

Desenvolvimento de Processos de Melhoria num Departamento de Enchimento Numa Indústria de Produtos de Limpeza

Joana Garcia Matos

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Eduardo Gil da Costa



Mestrado em Engenharia Mecânica

2024-01-18

Resumo

A presente dissertação centrou-se na melhoria da eficiência de uma linha de enchimento de uma empresa de produção de lixívia, com o propósito principal de reduzir as perdas de produção e melhorar a produtividade dos equipamentos. Para atingir este objetivo, a abordagem adotada envolveu a avaliação dos indicadores de desempenho da organização e a formulação de medidas de melhoria, com destaque nos temas de manutenção autónoma e manutenção preventiva, além da implementação do conceito de *standard work*.

Após ser realizada uma revisão bibliográfica, é apresentada uma visão geral da empresa, seguida pela exposição da situação inicial e identificação das lacunas existentes. Foi feita uma análise aprofundada para identificar as áreas com maior impacto, nas quais foram propostas e implementadas as medidas de melhoria. A abordagem sistemática adotada visa não apenas abordar as questões imediatas, mas também estabelecer bases sólidas para a sustentabilidade do desempenho.

Ao longo do processo, destaca-se a importância dada aos pilares da filosofia TPM sobretudo de manutenção autónoma e preventiva, reconhecendo a relevância da gestão ativa dos equipamentos. A introdução do conceito de *standard work* também desempenhou um papel significativo na padronização e eficiência operacional.

O projeto não procurou apenas resolver problemas específicos, mas também proporcionar uma abordagem abrangente para melhorar a eficiência produtiva e reduzir as perdas na linha de produção em análise.

Abstract

Development of Improvement Processes in a Filling Department in a Cleaning Products Industry

This dissertation focused on improving the efficiency of a filling line at a bleach production company, with the main aim of reducing production losses and improving equipment productivity. To achieve this goal, the approach adopted involved assessing the organisation's performance indicators and formulating improvement measures, with emphasis on the topics of autonomous maintenance and preventive maintenance, as well as implementing the concept of standard work.

After a literature review, an overview of the company is presented, followed by an account of the initial situation and identification of existing gaps. An in-depth analysis was carried out to identify the areas with the greatest impact, in which improvement measures were proposed and implemented. The systematic approach adopted aims not only to address the immediate issues, but also to lay solid foundations for the sustainability of the improved performance.

Throughout the process, the importance given to the pillars of the TPM philosophy stands out, especially autonomous and preventive maintenance, recognising the importance of active equipment management. The introduction of the concept of standard work also played a significant role in standardisation and operational efficiency.

The project not only sought to solve specific problems, but also to provide a comprehensive approach to improving production efficiency and reducing losses on the production line being analysed.

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço a toda a minha família, em especial ao meu irmão, mãe e pai, por todo o apoio incondicional demonstrado ao longo desta jornada.

Agradeço à Fater Portugal, pela oportunidade de realizar a dissertação de mestrado e em especial aos colegas Paulo Alves e Nelson Santos pelos ensinamentos e partilha de conhecimentos.

Ao Professor Eduardo Gil da Costa pela sua orientação durante esta dissertação, pelos conselhos e disponibilidade.

Agradeço a todos os meus amigos que contribuíram significativamente para concluir esta etapa e com quem partilhei momentos memoráveis e especiais.

Aos amigos que a Argentina me deu por me proporcionarem uma das melhores experiências que tive, do outro lado do mundo.

Finalmente, gostaria de expressar minha gratidão à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, bem como a todos os meus professores ao longo dos anos, pelos ensinamentos que forneceram.

"The important thing is not to stop questioning. Curiosity has its own reason for existing."

Albert Einstein

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Contextualização	1
1.2	Objetivos do projeto	2
1.3	Metodologia	2
1.4	Estrutura da dissertação	3
2	Revisão de literatura	5
2.1	Manutenção	5
2.1.1	Tipos de Manutenção	5
2.1.2	Custos de Manutenção	6
2.2	TPM	8
2.2.1	Objetivos TPM	8
2.2.2	Perdas Produtivas	9
2.2.3	Pilares do TPM	10
2.2.4	Dificuldades na implementação do TPM	11
2.2.5	Benefícios da implementação do TPM	12
2.3	Ferramentas de Apoio à Manutenção	12
2.3.1	Indicadores de Desempenho	12
2.3.2	Metodologia 5S	14
2.3.3	Manutenção Autônoma	15
2.3.4	<i>Standard Work</i>	17
2.3.5	PDCA	17
2.3.6	FMEA	18
2.3.7	Análise de Pareto	18
3	Situação Inicial	21
3.1	Apresentação da Empresa	21
3.2	<i>Integrated Work System</i>	21
3.3	Processo Produtivo	22
3.4	Departamento de <i>Packing</i>	24
3.5	Indicadores de Desempenho da Empresa	26
3.6	Definição do Projeto	27
3.6.1	Paragens menores	28
3.6.2	<i>Setup</i>	30
3.6.3	Manutenção Corretiva	32

4	Implementação de melhorias	35
4.1	Edição de Dados	35
4.2	Aplicação da metodologia 5S	36
4.3	Manutenção Autônoma	37
4.4	<i>Standard Work</i>	39
4.4.1	Disposições Gerais	39
4.4.2	Procedimento antes da mudança	40
4.4.3	Procedimento durante a mudança	41
4.4.4	Procedimento após a mudança	43
4.5	Manutenção Preventiva	43
4.5.1	Documentação	43
4.5.2	Lista de Anomalias	44
4.5.3	Manutenção em atraso	46
4.6	Resultados Obtidos	46
5	Conclusão	51
	Referências	53
A	Quadro de Verificação	57
B	Tarefas de CIL	59
C	Procedimento Mudança de Fórmula	63
D	<i>Checklist do Setup</i>	65
E	Matriz de Mudança	67
F	Documento de Análise de Falha de Processo	69
G	Ordem de Trabalho	71

Acronyms and Symbols

CBN	<i>Compelling Business Needs</i>
CIL	<i>Cleaning, Inspection and Lubrication</i>
CL	<i>Centerlining</i>
DPE	Departamento de Produção de Embalagens
FMEA	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i>
HPWS	<i>High Performance Work System</i>
IHBB	<i>In House Bottle-Blowing</i>
IWS	<i>Integrated Work System</i>
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
OT	Ordem de Trabalho
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
PR	<i>Process Reliability</i>
RL	<i>Rate Loss</i>
SOP	<i>Standard Operating Procedures</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TQM	<i>Total Quality Management</i>

Lista de Figuras

2.1	Tipos de manutenção. Fonte: [1]	6
2.2	<i>Iceberg</i> dos custos totais de manutenção. Fonte: [5]	7
2.3	Custos de manutenção. Fonte: [5]	7
2.4	Relação entre TPM e as filosofias <i>Lean</i> . Fonte: [7]	8
2.5	Oito pilares do TPM. Fonte: [8]	10
2.6	Índices OEE. Fonte: [14]	13
2.7	<i>Plan-Do-Check-Act</i> . Fonte: [27]	17
3.1	Génese do programa IWS. Fonte [32]	22
3.2	Fluxo de atividades produtivas da Fater Portugal.	23
3.3	<i>Layout</i> da fábrica.	24
3.4	Análise de Pareto de duração de tipo de paragens.	28
3.5	Número de ocorrências e respetiva duração de paragens não planeadas.	28
3.6	Contaminações de rótulos, lixívia e cola em várias máquinas da linha 320.	29
3.7	Ferramentas a mudar numa mudança de caixa.	30
3.8	Tempo, em minutos, dedicado a mudanças de fórmula.	31
3.9	Tempo, em minutos, dedicado a mudanças de caixa.	31
3.10	Mapeamento de tarefas durante um <i>setup</i> com mudança de caixa.	32
4.1	Carrinho de ferramentas antes e depois da aplicação da metodologia 5S.	36
4.2	Exemplos de símbolos de tarefas de CIL.	38
4.3	Mesas de rótulos e de caixas, na rotuladora e formadora, respetivamente.	40
4.4	Carro com as ferramentas de <i>changeover</i> .	41
4.5	Tarefas do Operador 1 e do Operador 2 durante um <i>setup</i> com mudança de caixa,	42
4.6	Número de anomalias em cada semana por analisar.	45
4.7	Número de ocorrências e respetiva duração de paragens não planeadas.	47
4.8	Tempo, em minutos, dedicado a mudanças de fórmula após <i>standard work</i> .	47
4.9	Tempo, em minutos, dedicado a mudanças de caixa após <i>standard work</i> .	48

