizadas para melhorar os processos de produção.

Tabela 7.10 - Melhorias obtidas no fim da realização do SMED para os *setups* (SMP).

	X	Y
Antes	11:29:09	7:06:12
Depois	06:48:54	04:15:28
Melhoria	4:40:15 (41%)	02:50:44 (40%)

Apesar da ausência de melhorias no contexto dos *setups* de campanha, a mesma abordagem analítica aplicada aos *setups* de mudança de produto nas mesmas linhas de produção sugere que a execução simultânea de atividades pelos dois operadores poderia potencialmente levar a uma redução do tempo em aproximadamente 50%. Este facto é ilustrado na Tabela 7.11. Para além disso, o diagrama de *Gantt* final para a preparação das campanhas, em ambas as linhas, é fornecido como referência.

Tabela 7.11 - Previsão do benefício das melhorias para os *setups* (SC).

	SC
Duração antes da simultaneidade	02:03:00
Duração depois da simultaneidade	00:58:00
Melhoria	01:05:00 (53%)

Prevê-se que a implementação destas alterações nas duas linhas de embalagem resulte num aumento notável da eficiência, tanto numa base mensal como anual. Como ilustrado na Tabela 7.12, estas otimizações poderão resultar num aumento de aproximadamente 4 dias de produção por mês e num total de 51 dias por ano, o que serve para demonstrar o impacto benéfico destas alterações no desempenho operacional das linhas.

Tabela 7.12 - Ganhos das melhorias dos *setups* em dias mensais e anuais.

	X	Y	SC
Número de <i>setups</i> por mês	3	6	36
Melhoria (hh:mm)	04:40	02:50	1:05
Horas ganhas por mês (hh:mm)	14:00	17:04	39:00
Dias ganhos por mês	0,88	1,07	2,4
Dias ganhos por ano	10,51	12,81	29,3

Ainda não foi realizada uma análise exaustiva dos resultados do OEE, uma vez que a integração total de todas as melhorias implementadas ainda está em curso. Consequentemente, o impacto destas melhorias ainda não se reflete totalmente no indicador. No entanto, aconselha-se que, assim que as melhorias tenham atingido um estado de equilíbrio e o processo de instalação tenha sido normalizado, se proceda a um exame meticoloso dos indicadores OEE, a fim de avaliar efetivamente os ganhos obtidos e compará-los com as previsões iniciais.

CONCLUSÕES

Este capítulo final da dissertação apresenta uma descrição concisa do trabalho desenvolvido na empresa e as conclusões alcançadas após a implementação das melhorias propostas. Além disso, são delineados os obstáculos que foram identificados ao longo do projeto, acompanhados de sugestões de investigação futura.

8.1 Conclusões gerais

A dissertação começou com uma introdução ao projeto, na qual foi elucidada a natureza da indústria e o seu principal objetivo. Seguiu-se uma revisão exaustiva da literatura sobre questões fundamentais, incluindo a história e o aparecimento do conceito de *Lean manufacturing*, com particular ênfase na ferramenta SMED. Esta revisão permitiu a identificação de trabalhos pertinentes de outros autores e a seleção das ferramentas, metodologias e técnicas mais adequadas a utilizar. Além disso, foram identificadas as principais vantagens e elementos críticos da implementação do *Lean*, bem como os desafios inerentes ao planeamento da produção.

O projeto baseou-se na análise do processo de produção dos produtos X e Y, produzidos em duas linhas de produção diferentes. O principal objetivo da fase inicial consistia em determinar as principais áreas de melhoria, com o objetivo de reduzir ou eliminar os desperdícios e, conseqüentemente, reduzir os custos. Este objetivo deveria ser alcançado de uma forma que melhorasse as condições gerais de trabalho e assegurasse o cumprimento das normas GMP. Conseqüentemente, após um exame exaustivo e metuculoso do processo de produção, foi identificada uma série de estrangulamentos, que são descritos no **Capítulo 6**.

De forma a obter uma análise mais detalhada sobre as linhas de produção, procedeu-se à análise dos dados OEE das duas áreas (fabrico e embalagem), apenas dos equipamentos utilizados no

processo produtivo dos produtos X e Y. Através da análise dos registos de produção e das paragens efetuadas, bem como os motivos das mesmas, foi possível obter as seguintes conclusões:

- A eficácia global do equipamento (OEE) foi considerada, em média, mais baixa na área do embalamento do que na produção, o que indica uma maior falta de eficiência na segunda fase do processo de produção. (Fabrico: 46,6%; 39,5%; 72,2%; 70,3%; 26,9%) (Embalamento: 13,1%; 45,3%)
- Os dados relativos à qualidade não eram representativos nos dois domínios, pelo que tiveram de ser analisados separadamente. No entanto, é evidente que há margem para melhorias, uma vez que representam cerca de 44 462,05 euros em materiais subsidiários e 390 181,76 euros em vendas de produtos perdidos devido a desperdícios a granel ao longo do processo de produção.
- A principal causa do tempo de inatividade em todo o processo de produção foi a necessidade de efetuar mudanças de produto. Estas operações são normalmente demoradas e exigem a coordenação de várias pessoas, incluindo operadores, higienizadores e, na área de embalamento, mecânicos.

Apesar da necessidade evidente de melhorar os três componentes do OEE em ambas as áreas de produção, foi decidido coletivamente, com a equipa de melhoria contínua, dar prioridade à otimização da disponibilidade através da melhoria das configurações de mudança de produto, dado o seu impacto considerável na disponibilidade das linhas de produção e na capacidade de resposta da empresa. No entanto, a aplicação da metodologia SMED produziria resultados mais imediatos em termos de redução destes tempos. Além disso, a análise dos dois domínios revelou que as instalações de embalamento apresentavam o maior potencial de melhoria. Estas instalações careciam de normalização e de procedimentos claros, que resultava na falta de tarefas definidas para os mecânicos e em períodos de espera prolongados entre as equipas. Isto levou a um processo de paragem descontínuo com tempos de espera significativos.

Por outro lado, após o mapeamento da cadeia de abastecimento e a compreensão do processo de planeamento da produção, foi realizado um inquérito durante um período de nove semanas, que resultou na documentação de mais de 20 alterações. Foi assim necessário efetuar uma análise mais exaustiva dos principais fatores que contribuíram para essas alterações. A construção de diagramas de causa raiz permitiu identificar as causas primárias da escassez de matérias-primas. Posteriormente, foi elaborado um plano de ação, conforme descrito no **Capítulo 6**, que procurou promover a colaboração entre todos os departamentos, a fim de mitigar estas alterações. O objetivo principal do programa é atualizar o ERP com a informação necessária sobre os processos produtivos, implementar um MES que aumente a visibilidade do chão de fábrica e estabelecer uma política de acompanhamento dos prazos de entrega dos fornecedores e, em caso de atrasos, implementar planos de contingência previamente definidos. No entanto, a execução deste plano de ação exigirá um certo grau de investimento, razão pela qual se pretende que seja implementado durante um longo período de tempo. No entanto, o plano previa a realização de 14% das medidas, mas apenas 11% foram concluídas. Por isso, o índice de desempenho da empresa é de 79%. Além disso, foi desenvolvida uma ferramenta de monitorização

para avaliar o progresso da implementação do plano, e foram estabelecidos indicadores de desempenho para acompanhar as iniciativas delineadas no plano. Prevê-se que esta abordagem facilite uma melhor supervisão do estado do plano, permitindo uma intervenção rápida para evitar atrasos.

Na sequência da definição das prioridades de melhoria das configurações de mudança de produto nas duas linhas de embalamento, foi estabelecido um calendário para cada tarefa e os dados foram devidamente registados. No entanto, a observação posterior revelou que não estavam reunidos os pré-requisitos para a implementação da ferramenta SMED, nomeadamente, a ausência de normalização na aplicação do *setup*. Assim, foi necessário definir uma sequência de tarefas, com os seus responsáveis e a duração média de cada atividade. Por outras palavras, era necessário estabelecer um modo de funcionamento normalizado. Uma vez definido e estabilizado o processo, foi possível recolher os tempos de cada tarefa realizada durante o período de mudança de formato.

As discrepâncias no tempo de inatividade entre os dados registados e as observações podem ser atribuídas a uma série de motivos. O tempo médio de *setup* para a linha do produto X, tal como registado nas folhas de horas pelos operadores, foi de 12,03 horas. Este tempo incluía principalmente o tempo de paragem para tarefas básicas, como a limpeza da máquina e da sala, bem como o tempo necessário para a preparação mecânica. Em contrapartida, o tempo recolhido durante a observação das operações de *setup* desta linha foi de 11,29 horas. No entanto, este tempo abrangeu uma gama mais vasta de tarefas, incluindo a verificação dos materiais e a sua desmontagem. Esta discrepância pode ser atribuída ao facto de as operações de preparação na linha X serem suscetíveis de uma variabilidade considerável devido à complexidade do ajustamento dos diversos componentes que constituem a linha, em particular a encartonadora. Isto resulta em inconsistências nos tempos de *setup*. Adicionalmente, a dimensão da amostra poderá ter sido insuficiente para uma análise estatisticamente significativa, o que poderá ter contribuído para as diferenças observadas. Em contrapartida, o tempo observado para o *setup* da linha do produto Y foi de 7,06 horas, o que excedeu o tempo registado de 4,225 horas nas folhas de paragem. Esta discrepância pode ser atribuída à inclusão de atividades mais abrangentes no período de observação. Além disso, as discrepâncias entre os valores nos dois momentos foram também atribuídas à necessidade de normalizar as operações antes da medição do tempo.

Uma vez normalizado o processo, estavam criadas as condições para a implementação da ferramenta SMED. Através da simples conversão de tarefas possíveis de converter não comprometendo o cumprimento das normas de GMP, a organização do espaço de trabalho ou o investimento de recursos monetários, foi possível reduzir o tempo de *setup* do produto X em uma hora e 30 minutos e o tempo de *setup* do produto Y em cerca de uma hora. Tornou-se evidente que só através de um exame minucioso das atividades em questão seria possível obter melhorias significativas.

Posteriormente, com base nos conhecimentos adquiridos através da observação e da comunicação com os operadores, foi implementada uma série de melhorias que, no seu conjunto, resultaram numa redução notável do tempo total de *setup*. Assim, a implementação de 5S no formato dos armários, a identificação de zonas das matérias-primas nas linhas de produção, a normalização do processo de desmontagem das peças de alimentação, a aquisição de carrinhos específicos para o transporte dos formulários, a criação de listas com as localizações e descrições de cada peça, melhorias na definição de afinações nas linhas, a criação de um procedimento de preparação mecânica, a criação de folhas de formato, a melhoria da ordem do *setup* mecânica, a redistribuição de tarefas e a definição estratégica de tarefas simultâneas conduziram a uma redução notável dos tempos de *setup*.

As melhorias acima mencionadas foram concebidas e impulsionadas pelas tarefas executadas pelos mecânicos, uma vez que o seu tempo de intervenção nos *setups* de mudança de produto era significativo. Por exemplo, no caso da linha X, o mecânico realizava tarefas que ocupavam 60% do tempo de paragem da máquina, enquanto que no caso da linha Y, esse valor foi reduzido para 36%.

Após a implementação das referidas melhorias nas operações realizadas pelos mecânicos, obteve-se uma melhoria de 1 hora e 40 minutos, o que corresponde a uma redução de 25% no tempo de *setup* mecânico da linha de produto X, e uma melhoria de apenas 34 minutos, o que corresponde a uma redução de 22% no tempo de *setup* mecânico da linha de produto Y.

Outra medida que se revelou muito vantajosa foi a organização estratégica das tarefas de forma a garantir a sua execução em simultâneo pelos elementos disponíveis, reduzindo assim os tempos de paragem das máquinas sem necessidade de recorrer a outros meios. A implementação desta medida resultou numa redução do tempo total de *setup* em 1 hora e 53 minutos para a linha de produto X e 1 hora e 40 minutos para a linha de produto Y, o que equivale a uma melhoria de 22% e 28%, respetivamente.

A implementação das medidas acima mencionadas resultou numa redução de 4 horas e 40 minutos no tempo total de *setup* para a linha de produtos X e de 2 horas e 50 minutos no tempo total de *setup* para a linha de produtos Y. Isto equivale a uma melhoria de aproximadamente 41% e 40%, respetivamente. À luz das conclusões apresentadas no **Capítulo 2**, pode afirmar-se que os resultados das melhorias estão em conformidade com os resultados previstos para projetos comparáveis. Isto leva a concluir que a implementação foi bem-sucedida.

Assim, pode ver-se que a implementação das melhorias acima mencionadas resultou numa redução notável dos tempos de *setup*.

Embora a percentagem de casos seja comparável, a redução foi nitidamente maior na linha de produção do produto X do que na do produto Y. Isto deve-se ao facto de a linha X ser mais complexa, pelo que as melhorias têm um maior impacto no tempo total de preparação, uma vez que tem muito mais margem para melhorias do que a linha do produto Y. Para além disso, a linha de produto X é mais recente do que a linha de produto Y, o que faz com que os técnicos de manutenção tenham menos experiência no processo de *setup*.

É também de salientar que se registaram melhorias que não foram quantificadas. No estado inicial do *setup*, havia falta de clareza quanto à atribuição de tarefas e à sequência normalizada das operações. Este facto deu origem a incoerências na ordem e na forma como as tarefas eram executadas pelos operadores. Por isso, no início do processo, era imperativo normalizar as tarefas e garantir a estabilidade do processo, de modo a obter dados de tempo exatos. Esta melhoria foi, portanto, de grande importância para a progressão do projeto de melhoria contínua, apesar de não constar dos cálculos iniciais.

8.2 Constrangimentos

Durante a realização desta dissertação, foram identificadas algumas limitações que tiveram impacto tanto na execução como nos resultados.

A primeira limitação foi a necessidade de recolha manual de dados OEE. Para além de ser um processo moroso, exigia também um esforço considerável e colocava desafios à recolha de informação. Além disso, a introdução manual dos registos de produção e dos tempos de paragem pelos operadores constituía outro desafio, uma vez que alguns não tinham a formação necessária. Isto exigiu um controlo constante para minimizar os erros, apesar de estes ainda ocorrerem.

Uma outra limitação significativa foi a falta de tecnologias digitais, como sensores, nas linhas de produção. A integração de tais tecnologias teria aumentado consideravelmente a eficácia do projeto de melhoria contínua, facilitando a recolha de dados, o controlo preciso das unidades produzidas e rejeitadas e uma análise mais precisa da qualidade da linha. A ausência dos recursos tecnológicos acima referidos resultou num comprometimento do rigor e da fiabilidade das análises.

Além disso, a resistência à mudança constituiu um obstáculo adicional. A implementação ou sugestão de melhorias tornou-se um desafio significativo, devido à renitência de algumas partes em adotar novas práticas. Esta atitude foi ainda agravada pela constatação de que, apesar da importância de melhorar a eficiência dos processos, as condições oferecidas pela empresa não permitiam uma compreensão clara da forma de alcançar tais melhorias. Além disso, a necessidade de manter a conformidade estrita com as GMP e, simultaneamente, alinhar-se com os princípios da metodologia *Lean* introduziu uma complexidade adicional. O desafio de harmonizar estas duas estruturas distintas revelou-se um obstáculo significativo, especialmente quando se trata de implementar alterações sem comprometer as normas regulamentares.

Um outro desafio foi a falta de documentação técnica adequada relativa às linhas em análise. A falta de materiais disponíveis, tais como listas de peças formatadas, e a sua ausência nas máquinas significou que o conhecimento essencial teve de ser adquirido através da observação e consulta de técnicos mais experientes, o que exigiu tempo e recursos adicionais.

As limitações de tempo do projeto constituíram um grande obstáculo à implementação de melhorias no processo de fabrico. A falta de estabilidade no processo de pré-preparação, que é um componente vital da metodologia SMED, exigiu a repetição da recolha de dados, o que acabou por prejudicar a eficácia global do projeto.

Além disso, a incapacidade de registar os processos de *setup*, uma prática comumente observada em estudos semelhantes na revisão da literatura, impediu a recolha exata dos tempos individuais das atividades de *setup*. Em muitos casos, os tempos foram registados de forma agregada. Estas limitações sublinham a complexidade e os desafios encontrados ao longo deste projeto, identificando assim potenciais vias para futuras melhorias em iniciativas semelhantes.

8.3 Oportunidades para trabalhos futuros

O trabalho futuro oferece uma série de oportunidades significativas para aproveitar os progressos realizados no âmbito deste projeto. Em primeiro lugar, dado que apenas 25% das melhorias propostas foram implementadas, é imperativo que as restantes medidas sejam implementadas de forma a obter melhores resultados. Além disso, é necessária uma análise mais exaustiva dos problemas de qualidade nas linhas de produção, a fim de desenvolver estratégias para os resolver.

É igualmente fundamental implementar e monitorizar a nova sequência de preparação nas linhas de produção, assegurando que os tempos de preparação cumprem as normas definidas. Além disso, será essencial alargar as melhorias acima mencionadas a outras linhas de embalagem e equipamento de fabrico. Após a implementação, é essencial monitorizar de perto o impacto *na Overall Equipment Effectiveness (OEE)*.

A introdução de um operador logístico na área de embalagem, identificada durante as observações preparatórias, representa uma oportunidade significativa para a otimização dos processos, facilitaria a delegação de tarefas como a preparação de materiais, a deslocação de componentes e o apoio à supervisão, permitindo assim que os técnicos e os operadores se concentrem nas suas responsabilidades principais. Os cálculos preliminares indicam que a função teria uma taxa de ocupação de 76%, o que a tornaria viável. No entanto, recomenda-se a realização de uma análise custo-benefício para obter mais informações. A criação desta função resultaria na redução do desperdício, numa melhoria da eficiência da configuração e num aumento da produtividade global da equipa.

De igual modo, seria benéfico analisar indicadores de desempenho adicionais com o objetivo de aumentar a visibilidade das várias fases do processo.

Além disso, é crucial supervisionar o plano de ação proposto para garantir a sua implementação atempada e minimizar a falta de materiais, assegurando assim que a redução dos tempos de preparação é vantajosa. Na ausência de materiais adequados, os benefícios esperados associados à redução dos tempos de preparação não se concretizarão.

Recomenda-se ainda que seja desenvolvido um programa de formação para os operadores, com ênfase nos conceitos *Lean*. O programa deve fornecer uma visão geral do desenvolvimento de ideias de produção, com ênfase na aplicação da metodologia *Lean* como um meio de resolução de problemas e melhoria de processos. É imperativo ilustrar a funcionalidade e a aplicação prática das ferramentas *Lean* através de exemplos concretos.

8.4 Reflexão e Experiência

A experiência de trabalhar neste projeto numa indústria farmacêutica foi ao mesmo tempo desafiadora e gratificante. Enquanto estudante de engenharia industrial a trabalhar num ambiente altamente regulamentado, deparei-me com dificuldades significativas, incluindo a complexidade dos processos farmacêuticos, a recolha manual de dados, a resistência à mudança e a falta de tecnologias digitais. Para ultrapassar estes desafios, foi necessário demonstrar capacidade de adaptação, paciência e vontade de colaborar de perto com técnicos experientes.

No entanto, o projeto ofereceu oportunidades de aprendizagem inestimáveis. A oportunidade de trabalhar ao lado de uma equipa estruturada e bem informada revelou-se inestimável em termos de aquisição de conhecimentos práticos sobre processos de produção e resolução de problemas. A observação e a interação com a equipa de produção permitiram uma compreensão mais profunda da eficiência operacional e da importância da conformidade regulamentar.

Esta experiência melhorou significativamente as minhas competências profissionais, incluindo a análise crítica, a resolução de problemas e a gestão de processos. Além disso, reforçou as minhas capacidades de comunicação e de trabalho em equipa, que são indispensáveis para implementar melhorias em ambientes complexos. Para concluir, a experiência de trabalhar na indústria farmacêutica alargou a minha perspetiva e dotou-me de competências valiosas que serão benéficas na minha carreira futura.