Lista de Tabelas

2.1	Pilares do TPM.	11
2.2	Etapas e objetivos da metodologia 5S. Fonte: [19]	15
3.1	Disponibilidade por linha de enchimento.	27
4.1	Soluções definidas.	35
4.2	Valores de PR e RL, de cada mês.	49
4.3	Disponibilidade de cada mês.	49

Capítulo 1

Introdução

A presente dissertação foi desenvolvida em contexto empresarial na *Fater Portugal*, no âmbito da dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), e tem como objetivo a implementação de melhorias num departamento de enchimento da empresa.

1.1 Contextualização

A busca pela eficiência na produção tornou-se uma necessidade para as organizações industriais diante do cenário competitivo e das constantes mudanças a nível económico e tecnológico. No âmbito deste desafio, a melhoria de processos assume um papel fundamental, uma vez que a eficiência não apenas impulsiona a produtividade, mas também contribui para a maximização dos recursos, a redução de custos e o aumento da qualidade. Dentro dessa perspetiva, a manutenção emerge como um componente estratégico, intrinsecamente ligada à preservação, confiabilidade e maximização do ciclo de vida dos ativos.

No contexto específico da *Fater S.p.A*, uma *joint venture* entre a *Procter&Gamble* e o *Grupo Angelini*, que opera com produtos de consumo mundial, enfrenta desafios significativos, tais como a globalização e avanços tecnológicos em constante evolução. Estes desafios pedem a adoção de estratégias proativas que assegurem a fiabilidade operacional e promovam um crescimento sustentável a longo prazo.

Esta dissertação propõe explorar a relevância da procura pela melhoria contínua através da interseção entre a eficiência produtiva e estratégias de manutenção nas linhas de enchimento da Fater Portugal. Ao focar nas operações de enchimento, uma etapa fundamental do processo produtivo, pretende-se analisar e compreender os pontos a melhorar de modo a aumentar a eficiência de todo o processo. É imperativo compreender que práticas inadequadas de manutenção podem comprometer a fiabilidade e eficiência dos equipamentos, levando à sua falta de disponibilidade e deterioração acelerada.

O trabalho proposto visa não apenas abordar questões técnicas, mas também alinhar-se com a visão da empresa, proporcionando uma base sólida para a tomada de decisões informadas e a consecução de seus objetivos a longo prazo.

1.2 Objetivos do projeto

A iniciativa da empresa em implementar medidas para melhorar a eficiência do processo produtivo reflete um comprometimento estratégico entre a equipa de operação e o aumento da produtividade. O foco principal deste esforço é a redução dos tempos de paragem não planeados das máquinas, através de uma análise de perdas, uma meta que, quando alcançada, não apenas maximiza a disponibilidade dos equipamentos, mas também contribui significativamente para a eficiência global da produção.

No âmbito deste trabalho, foram adotadas metodologias abrangentes e bem estabelecidas, destacando-se a TPM (*Total Productive Maintenance*), 5S, FMEA (*Failure Modes and Effects Analysis*) e PDCA (*Plan-Do-Check-Act*). Cada uma destas metodologias desempenha um papel fundamental no processo de melhoria, proporcionando uma abordagem estruturada e sistemática para enfrentar os desafios específicos identificados.

1.3 Metodologia

A primeira abordagem para iniciar o projeto consistiu na identificação e análise dos problemas, uma fase importante para compreender as lacunas existentes em relação aos objetivos de melhoria estabelecidos. Em seguida, o enquadramento teórico desempenhou um papel fundamental ao fornecer uma base sólida para a compreensão dos diferentes conceitos e ferramentas que seriam posteriormente aplicados.

O levantamento, recolha e organização dos dados referentes aos equipamentos do processo produtivo constituíram a etapa posterior para fundamentar as decisões subseqüentes. A análise desses dados proporcionou uma visão quantitativa e qualitativa dos desafios operacionais, auxiliando na formulação exata do problema. Este passo é essencial para garantir que as estratégias de melhoria estejam alinhadas com as necessidades específicas da fábrica.

Com base na análise da produtividade e na formulação precisa do problema, foram planeadas várias ações. Este planeamento incorporou as metodologias e ferramentas identificadas no enquadramento teórico, adaptando-as às circunstâncias específicas da fábrica. A fase de planeamento é fundamental para estabelecer uma abordagem estruturada e coerente para a implementação das melhorias.

A aplicação das ações planeadas representa uma etapa prática e operacional do projeto. A execução eficaz das estratégias delineadas é essencial para garantir que as mudanças propostas sejam implementadas de maneira eficiente. Esta fase, devido ao facto de envolver todos os operadores, revelou-se um grande desafio.

Por fim, realizou-se a medição dos efeitos causados após a implementação das ações, de modo a retirar conclusões.

1.4 Estrutura da dissertação

Dando corpo a uma abordagem tradicional, que passa da estruturação conceptual para a respectiva aplicação, este documento desenvolve-se em cinco capítulos, onde cada um se divide em vários subcapítulos.

O primeiro capítulo consistiu na Introdução, onde se pretendeu apresentar o projeto através de uma breve contextualização sobre o tema em análise, da apresentação dos objetivos definidos, da metodologia seguida e da estrutura do relatório.

No segundo capítulo é feita uma exploração da componente teórica sobre a qual este projeto se baseou abordando temas como a Manutenção, TPM e as ferramentas de apoio à Manutenção utilizadas.

O terceiro capítulo diz respeito à apresentação da situação inicial da unidade fabril em causa. É feita uma descrição da empresa e do seu sistema produtivo, especificando a linha de enchimento.

No quarto capítulo são expostas as ferramentas criadas e metodologias seguidas, com o objetivo de solucionar os problemas encontrados ao longo do projeto. Posteriormente, é feita uma análise dos resultados obtidos.

Por último, no quinto capítulo é apresentada uma conclusão sobre o desenvolvimento do projeto e resultados.

Capítulo 2

Revisão de literatura

Neste capítulo realiza-se o enquadramento teórico dos diferentes conceitos que sustentaram a parte prática da presente dissertação.

Inicia-se com uma breve reflexão sobre o conceito de Manutenção, onde se descreve as suas variantes e os seus custos. Seguidamente, aborda-se a filosofia TPM (*Total Productive Maintenance*) e analisam-se as perdas onde esta teoria se foca, assim como os pilares de sustentação para o seu desenvolvimento, os seus benefícios e as principais dificuldades existentes ao longo da sua implementação. Por fim, apresentam-se as ferramentas de apoio a uma manutenção eficiente, tais como: indicadores de desempenho, a metodologia 5S, a importância da Manutenção Autónoma e da existência de *Standard Work*, bem como o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), o procedimento FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) e a análise de Pareto.

2.1 Manutenção

O termo manutenção está presente na humanidade desde o início do manuseamento de instrumentos, derivado do latim *manus tenere* – “manter o que se tem”. Pode ser definido como um conjunto de procedimentos técnicos necessários para que os equipamentos e instalações se encontrem numa determinada condição ao longo do seu ciclo de vida. A manutenção visa preservar o capital investido nos equipamentos controlando adequadamente o seu desgaste, de modo a oferecer a quantidade máxima de horas de funcionamento [1].

Para cumprir a sua função, a manutenção passa por um plano cujo objetivo é eliminar qualquer impedimento da sua realização, incluindo a estimação dos tempos necessários, previsão e assegurar a logística necessária, controlo do cumprimento dos trabalhos e coordenação de pessoas, recursos e materiais.

2.1.1 Tipos de Manutenção

Não existe um consenso sobre a organização dos tipos de manutenção e por este motivo existem várias normas com diferentes métodos. O modelo de manutenção assumido encontra-se a seguir, na Figura 2.1:

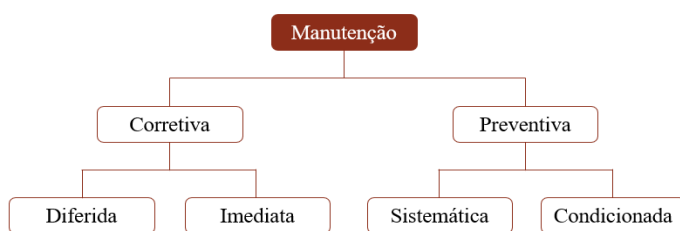


Figura 2.1: Tipos de manutenção.

Fonte: [1]

Por um lado existe a manutenção corretiva que é efetuada depois da deteção de uma falha ou perda, para que o equipamento volte ao estado operacional [2]. Este tipo de manutenção divide-se em dois grupos onde a diferença entre ambos está relacionada com o momento em que é efetuada [3]:

- **Corretiva diferida ou planeada:** a manutenção é feita na primeira paragem planeada logo após a ocorrência da falha. É normalmente realizada para ativos que são menos críticos, isto é, que têm um impacto muito reduzido no sistema.
- **Corretiva imediata ou planeada:** a manutenção é realizada imediatamente após a falha. É feita em componentes críticos, ou seja, que têm um grande impacto no sistema.

Por outro lado existe a manutenção preventiva que previne a rotura do equipamento e prolonga o seu tempo de serviço. Baseando-se em dados fornecidos pelo fabricante ou históricos de avarias, são efetuadas intervenções em intervalos de tempo. Tem critérios pré-definidos para identificar potenciais problemas através de uma inspeção e deteção antecipada para reduzir a probabilidade de avaria, de forma planeada. Neste tipo de manutenção estão incluídas tarefas de limpeza e de lubrificação, inspeções e ajuste ou substituição de determinados componentes [1].

Existem dois tipos de manutenção preventiva:

- **Manutenção preventiva sistemática:** é efetuada em intervalos de tempo pré estabelecidos ou segundo um número definido de unidades de utilização, sem controlo prévio do estado do equipamento [4].
- **Manutenção preventiva condicionada:** também conhecida como manutenção preditiva, é geralmente aplicada em máquinas vitais para a produção [4]. Indica as condições reais de funcionamento dos equipamentos através da aplicação da tecnologia de modo a detetar mudanças nas mesmas, o que permite uma intervenção mais oportuna e precisa. Este método elimina paragens desnecessárias pois permite um controlo constante do estado dos componentes através de análises de vibrações, ultrassom, termografias, análises ao óleo e análise de partículas de desgaste etc. [1].

2.1.2 Custos de Manutenção

Os custos de manutenção podem atingir entre 15% e 40% dos custos de uma organização, variando com o tipo de indústria. Os custos expectáveis de manutenção são apenas uma ponta

visível de um iceberg (Figura 2.2) que corresponde aos custos de mão-de-obra, ferramentas e material aplicado nas intervenções [5].



Figura 2.2: *Iceberg* dos custos totais de manutenção.

Fonte: [5]

No entanto, é importante considerar os custos que surgem da indisponibilidade de equipamento, que resultam numa deterioração da máquina e que têm como consequências a perda de produção, perda de qualidade de produtos, possível perda de clientes e degradação da imagem da empresa [5].

A política de manutenção tem consequências económicas para a empresa. De um modo geral, é menos dispendioso programar uma atividade do que não a fazer. Estima-se que uma manutenção corretiva implique custos três vezes superior aos de uma manutenção preventiva. Contudo, adotar sempre uma estratégia preventiva nem sempre é a solução técnica e economicamente mais viável [6]. Através da Figura 2.3, constata-se que a partir de um certo ponto ótimo, o investimento na manutenção preventiva não abona a redução do custos das falhas, elevando o custo total final.

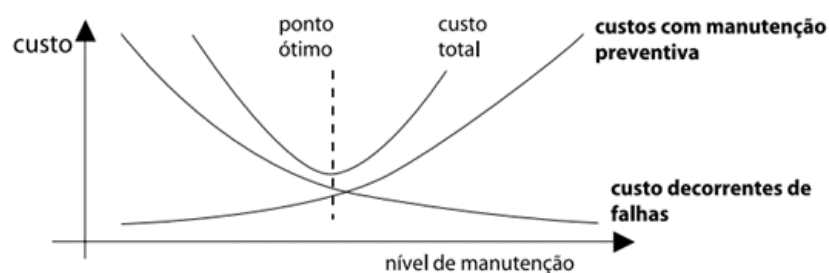


Figura 2.3: Custos de manutenção.

Fonte: [5]

2.2 TPM

A competitividade no setor empresarial obriga a que as organizações criem um programa de melhoria para obter continuamente melhores resultados. A metodologia TPM - *Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total) desenvolvida por *Seiichi Nakajima*, no Japão, na década de 70, é uma combinação de conceitos já desenvolvidos das filosofias *Lean* e de TQM - *Total Quality Management*, como pode ser observado na Figura 2.4.

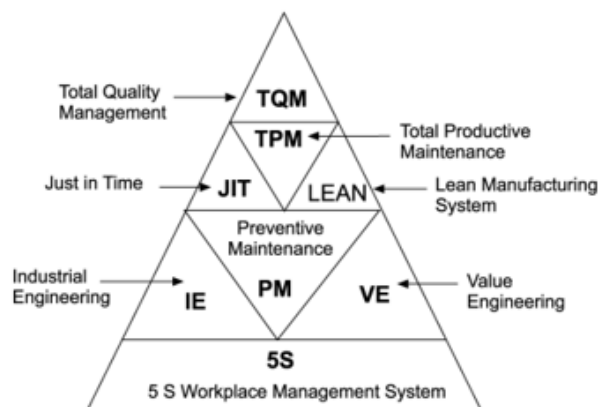


Figura 2.4: Relação entre TPM e as filosofias *Lean*.

Fonte: [7]

Esta metodologia é uma abordagem que visa aumentar a disponibilidade e eficiência dos equipamentos, eliminando as falhas, promovendo uma manutenção autónoma a fim de obter um produto de melhor qualidade. Para o sucesso da sua implementação é necessário que todos os membros da estrutura empresarial estejam envolvidos em atividades diárias, de modo a conseguirem uma melhoria contínua através da combinação de boas práticas e trabalho de equipa [7].

O TPM tem três características importantes relacionadas com a palavra “total” [8]:

- **Eficiência Total:** procura contínua da eficiência económica máxima e rentabilidade; baseia-se na manutenção preditiva.
- **Manutenção Total:** procurar a máxima fiabilidade de manutenção ao mínimo custo.
- **Participação Total:** implica a participação e colaboração de todos os membros da organização em cada departamento.