BIBLIOGRAFIA

- [1] M. Eskandari, M. Hamid, M. Masoudian, and M. Rabbani, "An integrated lean production-sustainability framework for evaluation and improvement of the performance of pharmaceutical factory," *J. Clean. Prod.*, vol. 376, p. 134132, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.134132.
- [2] N. Petrusch, F. Sieckmann, J. P. Menn, and H. Kohl, "Integration of Active Pharmaceutical Ingredient production into a pharmaceutical Lean Learning Factory," *Procedia Manuf.*, vol. 31, pp. 245–250, 2019, doi: 10.1016/j.promfg.2019.03.039.
- [3] A. B. Ciocanel and F. M. Pavelescu, "Innovation and Competitiveness in European Context," *Procedia Econ. Finance*, vol. 32, pp. 728–737, 2015, doi: 10.1016/S2212-5671(15)01455-0.
- [4] A. Palange and P. Dhattrak, "Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing," *Mater. Today Proc.*, vol. 46, pp. 729–736, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2020.12.193.
- [5] F. D. Carlo, M. A. Arleo, and M. Tucci, "Pattern Identification in the Buffer Level as a Tool to Identify Inefficiencies in a Pharmaceutical Packaging Line," *Int. J. Eng. Bus. Manag.*, vol. 6, p. 22, Jan. 2014, doi: 10.5772/59024.
- [6] W. A. Shar, D. S. A. Shaikh, and M. A. Khan, "ANALYSIS OF PRODUCTION SYSTEM OF PHARMACEUTICAL COMPANY BY USING LEAN TECHNIQUE OF OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)," vol. 27, 2021.
- [7] A. Winatie, B. P. Maharani, V. H. Riksa, and S. Hasibuan, "Increasing Time Efficiency of Change over Process on Solid Product using SMED (Single Minute Exchange of Dies) Method in Pharmaceutical Industry," vol. 4, no. 6, 2019.
- [8] N. Shannon, A. Trubetskaya, J. Iqbal, and O. McDermott, "A total productive maintenance & reliability framework for an active pharmaceutical ingredient plant utilising design for Lean Six Sigma," *Heliyon*, vol. 9, no. 10, p. e20516, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e20516.
- [9] J. McNiff and J. Whitehead, *Action research: principles and practice*, 2nd ed. London ; New York: RoutledgeFalmer, 2002.
- [10] G. Lê, R. Huss, C. Mshelia, and T. Mirzoev, *How to use Action Research to Strengthen District Health Management: A Handbook*. 2015.
- [11] M. Walter, "Participatory Action Research," *Soc. Res. Methods*.
- [12] B. Byrne, O. McDermott, and J. Noonan, "Applying Lean Six Sigma Methodology to a Pharmaceutical Manufacturing Facility: A Case Study," *Processes*, vol. 9, no. 3, p. 550, Mar. 2021, doi: 10.3390/pr9030550.
- [13] A. S. Denney and R. Tewksbury, "How to Write a Literature Review," *J. Crim. Justice Educ.*, vol. 24, no. 2, pp. 218–234, Jun. 2013, doi: 10.1080/10511253.2012.730617.

- [14] V. M. Magar and D. V. B. Shinde, "Application of 7 Quality Control (7 QC) Tools for Continuous Improvement of Manufacturing Processes," vol. 2, no. 4, 2014.
- [15] B. E. Flores and D. C. Whybark, "Implementing multiple criteria ABC analysis," *Engineering Cost and Production Economics*, 1988.
- [16] J. J. Dahlgaard and K. Kristensen, *Fundamentals of Total Quality Management*. London ; New York: Jaico, 2000.
- [17] K. s. Park and S. w. Han, "TPM—Total Productive Maintenance: Impact on competitiveness and a framework for successful implementation," *Hum. Factors Ergon. Manuf. Serv. Ind.*, vol. 11, no. 4, pp. 321–338, 2001, doi: 10.1002/hfm.1017.
- [18] M. A. Suzano, "A utilização do indicador de eficiência OEE (overall equipment effectiveness): estudo de caso em uma indústria farmacêutica," *ScientiaTec*, vol. 7, no. 2, Jul. 2020, doi: 10.35819/scientiatec.v7i2.3272.
- [19] P. M. Sandy and N. Wathoni, "Review: Implementation of Overall Equipment Effectiveness (OEE) Based on Lean Manufacturing Tools in the Indonesian Pharmaceutical Industry," p. (158-167), 2022.
- [20] M. Rodgers and R. Oppenheim, "Ishikawa diagrams and Bayesian belief networks for continuous improvement applications," *TQM J.*, vol. 31, no. 3, pp. 294–318, May 2019, doi: 10.1108/TQM-11-2018-0184.
- [21] L. Wilson, *How to implement lean manufacturing*. New York: McGraw-Hill, 2010.
- [22] S. Gupta and S. K. Jain, "The 5S and kaizen concept for overall improvement of the organisation: a case study," *Int. J. Lean Enterp. Res.*, vol. 1, no. 1, p. 22, 2014, doi: 10.1504/IJLER.2014.062280.
- [23] J. R. Grout and J. S. Toussaint, "Mistake-proofing healthcare: Why stopping processes may be a good start," *Bus. Horiz.*, vol. 53, no. 2, pp. 149–156, Mar. 2010, doi: 10.1016/j.bushor.2009.10.007.
- [24] S. Shingo, *O sistema Toyota De produção do ponto de vista da engenharia de produção*, 2ªed. 1996.
- [25] M. L. Emiliani, "Standardized work for executive leadership," *Leadersh. Organ. Dev. J.*, vol. 29, no. 1, pp. 24–46, Feb. 2008, doi: 10.1108/01437730810845289.
- [26] A. Krijnen, "The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer," *Action Learn. Res. Pract.*, vol. 4, no. 1, pp. 109–111, Apr. 2007, doi: 10.1080/14767330701234002.
- [27] J. A. Garza-Reyes, I. E. Betsis, V. Kumar, and M. A. Radwan Al-Shboul, "Lean readiness – the case of the European pharmaceutical manufacturing industry," *Int. J. Product. Perform. Manag.*, vol. 67, no. 1, pp. 20–44, Jan. 2018, doi: 10.1108/IJPPM-04-2016-0083.
- [28] C. Jiménez-González *et al.*, "Key Green Engineering Research Areas for Sustainable Manufacturing: A Perspective from Pharmaceutical and Fine Chemicals Manufacturers," *Org. Process Res. Dev.*, vol. 15, pp. 900–911, Jul. 2011, doi: 10.1021/op100327d.
- [29] M. Bellgran, M. Kurdve, and R. Hanna, "Cost driven Green Kaizen in pharmaceutical production – Creating positive engagement for environmental improvements," *Procedia CIRP*, vol. 81, pp. 1219–1224, 2019, doi: 10.1016/j.procir.2019.03.297.
- [30] M. E. Nenni, L. Giustiniano, and L. Pirolo, "Improvement of Manufacturing Operations through a Lean Management Approach: A Case Study in the Pharmaceutical Industry," *Int. J. Eng. Bus. Manag.*, vol. 6, p. 24, Jan. 2014, doi: 10.5772/59027.
- [31] K. Plumb, "Continuous Processing in the Pharmaceutical Industry," *Chem. Eng. Res. Des.*, vol. 83, no. 6, pp. 730–738, Jun. 2005, doi: 10.1205/cherd.04359.
- [32] R. Shah, P. Prajapati, and Y. Agrawal, "Anticounterfeit packaging technologies," *J. Adv. Pharm. Technol. Res.*, vol. 1, no. 4, p. 368, 2010, doi: 10.4103/0110-5558.76434.
- [33] Mehta Kunal C*, D. Akhilesh e B. Shyam Kumar, "Recent Trends in Pharmaceutical Packaging: A Review," *INTERNATIONAL JOURNAL OF PHARMACEUTICAL AND CHEMICAL SCIENCES*, Sep. 2012.

- [34] T. Melton, "The Benefits of Lean Manufacturing," *Chem. Eng. Res. Des.*, vol. 83, no. 6, pp. 662–673, Jun. 2005, doi: 10.1205/cherd.04351.
- [35] A. Shinde, "International Journal Of Pharmacy and Herbal Technology, 2024, Vol 2, Issue 1, 679-688," vol. 2, no. 1, 2024.
- [36] T. Ohno, *Toyota Production System Beyond Large-Scale Production*. 1978.
- [37] C. H. KAĞNICIOĞLU, A. KARAMAN, S. AYDIN, S. HASGÜL, and O. KAYA, *Operations Management - Anadolu university*, T.C. ANADOLU UNIVERSITY PUBLICATION NO: 3936. 2019.
- [38] R. Godina, C. Pimentel, F. J. G. Silva, and J. C. O. Matias, "A Structural Literature Review of the Single Minute Exchange of Die: The Latest Trends," *Procedia Manuf.*, vol. 17, pp. 783–790, 2018, doi: 10.1016/j.promfg.2018.10.129.
- [39] J. P. Womack and D. T. Jones, "Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation," *J. Oper. Res. Soc.*, vol. 48, no. 11, pp. 1148–1148, Nov. 1997, doi: 10.1057/palgrave.jors.2600967.
- [40] C. Fritze, "The Toyota Production System," 2016.
- [41] T. Melo, A. Alves, I. Lopes, and A. Colim, "Reducing 3M by Improved Layouts and Ergonomic Intervention in a Lean Journey in a Cork Company," 2020, pp. 537–545. doi: 10.1007/978-3-030-41486-3_58.
- [42] R. Z. Radin Umar, J. Y. Tiong, N. Ahmad, and J. Dahalan, "Development of framework integrating ergonomics in Lean's Muda, Muri, and Mura concepts," *Prod. Plan. Control*, pp. 1–9, Mar. 2023, doi: 10.1080/09537287.2023.2189640.
- [43] T. Ohno, *Sistem Pengeluaran Toyota: Melangkaui Pengeluaran Skala Besar*. Move Associations, 2010.
- [44] A. N. A. Wahab, M. Mukhtar, and R. Sulaiman, "A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions," *Procedia Technol.*, vol. 11, pp. 1292–1298, 2013, doi: 10.1016/j.protcy.2013.12.327.
- [45] M. Khlaf, A. H. Harb, and A. Kassem, "Lean manufacturing: implementation and assessment in the Lebanese pharmaceutical industry," *Int. J. Comput. Optim.*, vol. 1, pp. 47–62, 2014, doi: 10.12988/ijco.2014.433.
- [46] M. Bevilacqua, F. E. Ciarapica, I. De Sanctis, G. Mazzuto, and C. Paciarotti, "A Changeover Time Reduction through an integration of lean practices: a case study from pharmaceutical sector," *Assem. Autom.*, vol. 35, no. 1, pp. 22–34, Feb. 2015, doi: 10.1108/AA-05-2014-035.
- [47] N. M. Patel, N. Joshi, Y. Jadeja, and R. Sebastian, "A STUDY ON 'KAIZEN' AS A TOOL FOR IMPROVING EFFICIENCY AND EFFECTIVENESS IN PHARMACEUTICAL COMPANY WITH LITTLE AUTOMATION".
- [48] F. de A. de O. Honório, F. L. Rosa, and G. F. N. Lima, "APPLICATION OF SMED IN THE OPTIMIZATION OF THE PRODUCTIVE PROCESS IN THE PHARMACEUTICAL INDUSTRY," 2021.
- [49] B. V. Chowdary and D. George, "Improvement of manufacturing operations at a pharmaceutical company: A lean manufacturing approach," *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol. 23, no. 1, pp. 56–75, 2012, doi: 10.1108/17410381211196285.
- [50] M. Y. Syafei and T. L. Ls, "Improving Work System by Reducing Setup Time Activity in Drying Room in Pharmaceutical Industry with Single Minutes Exchange Die (SMED)," *JIE Sci. J. Res. Appl. Ind. Syst.*, vol. 3, no. 1, p. 50, Nov. 2018, doi: 10.33021/jie.v3i1.497.
- [51] O. Qassim, J. A. Garza-Reyes, M. K. Lim, and V. Kumar, "Integrating Value Stream Mapping and PDCA to Improve the Operations of a Pharmaceutical Organisation in Pakistan".
- [52] D. Sîrbu and C. E. Băișan, "Lean Manufacturing Benefits in a Pharmaceutical Production Plant," *Appl. Mech. Mater.*, vol. 657, pp. 991–995, Oct. 2014, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.657.991.

- [53] J. Khairunnas, R. Ceha, and C. R. Muhammad, "Meminimasi Lead Time Produksi Menggunakan Pendekatan Lean Manufacturing di PT Indofarma (Persero) Tbk (dengan Studi Kasus Kapsul Piroxicam 20 mg)," vol. 2, 2016.
- [54] A.-A. Karam, M. Liviu, V. Cristina, and H. Radu, "The contribution of lean manufacturing tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry. A SMED project," *Procedia Manuf.*, vol. 22, pp. 886–892, 2018, doi: 10.1016/j.promfg.2018.03.125.
- [55] O. C. Chikwendu, A. S. Chima, and M. C. Edith, "The optimization of overall equipment effectiveness factors in a pharmaceutical company," *Heliyon*, vol. 6, no. 4, p. e03796, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e03796.
- [56] A. Simões and A. Tenera, "Improving setup time in a Press Line – Application of the SMED methodology," *IFAC Proc. Vol.*, vol. 43, no. 17, pp. 297–302, 2010, doi: 10.3182/20100908-3-PT-3007.00065.
- [57] M. Zubair *et al.*, "Manufacturing productivity analysis by applying overall equipment effectiveness metric in a pharmaceutical industry," *Cogent Eng.*, vol. 8, no. 1, p. 1953681, Jan. 2021, doi: 10.1080/23311916.2021.1953681.
- [58] Á. Bene and P. Bene, "Specialties of first SMED in pharmaceutical manufacturing," *Int. J. Eng. Manag. Sci.*, vol. 1, no. 1, 2017.
- [59] V. Božanić, "Lean and Six Sigma Concepts – Application in Pharmaceutical Industry," *Int. J. Qual. Res.*, vol. 5, Jun. 2011.
- [60] F. Sieckmann, H. N. Ngoc, R. Helm, and H. Kohl, "Implementation of lean production systems in small and medium-sized pharmaceutical enterprises," *Procedia Manuf.*, vol. 21, pp. 814–821, 2018, doi: 10.1016/j.promfg.2018.02.188.
- [61] S. G and S. N, "KAIZEN AND LEAN IMPLEMENTATION IN PHARMACEUTICAL INDUSTRIES: A REVIEW," *Asian J. Pharm. Clin. Res.*, vol. 11, no. 7, p. 57, Jul. 2018, doi: 10.22159/ajpcr.2018.v11i7.24722.
- [62] T. Friedli, M. Goetzfried, and P. Basu, "Analysis of the Implementation of Total Productive Maintenance, Total Quality Management, and Just-In-Time in Pharmaceutical Manufacturing," *J. Pharm. Innov.*, vol. 5, no. 4, pp. 181–192, Dec. 2010, doi: 10.1007/s12247-010-9095-x.
- [63] C. Rybski and R. Jochem, "Benefits of a Learning Factory in the Context of Lean Management for the Pharmaceutical Industry," *Procedia CIRP*, vol. 54, pp. 31–34, 2016, doi: 10.1016/j.procir.2016.05.106.
- [64] H. Gebauer, M. Kickuth, and T. Friedli, "Lean management practices in the pharmaceutical industry," *Int. J. Serv. Oper. Manag.*, vol. 5, no. 4, p. 463, 2009, doi: 10.1504/IJSOM.2009.024580.
- [65] R. Godina, E. Rodrigues, and J. Matias, "An Alternative Test of Normality for Improving SPC in a Portuguese Automotive SME," 2018, pp. 277–285. doi: 10.1007/978-3-319-58409-6_31.
- [66] B. Milani and W. Scholten, "THE WORLD MEDICINES SITUATION 201".
- [67] S. J. LOHAR, "PRODUCTION PLANNING PROCESS ACROSS PHARMACEUTICAL INDUSTRIES," VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY FACULTY OF MECHANICS DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING, 2017.
- [68] R. A. Bettis, *Strategy in Transition*. John Wiley & Sons, 2009.
- [69] IMS Institute for Healthcare Informatics, "The Global Use of Medicines: Outlook through 2016." 2012.
- [70] S. Politis and D. Rekkas, "The Evolution of the Manufacturing Science and the Pharmaceutical Industry," *Pharm. Res.*, vol. 28, pp. 1779–81, Jul. 2011, doi: 10.1007/s11095-011-0479-5.
- [71] Jochem R, Roessle D, Helm R, Roy D, Merker S, Rybski C., *Den Alltag erproben: Mit der Lernfabrik zur Lean-Fabrik*. Qualität und Zuverlässigkeit (QZ), 2016.
- [72] McKinsey, "Pobos Benchmarking Study 2010."
- [73] C. Kummer, "Die größten Pharmaunternehmen der Welt," IMAA – Institute for Mergers, Acquisitions, and Alliances. [Online]. Available: <https://imaa-institute.org/publications/die-grösten-pharmaunternehmen-der-welt/>

- [74] PWC, "Lean implementation: Indian pharmaceutical industry." 2011.
- [75] The Association of German Engineers (VDI), "Guideline 2870-1 – Lean Production Systems." 2012.
- [76] H. Shabaninejad, G. Mehralian, A. Rashidian, A. Baratimarnani, and H. R. Rasekh, "Identifying and prioritizing industry-level competitiveness factors: evidence from pharmaceutical market," *DARU J. Pharm. Sci.*, vol. 22, no. 1, p. 35, Dec. 2014, doi: 10.1186/2008-2231-22-35.
- [77] S. Kumar, A. Dhingra, and B. Singh, "Lean-Kaizen implementation," *J. Eng. Des. Technol.*, vol. 16, no. 1, pp. 143–160, Jan. 2018, doi: 10.1108/JEDT-08-2017-0083.
- [78] M. J. Syaputra and S. Aisyah, "Kaizen Method Implementation in Industries: Literature Review and Research Issues," *IJEM - Indones. J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 3, no. 2, p. 116, Jun. 2022, doi: 10.22441/ijiem.v3i2.15408.
- [79] G. Robertstone and Z. Markova, "Lean Implementation Benefits for the Pharmaceutical Company - From Project to Implementation," *Sci. Conf. Econ. Entrep. Proc.*, vol. SCEE`2022 Proceedings, pp. 88–99, Mar. 2023, doi: 10.7250/scee.2022.009.
- [80] "Assessing the application of Kaizen principles in Indian small-scale industry." [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/283154663_Assessing_the_application_of_Kaizen_principles_in_Indian_small-scale_industry
- [81] A. Karim and K. Arif-Uz-Zaman, "A methodology for effective implementation of lean strategies and its performance evaluation in manufacturing organizations," *Bus. Process Manag. J.*, vol. 19, no. 1, pp. 169–196, Jan. 2013, doi: 10.1108/14637151311294912.
- [82] C. Valmohammadi and S. Roshanzamir, "The guidelines of improvement: Relations among organizational culture, TQM and performance," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 164, pp. 167–178, Jun. 2015, doi: 10.1016/j.ijpe.2014.12.028.
- [83] J. Junior and D. S. Dirceu, "FACTORS EVALUATION AND VARIABLE THAT INFLUENCE THE IMPROVEMENT PROGRAMS IN CONTINUOUS SUPPORT SPECIALISTS VISION," *Revista Ibero Americana de Estratégia*, 2016.
- [84] "Industry 4.0: a vision for personalized medicine supply chains? | Request PDF." [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/305452903_Industry_40_a_vision_for_personalized_medicine_supply_chains
- [85] E. Hofmann and M. Rüsçh, "Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics," *Comput. Ind.*, vol. 89, pp. 23–34, Aug. 2017, doi: 10.1016/j.compind.2017.04.002.
- [86] "Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review - ScienceDirect." [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095809917307130>
- [87] B. Ding, "Pharma Industry 4.0: Literature review and research opportunities in sustainable pharmaceutical supply chains," *Process Saf. Environ. Prot.*, vol. 119, pp. 115–130, Oct. 2018, doi: 10.1016/j.psep.2018.06.031.
- [88] T. Slavina and N. Štefanić, "Facing Challenges of Implementing Total Productive Management and Lean Tools in Manufacturing Enterprises," *Systems*, vol. 12, no. 2, p. 52, Feb. 2024, doi: 10.3390/systems12020052.
- [89] "Lean Organization: from the Tools of the Toyota Production System to Lean Office: 3 (Perspectives in Business Culture, 3) - Chiarini, Andrea: 9788847025097 - AbeBooks." [Online]. Available: <https://www.abebooks.co.uk/9788847025097/Lean-Organization-Tools-Toyota-Production-8847025095/plp>
- [90] T. Netland, "Critical success factors for implementing lean production: the effect of contingencies," *Int. J. Prod. Res.*, vol. In press, Oct. 2015, doi: 10.1080/00207543.2015.1096976.
- [91] O. Bakås, T. Govaert, and H. Van Landeghem, "Challenges and success factors for implementation of lean manufacturing in European SMES," in *NTNU Engineering Series*, Tapir Academic Press, 2011. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/1854/LU-1929995>