2.2.1 Objetivos TPM

O TPM concentra-se no planeamento de um conjunto de tarefas para melhorar os equipamentos ao seu mais alto nível de rendimento e maximizar a vida útil dos mesmos com visão em “zero falhas”, “zero defeitos” e “zero acidentes” [9]. Envolve todos os departamentos de uma empresa e não apenas o departamento de produção, uma vez que tem como objetivo melhorar a eficiência de toda a organização. Através da colaboração de todos os membros, os objetivos da TPM são a

minimização dos *inputs* 4M (mão-de-obra, máquina, matéria-prima e método) e a maximização dos *outputs* PQCESM [7]:

- **Productivity (produtividade):** promover uma maior disponibilidade do equipamento reduzindo paragens não planeadas e aumentando assim a eficácia global dos equipamentos.
- **Quality (qualidade):** reduzir produtos com defeito.
- **Cost (custo):** efetuar procedimentos de manutenção eficientes de modo a estender o ciclo de vida do equipamento.
- **Delivery (entrega):** melhorar a eficiência da entrega, a rapidez e a fiabilidade.
- **Safety (segurança):** eliminar cenários propícios a acidentes e melhorar o ambiente de trabalho.
- **Morale (moral):** conceder um maior conhecimento a todos os operadores e técnicos envolvidos na produção, melhorando a solução rápida de problemas e imprevistos, através de formações e treinos.

2.2.2 Perdas Produtivas

Existem seis grandes perdas apontadas pelo TPM que se devem eliminar para a obtenção de um bom rendimento global dos equipamentos [4]:

1. **Perdas por paragens:** a eliminação de tempos não planeados, como por exemplo, de falhas mecânicas ou elétricas é um dos pontos críticos para uma maior disponibilidade dos equipamentos.
2. **Perdas em setups ou ajustes:** está relacionado com o tempo perdido durante trocas de produtos, que pode incluir limpeza de máquinas e troca ou ajuste de ferramentas.
3. **Perdas por paragens curtas:** envolve todas as paragens de máquinas que não são devido a falhas ou avarias, mas sim a problemas menores, facilmente corrigíveis, que interrompem a produção, como por exemplo falta de material.
4. **Perdas por redução de velocidade nominal do equipamento:** ocorre quando um equipamento não opera na sua velocidade máxima de produção devido a vários motivos, como problemas de lubrificação ou falta de manutenção preventiva.
5. **Perdas por defeitos de qualidade:** refere-se a produtos defeituosos ou rejeitados que posteriormente são descartados ou reciclados.
6. **Perdas no arranque:** quando as máquinas estão a inciar um ciclo há perdas de produção até que atinjam um desempenho estável, adequado e com qualidade.

2.2.3 Pilares do TPM

Para a eliminação das perdas dos equipamentos, existem oito pilares de sustentação (Figura 2.5) do desenvolvimento do TPM, proposto pelo JIPM – *Japan Institute of Plant Maintenance* (Instituto Japonês de Manutenção). Inicialmente eram apenas cinco pilares, no entanto foram implementados mais três relacionados com a melhoria de qualidade, departamentos administrativos e segurança, higiene e meio ambiente [10]. Estes pilares abrangem todos os trabalhadores na empresa, desde a gestão a nível superior, até aos operadores passando por todos os grupos de suporte à produção.

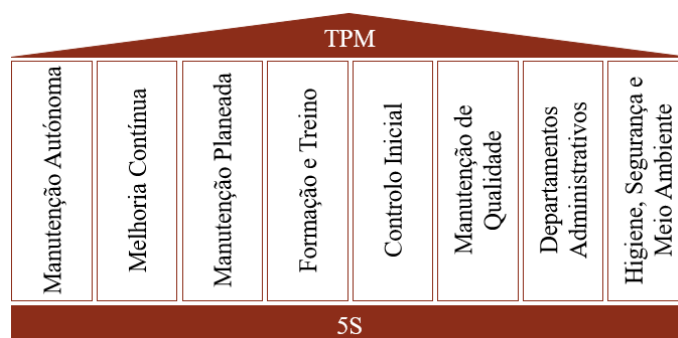


Figura 2.5: Oito pilares do TPM.

Fonte: [8]

Para o sucesso da execução do plano de TPM é necessária a implementação metódica e estruturada de todos os pilares destacando-se o treino de todos os membros da organização e criação de moral e espírito de equipa. Na Tabela 2.1 é descrita a função desempenhada por cada pilar.

Tabela 2.1: Pilares do TPM.

Pilar	Descrição
<i>Manutenção Autônoma</i>	Comprometimento dos operadores na execução de tarefas rotineiras como a realização de uma inspeção geral dos equipamentos, limpeza dos mesmos e eliminação de fontes de contaminação, de modo a evitar a deterioração [7].
<i>Foco na melhoria contínua</i>	Sistemática identificação e eliminação de perdas e desperdício através da análise das condições de operação. Após a análise, devem ser definidas regras de funcionamento para promover uma maior eficiência nos equipamentos [9].
<i>Manutenção Planeada</i>	Planear um sistema de manutenção periódica, de modo a avaliar os equipamentos e perceber a situação em que cada um se encontra. Visa eliminar todas as anomalias e paragens nos equipamentos com o fim de melhorar a eficiência dos mesmos durante o seu ciclo de vida [9].
<i>Formação e Treino</i>	Treinar os operadores de forma a aprenderem não só o <i>know-how</i> mas também o <i>know-why</i> . Desta forma terão capacidade e moral para trabalhar de forma eficiente e independente nas suas funções e assim melhorarem o rendimento no posto de trabalho [11].
<i>Controlo Inicial</i>	Desenvolver atividades de melhoria no projeto de novos equipamentos, ou remodelação de equipamento já existentes, de modo a trabalharem na melhor condição possível e estarem livres de avarias com a maior operacionalidade [7].
<i>Manutenção da Qualidade</i>	Centra-se na total satisfação do cliente atingindo uma produção com zero defeitos. É importante ter uma postura ativa, analisando constantemente as condições dos <i>inputs</i> (4M) de forma perceber desde o início a raiz dos problemas [9].
<i>Departamentos Administrativos</i>	Criar condições ideais para a realização de trabalho focado na melhoria contínua, na implementação de um sistema de manutenção eficiente e na formação dos operadores de forma a eliminarem todas as perdas [12].
<i>Higiene, Segurança e Meio Ambiente</i>	Criar condições de trabalho seguras, limpas e isentas de poluição prevenindo acidentes e incidentes, e promovendo consciência de segurança nos operadores [12].

2.2.4 Dificuldades na implementação do TPM

A implementação do TPM é desafiadora pois, de modo geral, requer uma mudança no paradigma nas organizações, apelando à eliminação de determinados hábitos que os colaboradores poderão ter.

É necessário que os operadores e técnicos sejam devidamente treinados para desempenhar de maneira correta as suas funções de manutenção. Por este motivo, não raras vezes, há uma falta de

comprometimento por parte dos líderes e uma grande resistência por parte de alguns funcionários, pois vêem esta técnica como uma carga de trabalho adicional. Para além disto, é fundamental um bom sistema de recolha de dados para os analisar e interpretar da forma mais adequada [13]. Adicionalmente, a implementação do TPM não é um processo de curto prazo, levando tempo para que os benefícios surjam e sejam totalmente realizados. Assim, poderá haver uma falta de persistência que levará à desistência prematura.

2.2.5 Benefícios da implementação do TPM

A implementação bem sucedida do TPM resultará em vários benefícios para uma organização.

Ao nível produtivo, o tempo de inatividade será menor e por isso os equipamentos estarão mais disponíveis quando necessário. As ações de manutenção, tanto autónoma como preventiva, aumentam a fiabilidade das máquinas, reduzindo a frequência das falhas e aumentando a eficiência do processo. É possível que a operacionalidade das máquinas aumente entre 17% e 26% e haja uma diminuição das falhas até 1/50 do seu valor inicial. Com os equipamentos mais fiáveis, a necessidade de inventário de peças de reposição poderá diminuir. Ainda a redução de produtos defeituosos poderá ser mais de 80% [8].

O envolvimento de todos os membros da organização e a formação de todos os operadores é um forte fator para a sua confiança e moral, que permitirá a verificação contínua da importância do seu trabalho e que terá contribuições na componente motivacional diária e num bom ambiente no local de trabalho. A produtividade dos funcionários poderá aumentar até 50% [8]. Todas as melhorias adquiridas resultarão num aumento da satisfação do cliente e crescimento da qualidade de produto e, por conseguinte, do lucro.

2.3 Ferramentas de Apoio à Manutenção

As ferramentas de apoio à manutenção compreendem uma variedade de instrumentos ou recursos empregados para simplificar as operações de manutenção em diversas áreas. O propósito central destas ferramentas é melhorar a gestão dos ativos, impulsionar a eficiência operacional e minimizar o tempo de inatividade não programado. Estes recursos desempenham um papel importante na elaboração dos processos de manutenção, contribuindo para a maximização do desempenho dos equipamentos e a redução de custos associados a paragens não planeadas.

2.3.1 Indicadores de Desempenho

OEE

O OEE (*Overall Equipment Effectiveness* - Desempenho Global do Equipamento) mede o estado de uma máquina em comparação com uma máquina ideal que funciona a velocidade ótima, na sua máxima capacidade e produz constantemente produtos de excelente qualidade [14]. Desta

forma, este parâmetro tem como objetivo principal identificar as perdas existentes, medindo a eficiência de uma máquina, com foco em zero perdas por paragens e zero desperdício. É considerado uma combinação da operação, com manutenção e gestão de produção [15].

As perdas estão divididas em três grandes grupos, nomeadamente: *availability* (disponibilidade), *performance* (produtividade) e *quality* (qualidade). O OEE é o resultado da multiplicação destes três fatores, como descrito na Equação 2.1:

$$OEE = A * P * Q \quad (2.1)$$

Na Figura 2.6 está representada a relação entre o OEE, os seus índices e as perdas:

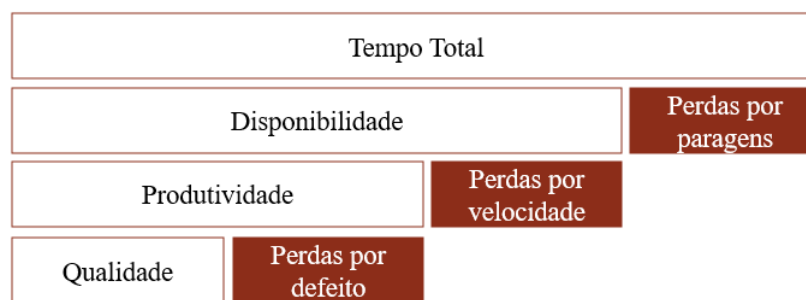


Figura 2.6: Índices OEE.

Fonte: [14]

A disponibilidade mede o tempo total durante o qual a máquina não operou devido a avarias, anomalias, *set-up*, ajustes e outras paragens. É calculada segundo a Equação 2.2, onde “*tempo total disponível*” refere-se ao tempo total de operação previsto depois de qualquer dedução de atividades que possam interromper a produção.:

$$A = \frac{\text{tempo total disponível (h)} - \text{tempo de paragens não planeadas (h)}}{\text{tempo total disponível (h)}} \quad (2.2)$$

O segundo índice a considerar no OEE é a produtividade, que mede o rácio entre a velocidade atual de operação e a velocidade ideal. Ou seja, relaciona a quantidade produzida com a quantidade que o equipamento deveria ter produzido [16]. Existem várias formas de calcular, no entanto segundo *Nakajima*, é calculado da seguinte maneira (Equação 2.3):

$$P = \frac{\text{total de peças produzidas (unidades)} \times \text{tempo de ciclo (h)}}{\text{tempo de produção (h)}} \quad (2.3)$$

Por fim, o terceiro índice do OEE refere-se à qualidade do produto. Indica a proporção de produtos com defeito do volume total de produção. É calculada da através da Equação 2.4:

$$Q = \frac{\text{total de peças produzidas (unidades)} - \text{total de peças não conformes (unidades)}}{\text{total de peças produzidas (unidades)}} \quad (2.4)$$

Existem valores *standard* estabelecidos como os níveis de classe mundial do OEE. Assim, o seu valor percentual deverá ser no mínimo 85%, com os valores de mínimos de disponibilidade, produtividade e qualidade de 90%, 95% e 99%, respetivamente [15].

MTBF e MTTR

O MTBF (*mean time between failures*) é um indicador que representa o tempo médio entre paragens de um determinado processo. Por outro lado, o MTTR (*mean time to repair*) representa o tempo médio de reparação, isto é, o tempo médio para o processo voltar ao seu funcionamento normal após uma falha [17]. O cálculo destes dois indicadores obtém-se através das Equações 2.5 e 2.6:

$$MTBF = \frac{\text{tempo total de atividade}}{\text{número de falhas}} \quad (2.5)$$

$$MTTR = \frac{\text{tempo total de inatividade}}{\text{número de falhas}} \quad (2.6)$$

2.3.2 Metodologia 5S

A metodologia 5S visa reduzir o desperdício, identificar e eliminar atividades sem valor e melhorar a segurança e o desempenho dos trabalhadores num local de trabalho, criando um ambiente produtivo de qualidade [18].

O nome 5S deriva da primeira letra de cinco palavras japonesas: *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* e *shitsuke* [18].

Na Tabela 2.2 é feita uma breve explicação do objetivo de cada etapa.

Tabela 2.2: Etapas e objetivos da metodologia 5S.
Fonte: [19]

Etapa	Designação em Português	Objetivo
<i>Seiri</i>	Organizar	Identificar e eliminar todos os elementos que não são necessários no posto de trabalho. Desta forma, pretende-se reduzir o espaço ocupado pelo material, evitar acidentes e ter um maior controlo nos <i>stocks</i> .
<i>Seiton</i>	Arrumar	Definir um local adequado para cada ferramenta e identificá-lo (através de cores ou etiquetas) de modo a facilitar o seu acesso e reduzir esforço na procura dos mesmos.
<i>Seiso</i>	Limpar	Eliminar a sujidade de todos os elementos que por sua vez está relacionada com o bom funcionamento dos equipamentos e a descoberta de possíveis problemas. A limpeza deve ser assumida como parte do trabalho diário.
<i>Seiketsu</i>	Padronizar	Metodologia que permite alcançar os objetivos dos 3S anteriores, ou seja, envolve dar conhecimento e responsabilidade aos operadores dos <i>standards</i> de limpeza e inspeção.
<i>Shitsuke</i>	Sustentar	Assegurar que os métodos estabelecidos anteriormente fazem parte do trabalho diário das pessoas envolvidas, de modo a garantir segurança no trabalho e um progressivo desenvolvimento na qualidade dos produtos.

Durante a implementação da TPM, a metodologia 5S é uma das etapas mais importantes a cumprir para a melhoria no ambiente do espaço de trabalho. Os princípios *Seiri* e *Seiton* facilitam a implementação da TPM uma vez que são focados em remover os elementos que não são usados do local de trabalho e distribuir os elementos necessários de forma organizada, conforme a frequência de utilização. Desta forma, será reduzido tempo na procura dos mesmos. O princípio *Seiso*, relacionado com a limpeza, facilitará a deteção de defeitos e de fontes de contaminação, resultando na redução de paragens não planeadas, no tempo de reparação e na necessidade de manutenção, que vai ao encontro dos objetivos da TPM [18].

Assim, a filosofia 5S é considerada um pré-requisito para o sucesso do TPM e, por este motivo, *Nakajima*, considera que é a base dos pilares de TPM, como representado na Figura 2.5, apresentada anteriormente [19].