- [92] T.-L. Nguyen, "STEAM-ME: A Novel Model for Successful Kaizen Implementation and Sustainable Performance of SMEs in Vietnam," *Complexity*, vol. 2019, p. 1, 2019.
- [93] M. A. O. D. Justa, "FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA," *Rev. Gest. Ind.*, vol. 10, no. 2, Dec. 2014, doi: 10.3895/S1808-04482014000200004.
- [94] "Lean TPM: A Blueprint for Change | Request PDF." [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/291079360_Lean_TPM_A_Blueprint_for_Change
- [95] "Analysis of the fall of TPM in companies." [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/257344883_Analysis_of_the_fall_of_TPM_in_companies
- [96] V. Vanhoorne and C. Vervaet, "Recent progress in continuous manufacturing of oral solid dosage forms," *Int. J. Pharm.*, vol. 579, p. 119194, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.ijpharm.2020.119194.
- [97] S. B. Lindahl, D. K. Babi, K. V. Gernaey, and G. Sin, "Integrated capacity and production planning in the pharmaceutical supply chain: Framework and models," *Comput. Chem. Eng.*, vol. 171, p. 108163, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.compchemeng.2023.108163.
- [98] C. Vervaet and J. Remon, "Continuous granulation in the pharmaceutical industry," *Chem. Eng. Sci.*, vol. 60, pp. 3949–3957, Jul. 2005, doi: 10.1016/j.ces.2005.02.028.
- [99] "Modernizing Pharmaceutical Manufacturing: from Batch to Continuous Production." [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/276932175_Modernizing_Pharmaceutical_Manufacturing_from_Batch_to_Continuous_Production
- [100] "Quality-by-Design for biotechnology-related pharmaceuticals | Request PDF." [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/24404560_Quality-by-Design_for_biotechnology-related_pharmaceuticals
- [101] N. Shah, "Pharmaceutical supply chains: key issues and strategies for optimisation," *Comput. Chem. Eng.*, vol. 28, no. 6–7, pp. 929–941, Jun. 2004, doi: 10.1016/j.compchemeng.2003.09.022.
- [102] R. M. G. Magalhães, "Kaizen na construção de um processo de melhoria contínua numa Indústria Farmacêutica," Faculdade de ciencias e tecnologias da universidade de coimbra, 2019.
- [103] A.-A. Karam, M. Liviu, V. Cristina, and H. Radu, "The contribution of lean manufacturing tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry. A SMED project," *Procedia Manuf.*, vol. 22, pp. 886–892, 2017, doi: 10.1016/j.promfg.2018.03.125.
- [104] S. Mostafa, J. Dumrak, and H. Soltan, "Lean Maintenance Roadmap," *Procedia Manuf.*, vol. 2, pp. 434–444, 2015, doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.076.
- [105] T. Krishnan, A. Khan, and J. Alqurni, "Aggregate Production Planning and Scheduling in the Industry 4.0 Environment," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 204, pp. 784–793, 2022, doi: 10.1016/j.procs.2022.08.095.
- [106] S.-I. Chang, D. C. Yen, C.-C. Chou, H.-C. Wu, and H.-P. Lee, "Applying Six Sigma to the management and improvement of production planning procedure's performance," *Total Qual. Manag. Bus. Excell.*, vol. 23, no. 3–4, pp. 291–308, Apr. 2012, doi: 10.1080/14783363.2012.657387.
- [107] J. M. Laínez, E. Schaefer, and G. V. Reklaitis, "Challenges and opportunities in enterprise-wide optimization in the pharmaceutical industry," *Comput. Chem. Eng.*, vol. 47, pp. 19–28, Dec. 2012, doi: 10.1016/j.compchemeng.2012.07.002.
- [108] A. Moosivand, A. Rajabzadeh Ghatari, and H. R. Rasekh, "Supply Chain Challenges in Pharmaceutical Manufacturing Companies: Using Qualitative System Dynamics Methodology," *Iran. J. Pharm. Res.*, no. Online First, Feb. 2019, doi: 10.22037/ijpr.2019.2389.
- [109] M. Sarkis, A. Bernardi, N. Shah, and M. M. Papathanasiou, "Emerging Challenges and Opportunities in Pharmaceutical Manufacturing and Distribution," *Processes*, vol. 9, no. 3, p. 457, Mar. 2021, doi: 10.3390/pr9030457.
- [110] G. Sandoval, D. Espinoza, N. Figueroa, and J. A. Asenjo, "MILP reformulations for the design of biotechnological multi-product batch plants using continuous equipment sizes and discrete host selection," *Comput. Chem. Eng.*, vol. 84, pp. 1–11, Jan. 2016, doi: 10.1016/j.compchemeng.2015.08.001.

- [111] "Decision-support challenges in the chemical-pharmaceutical industry: Findings and future research directions." [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/337738817_Decision-support_challenges_in_the_chemical-pharmaceutical_industry_Findings_and_future_research_directions
- [112] E. Fernando, M. Meyliana, H. L. Hendric Spits Warnars, and E. Abdurachman, "Key strategic issues pharmaceutical industry of SCM: A systematic literature review," *Bull. Electr. Eng. Inform.*, vol. 9, no. 2, pp. 808–817, Apr. 2020, doi: 10.11591/eei.v9i2.1264.
- [113] N. C. Nwasuka and U. Nwaiwu, "Computer-based production planning, scheduling and control: A review," *J. Eng. Res.*, vol. 12, no. 1, pp. 275–280, Mar. 2024, doi: 10.1016/j.jer.2023.09.027.
- [114] A. Shojaeinasab *et al.*, "Intelligent manufacturing execution systems: A systematic review," *J. Manuf. Syst.*, vol. 62, pp. 503–522, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.jmsy.2022.01.004.
- [115] L. Costa, A. Almeida, and L. Reis, "Methodology for Implementing a Manufacturing Execution System in the Machinery and Equipment Industry," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 232, pp. 2028–2037, 2024, doi: 10.1016/j.procs.2024.02.025.
- [116] D. Petrides, C. Siletti, J. Jiménez, P. Psathas, and Y. Mannion, "Optimizing the Design and Operation of Fill-Finish Facilities using Process Simulation and Scheduling Tools," 2011.

9 ANEXOS

Anexo A - ABC: Critério de número de reclamações nos produtos da empresa

Tabela A.1- Análise ABC do critério de número de reclamações nos produtos da empresa.

Produto	Contagem Total	% Individual	% Acumulativa	Classificação
HH	77	17,23%	17,23%	A
M	68	15,21%	32,44%	A
O	37	8,28%	40,72%	A
AO	34	7,61%	48,32%	A
U	31	6,94%	55,26%	A
AM	24	5,37%	60,63%	A
DD	22	4,92%	65,55%	A
Produto X 60	20	4,47%	70,02%	A
BB	13	2,91%	72,93%	A
AG	13	2,91%	75,84%	A
AP	10	2,24%	78,08%	A
Produto X 20	9	2,01%	80,09%	B
AB	8	1,79%	81,88%	B
AA	7	1,57%	83,45%	B
Produto Y	7	1,57%	85,01%	B
I	6	1,34%	86,35%	B
N	6	1,34%	87,70%	B
BB	6	1,34%	89,04%	B
K	5	1,12%	90,16%	B
AQ	5	1,12%	91,28%	B
AR	4	0,89%	92,17%	B
AS	4	0,89%	93,06%	B
H	4	0,89%	93,96%	B
B	4	0,89%	94,85%	B
QQ	3	0,67%	95,53%	C
W	3	0,67%	96,20%	C
AT	3	0,67%	96,87%	C
AU	2	0,45%	97,32%	C
AM	2	0,45%	97,76%	C
AL	1	0,22%	97,99%	C
V	1	0,22%	98,21%	C

TT	1	0,22%	98,43%	C
EE	1	0,22%	98,66%	C
S	1	0,22%	98,88%	C
Z	1	0,22%	99,11%	C
N	1	0,22%	99,33%	C
VV	1	0,22%	99,55%	C
U	1	0,22%	99,78%	C
AW	1	0,22%	100,00%	C
447				

Tabela A.2 - Classificação ABC para o critério do número de reclamações: classificação, corte, proporção e proporção em valor.

Classificação	Corte	Proporção	Proporção valor
A	80,00%	28,21%	78,08%
B	95,00%	33,33%	16,78%
C	100,00%	38,46%	5,15%

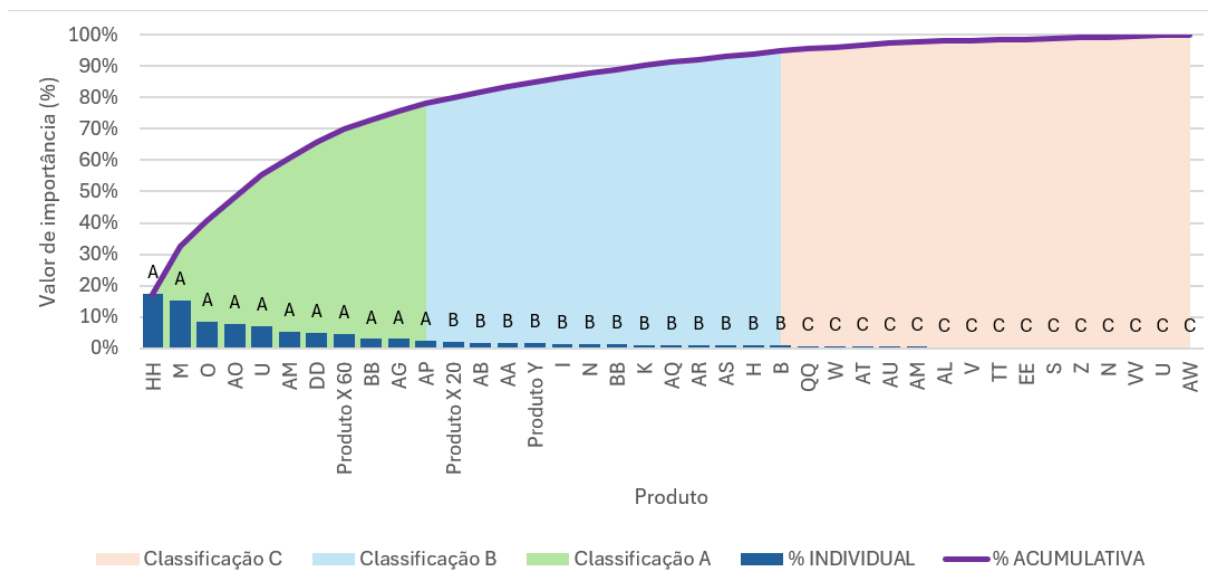


Figura A.1 - Gráfico da análise ABC para o critério do número de reclamações.

Anexo B - ABC: Critério do rendimento dos produtos no fabrico

Tabela B.1 - Análise ABC do critério do rendimento dos produtos no fabrico.

Pro- duto	% Rendi- mento médio	1 - Rendi- mento	# lo- tes	# Rendimento < 96,9%	Valor com- parativo	% Indi- vidual	% Acu- mulativa	Classifi- cação
Pro- duto Y	96,37%	3,63%	128	71	2,58	31,88%	31,88%	A
N	94,37%	5,63%	57	44	2,48	30,63%	62,51%	A
V	95,98%	4,02%	28	20	0,80	9,95%	72,46%	A
D	92,89%	7,11%	19	7	0,50	6,16%	78,62%	A
K	96,19%	3,81%	14	11	0,42	5,19%	83,81%	B
Pro- duto X	97,66%	2,34%	49	13	0,30	3,77%	87,58%	B
AV	87,52%	12,48%	2	2	0,25	3,09%	90,67%	B
G	79,98%	20,02%	1	1	0,20	2,48%	93,15%	B
AH	92,72%	7,28%	2	2	0,15	1,80%	94,95%	B
NA	95,50%	4,50%	4	3	0,14	1,67%	96,62%	C
S	89,41%	10,59%	1	1	0,11	1,31%	97,93%	C
BB	97,74%	2,26%	5	2	0,05	0,56%	98,49%	C
AK	95,98%	4,02%	2	1	0,04	0,50%	98,99%	C
TT	96,84%	3,16%	1	1	0,03	0,39%	99,38%	C
AK	97,19%	2,81%	2	1	0,03	0,35%	99,72%	C
FF	97,77%	2,23%	3	1	0,02	0,28%	100,00%	C
TOTAL=					8,08			

Tabela B.2 - Classificação ABC para o critério do número de reclamações: classificação, corte, proporção e proporção em valor.

Classificação	Corte	Proporção	Proporção valor
A	80,00%	10,26%	79%
B	95,00%	12,82%	16%
C	100,00%	76,92%	5%

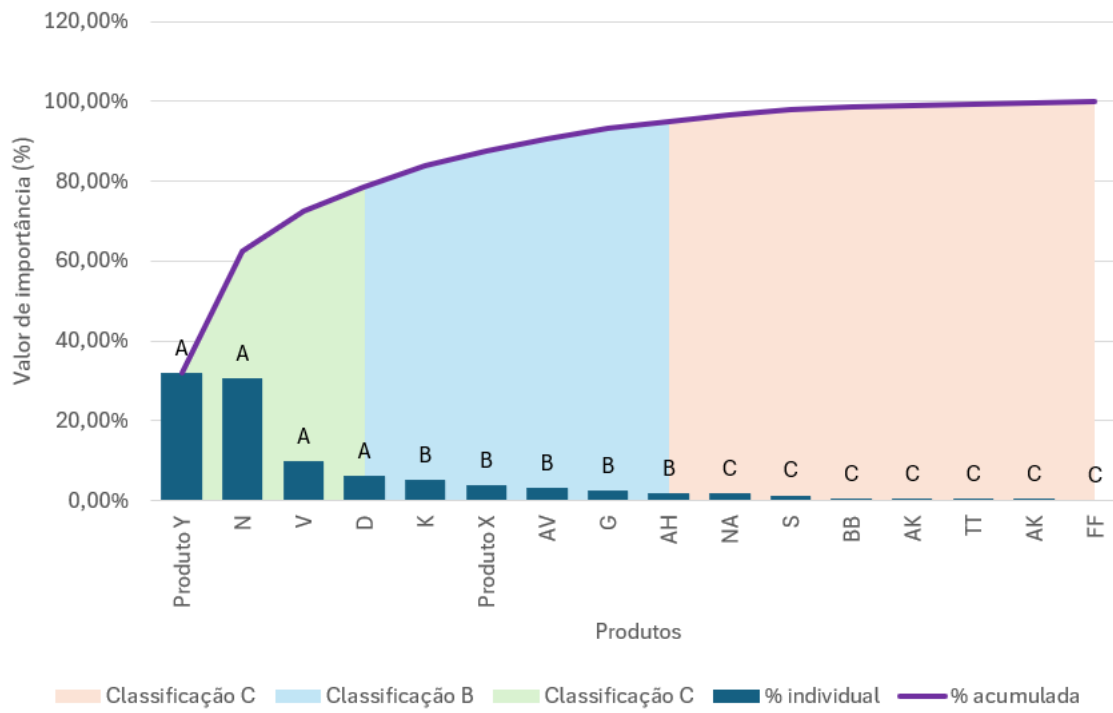


Figura B.1 - Gráfico da análise ABC para o critério do rendimento dos produtos no fabrico.

Anexo C - ABC: Critério do rendimento dos produtos na área de embalagem

Tabela C.1 - Análise ABC do critério do rendimento dos produtos na área de embalagem.

Produtos	Rendimento médio	1- Rendimento	#total	# Rendimento <96,9%	Valor comparativo	% Individual	% acumulativa	Classificação
U	90,45%	9,55%	12	9	0,86	16,77%	16,77%	A
L	92,49%	7,51%	5	5	0,38	7,33%	24,09%	A
JJ	90,70%	9,30%	4	4	0,37	7,26%	31,35%	A
Q	95,57%	4,43%	18	8	0,35	6,91%	38,26%	A
XX	94,20%	5,80%	6	6	0,35	6,79%	45,05%	A
AA	92,93%	7,07%	4	4	0,28	5,51%	50,56%	A
HH	90,78%	9,22%	3	3	0,28	5,40%	55,96%	A
B	95,21%	4,79%	6	5	0,24	4,68%	60,63%	A
QQ	92,12%	7,88%	3	3	0,24	4,61%	65,25%	A
AJ	92,18%	7,82%	3	3	0,23	4,58%	69,82%	A
BB	96,02%	3,98%	5	4	0,16	3,11%	72,93%	A
XX	92,50%	7,50%	2	2	0,15	2,93%	75,85%	A
F	92,52%	7,48%	2	2	0,15	2,92%	78,77%	A
AM	92,66%	7,34%	3	2	0,15	2,86%	81,64%	B
AI	92,75%	7,25%	2	2	0,14	2,83%	84,47%	B
II	96,05%	3,95%	4	3	0,12	2,31%	86,78%	B
H	96,39%	3,61%	6	3	0,11	2,11%	88,89%	B
AK	95,28%	4,72%	3	2	0,09	1,84%	90,73%	B
SS	95,57%	4,43%	3	2	0,09	1,73%	92,46%	B
S	92,92%	7,08%	2	1	0,07	1,38%	93,84%	B
I	96,98%	3,02%	9	2	0,06	1,18%	95,02%	C
AL	94,48%	5,52%	1	1	0,06	1,08%	96,10%	C
AF	95,74%	4,26%	1	1	0,04	0,83%	96,93%	C
W	95,80%	4,20%	1	1	0,04	0,82%	97,75%	C
VV	95,89%	4,11%	1	1	0,04	0,80%	98,55%	C
EE	98,22%	1,78%	10	2	0,04	0,69%	99,24%	C
Prod. X 20	97,75%	2,25%	7	1	0,02	0,44%	99,68%	C
Prod. X 60	99,41%	0,59%	40	1	0,01	0,11%	99,80%	C
AB	99,42%	0,58%	32	1	0,01	0,11%	99,91%	C
O	99,54%	0,46%	13	1	0,00	0,09%	100,00%	C
					5,13			

Tabela C.2 - Classificação ABC para o critério do rendimento dos produtos na área de embalagem: classificação, corte, proporção e proporção em valor.

Classificação	Corte	Proporção	Proporção valor
A	80,00%	33,33%	78,77%
B	95,00%	17,95%	15,07%
C	100,00%	48,72%	6,16%

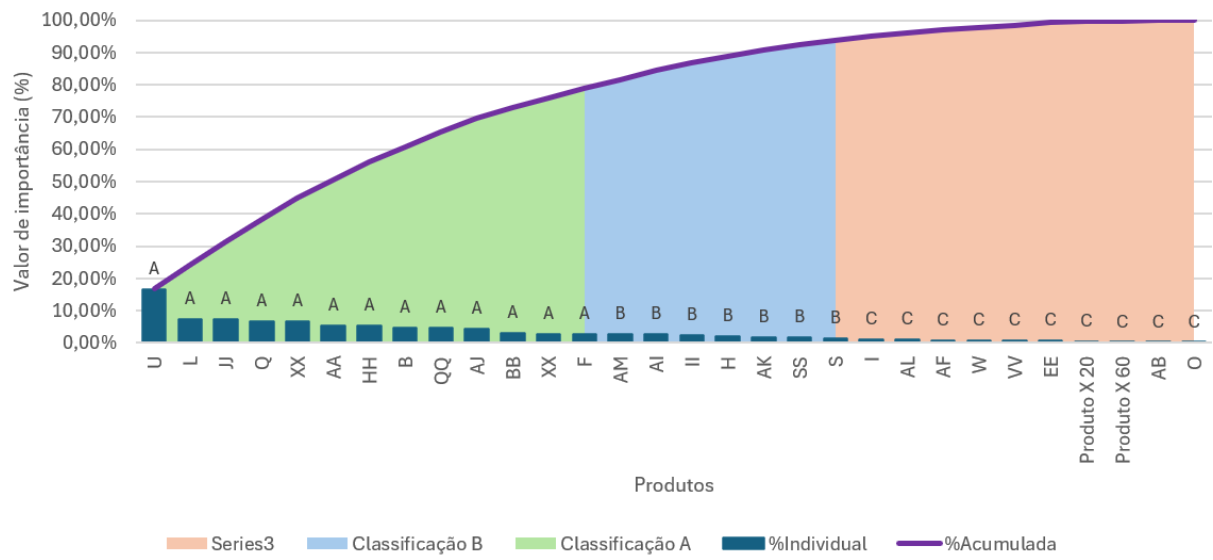


Figura C.1 - Gráfico da análise ABC para o critério do rendimento dos produtos na área de embalagem.

Anexo D - ABC: Critério do rendimento dos produtos da produção

Tabela D.1 - Análise ABC do critério do rendimento dos produtos da produção.

Produtos	% Rendimento médio fabrico	Rendimento médio embalagem	Rendimento total	1- Rendimento total	#<96,9%	Valor comparativo	% Individual	% Acumulativa	Classificação
Produto Y	96,37%	99,30%	95,70%	4,30%	71	3,05	13,99%	13,99%	A
AB	94,37%	99,42%	93,83%	6,17%	45	2,78	12,72%	26,71%	A
AG	94,37%	99,28%	93,69%	6,31%	44	2,78	12,71%	39,41%	A
N	94,37%	99,41%	93,82%	6,18%	44	2,72	12,45%	51,87%	A
U	99,00%	90,45%	89,55%	10,45%	9	0,94	4,31%	56,18%	A
V	95,98%	99,31%	95,32%	4,68%	20	0,94	4,29%	60,46%	A
AH	81,15%	95,28%	77,32%	22,68%	4	0,91	4,15%	64,62%	A
Prod. X 20	97,66%	97,75%	95,46%	4,54%	14	0,63	2,91%	67,52%	A
D	92,89%	99,60%	92,52%	7,48%	7	0,52	2,40%	69,92%	A
E	92,89%	99,75%	92,66%	7,34%	7	0,51	2,35%	72,28%	A
Q	98,88%	95,57%	94,50%	5,50%	8	0,44	2,01%	74,29%	A
JJ	98,33%	90,70%	89,19%	10,81%	4	0,43	1,98%	76,27%	A
L	99,00%	92,49%	91,56%	8,44%	5	0,42	1,93%	78,20%	A
Prod. X 60	97,66%	99,41%	97,08%	2,92%	14	0,41	1,87%	80,07%	B
XX	99,00%	94,20%	93,26%	6,74%	6	0,40	1,85%	81,92%	B
BB	97,74%	96,02%	93,85%	6,15%	6	0,37	1,69%	83,61%	B
AA	97,91%	92,93%	90,99%	9,01%	4	0,36	1,65%	85,26%	B
B	97,91%	95,21%	93,21%	6,79%	5	0,34	1,55%	86,82%	B
S	89,41%	92,92%	83,09%	16,91%	2	0,34	1,55%	88,37%	B
QQ	98,00%	92,12%	90,27%	9,73%	3	0,29	1,34%	89,70%	B
HH	99,50%	90,78%	90,33%	9,67%	3	0,29	1,33%	91,03%	B
AJ	99,00%	92,18%	91,26%	8,74%	3	0,26	1,20%	92,23%	B
A	98,00%	92,50%	90,65%	9,35%	2	0,19	0,86%	93,09%	B
F	98,00%	92,52%	90,67%	9,33%	2	0,19	0,85%	93,94%	B
H	98,00%	96,39%	94,46%	5,54%	3	0,17	0,76%	94,70%	B
AI	99,00%	92,75%	91,82%	8,18%	2	0,16	0,75%	95,45%	C
II	99,00%	96,05%	95,09%	4,91%	3	0,15	0,67%	96,13%	C
AM	100,00%	92,66%	92,66%	7,34%	2	0,15	0,67%	96,80%	C
SS	99,00%	95,57%	94,61%	5,39%	2	0,11	0,49%	97,29%	C
I	98,00%	96,98%	95,04%	4,96%	2	0,10	0,45%	97,75%	C
AK	93,29%	98,81%	92,18%	7,82%	1	0,08	0,36%	98,10%	C
AL	98,22%	94,48%	92,80%	7,20%	1	0,07	0,33%	98,43%	C
W	97,00%	95,80%	92,93%	7,07%	1	0,07	0,32%	98,76%	C
AF	98,00%	95,74%	93,82%	6,18%	1	0,06	0,28%	99,04%	C
VV	99,00%	95,89%	94,94%	5,07%	1	0,05	0,23%	99,27%	C

EE	99,35%	98,22%	97,58%	2,42%	2	0,05	0,22%	99,49%	C
AE	96,84%	99,39%	96,24%	3,76%	1	0,04	0,17%	99,67%	C
TT	96,84%	99,51%	96,36%	3,64%	1	0,04	0,17%	99,83%	C
FF	97,77%	99,00%	96,79%	3,21%	1	0,03	0,15%	99,98%	C
21,84									

Tabela D.2 - Classificação ABC para o critério do rendimento dos produtos na produção: classificação, corte, proporção e proporção em valor.

Classificação	Corte	Proporção	Proporção valor
A	80,00%	27,08%	78,20%
B	95,00%	25,00%	16,50%
C	100,00%	45,83%	5,30%

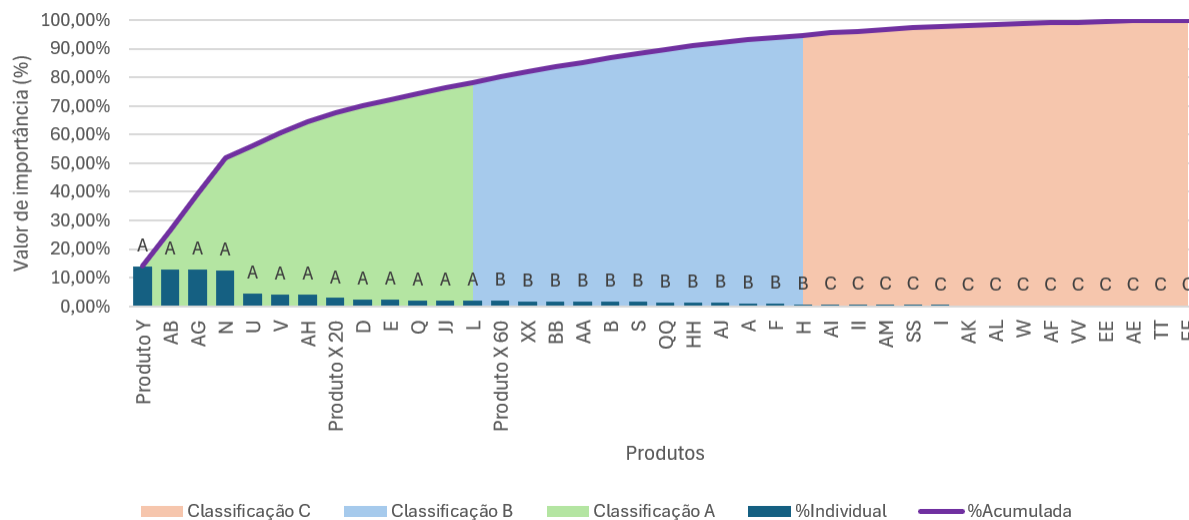


Figura D. 1 - Gráfico da análise ABC para o critério do rendimento dos produtos da produção.

Anexo E - ABC: Critério de vendas e preço unitário dos produtos da empresa

Tabela E.1 - Análise ABC do critério de vendas e preço unitário dos produtos da empresa.

Pro- duto	Custo pa- drão	Forecast total 2023 (unid.)	Real to- tal 2023 (unid.)	%	Fore- cast to- tal 2024 (unid.)	Forecast pon- derado (78%) (€)	% indi- vidual	% acu- mula- tiva	Classifi- cação
F	1,54 €	99 333	60 392	60,80%	240000	2 871 848,57 €	23,08 %	23,08%	A
Pro- duto Y	6,32 €	304 800	325 450	106,77 %	450970	2 214 594,95 €	17,80 %	40,88%	A
Prod X 60	4,40 €	563 500	382 412	67,86%	598000	2 044 482,68 €	16,43 %	57,31%	A
Prod X 20	2,40 €	289 000	257 315	89,04%	414000	772 042,41 €	6,20%	63,51%	A
G	4,67 €	2 830	1 971	69,65%	198100	718 837,84 €	5,78%	69,29%	A
H	1,25 €	284 432	245 697	86,38%	426648	414 390,03 €	3,33%	72,62%	A
I	1,34 €	196 912	195 331	99,20%	344596	358 793,53 €	2,88%	75,50%	A
J	0,82 €	499 980	255 112	51,02%	366652	233 613,26 €	1,88%	77,38%	A
D	1,85 €	303 550	196 149	64,62%	162000	232 871,49 €	1,87%	79,25%	A
K	6,32 €	39 000	38 654	99,11%	39000	191 518,73 €	1,54%	80,79%	B
L	3,39 €	49 998	38 183	76,37%	58331	153 648,63 €	1,23%	82,02%	B
M	2,67 €	96 000	95 991	99,99%	72000	149 373,42 €	1,20%	83,22%	B
N	3,45 €	172 700	105 353	61,00%	55000	147 438,65 €	1,18%	84,41%	B
O	16,00 €	24 000	14 118	58,83%	10800	134 268,25 €	1,08%	85,49%	B
P	1,67 €	19 500	42 457	217,73 %	102560	133 083,45 €	1,07%	86,56%	B
Q	0,82 €	66 000	62 932	95,35%	166665	106 191,03 €	0,85%	87,41%	B
R	0,82 €	99 000	95 970	96,94%	166665	106 191,03 €	0,85%	88,26%	B
S	20,35 €	14 066	5 716	40,64%	6666	105 404,54 €	0,85%	89,11%	B
T	2,94 €				45500	103 941,34 €	0,84%	89,95%	B
U	3,35 €	50 000	20 186	40,37%	37500	85 665,94 €	0,69%	90,63%	B
V	1,86 €	119 000	109 552	92,06%	56000	80 933,91 €	0,65%	91,28%	B
W	3,59 €	8 000	7 541	94,26%	24000	66 947,64 €	0,54%	91,82%	B
A	1,01 €	25 000	44 986	179,94 %	75000	58 858,91 €	0,47%	92,30%	B
B	1,56 €	105 600	65 227	61,77%	48000	58 182,91 €	0,47%	92,76%	B
Z	0,90 €	160 000	114 924	71,83%	80000	55 945,10 €	0,45%	93,21%	B
AA	0,64 €	128 000	91 508	71,49%	112000	55 696,46 €	0,45%	93,66%	B
BB	9,42 €	49 400	30 746	62,24%	7600	55 628,08 €	0,45%	94,11%	B
CC	1,75 €	50 000	37 067	74,13%	40000	54 391,07 €	0,44%	94,54%	B
DD	1,40 €	72 000	54 990	76,38%	50000	54 391,07 €	0,44%	94,98%	B

EE	2,94 €	23 100	20 115	87,08%	23100	52 770,22 €	0,42%	95,41%	C
FF	1,87 €	72 000	52 662	73,14%	36000	52 308,67 €	0,42%	95,83%	C
GG	2,74 €	3 200	1 456	45,50%	20000	42 580,44 €	0,34%	96,17%	C
HH	1,40 €	38 400	45 692	118,99%	38400	41 772,34 €	0,34%	96,50%	C
II	1,71 €	8 333			30500	40 525,23 €	0,33%	96,83%	C
JJ	1,64 €	35 000	21 836	62,39%	30000	38 229,15 €	0,31%	97,14%	C
LL	3,35 €	24 000	12 271	51,13%	12000	31 236,02 €	0,25%	97,39%	C
MM	3,35 €				12000	31 236,02 €	0,25%	97,64%	C
NN	0,74 €				50000	28 749,57 €	0,23%	97,87%	C
OO	3,35 €				10000	26 030,01 €	0,21%	98,08%	C
PP	1,32 €				25000	25 641,51 €	0,21%	98,29%	C
QQ	1,22 €	100 000	66 267	66,27%	25000	23 698,97 €	0,19%	98,48%	C
RR	1,16 €				25000	22 533,44 €	0,18%	98,66%	C
SS	4,04 €	9 998	7 753	77,55%	6666	20 925,52 €	0,17%	98,83%	C
TT	2,75 €	19 200	9 360	48,75%	9600	20 513,20 €	0,16%	98,99%	C
UU	3,50 €	14 200	13 117	92,37%	7100	19 308,83 €	0,16%	99,15%	C
VV	1,20 €	20 000	18 966	94,83%	20000	18 648,37 €	0,15%	99,30%	C
WW	2,39 €	10 000	9 861	98,61%	10000	18 570,67 €	0,15%	99,44%	C
XX	0,99 €	96 000	104 631	108,99%	24000	18 461,88 €	0,15%	99,59%	C
YY	3,92 €				5000	15 229,50 €	0,12%	99,72%	C
ZZ	0,92 €	36 000	22 851	63,48%	12000	8 578,25 €	0,07%	99,78%	C
AB	3,48 €	82 500	61 666	74,75%	2750	7 436,04 €	0,06%	99,84%	C
AC	0,89 €	84 480	42 336	50,11%	10560	7 302,70 €	0,06%	99,90%	C
AD	1,02 €		20 085		8640	6 847,68 €	0,06%	99,96%	C
E	0,72 €	10 500	3 481	33,15%	7000	3 916,16 €	0,03%	99,99%	C
AE	1,84 €	1 920	972	50,63%	960	1 372,52 €	0,01%	100,00%	C
		5756934	4159426	77,70%		12443597.81			
						€			

Tabela E.2 - Classificação ABC para o critério de vendas e preço unitário dos produtos da empresa.

Classificação	Corte	Proporção	Proporção valor
A	80,00%	8,26%	79,25%
B	95,00%	18,35%	15,73%
C	100,00%	72,48%	5,02%

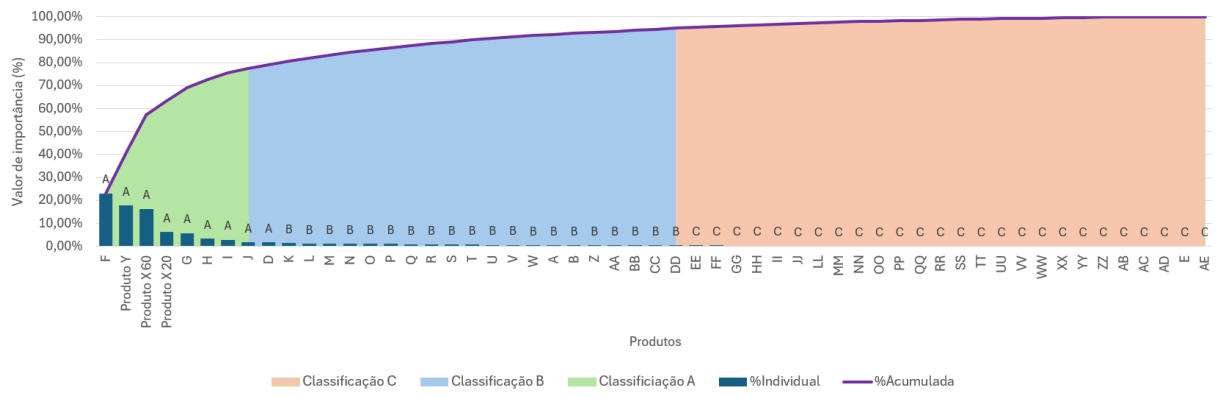


Figura E.1 - Gráfico da análise ABC para o critério de vendas e preço unitário dos produtos da empresa.

Anexo F - Listagem dos códigos das paragens na produção

Tabela F.1 - Lista dos códigos das paragens na produção.

Código da paragem	Nome da paragem	Tipo de paragem
SMP	Setup mudança de produto	Planeado
SC	Setup campanha	Planeado
A1	Avaria formação	Avaria
A2	Avaria alimentação	Avaria
A3	Avaria câmaras de inspeção	Avaria
A4	Avaria selagem	Avaria
A5	Avaria centragem	Avaria
A6	Avaria marcação e corte	Avaria
A7	Avaria saída produto / rejeição	Avaria
A8	Avaria empilhador	Avaria
A9	Avaria caixas	Avaria
A10	Avaria folhetos	Avaria
A11	Avaria <i>Laetus</i>	Avaria
A12	Avaria agrupadora	Avaria
A13	Avaria balança	Avaria
A14	Avaria TQS	Avaria
A15	Avaria sensor controlo presença	Avaria
A16	Avaria encapsulador	Avaria
A17	Avaria rotuladora	Avaria
A18	Avaria empurrador	Avaria
A19	Avaria bombas enchimento	Avaria
A20	Avaria <i>Inkjet</i>	Avaria
A21	Polimento punções	Avaria
A22	Problemas produto	Avaria
A23	Avaria aquecimento (vapor)	Avaria
A24	Avaria tamisação	Avaria
A25	Avaria filtros	Avaria
A26	Avaria energia	Avaria
A27	Avaria empanque / retentores	Avaria
A28	Avaria vácuo	Avaria
A29	Avaria sobreaquecimento	Avaria
A30	Avaria arrefecimento	Avaria
F1	Aguarda produção	Espera
F2	Aguarda manutenção	Espera
F3	Aguarda armazém	Espera
F4	Pausa almoço/jantar	Refeição
I	Inatividade (entre ordens)	Inatividade
O	Ociosidade (durante a produção)	Ociosidade
F5	Aguarda IPC	Espera
A31	Avaria CPU	Avaria
A	Afinação	Avaria
F6	Recuperação de perdas	Inatividade
F7	Problema AVAC	Espera

Anexo G - Plano de Ação

Tabela G. 1 - Plano de ação completo para mitigar as alterações ao planeamento.

Ações /Etapas	Nível de Prioridade	Tarefas	Responsável pela Tarefa	Área	Recursos Humanos (px) e Materiais	Tempo necessário (h)	Duração Prevista Total (dias)	Data Início	Data Fim	Dias Passados	% Concluída	% Planeada	Satus	Avaliação/ Tracking
Parametrização do sistema (ERP) (MES)	2	Reunir as informações necessárias e inseri-las no sistema de <i>Lead times</i> de análises	Supervisor da área	CQ	2	100	35	01/09/2024	06/10/2024					Nº de <i>lead times</i> introduzidos no sistema corretos /Nº total de <i>lead times</i> a introduzir no sistema
	3	Reunir as informações necessárias e inseri-las no sistema de <i>Lead times</i> de produção de cada máquina (roteiros)	Diretor de Produção	Produção	1	20	10	04/07/2024	14/07/2024	49,00	100%	100%	Concluída	Número de <i>lead times</i> de produção inseridos corretamente / Número total de <i>lead times</i> a inserir.
	1	Reunir as informações necessárias e inseri-las no sistema de <i>Lead times</i> de fornecedores por material	Diretor de Logística	Logística	3	100	120	30/09/2024	28/01/2025					Número de <i>lead times</i> de fornecedores inseridos corretamente / Número total de <i>lead times</i> de fornecedores a inserir.
	2	Reunir as informações necessárias e inseri-las no sistema de <i>stock</i> mínimos para garantir nível de serviço	Diretor de Logística	Logística	3	100	120	30/09/2024	28/01/2025					Número de níveis de <i>stock</i> mínimo corretamente inseridos / Número total de níveis de <i>stock</i> a inserir.
	1	Correção da lista atual de Fornecedores no sistema e de itens ativos	Diretor de Logística	Logística	4	70	35	26/08/2024	30/09/2024					Número de fornecedores e itens corrigidos corretamente / Número total de fornecedores e itens a corrigir.
	2	Atualizar custos de centros de trabalho (constituído por várias máquinas)	Diretor de	Engenharia	1	28	45	01/09/2024	16/10/2024					Número de centros de trabalho com custos atualizados corretamente /

			Engenharia											Número total de centros de trabalho a atualizar.
Formação sobre o funcionamento do ERP	1	Levantamento das necessidades de cada departamento	CFO	Todos	6	12	5	24/06/2024	29/06/2024	59,00	100%	100%	Concluída	Solicite a documentação de todas as necessidades levantadas e verifique se todas as áreas foram cobertas.
	1	Criar uma equipa multidisciplinar para rever e reprogramar o ERP	CFO	Todos	1	1	30	01/05/2024	31/05/2024	113,00	100%	100%	Concluída	
	2	Ações de esclarecimento de cada necessidade com cada departamento / formação dos utilizadores de ERP	CFO	Técnico do ERP	8+1	1584	60	05/07/2024	03/09/2024	48,00		80%		Mantenha registos das formações realizadas e dos participantes.
	3	Documentar conhecimento adquirido para o futuro	CFO	Todos	8	176	60	05/07/2024	03/09/2024	48,00		80%		Mantenha um registo dos documentos criados, atualizados e partilhados com o responsável.
Implementação do MES	1	Reunir internamente para definir necessidade	Diretor de Produção	Todos	8	24	15	01/09/2024	16/09/2024					Documente as reuniões internas com atas detalhadas que descrevam as necessidades definidas.
	1	Reunir com empresas para implementarem o MES	Diretor de Produção	Dr.Prod +Dr.En g+Dr.Log+Externo	2	4	60	15/09/2024	14/11/2024					Mantenha registos detalhados das reuniões com empresas e das propostas discutidas.
	2	Análise e reunião de todas as informações das propostas	CFO	Todos	8	1	15	01/11/2024	16/11/2024					Gere relatórios que resuma as informações analisadas e as propostas recebidas.
	2	Reunião para analisar e selecionar a empresa para a implementação, com base nas propostas recolhidas	Diretor de Produção	Todos Dr	8	1	15	15/11/2024	30/11/2024					Mantenha uma lista clara dos critérios utilizados para selecionar a empresa e verifique se todos foram atendidos. Garantir que a empresa fica selecionada
	1	Reunião para desbloquear verbas	CEO	CEO + CFO	3	176	180	15/11/2024	14/05/2025					Acompanhe a liberação das verbas e o uso dos fundos.