2.3.3 Manutenção Autónoma

A manutenção autónoma é fundamental pois permite que as máquinas se mantenham praticamente no seu estado inicial e que haja um aumento de produção. A sua implementação exige uma forte dedicação e responsabilidade por parte dos operadores que vão intervir nas máquinas. Desta forma, é fundamental que os mesmos sejam treinados e desenvolvam competências técnicas

de modo que as condições do equipamento sejam conservadas, eliminando as paragens não planeadas que resultam na diminuição do desempenho dos processos produtivos [20]. As principais responsabilidades dos operadores são [21]:

- Preservar as condições da máquina (limpeza, lubrificação, eliminação de folgas).
- Através de tarefas de inspeção, detetar indícios de desgaste e identificar atempadamente anomalias durante o processo.
- Preservar as condições das operações, isto é, operar de acordo com as normas estipuladas.

Para que a manutenção autónoma tenha sucesso, existe um processo de sete etapas fundamentais a cumprir [22]:

1. **Limpeza inicial:** inicia-se o processo de manutenção autónoma com uma limpeza abrangente do equipamento. A remoção de sujidade e resíduos de material facilita a identificação de possíveis problemas e contribui para a prevenção de falhas.
2. **Medidas de combate às fontes de contaminação ou locais de difícil acesso:** identificação e eliminação das fontes potenciais de contaminação e elaborar planos de prevenção de derrames em áreas de difícil acesso com o objetivo de minimizar a possibilidade de desgaste prematuro de componentes devido à contaminação e reduzir tempo despendido nesse procedimento.
3. **Planeamento e criação de regras de limpeza e lubrificação:** estabelecimento de procedimentos e regras específicas para a limpeza e lubrificação envolvendo a definição de padrões e a criação de planos detalhados para garantir que as atividades de manutenção autónoma são executadas de maneira consistente e eficiente.
4. **Inspeção geral:** realização de uma inspeção detalhada da máquina, onde se examina visualmente o seu estado geral, identificam desgastes, danos ou quaisquer anomalias que possam prejudicar o desempenho do equipamento.
5. **Inspeção autónoma:** capacitação dos operadores para realizarem inspeções regulares de rotina. Isso inclui a verificação de parâmetros específicos, identificação de problemas potenciais e intervenção imediata quando necessário. Para isto, é fundamental criar folhas de inspeção.
6. **Organização e standards:** estabelecimento de práticas para manter a eficácia da manutenção autónoma, definindo padrões visuais para a organização do local de trabalho, garantindo que as ferramentas e materiais estejam sempre prontos para uso.
7. **Consolidação:** desenvolver metas e diretrizes necessárias para executar com regularidade as atividades de melhoria.

2.3.4 Standard Work

Standard Work é a ferramenta básica para que haja uma melhoria contínua em qualquer ambiente fabril [23]. Refere-se ao método mais seguro e eficaz de realizar um trabalho no menor tempo possível e repetível, o que resulta numa utilização eficaz de recursos como pessoas, máquinas e materiais. O *standard work* pode ser descrito como um conjunto de ferramentas de análise que resultam num conjunto SOP (*Standard Operating Procedures* - Procedimentos Operacionais Normalizados).

Os SOP contêm o processo de trabalho do operador, tais como os passos do processo, as seqüências de trabalho, o tempo de ciclo, o trabalho em processo, o controlo do processo, etc. Representam a melhor forma de realizar um determinado trabalho dentro do tempo previsto. Uma vez estabelecido o *standard work*, é possível controlar e melhorar a conceção do trabalho em função da procura, com abrandamento ou aceleração do trabalho [24].

Através deste método garante-se que todos os procedimentos são executados de igual forma, independentemente do trabalhador que o realiza [25]. Deste modo, eliminar-se-á a variabilidade e inconsistência de resultados uma vez que as tarefas estão perfeitamente definidas. Para tal, tem que ser elaborada toda a documentação necessária sobre as características que cada operador deve procurar obter na execução do trabalho. Esta documentação deverá ser o mais simples, clara e visual possível, de forma a evitar qualquer dúvida [26].

2.3.5 PDCA

O ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), representado na Figura 2.7, é uma ferramenta de gestão utilizada no controlo e melhoria contínua de processos industriais.

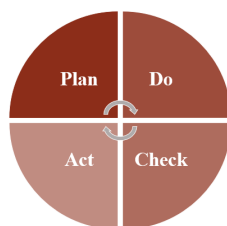


Figura 2.7: *Plan-Do-Check-Act*.

Fonte: [27]

Este método, também conhecido como *Deming Cycle*, é formado por quatro etapas onde, em cada ciclo, o processo é melhorado obtendo-se uma evolução positiva no desempenho e uma maior garantia de qualidade.

As quatro fases são [27]:

1. **Plan (planear):** consiste em identificar e analisar o problema. Posteriormente definir objetivos e processos para atingir os resultados pretendidos.
2. **Do (executar):** desenvolver e testar a solução definida anteriormente.

3. **Check (verificar):** medir a eficácia da solução através da verificação de resultados e identificar desvios e as suas causas.
4. **Act (agir):** fazer uma revisão dos planos, corrigindo os desvios identificados anteriormente e padronizar os resultados positivos.

Embora seja muito simples, o ciclo PDCA constitui uma abordagem muito eficaz para a resolução de problemas e para a gestão da mudança, assegurando que as ideias são devidamente testadas antes de se comprometerem com a sua implementação total.

2.3.6 FMEA

FMEA - *Failure Mode and Effect Analysis* (Análise de Modo e Efeito de Falha Potencial) é considerado um procedimento sistemático para identificar e analisar os modos de falha de um sistema, as suas causas, e os efeitos na eficiência do processo e na segurança dos trabalhadores [28]. Esse procedimento envolve três etapas [29].

1. Reconhecer e avaliar falhas que podem acontecer num produto ou processo.
2. Identificar ações que possam eliminar ou reduzir a probabilidade de a falha ocorrer.
3. Documentar o processo.

Os modos de falha têm um risco associado ao resultado do produto de três fatores que são avaliados de 0 a 10. Esse risco tem o nome de RPN – *Risk Priority Number* (Número de Prioridade de Risco) e para o seu cálculo é considerado [28]:

- S (*severity* – gravidade): representa a estimativa do impacto de a falha no sistema ou no utilizador.
- O (*occurrence* – ocorrência): é a probabilidade de a falha ocorrer.
- D (*detection* – deteção): é a possibilidade de identificar e eliminar a falha antes que esta ocorra.

O seu resultado é uma forma de quantificar a atenção necessária a dar a determinada falha e assim ser desenvolvido um plano de contra medida. Os RPN mais elevados devem ser considerados prioritários.

2.3.7 Análise de Pareto

A análise de Pareto é uma ferramenta que se baseia na classificação dos dados em ordem decrescente de frequência de ocorrências. O nome surge do trabalho de Vilfredo Pareto (1848-1923), que enunciou que 80% da riqueza mundial estava concentrada em cerca de 20% da população [30].

Assim, este método, também conhecido como *regra 80/20*, refere que aproximadamente 80% dos efeitos provêm de 20% das causas. Esta regra é frequentemente aplicada em diversos contextos, sendo uma abordagem empírica que destaca a importância de concentrar esforços nas causas mais significativas.

O processo de análise de Pareto envolve a identificação e classificação das causas de um problema ou conjunto de dados, seguido pela representação gráfica em um gráfico de barras.

Esta filosofia é aplicada em diversas áreas da atividade humana, como gestão da qualidade, melhoria de processos e tomada de decisões estratégicas. A análise de Pareto fornece uma direção clara para a alocação eficiente de recursos, permitindo que as organizações abordem os problemas mais urgentes e alcancem melhorias significativas nos resultados. Desta forma permite que haja uma eficiência organizacional, possibilitando a implementação de melhorias assertivas e aprimora a tomada de decisão sendo uma excelente ferramenta de comunicação visual [31].

Capítulo 3

Situação Inicial

Neste capítulo é feita uma apresentação da empresa, passando por uma breve descrição do sistema de gestão implementado na mesma, bem como o processo produtivo da unidade fabril. É efetuada também uma abordagem aos indicadores de desempenho que a empresa utiliza e nos quais se baseia para definir objetivos. Por fim, são descritos todos os aspetos que refletem o estado inicial do sistema no qual foi desenvolvido o projeto, previamente à aplicação das medidas de melhoria.

3.1 Apresentação da Empresa

Em 1961, a empresa portuguesa *NeoBlanc – Produtos de Higiene e Limpeza, Lda*, foi fundada por Jaime Vilas Boas e desde 1978, que a lixívia *NeoBlanc* é líder no mercado português. Em 1989, a empresa norte-americana *P&G (Procter & Gamble)* adquiriu o negócio.

Em 1958, foi fundado pela família *Angelini*, o *Grupo Fater SpA*, em Pescara, Itália, que funciona como uma *join venture*, desde 1992, entre a *P&G* e o Grupo *Angelini*. Atualmente têm quatro estabelecimentos: dois em Itália (Pescara e Campochiaro), um em Portugal e um na Turquia. Durante mais de 50 anos, a empresa produziu variados produtos de higiene pessoal tais como: fraldas, lenços de papel, tampões, pensos higiénicos, etc. Em 2013, a *Fater SpA* adquiriu o negócio de produtos de limpeza para casa, da *P&G*, entre os quais a produção de lixívia.

Atualmente a *Fater Portugal* conta com cerca de 35 colaboradores. A curta hierarquia da empresa, composta por quatro patamares, assume um papel preponderante na aproximação entre todos os trabalhadores da empresa e na facilidade de comunicação.

3.2 Integrated Work System

Na década de 1960, o Grupo *P&G* iniciou a implementação de estratégias de gestão em todas as suas unidades de produção, com o objetivo de potenciar o desempenho dos colaboradores para alcançar melhores resultados. Até meados da década de 1990, eram aplicadas três filosofias distintas, de forma individual: HPWS (*High Performance Work System* - Sistema de Trabalho de

Alta Performance), PR (*Process Reliability*) e TPM. Cada uma destas abordagens representava melhorias significativas, variando de 10% a 15% nas métricas críticas específicas [32].

O HPWS é uma abordagem de gestão que se fundamenta na ideia de que o sucesso de uma organização está intrinsecamente ligado ao completo envolvimento, capacidade, formação e autogestão dos seus colaboradores. As organizações que adotam este sistema procuram maximizar o valor do seu capital humano para conquistar uma vantagem competitiva no mercado através da diferenciação pelo potencial intelectual. Já o PR é uma ferramenta criada pela P&G que assenta no conhecimento profundo das exigências de manutenção, *setups*, recursos organizacionais, consumos de materiais, capacidades produtivas e eficiência dos equipamentos. Através da valorização da relação homem-máquina, esta filosofia permite às equipas atingir níveis de desempenho elevados aliados à extensão de vida útil dos ativos do processo de trabalho [33].

Após observar melhorias substanciais na produtividade das fábricas onde estas três ferramentas eram aplicadas, a P&G desenvolveu o conceito de *Integrated Work System* (IWS), que é o resultado de uma compilação das três filosofias (Figura 3.1).



Figura 3.1: Gênese do programa IWS.

Fonte [32]

O IWS é uma estratégia de desenvolvimento da capacidade organizacional que visa alcançar e manter resultados através do envolvimento total dos colaboradores e da adoção de uma mentalidade de zero perdas e defeitos. Isto é alcançado garantindo que todos os membros da organização estão alinhados e a participar ativamente na procura dos objetivos de negócio, conhecidos como *Compelling Business Needs* (CBN) [32].

3.3 Processo Produtivo

Até 2012, a fábrica do Porto produzia em parceria com a fábrica de Mataró, em Espanha, quantidades suficientes para satisfazer a procura mensal de lixívia na Península Ibérica. No entanto, nesse mesmo ano, deu-se o encerramento da fábrica espanhola. Deste modo, as quatro unidades da fábrica do Porto, representadas na Figura 3.2, têm a exigência de corresponder às expectativas dos clientes da Península Ibérica.

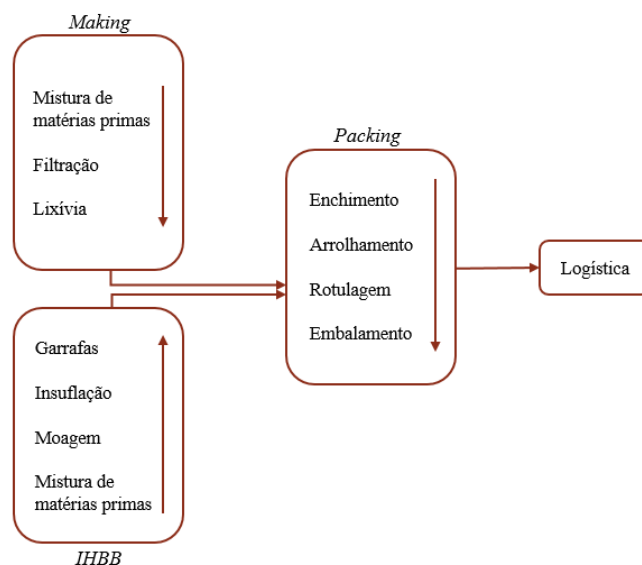


Figura 3.2: Fluxo de atividades produtivas da Fater Portugal.

É na área conhecida como IHBB (*In House Bottle-Blowing*) ou DPE (Departamento de Produção de Embalagens), que são produzidas as garrafas. Para a realização deste processo, as matérias primas utilizadas são: polietileno, corante branco e reaproveitamento de garrafas. As proporções de cada matéria prima estão otimizadas de modo a obter uma mistura que proporcione garrafas robustas, opacas, estanques, com tamanho correto e resistentes à queda. São produzidas garrafas de 1 litro, 2 litros e 4 litros que devem ter a capacidade de armazenar lixívia durante um ano, sem que a sua composição e propriedades se alterem. Ainda neste setor, é realizada moagem de matéria prima proveniente de desperdícios de produção e de garrafas que são rejeitadas, por possuírem defeito, com o objetivo de reaproveitar as mesmas. A dimensão das partículas que resultam deste processo, têm influência na mistura com o polietileno e com o corante, assim como a fusão destes no fuso da Tremonha (componente cilíndrico das insufladoras com um sem-fim interior). A mistura das matérias primas é aquecida ao longo do sem-fim (fuso) passando do estado sólido ao estado líquido. Nesta situação, em caso de parâmetros incorretos, ocorrem defeitos de qualidade.

Em paralelo ao IHBB, no setor denominado como *Making* ou Processo, onde ocorre o processo químico, são produzidas *Neoblanc*, *Ace* e *Bosque Verde* que dão origem a 12 variantes de lixívia. A base de todas é o resultado de uma mistura de água, hipoclorito de sódio e uma solução tampão. As variáveis que dão origem a outras variantes de lixívia são: aditivos, corantes e aromas. Posteriormente, as misturas são reencaminhadas para uma etapa importante do processo produtivo, a filtração. Esta, consiste em eliminar os contaminantes prejudiciais ao produto, nomeadamente a presença de metais nas várias matérias primas.