	2	Reunião de <i>kick off</i> dos projetos com a empresa externa selecionada para criar um plano de implementação estruturado	Diretor de Produção	Dr.Prod +Dr.En g+Dr.Lo g+Ex-terno	2	2	15	01/01/2025	16/01/2025			Mantenha um cronograma detalhado das etapas do plano de implementação.
	2	Implementação do projeto	Diretor de Produção	Dr.Prod +Dr.En g+Dr.Lo g+Ex-terno	6	100	60	01/01/2025	02/03/2025			Gere relatórios periódicos sobre o progresso da implementação do projeto. Utilize <i>checklists</i> para acompanhar a conclusão de cada etapa do projeto.
	3	Monitorização do MES e identificação de possíveis melhorias	Diretor de Produção	Dr.Prod +Dr.En g+Dr.Lo g	3	50	60	02/03/2025	01/05/2025			Documente as melhorias propostas
Monitorização e Gestão de Fornecedores	1	Reunião para alinhar a melhor abordagem para o processo de acompanhamento das entregas	Diretor de Logística	Compras	3	2	30	01/11/2024	01/12/2024			Realizar <i>check-ins</i> semanais para garantir que os pontos discutidos na reunião estão sendo seguidos. Criar um relatório pós-reunião com as atividades e responsáveis, acompanhando a execução das tarefas.
	2	Manter a analisar cada fornecedor e caracterizar quanto ao cumprimento de prazos de entrega e <i>lead time</i> real (de 6 em 6 meses)	Diretor de Logística	Compras	1 + (necessária ajuda do técnico do ERP)	10	30	01/06/2025	01/07/2025			Através da criação de um <i>PowerBI</i> onde são introduzidos os dados de forma a avaliar a performance de cada fornecedor e compare os prazos de entrega que estão no ERP e caso seja necessário atualizar os <i>PowerBI</i> gera uma lista de atualizações necessárias a fazer

1	Definir um responsável pela gestão de fornecedores (monitorizar o desempenho dos fornecedores, comunicar regularmente com eles e atualizar as datas de entrega no sistema)	Diretor de Logística	Compras	1	5	60	25/11/2024	24/01/2025				
1	Estabelecer critérios claros de avaliação dos fornecedores (pontualidade na entrega, qualidade dos materiais, comunicação eficaz) para completar avaliação dos fornecedores já em uso	Diretor de Logística	Compras	4	2	10	15/11/2024	25/11/2024				Implementar <i>scorecards</i> para cada fornecedor, atualizados mensalmente com base nos critérios estabelecidos. Organizar reuniões trimestrais para discutir os resultados dos <i>scorecards</i> e definir ações corretivas.
1	Fase de implementação (acompanhamento)	Diretor de Logística	Compras	1+Criação de materiais necessários a monitorização dos fornecedores bem como a comunicação interna dos prazos de entrega	-	90	01/01/2025	01/04/2025				Criar um plano. Realizar reuniões quinzenais para monitorar o progresso e ajustar o plano conforme necessário.
2	Avaliar funcionamento (após 3 meses)	Diretor de Logística	Compras	4	5	10	01/04/2025	11/04/2025				Elaborar um relatório de avaliação após 3 meses, destacando os pontos fortes e fracos da implementação. KPI (cumprimento da data de entrega prevista) (atraso < 1 semana) para classificar o sucesso da implementação e realizar os ajustes necessários.

	1	Criar e manter uma base de dados atualizados com fornecedores alternativos e planos de ação pré-definida para situações comuns de atraso na entrega de materiais (só aplicável a materiais de embalagem) --> feito em simultâneo com a revisão dos itens	Diretor de Logística	Compras	3	70	35	26/08/2024	30/09/2024				Garantir que a base de dados está atualizada e que os planos de ação são eficazes.
	3	Desenvolver planos de contingência para lidar com atrasos na entrega de materiais (identificar fornecedores alternativos, manter níveis de stock de segurança, priorizar a produção de produtos com elevada procura) --> última tarefa	Diretor de Logística	Compras	4	48	90	11/04/2025	10/07/2025				Atualizar os planos de contingência anualmente
	1	Desenvolver uma forma de comunicar internamente para todas as partes interessadas sobre as alterações nas entregas de matérias-primas bem como as ações tomadas tendo em conta os planos de contingência (ter os dados atualizados para partilhar informação).	Diretor de Logística	Compras	3+Criação de um Excel comum para as áreas partilhar a informação e na reunião discutirem com maior visibilidade algumas alterações ao plano	6	10	01/01/2025	11/01/2025				
Melhorar as	2	Implementar um processo formal para avaliar o impacto das mudanças no cronograma de produção	Diretor de Produção	Produção	1	20	20	02/03/2025	22/03/2025				

inter- rup- ções nas li- nhas de pro- dução	1	Estabelecer um sistema de monitorização contínua da produção para detetar imediatamente qualquer interrupção	Diretor de Produção	Produção + Manutenção	2	100	60	02/03/2025	01/05/2025					Implementar no sistema MES, alertas automáticos para notificar imediatamente qualquer interrupção na produção. Produzir relatórios diários de produção destacando qualquer interrupção e suas causas.
	1	Diagnosticar causas raiz para as interrupções	Diretor de Produção	Produção + Manutenção	3	100	60	01/05/2025	30/06/2025					Realizar análises de causa raiz nas reuniões diárias e criar medidas e soluções para evitar ou mitigar
Avaliar e Acompanhar	2	Desenvolver métricas de desempenho para monitorizar o progresso na implementação e avaliar o impacto na eficácia do planeamento	Diretor de Produção	Produção	1	10	10	04/07/2024	14/07/2024	49,00	80%	100%	Em andamento	Definir KPIs específicos como tempo de implementação
	3	Realizar avaliações periódicas para identificar possíveis melhorias adicionais e ajustes de forma a garantir a eficácia do plano de ação	CEO	Todos	1	60	425	01/05/2024	14/07/2025	113,00		27%		Agendar revisões trimestrais para avaliar o progresso do plano de ação e identificar áreas de melhoria. Com base no feedback recolhido dos <i>stakeholders</i> e ajustar o plano de ação.

Anexo H - Desenho técnico da calha

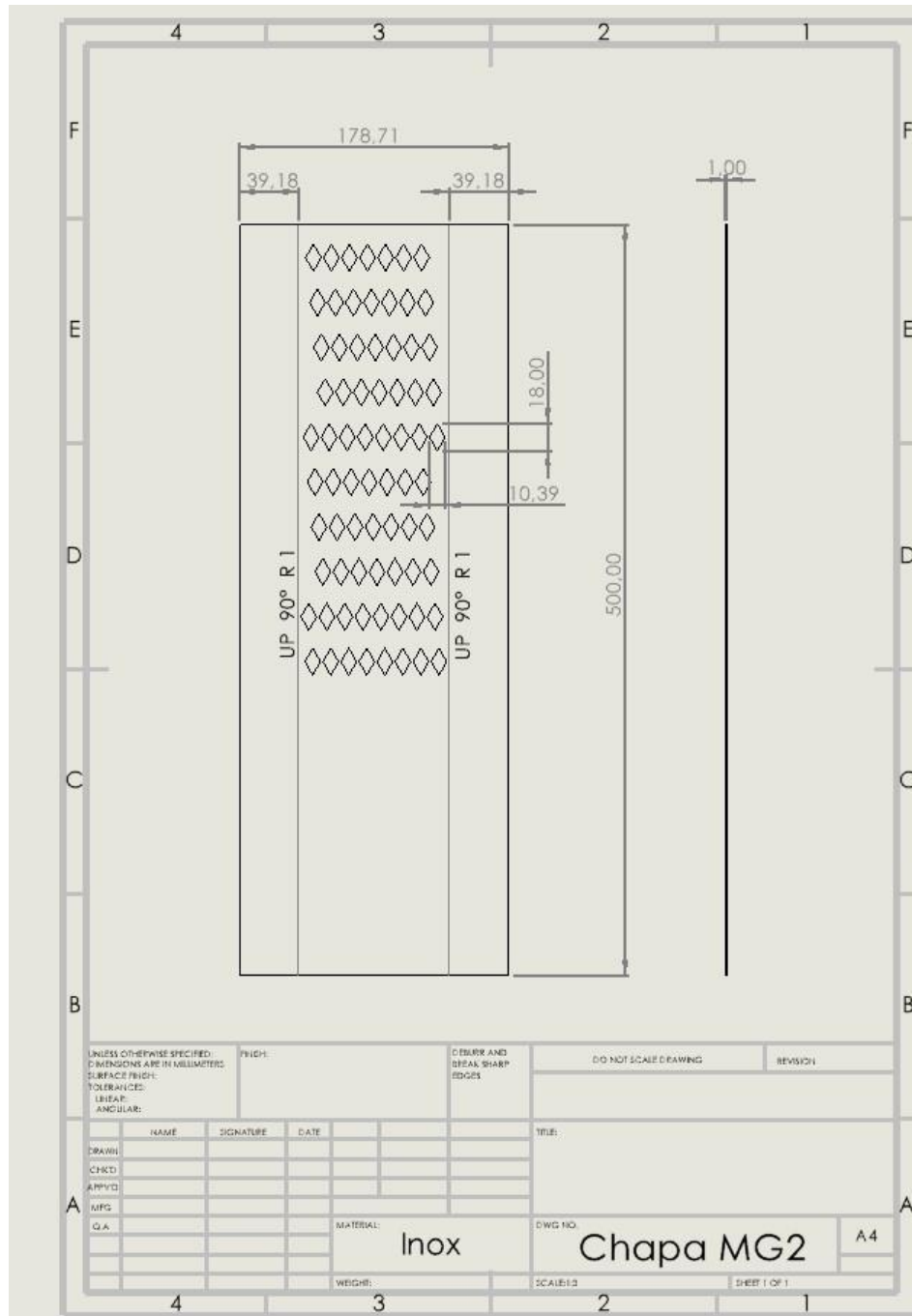


Figura H. 1 - Desenho técnico da calha projetada para a MG2, equipamento da produção do produto X.

Anexo I - SMED: Estágio 0

Tabela I. 1 - Estágio 0: SMP da linha de embalagem do produto X.

	Finalizar produção do produto anterior	Ferramentas	Duração (H:M:S)
1	Remoção do produto acabado e amostra da sala		00:10:00
2	Devoluções do outro produto (alumínio, selos, literatura, cartona-gens)		00:09:00
3	Esvaziar linha e sala (retirar todo o material do produto anterior)		00:07:20
4	Documentação de fim de lote (rendimentos e contagem do nº de caixas agrupadoras)		00:09:00
Desmontar peças de alimentação da máquina			
5	Retirar tremonha		00:01:00
6	Despertar 4 parafusos na totalidade (manual) e aliviar 2, para tirar acrílico e calhas		00:05:30
7	Desapertar parafuso central do prato redondo, remoção da parte superior, peças do interior e respetivo prato		00:06:25
8	Desmontar conjunto de alimentação	Sextavada 6 e chave de boca 10	00:03:30
9	Despertar e retirar escova		00:01:00
10	Organizar peças juntas e colocar no carro de transporte	sextavada 5	00:03:20
Limpeza da máquina			
11	Preparar detergentes para lavagem da máquina		00:07:20
12	Deslocação para levar detergentes para a sala		00:07:50
13	Limpeza da máquina		00:21:00
14	Preenchimento da documentação e etiquetas de limpeza		00:07:00
15	Arrumação do material de limpeza		00:05:00
16	Transporte das peças para a sala de lavagens		00:10:00
Limpeza das peças			
17	Preparar detergentes		00:10:00
18	Passar água quente pelas peças pequenas		00:05:00
19	Passar e esfregar com detergente		00:36:35
20	Passar água da torneira		
21	Colocar na zona limpa		00:02:00
22	Passar por água quente o tabuleiro		
23	Passar detergente		00:04:40
24	Passar água quente		
25	Colocar na zona limpa		00:01:20
26	Passar água quente tremonha		
27	Passar detergente		00:04:50
28	Passar água quente		
29	Colocar zona limpa		00:28:00
30	Passar todas as peças por água purificada		
31	Limpar carro		00:06:00
32	Secar peças		00:30:00
Limpeza da sala (chão e teto)			
33	Preparar material para limpeza (balde e aspirador)		00:05:10

34	Transporte do material para a sala (2 viagens)		00:10:00
35	Limpeza do teto		00:06:00
36	Limpeza das paredes		00:11:30
37	Limpeza dos vidros da sala e a porta da zona do primário		00:10:00
38	Limpar saída do ar no teto		00:03:00
39	Limpar grelhas parede		00:04:00
40	Aspirar o chão		00:25:20
41	Limpar o chão		
42	Documentação		00:07:30
43	Retirar equipamentos e material da sala e transportar para a sala de higienização		00:06:00
Setup realizado pelo mecânico			
44	Procurar por paletes para transporte das peças	palete	00:04:00
45	Seleção e recolha de peças dos armários de formatos		00:10:00
46	Levar palete com as peças para a sala	palete	00:02:00
47	Levar palete vazia e ferramentas para a sala	palete	00:02:00
Blisteradora			
48	Ligar comando manual	comando manual	00:01:00
49	Abrir mecanismo de formação		00:01:00
50	Tirar peça de formação esquerda		00:01:00
51	Tirar peça de formação direita		00:01:00
52	Tirar guia de formação		00:00:50
53	Tirar calha	Sextavada 5	00:01:18
54	Tirar apoio para a calha		00:00:50
55	Tirar Rolo de selagem (CA)		00:00:20
56	Tirar guia de marcação (CB)		00:00:50
57	Tirar Matriz (CI, CH)		00:01:00
58	Tirar guia pós marcação (CC)		00:00:30
59	Rolo de arraste de corte (CD)		00:01:00
60	Tirar guia de corte (CE)		00:01:00
61	Tirar cortante (CG)	Sextavada 8	00:01:40
62	Desmontar rodas de formato de alternância	Chave de boca nº17	00:02:35
63	Montar rodas dentadas	Chave de boca nº17	00:02:00
64	Montar peça de formação direita		00:01:30
65	Montar peça de formação esquerda		00:00:40
66	Montar calha de suporte à formação		00:02:00
67	Montar calha guia de alimentação	Sextavada 5	00:02:30
68	Colocar tampa da câmara de verificação		00:00:30
69	Montar escova	Sextavada 5	00:01:30
70	Montar rolo de selagem (CA)		00:01:00
71	Colocar peça pré-marcação (CB)		00:01:55
72	Colocar peça pré corte (CC)		00:01:55
73	Colocar matriz (CI)		00:07:00
74	Colocar batente (CH)		
75	Montar guia para cortante (CE)		
76	Montar rolo pré corte (CD)		
77	Montar cortante (CG)	nº13, sextavada 8	00:04:30
78	Desmontar ventosas	Sextavada 3	00:04:15
79	Montar ventosas	Sextavada 3	

80	Carregar novo formato, ligar estação de formação e selagem no computador da máquina		00:03:00
81	Afinar blisteradora - formação (1-6)		00:06:00
82	Afinar blisteradora - alimentação (15-16)		00:03:00
83	Afinar blisteradora - corte (22)		00:03:00
84	Ir buscar PVC e Alumínio (lote mais antigo)		00:02:00
85	Colocar bobine de PVC, passar PVC pelos rolos e acertar PVC (60x60=DOL, 50x50=FILO)		00:06:20
86	Ligar comando manual e ligar estação de formação (até chegar a zona e selagem)		00:06:00
87	Colocar bobine de alumínio, passar alumínio pelos rolos		00:06:00
88	Selar o que está formado até o alumínio estar centrado c/PVC e houver o suficiente até chegar a cortante (ligar rolo de selagem) (acionamento intermitente de selagem) (Fazer primeiros metros de selagem manual, de forma a o alumínio ficar alinhado com o PVC. Caso acabe o PVC e seja necessário alinhar tem de voltar a formar PVC com o comando manual)		00:36:20
89	Passar PVC +Alumínio selado pelo cortante		00:01:20
90	Acionar corte do <i>blister</i> (ecrã da máquina)		
91	Afinar o tapete à largura do <i>blister</i>		00:03:12
92	Alargar guia do tapete		
93	Testar (verificação PVC // Alumínio e marcação)		00:03:58
Peças de Alimentação			
94	Seleção de peças limpas na sala de lavagem		00:02:00
95	Transporte das peças para a máquina		00:13:00
96	Montar prato giratório		00:01:40
97	Montar chapa perfurada		00:01:00
98	Montar calha alimentação e acrílico		00:02:30
99	Colocar tremonha + acrílico		00:03:00
100	Apertar prato		00:00:40
101	Colocar calha dentro do prato		00:01:00
102	Montar peça de alimentação (conjunto e 3 peças)	sextavada 6	00:04:30
Encartonadora			
103	Ir buscar peças de formato para a encartonadora		00:02:46
104	Ir buscar materiais para abastecimento (começar pelas frações)		00:04:00
105	Carregar máquina com cartonagens e literaturas		00:04:00
106	Afinar valores da encartonadora (esta atividade varia muito de observação para observação)		01:30:00
107	Regular o ponto zero da máquina (ecrã) (esta regulação é realizada até a máquina realizar o movimento completo e correto)		00:10:00
108	Verificar introdução da cartonagem no transportador de cartonagens e dobras		00:25:00
109	Montar empurrador	sextavada 5	00:04:30
110	Verificar introdução de <i>blisters</i> na cartonagem		00:15:30
TQS			
111	Ajustar calhas para o tamanho da caixa		00:02:00
112	Ajustar sensores		00:04:00
113	Afinar valores de forma a ter marcação e selo conforme		00:25:00
IMA			

114	Ir buscar peças de formato		00:02:00
115	Afinar altura das escovas de entrada		00:01:00
116	Desmontar travão	chave nº 6	00:00:50
117	Desmontar base em L	sextavada 5	00:01:00
118	Desmontar empurrador		00:00:30
119	Montar peças		00:12:30
120	Afinar altura de entrada		00:01:00
121	Afinar altura do elevador		00:03:00
122	Afinar altura de saída		00:01:00
123	Verificação do movimento e ajuste final		00:08:00
	FIM		
124	Arrumar sala e linha		0:11:40
125	Ir buscar sacos do lixo		0:00:30
126	Arrumar lixo		0:01:00
127	Arrumar peças		0:15:00
128	Documentação		00:01:00
	Início de produção do novo produto		
129	Conferência de materiais		00:15:00
130	Entrada de materiais na sala		00:10:00
131	Documentação		00:25:00
132	Alimentação da máquina		00:10:00
133	Aprovação da linha		00:05:00

Tabela I. 2 - Estágio 0: SMP da linha de embalagem do produto Y.

	Finalizar produção do produto anterior	Ferramentas	Duração (H:M:S)
1	Remoção do produto acabado e amostra da sala		00:10:00
2	Devolução do outro produto (alumínio, selos, literatura, cartona-gens)		00:09:00
3	Esvaziar linha e sala (retirar todo o material do produto anterior)		00:07:20
4	Documentação de fim de lote (rendimentos e contagem do nº de caixas agrupadoras)		00:09:00
	Desmontar peças de alimentação da máquina		
5	Desmontar aspirador		00:03:10
6	Retirar tremonha		00:01:05
7	Retirar peças de alimentação (parte de trás da máquina)		00:10:00
8	Desmontar peças de contagem de comprimidos		00:05:10
9	Desmontar peças da saída de comprimidos		00:03:50
10	Organizar peças juntas e colocar no carro de transporte		00:03:20
	Limpeza da máquina		
11	Preparar detergentes para lavagem da máquina		00:07:20
12	Deslocação para levar detergentes para a sala		00:07:50
13	Limpeza da máquina		00:21:00
14	Preenchimento da documentação e etiquetas de limpeza		00:07:00
15	Arrumação do material de limpeza		00:05:00
16	Transporte das peças para a sala de lavagens		00:10:00
	Limpeza das peças		
17	Preparar detergentes		00:10:00
18	Passar água quente pelas peças pequenas		00:05:00
19	Passar e esfregar com detergente		00:21:20
20	Passar água da torneira		

21	Colocar na zona limpa		
22	Passar por água quente o tabuleiro		00:02:00
23	Passar detergente		00:03:40
24	Passar água quente		
25	Colocar na zona limpa		
26	Passar água quente tremonha		00:01:20
27	Passar detergente		00:04:50
28	Passar água quente		
29	Colocar zona limpa		
30	Passar todas as peças por água purificada		00:18:30
31	Limpar carro		00:06:00
32	Secar peças		00:22:00
Limpeza da sala (chão e teto)			
33	Preparar material para limpeza (balde e aspirador)		00:05:10
34	Transporte do material para a sala (2 viagens)		00:10:00
35	Limpeza do teto		00:06:00
36	Limpeza das paredes		00:11:30
37	Limpeza dos vidros da sala e a porta da zona do primário		00:10:00
38	Limpar saída do ar no teto		00:03:00
39	Limpar grelhas parede		00:04:00
40	Aspirar o chão		00:25:20
41	Limpar o chão		
42	Documentação		00:07:30
43	Retirar equipamentos e material da sala e transportar para a sala de higienização		00:06:00
Setup mecânico Tecnomaco			
CMI			
44	Desmontar CMI - calha das tampas + tremonha tampas	chave 10 e 8 sextavada	00:06:42
45	Tirar sensor		
46	Desmontar parafusos cima calha		
47	Desmontar tremonha		
48	Desmontar parafuso baixo		
49	Tirar calha		
50	Desmontar tampa de enroscar		00:00:50
51	Tirar estrela e guia		00:02:12
52	Arrumar peças		00:05:20
53	Trazer a calha das tampas		00:01:00
54	Montar calha das tampas	sextavada 6 e 10	00:03:30
55	Ir buscar tremonha		00:00:30
56	Montar tremonha		00:01:55
57	Ir buscar guia + estrela		00:01:32
58	Montar guia + estrela		00:01:40
59	Ir buscar suporte para estrela		00:11:39
60	Montar suporte para estrela		00:02:00
61	Apertar calha		00:02:15
Montar alimentação			
62	Transporte das peças para a sala		00:10:00
63	Montar peça em T		00:01:00

64	Montar peça preta (lado esquerdo) (1º frente depois a de trás)		00:02:00
65	Montar peça inox lado direito (1º frente depois trás)		00:01:00
66	Montar tremonha		00:01:40
67	Montar peça de cotagem comprimidos e funil		00:02:00
Tecnomaco			
68	Afinar altura do funil da tecnomaco		00:05:30
69	Afinar buffer e calhas tecnomaco		
70	Configurar máquina com o produto		
CMI			
71	Alimentação tremonhas tampas		00:03:00
72	Montar sensor calha CMI		
73	Afinar calha para CMI		00:02:30
74	Afinar altura da guia da tampa		00:03:12
75	Afinar altura de aperto da tampa (tem escala, mas não é utilizada)		00:22:00
Rotuladora			
76	Afinar rotuladora		
77	Trocar eixo do rótulo da literatura	chave 3 e 2,5 sextavada	00:27:00
78	Passar literatura pelos rolos (rótulo)		
79	Carregar lote e validade		00:06:00
80	Carregar parâmetros		
Aspirador			
81	Montar aspirador		00:12:00
82	Colocar filtro		
83	Ir buscar mangueira		00:02:00
84	Montar mangueira		00:04:00
FIM			
85	Arrumar sala e linha		00:05:40
86	Documentação		00:01:00
Início de produção do novo produto			
87	Conferência de materiais		00:15:00
88	Entrada de materiais na sala		00:10:00
89	Documentação		00:25:00
90	Alimentação da máquina		00:10:00
91	Aprovação da linha		00:05:00

Anexo J - SMED: Estágio 1

Tabela J. 1 - Estágio 1: SMP da linha de embalagem do produto X.

	Finalizar produção do produto anterior	Duração (H:M:S)	Estado real
1	Remoção do produto acabado e amostra da sala	00:10:00	
2	Devoluções do outro produto (alumínio, selos, literatura, cartonagens)	00:09:00	
3	Esvaziar linha e sala (retirar todo o material do produto anterior)	00:07:20	
4	Documentação de fim de lote (rendimentos e contagem do nº de caixas agrupadas)	00:09:00	
Desmontar peças de alimentação da máquina			
5	Retirar tremonha	00:01:00	
6	Desapertar 4 parafusos na totalidade (manual) e aliviar 2, para tirar acrílico e calhas	00:05:30	
7	Desapertar parafuso central do prato redondo, remoção da parte superior, peças do interior e respetivo prato	00:06:25	
8	Desmontar conjunto de alimentação	00:03:30	
9	Desapertar e retirar escova	00:01:00	
10	Organizar peças juntas e colocar no carro de transporte	00:03:20	
Limpeza da máquina			
11	Preparar detergentes para lavagem da máquina	00:07:20	
12	Deslocação para levar detergentes para a sala	00:07:50	
13	Limpeza da máquina	00:21:00	
14	Preenchimento da documentação e etiquetas de limpeza	00:07:00	
15	Arrumação do material de limpeza	00:05:00	
16	Transporte das peças para a sala de lavagens	00:10:00	
Limpeza das peças			
17	Preparar detergentes	00:10:00	
18	Passar água quente pelas peças pequenas	00:05:00	
19	Passar e esfregar com detergente	00:36:35	
20	Passar água da torneira		
21	Colocar na zona limpa		
22	Passar por água quente o tabuleiro	00:02:00	
23	Passar detergente	00:04:40	
24	Passar água quente		
25	Colocar na zona limpa		
26	Passar água quente tremonha	00:01:20	
27	Passar detergente	00:04:50	
28	Passar água quente		
29	Colocar zona limpa		
30	Passar todas as peças por água purificada	00:28:00	
31	Limpar carro	00:06:00	
32	Secar peças	00:30:00	
Limpeza da sala (chão e teto)			
33	Preparar material para limpeza (balde e aspirador)	00:05:10	
34	Transporte do material para a sala (2 viagens)	00:10:00	
35	Limpeza do teto	00:06:00	

36	Limpeza das paredes	00:11:30	
37	Limpeza dos vidros da sala e a porta da zona do primário	00:10:00	
38	Limpar saída do ar no teto	00:03:00	
39	Limpar grelhas parede	00:04:00	
40	Aspirar o chão	00:25:20	
41	Limpar o chão		
42	Documentação	00:07:30	
43	Retirar equipamentos e material da sala e transportar para a sala de higienização	00:06:00	
Setup realizado pelo mecânico			
44	Procurar por paletes para transporte das peças	00:04:00	
45	Seleção e recolha de peças dos armários de formatos	00:10:00	
46	Levar palete com as peças para a sala	00:02:00	
47	Levar palete vazia e ferramentas para a sala	00:02:00	
Blisteradora			
48	Ligar comando manual	00:01:00	
49	Abrir mecanismo de formação	00:01:00	
50	Tirar peça de formação esquerda	00:01:00	
51	Tirar peça de formação direita	00:01:00	
52	Tirar guia de formação	00:00:50	
53	Tirar calha	00:01:18	
54	Tirar apoio para a calha	00:00:50	
55	Tirar Rolo de selagem (CA)	00:00:20	
56	Tirar guia de marcação (CB)	00:00:50	
57	Tirar matriz (CI, CH)	00:01:00	
58	Tirar guia pós-marcação (CC)	00:00:30	
59	Rolo de arraste de corte (CD)	00:01:00	
60	Tirar guia de corte (CE)	00:01:00	
61	Tirar cortante (CG)	00:01:40	
62	Desmontar rodas de formato de alternância	00:02:35	
63	Montar rodas dentadas	00:02:00	
64	Montar peça de formação direita	00:01:30	
65	Montar peça de formação esquerda	00:00:40	
66	Montar calha de suporte à formação	00:02:00	
67	Montar calha guia de alimentação	00:02:30	
68	Colocar tampa da câmara de verificação	00:00:30	
69	Montar escova	00:01:30	
70	Montar rolo de selagem (CA)	00:01:00	
71	Colocar peça pré-marcação (CB)	00:01:55	
72	Colocar peça pré corte (CC)	00:01:55	
73	Colocar matriz (CI)	00:07:00	
74	Colocar batente (CH)		
75	Montar guia para cortante (CE)		
76	Montar rolo pré corte (CD)		
77	Montar cortante (CG)	00:04:30	
78	Desmontar ventosas	00:04:15	
79	Montar ventosas		
80	Carregar novo formato, ligar estação de formação e selagem no computador da máquina	00:03:00	
81	Afinar blisteradora - formação (1-6)	00:06:00	
82	Afinar blisteradora - alimentação (15-16)	00:03:00	
83	Afinar blisteradora - corte (22)	00:03:00	
84	Ir buscar PVC e Alumínio (lote mais antigo)	00:02:00	

85	Colocar bobine de PVC, passar PVC pelos rolos e acertar PVC (60x60=DOL, 50x50=FILO)	00:06:20	
86	Ligar comando manual e ligar estação de formação (até chegar a zona e selagem)	00:06:00	
87	Colocar bobine de alumínio, passar alumínio pelos rolos	00:06:00	
88	Selar o que está formado até o alumínio estar centrado c/PVC e houver o suficiente até chegar a cortante (ligar rolo de selagem) (acionamento intermitente de selagem) (Fazer primeiros metros de selagem manual, de forma a o alumínio ficar alinhado com o PVC. Caso acabe o PVC e seja necessário alinhar tem de voltar a formar PVC com o comando manual)	00:36:20	
89	Passar PVC + Alumínio selado pelo cortante	00:01:20	
90	Acionar corte do <i>blister</i> (ecrã da máquina)		
91	Afinar o tapete à largura do <i>blister</i>	00:03:12	
92	Alargar guia do tapete		
93	Testar (verificação PVC // Alumínio e marcação)	00:03:58	
Peças de Alimentação			
94	Seleção de peças limpas na sala de lavagem	00:02:00	
95	Transporte das peças para a máquina	00:13:00	
96	Montar prato giratório	00:01:40	
97	Montar chapa perfurada	00:01:00	
98	Montar calha alimentação e acrílico	00:02:30	
99	Colocar tremonha + acrílico	00:03:00	
100	Apertar prato	00:00:40	
101	Colocar calha dentro do prato	00:01:00	
102	Montar peça de alimentação (conjunto e 3 peças)	00:04:30	
Encartonadora			
103	Ir buscar peças de formato para a encartonadora	00:02:46	
104	Ir buscar materiais para abastecimento (começar pelas frações)	00:04:00	
105	carregar máquina com cartonagens e literaturas	00:04:00	
106	Afinar valores da encartonadora (esta atividade varia muito de observação para observação)	01:30:00	
107	Regular o ponto zero da máquina (ecrã) (esta regulação é realizada até a máquina realizar o movimento completo e correto)	00:10:00	
108	Verificar introdução da cartonagem no transportador de cartonagens e dobras	00:25:00	
109	Montar empurrador	00:04:30	
110	Verificar introdução de <i>blisters</i> na cartonagem	00:15:30	
TQS			
111	Ajustar calhas para o tamanho da caixa	00:02:00	
112	Ajustar sensores	00:04:00	
113	Afinar valores de forma a ter marcação e selo conforme	00:25:00	
IMA			
114	Ir buscar peças de formato	00:02:00	
115	Afinar altura das escovas de entrada	00:01:00	
116	Desmontar travão	00:00:50	
117	Desmontar base em L	00:01:00	
118	Desmontar empurrador	00:00:30	
119	Montar peças	00:12:30	
120	Afinar altura de entrada	00:01:00	
121	Afinar altura do elevador	00:03:00	
122	Afinar altura de saída	00:01:00	

123	Verificação do movimento e ajuste final	00:08:00	I
	FIM		
124	Arrumar sala e linha	0:11:40	I
125	Ir buscar sacos do lixo	0:00:30	I
126	Arrumar lixo	0:01:00	I
127	Arrumar peças	0:15:00	I
128	Documentação	00:01:00	I
	Início de produção do novo produto		
129	Conferência de materiais	00:15:00	I
130	Entrada de materiais na sala	00:10:00	I
131	Documentação	00:25:00	I
132	Alimentação da máquina	00:10:00	I
133	Aprovação da linha	00:05:00	I

Tabela J. 2 - Estágio 1: SMP da linha de embalagem do produto Y.

	Finalizar produção do produto anterior	Duração (H:M:S)	Estado real
1	Remoção do produto acabado e amostra da sala	00:10:00	I
2	Devoluções do outro produto (alumínio, selos, literatura, cartonagens)	00:09:00	I
3	Esvaziar linha e sala (retirar todo o material do produto anterior)	00:07:20	I
4	Documentação de fim de lote (rendimentos e contagem do nº de caixas agrupadoras)	00:09:00	I
	Desmontar peças de alimentação da máquina		
5	Desmontar aspirador	00:03:10	I
6	Retirar tremonha	00:01:05	I
7	Retirar peças de alimentação (parte de trás da máquina)	00:10:00	I
8	Desmontar peças de contagem de comprimidos	00:05:10	I
9	Desmontar peças da saída de comprimidos	00:03:50	I
10	Organizar peças juntas e colocar no carro de transporte	00:03:20	I
	Limpeza da máquina		
11	Preparar detergentes para lavagem da máquina	00:07:20	I
12	Deslocação para levar detergentes para a sala	00:07:50	I
13	Limpeza da máquina	00:21:00	I
14	Preenchimento da documentação e etiquetas de limpeza	00:07:00	I
15	Arrumação do material de limpeza	00:05:00	I
16	Transporte das peças para a sala de lavagens	00:10:00	I
	Limpeza das peças		
17	Preparar detergentes	00:10:00	I
18	Passar água quente pelas peças pequenas	00:05:00	I
19	Passar e esfregar com detergente	00:21:20	I
20	Passar água da torneira		I
21	Colocar na zona limpa		I
22	Passar por água quente o tabuleiro	00:02:00	I
23	Passar detergente	00:03:40	I
24	Passar água quente		I
25	Colocar na zona limpa		I
26	Passar água quente tremonha	00:01:20	I

27	Passar detergente		
28	Passar água quente	00:04:50	
29	Colocar zona limpa		
30	Passar todas as peças por água purificada	00:18:30	
31	Limpar carro	00:06:00	
32	Secar peças	00:22:00	
Limpeza da sala (chão e teto)			
33	Preparar material para limpeza (balde e aspirador)	00:05:10	
34	Transporte do material para a sala (2 viagens)	00:10:00	
35	Limpeza do teto	00:06:00	
36	Limpeza das paredes	00:11:30	
37	Limpeza dos vidros da sala e a porta da zona do primário	00:10:00	
38	Limpar saída do ar no teto	00:03:00	
39	Limpar grelhas parede	00:04:00	
40	Aspirar o chão	00:25:20	
41	Limpar o chão		
42	Documentação	00:07:30	
43	Retirar equipamentos e material da sala e transportar para a sala de higienização	00:06:00	
Setup mecânico Tecnomaco			
CMI			
44	Desmontar CMI - calha das tampas + tremonha tampas	00:06:42	
45	Tirar sensor		
46	Desmontar parafusos cima calha		
47	Desmontar tremonha		
48	Desmontar parafuso baixo		
49	Tirar calha		
50	Desmontar tampa de enroscar	00:00:50	
51	Tirar estrela e guia	00:02:12	
52	Arrumar peças	00:05:20	
53	Trazer a calha das tampas	00:01:00	
54	Montar calha das tampas	00:03:30	
55	Ir buscar tremonha	00:00:30	
56	Montar tremonha	00:01:55	
57	Ir buscar guia + estrela	00:01:32	
58	Montar guia + estrela	00:01:40	
59	Ir buscar suporte para estrela	00:11:39	
60	Montar suporte para estrela	00:02:00	
61	Apertar calha	00:02:15	
Montar alimentação			
62	Transporte das peças para a sala	00:10:00	
63	Montar peça em T	00:01:00	
64	Montar peça preta (lado esquerdo) (1º frente depois a de trás)	00:02:00	
65	Montar peça inox lado direito (1º frente depois atrás)	00:01:00	

66	Montar tremonha	00:01:40	I
67	Montar peça de cotagem comprimidos e funil	00:02:00	I
Tecnomaco			
68	Afinar altura do funil da Tecnomaco	00:05:30	I
69	Afinar buffer e calhas Tecnomaco		I
70	Configurar máquina com o produto		I
CMI			
71	Alimentação tremonhas tampas	00:03:00	I
72	Montar sensor calha CMI		I
73	Afinar calha para CMI	00:02:30	I
74	Afinar altura da guia da tampa	00:03:12	I
75	Afinar altura de aperto da tampa (tem escala, mas não é utilizada)	00:22:00	I
Rotuladora			
76	Afinar rotuladora	00:27:00	I
77	Trocar eixo do rótulo da literatura		I
78	Passar literatura pelos rolos (rótulo)		I
79	Carregar lote e validade	00:06:00	I
80	Carregar parâmetros		I
Aspirador			
81	Montar aspirador	00:12:00	I
82	Colocar filtro		I
83	Ir buscar mangueira	00:02:00	I
84	Montar mangueira	00:04:00	I
FIM			
85	Arrumar sala e linha	00:05:40	I
86	Documentação	00:01:00	I
Início de produção do novo produto			
87	Conferência de materiais	00:15:00	I
88	Entrada de materiais na sala	00:10:00	I
89	Documentação	00:25:00	I
90	Alimentação da máquina	00:10:00	I
91	Aprovação da linha	00:05:00	I

Anexo K - SMED: Estágio 3

Tabela K. 1 - Estágio 3: SMP da linha de embalagem do produto X.

			Melhorias												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Finalizar produção do produto anterior	Duração (H:M:S)	I/E	5S armários de formatos	Identificação das zonas das MP	Normalização do processo de desmontagem	Carrros de Formatos	Excel de Peças e localização	Lista de peças nos armários	Melhoria na fixação de ajustes	Procedimento Setup Mecânico	Folha de Formato	Aprimorar ordem do Setup	Reallocar tarefa a outro responsável	Tarefas em simultâneo	
1	Remoção do produto acabado e amostra da sala	00:10:00	I												X
2	Devoluções do outro produto (alumínio, selos, literatura, cartonagens)	00:09:00	I												X
3	Esvaziar linha e sala (retirar todo o material do produto anterior)	00:07:20	I												X
4	Documentação de fim de lote (rendimentos e contagem do nº de caixas agrupadoras)	00:09:00	I												X
Desmontar peças de alimentação da máquina															
5	Retirar tremonha	00:01:00	I		X										X
6	Desapertar 4 parafusos na totalidade (manual) e aliviar 2, para tirar acrílico e calhas	00:05:30	I		X										X
7	Desapertar parafuso central do prato redondo, remoção da parte superior, peças do interior e respetivo prato	00:06:25	I			X									X
8	Desmontar conjunto de alimentação	00:03:30	I		X										X
9	Desapertar e retirar escova	00:01:00	I		X										X
10	Organizar peças juntas e colocar no carro de transporte	00:03:20	I		X										X
Limpeza da máquina															
11	Preparar detergentes para lavagem da máquina	00:07:20	E Antes												X
12	Deslocação para levar detergentes para a sala	00:07:50	E Antes												X
13	Limpeza da máquina	00:21:00	I												X
14	Preenchimento da documentação e etiquetas de limpeza	00:07:00	I												X
15	Arrumação do material de limpeza	00:05:00	I												X
16	Transporte das peças para a sala de lavagens	00:10:00	I												X
Limpeza das peças															
17	Preparar detergentes	00:10:00	E Antes										X	X	
18	Passar água quente pelas peças pequenas	00:05:00	I										X	X	
19	Passar e esfregar com detergente	00:36:35	I										X	X	
20	Passar água da torneira		I										X	X	

72	Colocar peça pré corte (CC)	00:01:55	I								X	X	X	
73	Colocar matriz (CI)		I								X	X	X	
74	Colocar batente (CH)		I								X	X	X	
75	Montar guia para cortante (CE)	00:07:00	I								X	X	X	
76	Montar rolo pré corte (CD)		I								X	X	X	
77	Montar cortante (CG)	00:04:30	I								X	X	X	
78	Desmontar ventosas		I								X	X	X	
79	Montar ventosas	00:04:15	I								X	X	X	
80	Carregar novo formato, ligar estação de formação e selagem no computador da máquina	00:03:00	I								X	X	X	
81	Afinar blisteradora - formação (1-6)	00:06:00	I								X	X	X	
82	Afinar blisteradora - alimentação (15-16)	00:03:00	I								X	X	X	
83	Afinar blisteradora - corte (22)	00:03:00	I								X	X	X	
84	Ir buscar PVC e Alumínio (lote mais antigo)	00:02:00	E Antes									X	X	
85	Colocar bobine de PVC, passar PVC pelos rolos e acertar PVC (60x60=DOL, 50x50=FILO)	00:06:20	I								X	X	X	
86	Ligar comando manual e ligar estação de formação (até chegar a zona e selagem)	00:06:00	I								X	X	X	
87	Colocar bobine de alumínio, passar alumínio pelos rolos	00:06:00	I								X	X	X	
88	Selar o que está formado até o alumínio estar centrado c/PVC e houver o suficiente ate chegar a cortante (ligar rolo de selagem) (acionamento intermitente de selagem) (Fazer primeiros metros de selagem manual, de forma a o alumínio ficar alinhado com o PVC. Caso acabe o PVC e seja necessário alinhar tem de voltar a formar PVC com o comando manual)	00:36:20	I								X	X	X	
89	Passar PVC+Alumínio selado pelo cortante	00:01:20	I								X	X	X	
90	Acionar corte do <i>blister</i> (ecrã da máquina)		I								X	X	X	
91	Afinar o tapete à largura do <i>blister</i>	00:03:12	I								X	X	X	
92	Alargar guia do tapete		I								X	X	X	
93	Testar (verificação PVC // Alumínio e marcação)	00:03:58	I								X	X	X	
Peças de Alimentação														
94	Seleção de peças limpas na sala de lavagem	00:02:00	I									X	X	X
95	Transporte das peças para a máquina	00:13:00	I									X	X	X
96	Montar prato giratório	00:01:40	I								X	X	X	
97	Montar chapa perfurada	00:01:00	I								X	X	X	
98	Montar calha alimentação e acrílico	00:02:30	I								X	X	X	
99	Colocar tremonha + acrílico	00:03:00	I								X	X	X	
100	Apertar prato	00:00:40	I								X	X	X	
101	Colocar calha dentro do prato	00:01:00	I								X	X	X	
102	Montar peça de alimentação (conjunto e 3 peças)	00:04:30	I								X	X	X	
Encartonadora														
103	Ir buscar peças de formato para a encartonadora	00:02:46	E Antes				X					X	X	X
104	Ir buscar materiais para abastecimento (começar pelas frações)	00:04:00	E Antes			X						X	X	X
105	Carregar máquina com cartonagens e literaturas	00:04:00	I									X	X	X
106	Afinar valores da encartonadora (esta atividade varia muito de observação para observação)	01:30:00	I								X	X	X	X
107	Regular o ponto zero da máquina (ecrã) (esta regulação é realizada até a máquina realizar o movimento completo e correto)	00:10:00	I								X	X	X	X

46	Desmontar parafusos cima calha		I							X	X	X	
47	Desmontar tremonha		I							X	X	X	
48	Desmontar parafuso baixo		I							X	X	X	
49	Tirar calha		I							X	X	X	
50	Desmontar tampa de enroscar	00:00:50	I							X	X	X	
51	Tirar estrela e guia	00:02:12	I							X	X	X	
52	Arrumar peças	00:05:20	E	De- pois	X		X	X	X			X	X
53	Trazer a calha das tampas	00:01:00	E	Antes	X		X	X	X		X	X	X
54	Montar calha das tampas	00:03:30	I						X	X	X	X	
55	Ir buscar tremonha	00:00:30	E	Antes	X		X	X	X		X	X	X
56	Montar tremonha	00:01:55	I						X	X	X	X	
57	Ir buscar guia + estrela	00:01:32	E	Antes	X		X	X	X		X	X	X
58	Montar guia + estrela	00:01:40	I						X	X	X	X	
59	Ir buscar suporte para estrela	00:11:39	E	Antes	X		X	X	X		X	X	X
60	Montar suporte para estrela	00:02:00	I							X	X	X	X
61	Apertar calha	00:02:15	I						X	X	X	X	X
Montar alimentação													
62	Transporte das peças para a sala	00:10:00	I				X				X	X	X
63	Montar peça em T	00:01:00	I							X	X	X	X
64	Montar peça preta (lado esquerdo) (1º frente depois a de trás)	00:02:00	I							X	X	X	X
65	Montar peça inox lado direito (1º frente depois atrás)	00:01:00	I							X	X	X	X
66	Montar tremonha	00:01:40	I							X	X	X	X
67	Montar peça de cotagem comprimidos e funil	00:02:00	I							X	X	X	X
Tecnomaco													
68	Afinar altura do funil da tecnomaco		I							X	X	X	X
69	Afinar buffer e calhas tecnomaco	00:05:30	I						X	X	X	X	X
70	Configurar máquina com o produto		I							X	X	X	X
CMI													
71	Alimentação tremonhas tampas	00:03:00	I		X						X	X	X
72	Montar sensor calha CMI		I							X	X	X	X
73	Afinar calha para CMI	00:02:30	I							X	X	X	X
74	Afinar altura da guia da tampa	00:03:12	I							X	X	X	X
75	Afinar altura de aperto da tampa (tem escala, mas não é utilizada)	00:22:00	I							X	X	X	X
Rotuladora													
76	Afinar rotuladora		I						X	X	X	X	X
77	Trocar eixo do rótulo da literatura	00:27:00	I							X	X	X	X
78	Passar literatura pelos rolos (rótulo)		I		X					X	X	X	X
79	Carregar lote e validade		I							X	X	X	X
80	Carregar parâmetros	00:06:00	I							X	X	X	X
Aspirador													
81	Montar aspirador	00:12:00	I							X	X	X	X
82	Colocar filtro		I							X	X	X	X
83	Ir buscar mangueira	00:02:00	E	Antes	X		X	X	X		X	X	X
84	Montar mangueira	00:04:00	I							X	X	X	X
FIM													
85	Arrumar sala e linha	0:05:40	I										
86	Documentação	00:01:00	I										
Início de produção do novo produto													
87	Conferência de materiais	00:15:00	I										X
88	Entrada de materiais na sala	00:10:00	I		X								X
89	Documentação	00:25:00	I										X
90	Alimentação da máquina	00:10:00	I		X								X
91	Aprovação da linha	00:05:00	I										X

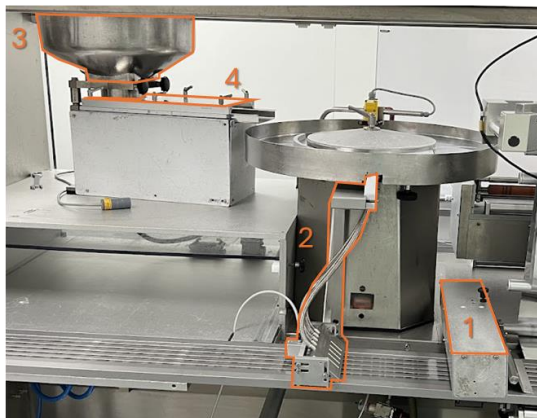


Figura K. 1 - Armário de formato nº 2 antes e depois da implementação do 5S.



Figura K. 2 - Armário de formato nº 4 antes e depois da implementação do 5S.

Desmontagem das peças de alimentação da Mediseal



Desmontar:

1. Escova raspadora utilizando uma chave: Sextavada 5



2. Conjunto de alimentação utilizando uma chave:

Dolocalma: Sextavada 6 e chave de boca nº10

Filotempo: Sextavada 6



3. Tremonha e tampa de acrílico

4. Acrílico

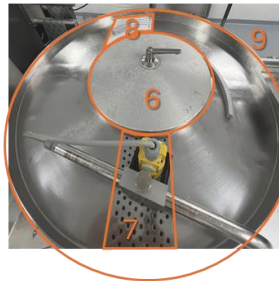
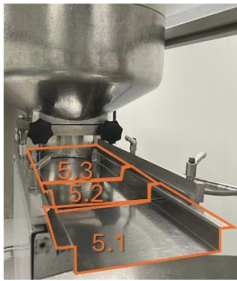
5. 3 calhas

6. Centro do prato circular

7. Placa perfurada

8. Canal fixo

9. Prato circular (4 parafusos de ajuste manual na parte inferior do prato)



← **Nota:** Parafusos devem ficar na máquina para não se perderem



← Colocar no carro de limpeza no total 14 peças e transportar o carro para a sala de higienização

Nota: Sempre que é utilizado o aspirador da Mediseal deve-se desmontar todas as peças que tem produto e levar para a sala de higienização.

Figura K. 3 - Procedimentos para auxiliar a desmontagem das peças de alimentação que vão para a sala da higienização referente as peças da linha de produção do produto X.

Desmontagem das peças de alimentação da Tecnomaco

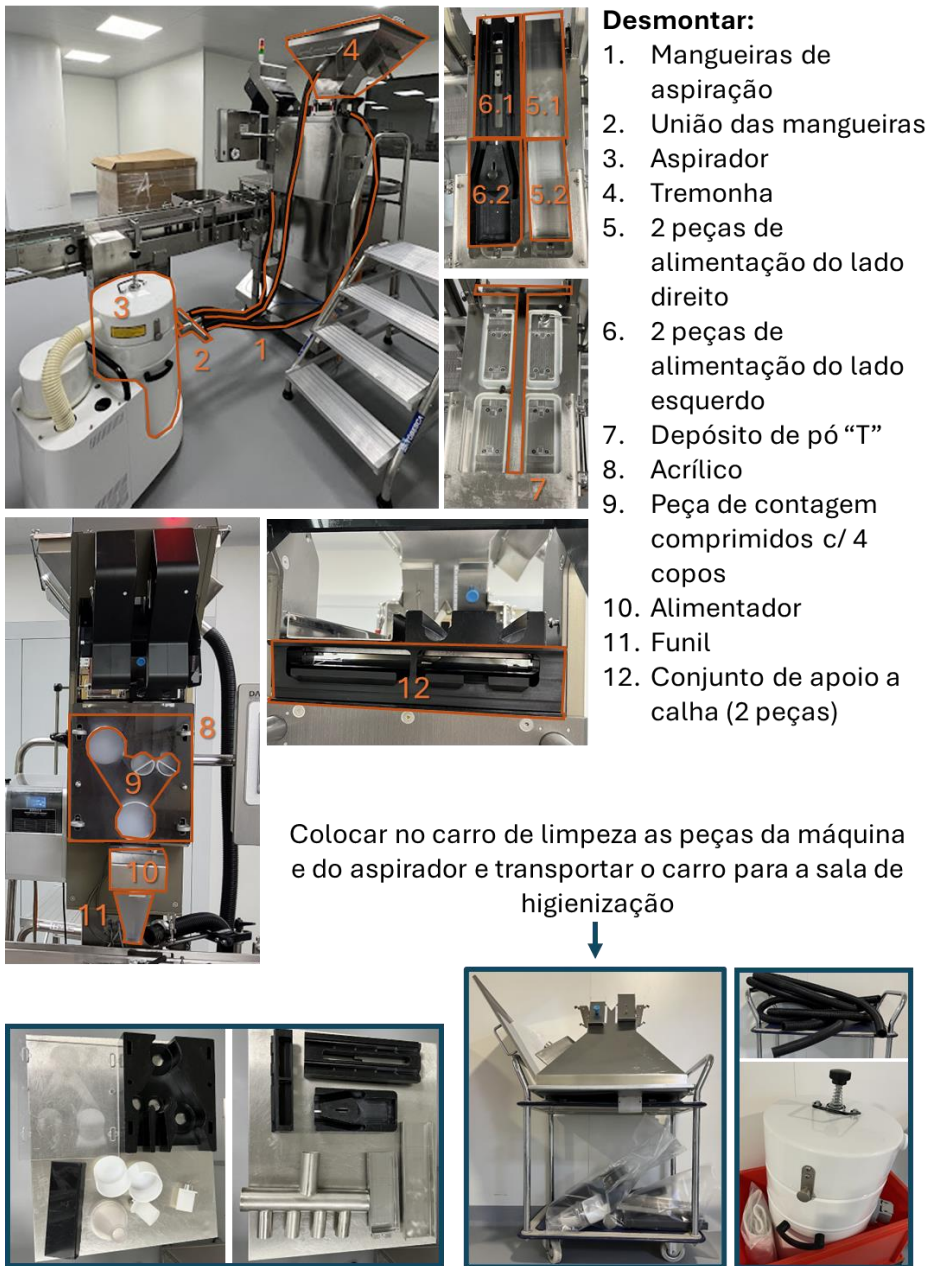


Figura K. 4 - Procedimentos para auxiliar a desmontagem das peças de alimentação que vão para a sala da higienização referente as peças da linha de produção do produto Y.

Lista de Peças - ARM 1.2

Peça	Nome	Código	Peça	Nome	Código
	Placa de Formação esquerda	147B-01-AA		Conjunto de guia de alimentação	147B-01-BI
	Placa de Formação direita	147B-01-AB		Escova raspadora	147B-01-BJ
	Guia de Formação PVC	147B-01-AC		Guia pré marcação	147B-01-CC
	chapa perfurada	147B-01-BG		Contra rolo de selagem	147B-01-CA
	placa perfurada	147B-01-BB		Guia pré corte	147B-01-CB
	Calha	147B-01-BK		Canal Fixo	147B-01-BH
	Placa de proteção para inspeção de alvéolos	147B-01-BL			

Figura K. 5 - Exemplo de uma lista de peças que está fixada no armário de formatos 1 na prateleira 2.

Anexo L - SMED: Sequência de atividades organizadas

Tabela L. 1 - Sequência de atividades organizadas do SMP da linha de embalagem do produto X.

	Antes da Paragem da máquina	Duração (H:M:S)	/E	
11	Preparar detergentes para lavagem da máquina	00:07:20	E	Antes
12	Deslocação para levar detergentes para a sala	00:07:50	E	Antes
17	Preparar detergentes	00:10:00	E	Antes
31	Limpar carro	00:06:00	E	Antes
33	Preparar material para limpeza (balde e aspirador)	00:05:10	E	Antes
34	Transporte do material para a sala (2 viagens)	00:10:00	E	Antes
44	Procurar por paletes para transporte das peças	00:04:00	E	Antes
45	Seleção e recolha de peças dos armários de formatos	00:10:00	E	Antes
46	Levar palete com as peças para a sala	00:02:00	E	Antes
47	Levar palete vazia e ferramentas para a sala	00:02:00	E	Antes
84	Ir buscar PVC e Alumínio (lote mais antigo)	00:02:00	E	Antes
103	Ir buscar peças de formato para a encartonadora	00:02:46	E	Antes
104	Ir buscar materiais para abastecimento (começar pelas frações)	00:04:00	E	Antes
114	Ir buscar peças de formato	00:02:00	E	Antes
125	Ir buscar sacos do lixo	0:00:30	E	Antes
Finalizar produção do produto anterior				
1	Remoção do produto acabado e amostra da sala	00:10:00	I	1:39:05
2	Devoluções do outro produto (alumínio, selos, literatura, cartonagens)	00:09:00	I	
3	Esvaziar linha e sala (retirar todo o material do produto anterior)	00:07:20	I	
4	Documentação de fim de lote (rendimentos e contagem do nº de caixas agrupadoras)	00:09:00	I	
	Desmontar peças de alimentação da máquina			
5	Retirar tremonha	00:01:00	I	
6	Desapertar 4 parafusos na totalidade (manual) e aliviar 2, para tirar acrílico e calhas	00:05:30	I	
7	Desapertar parafuso central do prato redondo, remoção da parte superior, peças do interior e respetivo prato	00:06:25	I	
8	Desmontar conjunto de alimentação	00:03:30	I	
9	Desapertar e retirar escova	00:01:00	I	
10	Organizar peças juntas e colocar no carro de transporte	00:03:20	E	
Limpeza da máquina				
13	Limpeza da máquina	00:21:00	I	
14	Preenchimento da documentação e etiquetas de limpeza	00:07:00	E	
15	Arrumação do material de limpeza	00:05:00	E	
16	Transporte das peças para a sala de lavagens	00:10:00	E	
Limpeza das peças				
18	Passar água quente pelas peças pequenas	00:05:00	E	Em simul-tâneo
19	Passar e esfregar com detergente		E	
20	Passar água da torneira	00:36:35	E	
21	Colocar na zona limpa		E	
22	Passar por água quente o tabuleiro	00:02:00	E	
23	Passar detergente		E	
24	Passar água quente	00:04:40	E	
25	Colocar na zona limpa		E	
26	Passar água quente tremonha	00:01:20	E	
27	Passar detergente	00:04:50	E	

28	Passar água quente		E		
29	Colocar zona limpa		E		
30	Passar todas as peças por água purificada	00:28:00	E		
32	Secar peças	00:30:00	E		
Limpeza da sala (chão e teto)					
35	Limpeza do teto	00:06:00	I	8:35:28	
36	Limpeza das paredes	00:11:30	I		
37	Limpeza dos vidros da sala e a porta da zona do primário	00:10:00	I		
38	Limpar saída do ar no teto	00:03:00	I		
39	Limpar grelhas parede	00:04:00	I		
40	Aspirar o chão	00:25:20	I		
41	Limpar o chão		I		
42	Documentação	00:07:30	E		
43	Retirar equipamentos e material da sala e transportar para a sala de higienização	00:06:00	E		
Setup realizado pelo mecânico					
Blisteradora					
48	Ligar comando manual	00:01:00	I		
49	Abrir mecanismo de formação	00:01:00	I		
50	Tirar peça de formação esquerda	00:01:00	I		
51	Tirar peça de formação direita	00:01:00	I		
52	Tirar guia de formação	00:00:50	I		
53	Tirar calha	00:01:18	I		
54	Tirar apoio para a calha	00:00:50	I		
55	Tirar Rolo de selagem (CA)	00:00:20	I		
56	Tirar guia de marcação (CB)	00:00:50	I		
57	Tirar Matriz (CI, CH)	00:01:00	I		
58	Tirar guia pós-marcação (CC)	00:00:30	I		
59	Rolo de arraste de corte (CD)	00:01:00	I		
60	Tirar guia de corte (CE)	00:01:00	I		
61	Tirar cortante (CG)	00:01:40	I		
62	Desmontar rodas de formato de alternância	00:02:35	I		
63	Montar rodas dentadas	00:02:00	I		
64	Montar peça de formação direita	00:01:30	I		
65	Montar peça de formação esquerda	00:00:40	I		
66	Montar calha de suporte à formação	00:02:00	I		
67	Montar calha guia de alimentação	00:02:30	I		
68	Colocar tampa da câmara de verificação	00:00:30	I		
69	Montar escova	00:01:30	I		
70	Montar rolo de selagem (CA)	00:01:00	I		
71	Colocar peça pré-marcação (CB)	00:01:55	I		
72	Colocar peça pré corte (CC)	00:01:55	I		
73	Colocar matriz (CI)	00:07:00	I		
74	Colocar batente (CH)		I		
75	Montar guia para cortante (CE)		I		
76	Montar rolo pré corte (CD)		I		
77	Montar cortante (CG)	00:04:30	I		
78	Desmontar ventosas	00:04:15	I		
79	Montar ventosas		I		
80	Carregar novo formato, ligar estação de formação e selagem no computador da máquina	00:03:00	I		
81	Afinar blisteradora - formação (1-6)	00:06:00	I		
82	Afinar blisteradora - alimentação (15-16)	00:03:00	I		
83	Afinar blisteradora - corte (22)	00:03:00	I		
85	Colocar bobine de PVC, passar PVC pelos rolos e acertar PVC (60x60=DOL, 50x50=FILO)	00:06:20	I		
86	Ligar comando manual e ligar estação de formação (até chegar a zona e selagem)	00:06:00	I		

87	Colocar bobine de alumínio, passar alumínio pelos rolos	00:06:00	I
88	Selar o que está formado até o alumínio estar centrado c/PVC e houver o suficiente até chegar a cortante (ligar rolo de selagem) (acionamento intermitente de selagem) (Fazer primeiros metros de selagem manual, de forma a o alumínio ficar alinhado com o PVC. Caso acabe o PVC e seja necessário alinhar tem de voltar a formar PVC com o comando manual)	00:36:20	I
89	Passar PVC+Alumínio selado pelo cortante	00:01:20	I
90	Acionar corte do <i>blister</i> (ecrã da máquina)		I
91	Afinar o tapete à largura do <i>blister</i>	00:03:12	I
92	Alargar guia do tapete		I
93	Testar (verificação PVC // Alumínio e marcação)	00:03:58	I
Peças de Alimentação			
94	Seleção de peças limpas na sala de lavagem	00:02:00	E
95	Transporte das peças para a máquina	00:13:00	E
96	Montar prato giratório	00:01:40	I
97	Montar chapa perfurada	00:01:00	I
98	Montar calha alimentação e acrílico	00:02:30	I
99	Colocar tremonha + acrílico	00:03:00	I
100	Apertar prato	00:00:40	I
101	Colocar calha dentro do prato	00:01:00	I
102	Montar peça de alimentação (conjunto e 3 peças)	00:04:30	I
Encartonadora			
105	Carregar máquina com cartonagens e literaturas	00:04:00	I
106	Afinar valores da encartonadora (esta atividade varia muito de observação para observação)	01:30:00	I
107	Regular o ponto zero da máquina (ecrã) (esta regulação é realizada até a máquina realizar o movimento completo e correto)	00:10:00	I
108	Verificar introdução da cartonagem no transportador de cartonagens e dobras	00:25:00	I
109	Montar empurrador	00:04:30	I
110	Verificar introdução de <i>blisters</i> na cartonagem	00:15:30	I
TQS			
111	Ajustar calhas para o tamanho da caixa	00:02:00	I
112	Ajustar sensores	00:04:00	I
113	Afinar valores de forma a ter marcação e selo conforme	00:25:00	I
IMA			
115	Afinar altura das escovas de entrada	00:01:00	I
116	Desmontar travão	00:00:50	I
117	Desmontar base em L	00:01:00	I
118	Desmontar empurrador	00:00:30	I
119	Montar peças	00:12:30	I
120	Afinar altura de entrada	00:01:00	I
121	Afinar altura do elevador	00:03:00	I
122	Afinar altura de saída	00:01:00	I
123	Verificação do movimento e ajuste final	00:08:00	I
FIM			
124	Arrumar sala e linha	00:11:40	E
126	Arrumar lixo	00:01:00	E
128	Documentação	00:01:00	E
129	Conferência de materiais	00:15:00	E
Início de produção do novo produto			
130	Entrada de materiais na sala	00:10:00	E
131	Documentação	00:25:00	E
132	Alimentação da máquina	00:10:00	I

133	Aprovação da linha	00:05:00	I	
Após a Paragem da máquina				
127	Arrumar peças	0:15:00	E	Depois

Tabela L. 2 - Sequência de atividades organizadas do SMP da linha de embalagem do produto Y.

Antes da Paragem da máquina		Duração (H:M:S)		
11	Preparar detergentes para lavagem da máquina	00:07:20	E	Antes
12	Deslocação para levar detergentes para a sala	00:07:50	E	Antes
17	Preparar detergentes	00:10:00	E	Antes
31	Limpar carro	00:06:00	E	Antes
33	Preparar material para limpeza (balde e aspirador)	00:05:10	E	Antes
34	Transporte do material para a sala (2 viagens)	00:10:00	E	Antes
53	Trazer a calha das tampas	00:01:00	E	Antes
55	Ir buscar tremonha	00:00:30	E	Antes
57	Ir buscar guia + estrela	00:01:32	E	Antes
59	Ir buscar suporte para estrela	00:11:39	E	Antes
83	Ir buscar mangueira	00:02:00	E	Antes
Finalizar produção do produto anterior			I/E	
1	Remoção do produto acabado e amostra da sala	00:10:00	I	1:44:55
2	Devoluções do outro produto (alumínio, selos, literatura, cartonagens)	00:09:00	I	
3	Esvaziar linha e sala (retirar todo o material do produto anterior)	00:07:20	I	
4	Documentação de fim de lote (rendimentos e contagem do nº de caixas agrupadoras)	00:09:00	I	
Desmontar peças de alimentação da máquina				
5	Desmontar aspirador	00:03:10	I	
6	Retirar tremonha	00:01:05	I	
7	Retirar peças de alimentação (parte de trás da máquina)	00:10:00	I	
8	Desmontar peças de contagem de comprimidos	00:05:10	I	
9	Desmontar peças da saída de comprimidos	00:03:50	I	
10	Organizar peças juntas e colocar no carro de transporte	00:03:20	E	
Limpeza da máquina				
13	Limpeza da máquina	00:21:00	I	
14	Preenchimento da documentação e etiquetas de limpeza	00:07:00	E	
15	Arrumação do material de limpeza	00:05:00	E	
16	Transporte das peças para a sala de lavagens	00:10:00	E	
Limpeza das peças				
18	Passar água quente pelas peças pequenas	00:05:00	E	Em simultâneo
19	Passar e esfregar com detergente		E	
20	Passar água da torneira	00:21:20	E	
21	Colocar na zona limpa		E	
22	Passar por água quente o tabuleiro	00:02:00	E	
23	Passar detergente		E	
24	Passar água quente	00:03:40	E	
25	Colocar na zona limpa		E	
26	Passar água quente tremonha	00:01:20	E	
27	Passar detergente		E	
28	Passar água quente	00:04:50	E	
29	Colocar zona limpa		E	
30	Passar todas as peças por água purificada	00:18:30	E	
32	Secar peças	00:22:00	E	
Limpeza da sala (chão e teto)				
35	Limpeza do teto	00:06:00	I	4:28:56
36	Limpeza das paredes	00:11:30	I	
37	Limpeza dos vidros da sala e a porta da zona do primário	00:10:00	I	
38	Limpar saída do ar no teto	00:03:00	I	

39	Limpar grelhas parede	00:04:00	I
40	Aspirar o chão	00:25:20	I
41	Limpar o chão		I
42	Documentação	00:07:30	E
43	Retirar equipamentos e material da sala e transportar para a sala de higienização	00:06:00	E
Setup mecânico Tecnomaco			
CMI			
44	Desmontar CMI - calha das tampas + tremonha tampas	00:06:42	I
45	Tirar sensor		I
46	Desmontar parafusos cima calha		I
47	Desmontar tremonha		I
48	Desmontar parafuso baixo		I
49	Tirar calha		I
50	Desmontar tampa de enroscar	00:00:50	I
51	Tirar estrela e guia	00:02:12	I
54	Montar calha das tampas	00:03:30	I
56	Montar tremonha	00:01:55	I
58	Montar guia + estrela	00:01:40	I
60	Montar suporte para estrela	00:02:00	I
61	Apertar calha	00:02:15	I
Montar alimentação			
62	Transporte das peças para a sala	00:10:00	E
63	Montar peça em T	00:01:00	I
64	Montar peça preta (lado esquerdo) (1º frente depois a de trás)	00:02:00	I
65	Montar peça inox lado direito (1º frente depois trás)	00:01:00	I
66	Montar tremonha	00:01:40	I
67	Montar peça de cotagem comprimidos e funil	00:02:00	I
Tecnomaco			
68	Afinar altura do funil da tecnomaco	00:05:30	I
69	Afinar buffer e calhas tecnomaco		I
70	Configurar máquina com o produto		I
CMI			
71	Alimentação tremonhas tampas	00:03:00	I
72	Montar sensor calha CMI		I
73	Afinar calha para CMI	00:02:30	I
74	Afinar altura da guia da tampa	00:03:12	I
75	Afinar altura de aperto da tampa (tem escala, mas não é utilizada)	00:22:00	I
Rotuladora			
76	Afinar rotuladora	00:27:00	I
77	Trocar eixo do rótulo da literatura		I
78	Passar literatura pelos rolos (rótulo)		I
79	Carregar lote e validade	00:06:00	I
80	Carregar parâmetros		I
Aspirador			
81	Montar aspirador	00:12:00	I
82	Colocar filtro		I
84	Montar mangueira	00:04:00	I
FIM			
85	Arrumar sala e linha	0:05:40	E
86	Documentação	00:01:00	E
87	Conferência de materiais	00:15:00	E
Início de produção do novo produto			
88	Entrada de materiais na sala	00:10:00	E
89	Documentação	00:25:00	E

90	Alimentação da máquina	00:10:00	I	
91	Aprovação da linha	00:05:00	I	
	Após a Paragem da máquina			
52	Arrumar peças	0:05:20	E	Depois

Anexo M - SMED: Sequência melhorada do *setup* mecânico

Tabela M. 1 - Sequência melhorada do *setup* mecânico da linha de embalagem do produto X.

	Atividades existentes	Novas atividades adicionadas	Duração Inicial	Duração com melhorias
45	Seleção e recolha de peças dos armários de formatos	Seleção e recolha de peças dos armários de formatos	00:10:00	00:08:00
46	Levar palete com as peças para a sala	Transporte das peças de formato para a sala e	00:04:00	00:02:00
47	Levar palete vazia e ferramentas para a sala	Transporte do carro vazio para trazer formato antigo		
125	Ir buscar sacos do lixo		0:00:30	0:00:30
44	Procurar por paletes para transporte das peças		00:04:00	00:00:00
114	Ir buscar peças de formato		00:02:00	00:00:00
103	Ir buscar peças de formato para a encartonadora		00:02:46	00:00:00
104	Ir buscar materiais para abastecimento (começar pelas frações)			00:00:00
84	Ir buscar PVC e Alumínio (lote mais antigo)			00:00:00
94	Seleção de peças limpas na sala de lavagem		00:02:00	00:00:00
95	Transporte das peças para a máquina (da lavagem)		00:02:00	00:00:00
Desmontar Blisteradora				
62	Desmontar rodas de formato de alternância		00:02:35	00:02:15
48	ligar comando manual		00:01:00	00:01:00
49	Abrir mecanismo de formação		00:01:00	00:01:00
50	Tirar peça de formação esquerda		00:01:00	00:01:00
51	Tirar peça de formação direita		00:01:00	00:01:00
52	Tirar guia de formação		00:00:50	00:00:50
53	Tirar calha		00:01:18	00:01:12
54	Tirar apoio para a calha		00:00:50	00:00:42
55	Tirar Rolo de selagem (CA)		00:00:20	00:00:20
56	Tirar guia de marcação (CB)		00:00:50	00:00:50
57	Tirar Matriz (CI, CH)		00:01:00	00:00:48
58	Tirar guia pós marcação (CC)		00:00:30	00:00:30
59	Rolo de arraste de corte (CD)		00:01:00	00:00:50
60	Tirar guia de corte (CE)		00:01:00	00:01:00
61	Tirar cortante (CG)		00:01:40	00:01:00
78	Desmontar ventosas		00:02:00	00:01:45
Desmontar Encartonadora				
		Desmontar empurrador		00:02:00
Desmontar IMA				
116	Desmontar travão		00:00:50	00:00:30
117	Desmontar base em L		00:01:00	00:00:46
118	Desmontar empurrador		00:00:30	00:00:30
		Peças são colocadas no carro e retiradas da sala		00:00:30
Limpeza da máquina e da sala				
Montagem Blisteradora				
63	Montar rodas dentadas		00:02:00	00:01:35
64	Montar peça de formação direita		00:01:30	00:01:15
65	Montar peça de formação esquerda		00:00:40	00:00:40

66	Montar calha de suporte à formação		00:02:00	00:01:50
67	Montar calha guia de alimentação		00:02:30	00:02:20
68	Colocar tampa da camara de verificação		00:00:30	00:00:30
69	Montar escova		00:01:30	00:01:30
70	Montar rolo de selagem (CA)		00:01:00	00:00:40
71	Colocar peça pré-marcação (CB)		00:01:55	00:01:55
72	Colocar peça pré corte (CC)		00:01:55	00:01:30
73	Colocar matriz (CI)		00:07:00	00:01:00
74	Colocar batente (CH)			00:01:25
75	Montar guia para cortante (CE)			00:01:30
76	Montar rolo pré corte (CD)			00:01:15
77	Montar cortante (CG)		00:04:30	00:03:50
79	Montar ventosas		00:02:15	00:01:58
Afinar Blisteradora				
80	Carregar novo formato, ligar estação de formação e selagem no computador da máquina		00:03:00	00:02:10
81	Afinar blisteradora - formação (1-6)		00:06:00	00:03:40
82	Afinar blisteradora - alimentação (15-16)		00:03:00	00:02:00
83	Afinar blisteradora - corte (22)		00:03:00	00:00:30
84	Ir buscar PVC e Alumínio (lote mais antigo)	Ir buscar fração de PVC e alumínio	00:04:00	00:00:30
85	Colocar bobine de PVC, passar PVC pelos rolos e acertar PVC (60x60=DOL, 50x50=FILO)		00:06:20	00:06:20
86	ligar comando manual e ligar estação de formação (até chegar a zona e selagem)		00:06:00	00:06:20
87	Colocar bobine de alumínio, passar alumínio pelos rolos		00:06:00	00:06:00
88	Selar o que está formado até o alumínio estar centrado c/PVC e houver o suficiente ate chegar a cortante (ligar rolo de selagem) (acionamento intermitente de selagem) (Fazer primeiros metros de selagem manual, de forma a o alumínio ficar alinhado com o PVC. Caso acabe o PVC e seja necessário alinhar tem de voltar a formar PVC com o comando manual)		00:36:20	00:35:25
89	Passar PVC+Alumínio selado pelo cortante		00:01:20	00:01:20
90	Acionar corte do <i>blister</i> (ecrã da máquina)		00:03:12	00:03:12
91	Afinar o tapete à largura do <i>blister</i>			
92	Alargar guia do tapete			
93	Testar (verificação PVC / Alumínio e marcação)		00:03:58	00:03:58
Encartonadora				
104	Ir buscar materiais para abastecimento (começar pelas frações)	Ir buscar fração de cartonagem e literaturas	00:02:00	00:00:30
105	Carregar máquina com cartonagens e literaturas		00:04:00	00:04:00
106	Afinar valores da encartonadora (esta atividade varia muito de observação para observação)		01:30:00	01:05:00
107	Regular o ponto zero da máquina (ecrã) (esta regulação é realizada até a máquina realizar o movimento completo e correto)		00:10:00	00:10:00
108	Verificar introdução da cartonagem no transportador de cartonagens e dobras		00:25:00	00:20:00
109	Montar empurrador		00:04:30	00:04:20
110	Verificar introdução de <i>blisters</i> na cartonagem		00:15:30	00:12:17
TQS				
111	Ajustar calhas para o tamanho da caixa		00:02:00	00:01:23
112	Ajustar sensores		00:04:00	00:02:35
113	Afinar valores de forma a ter marcação e selo conforme		00:25:00	00:08:00
IMA				
115	Afinar altura das escovas de entrada		00:01:00	00:00:15
119	Montar peças		00:12:30	00:07:32
120	Afinar altura de entrada		00:01:00	00:00:20

121	Afinar altura do elevador		00:03:00	00:01:35
122	Afinar altura de saída		00:01:00	00:00:35
123	Verificação do movimento e ajuste final		00:08:00	00:08:00
Peças de Alimentação				
96	Montar prato giratório		00:01:40	00:01:25
97	Montar chapa perfurada		00:01:00	00:01:00
98	Montar calha alimentação e acrílico		00:02:30	00:02:15
99	Colocar tremonha + acrílico		00:03:00	00:03:00
100	Apertar prato		00:00:40	00:00:40
101	Colocar calha dentro do prato		00:01:00	00:01:00
102	Montar peça de alimentação (conjunto e 3 peças)		00:04:30	00:03:19
FIM				
124	Arrumar sala e linha		0:11:40	0:11:40
126	Arrumar lixo		0:01:00	0:01:00
128	Documentação		00:01:00	00:01:00
127	Arrumar peças		0:15:00	0:10:00
			06:50:24	05:09:37

Tabela M. 2 - Sequência melhorada do *setup* mecânico da linha de embalagem do produto Y.

	Atividades existentes	Novas atividades adicionadas	Duração Inicial	Duração com melhorias
53	Trazer a calha das tampas CMI	Seleção e recolha de peças dos armários de formatos e transporte dos carros para a sala	00:01:00	00:02:30
55	Ir buscar tremonha CMI		00:00:30	00:00:00
57	Ir buscar guia + estrela		00:01:32	00:00:00
59	Ir buscar suporte para estrela		00:11:39	00:00:00
83	Ir buscar mangueira		00:02:00	00:00:00
62	Transporte das peças Limpas para a sala		00:10:00	00:00:00
Desmontar CMI				
44	Desmontar CMI - calha das tampas + tremonha tampas		00:06:42	00:06:42
45	Tirar sensor			
46	Desmontar parafusos cima calha			
47	Desmontar tremonha			
48	Desmontar parafuso baixo			
49	Tirar calha			
50	Desmontar tampa de enroscar		00:00:50	00:00:50
51	Tirar estrela e guia		00:02:12	00:02:12
		Peças são colocadas no carro e retiradas da sala		00:02:00
Limpeza da máquina e da sala				
Montar CMI				
54	Montar calha das tampas		00:03:30	00:02:15
56	Montar tremonha		00:01:55	00:01:55
58	Montar guia + estrela		00:01:40	00:01:40
60	Montar suporte para estrela		00:02:00	00:02:00
61	Apertar calha		00:02:15	00:01:55
CMI				
71	Alimentação tremonhas tampas		00:03:00	00:03:00
72	Montar sensor calha CMI			
73	Afinar calha para CMI		00:02:30	00:02:30
74	Afinar altura da guia da tampa		00:03:12	00:02:45

75	Afinar altura de aperto da tampa (tem escala, mas não é utilizada)		00:22:00	00:18:00
Rotuladora				
76	Afinar rotuladora			
77	Trocar eixo do rótulo da literatura		00:27:00	00:23:52
78	Passar literatura pelos rolos (rótulo)			
79	Carregar lote e validade			
80	Carregar parâmetros		00:06:00	00:05:50
Montar alimentação				
63	Montar peça em T		00:01:00	00:01:00
64	Montar peça preta (lado esquerdo) (1º frente depois a de trás)		00:02:00	00:02:00
65	Montar peça inox lado direito (1º frente depois trás)		00:01:00	00:01:00
56	Montar tremonha		00:01:40	00:01:40
67	Montar peça de cotagem comprimidos e funil		00:02:00	00:02:00
Tecnomaco				
68	Afinar altura do funil da tecnomaco			
69	Afinar buffer e calhas tecnomaco		00:05:30	00:04:33
70	Configurar máquina com o produto			
Aspirador				
81	Montar aspirador		00:12:00	00:12:00
82	Colocar filtro			
84	Montar mangueira		00:04:00	00:04:00
FIM				
85	Arrumar sala e linha		0:05:40	0:05:40
86	Documentação		00:01:00	00:01:00
52	Arrumar peças CMI		00:05:20	00:03:40

2:32:37

1:58:29

Anexo N - Diagrama de *Gantt* depois das melhorias implementadas

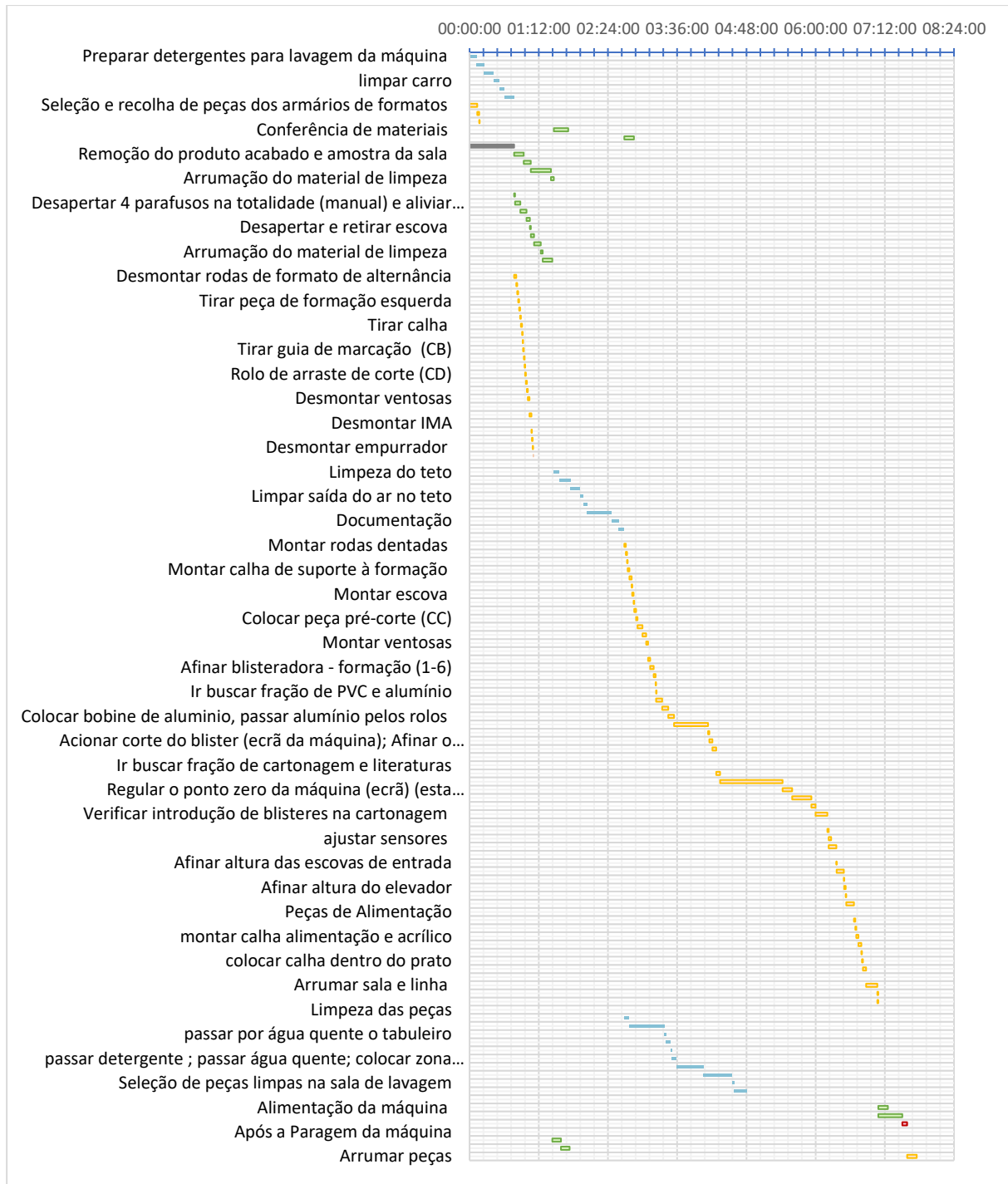


Figura N. 1 - Diagrama de *Gantt* depois das melhorias implementadas no SMP da linha de embalagem do produto X (Azul – tarefas realizadas pelo higienizador; Laranja- tarefas realizadas pelos mecânicos; Verde – tarefas realizadas pelos operadores; Vermelho – tarefas realizadas pelo supervisor).



Figura N. 2 - Diagrama de Gantt depois das melhorias implementadas no SMP da linha de embalagem do produto Y (Azul – tarefas realizadas pelo higienizador; Laranja- tarefas realizadas pelos mecânicos; Verde – tarefas realizadas pelos operadores; Vermelho – tarefas realizadas pelo supervisor).

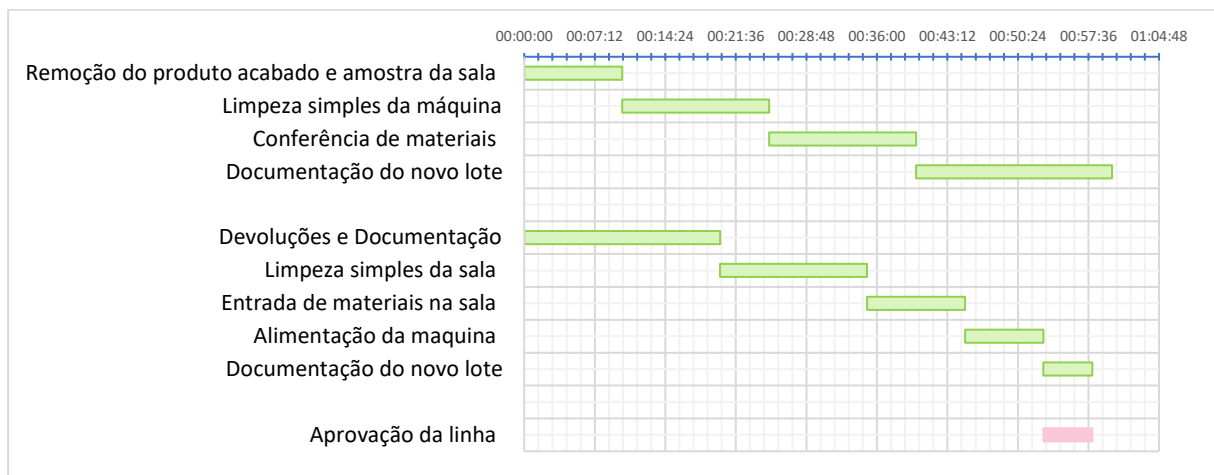


Figura N. 3 – Diagrama de *Gantt* do SC previsto depois das melhorias.



(ano)

ANTÓNIO MOTA

UM TÍTULO DE TFSF IMPRESSIONANTE COM UMA MUDANÇA DE LINHA FOR-