Tanto a lixívia produzida no *Making* como as garrafas produzidas no IHBB são reencaminhadas para a área do Enchimento ou *Packing*. Este processo é realizado em três linhas: linha 312 onde só existem garrafas de 1 litro, linha 320 com garrafas de 2 litros e linha 340 com garrafas de 4 litros. Cada linha possui um conjunto de equipamentos automatizados e entre eles, as garrafas são transportadas por tapetes. Os equipamentos existentes numa linha de enchimento são: enchedora,

arrolhador, orientador, balança, rotuladora, codificador, divisor, formadora, embaladora, seladora e paletizador.

Por fim, as caixas com produto acabado provenientes do *Packing* chegam ao último setor do processo produtivo, denominado Logística. Neste departamento executa-se a alocação das caixas em paletes, a receção das matérias primas e o processamento de pedidos, quer seja para o armazenamento em *stock*, quer seja para a expedição do produto.

Na Figura 3.3 está representado o *layout* da fábrica.



Figura 3.3: *Layout* da fábrica.

3.4 Departamento de *Packing*

Conforme descrito anteriormente, é no setor denominado *Packing* que se dá o enchimento das garrafas e nele também que o projeto se incide. A seguir, são descritas as várias fases deste processo, na linha 320, de 2 litros:

1. **Receção da garrafa:** após saírem do departamento de produção de embalagens, as garrafas são encaminhadas por tubagens até à linha de enchimento. Aqui, entram num equipamento denominado *rotomatic* cuja função é colocar as garrafas na posição adequada, isto é, na vertical, com o gargalo voltado para cima, de modo a que todo o processo se realize de forma correta.

2. **Enchedora:** através de tapetes transportadores, na devida posição, as garrafas são transferidas para a enchedora onde, como o próprio nome indica, se dá o enchimento das garrafas com lixívia.
3. **Arrolhador:** com as garrafas já cheias, através de estrelas de transferência, estas são reencontradas para o arrolhador onde é garantida a sua estanquidade através da introdução de uma rolha no gargalo. O momento de aperto da rolha na garrafa é denominado torque.
4. **Orientador:** este equipamento posiciona e seleciona a quantidade de rolhas, de forma a serem introduzidas no arrolhador corretamente para que haja sempre uma rolha por garrafa.
5. **Balança:** de modo a confirmar o correto enchimento das garrafas, existe uma balança automática na saída do arrolhador que pesa as garrafas e rejeita as mesmas no caso de não terem um peso adequado.
6. **Rotuladora:** através da rotuladora, é colocado na garrafa um rótulo para identificação da mesma. Na linha de 2 litros, o sistema de movimentação que permite a rotação das garrafas de modo a que o rótulo fique bem colocado, é feito através de uma correia. Existe uma mesa de rótulos que está colocada de forma a garantir o correto posicionamento do rótulo na garrafa. Há também um sistema de cola quente que injeta cola nas garrafas no local onde vai colar a primeira extremidade do rótulo. Na outra extremidade existe um sistema de injetores de cola que está permanentemente a depositar cola no rótulo. A garrafa termina a colagem com a ajuda de umas escovas, graças ao movimento de rotação.
7. **Codificador:** por exigência legal, é necessária a colocação de um código em cada garrafa, de forma a permitir o rastreamento dos lotes de produção. Este código é introduzido no sistema pelo operador e a sua aplicação é feita por um codificador.
8. **Formadora:** para que haja um transporte com qualidade e seguro, as garrafas são colocadas em caixas de cartão. A formadora é o equipamento que tem como função abrir as caixas (uma vez que estas são entregues desdobradas) e movimentá-las por pontos de injeção de cola para selar as abas inferiores das mesmas. Na linha 320 há dois tipos de caixas onde a diferença está no número de garrafas que cada caixa contém. Existem caixas de 6 garrafas (3x2) e caixas de 10 garrafas (5x2).
9. **Divisor:** após as garrafas saírem da rotuladora e já com o código inserido, as mesmas são transportadas até ao divisor para que sejam separadas corretamente por dois tapetes até à embaladora.
10. **Embaladora:** com as garrafas devidamente distribuídas e com as caixas formadas, a embaladora tem como objetivo colocar as garrafas dentro das caixas. Esta tarefa é cumprida por pinças que agarram as garrafas, com o auxílio de um centrador que promove a abertura das abas superiores da caixa e o posicionamento correto das garrafas nas caixas.

11. **Seladora:** após a colocação das garrafas nas caixas, a caixa segue aberta até à seladora onde se fecham as abas superiores com fita-cola.
12. **Paletizador:** depois de estarem seladas, as caixas seguem através de uma espiral e posteriormente por um tapete, até ao paletizador que automatiza o processo de empilhamento das mesmas em paletes, proporcionando precisão e consistência no processo e reduzindo a necessidade de trabalho manual.

3.5 Indicadores de Desempenho da Empresa

Como mencionado anteriormente, o OEE é o indicador chave de desempenho fundamental na filosofia de TPM. No entanto, quando essa ferramenta começou a ser adotada por empresas nos Estados Unidos da América, houve uma interpretação ligeiramente diferente do OEE, transformando-o numa estratégia de medição da eficiência operacional da empresa.

Neste contexto, a *P&G* denominou o OEE como *Process Reliability* (PR) e desenvolveu o sistema *Process Reliability Strategic Measures*, uma estratégia fundamental para impulsionar a produtividade, eficiência e aprimoramento global dos resultados de produção. A base desta estratégia reside na compreensão da quantidade que os equipamentos da organização podem produzir ao longo do tempo, considerando diversas necessidades operacionais, como *setups*, manutenções, etc. Para atingir esse objetivo, é essencial aumentar a visibilidade de todas as perdas no processo e nos equipamentos, permitindo a sua identificação e eliminação, resultando no aumento do PR. Assim como Nakajima estabelece um OEE de 85% como referência para uma unidade produtiva típica, a *P&G* definiu 85% como a meta para o PR.

Desta forma, é viável calcular os indicadores de utilização, capacidade e desempenho do processo produtivo, abordando as principais perdas e falhas. Isto inclui paragens não planeadas, paragens planeadas, perdas de qualidade, interrupções devido a atividades complementares ao processo e perdas decorrentes da produção abaixo do objetivo.

As estratégias de melhoria de eficiência do processo produtivo passam pela redução de qualquer uma destas perdas, onde são ponderados os seguintes valores:

- *Rate loss* (RL): representa as perdas por produção abaixo do objetivo;
- *Unplanned downtime process reliability* (%): percentagem de tempo disponível dispensado com linha parada de forma não planeada. Inclui o tempo consumido em resolução de anomalias, avarias, falhas de processo, paragens, etc;
- *Unplanned stops* (número): número de paragens do equipamento, fomentando um objetivo de 0 paragens;
- MTBF (minutos): tempo médio entre falhas;
- MTTR (minutos): tempo médio para reparação.

3.6 Definição do Projeto

Para executar uma avaliação fiável do desempenho produtivo da unidade fabril, é importante conhecer as metas e resultados programados para o negócio. Neste sentido, conforme referido anteriormente, o principal indicador na Fater Portugal que reflete esse desempenho é o PR, com um valor objetivo de 85%. O cálculo deste indicador é efetuado de forma automática pelo sistema *Maple Suit*, de acordo com a Equação 3.1:

$$PR = 1 - P_{planeadas} - P_{não\ planeadas} - RL \quad (3.1)$$

Onde:

- $P_{planeadas}$ representa as perdas por paragens planeadas $= \frac{t_{paragens\ planeadas}}{t_{total}}$;
- $P_{não\ planeadas}$ representa as perdas por paragens não planeadas $= \frac{t_{paragens\ não\ planeadas}}{t_{total}}$;
- RL representa as perdas de produção devido à velocidade.

O valor do RL depende do número de garrafas que são produzidas no IHBB e que são reenca-minhadas para o *Packing*. Se o número de garrafas produzidas estiver abaixo do objetivo definido, então a linha de enchimento trabalhará a uma velocidade abaixo do objetivo. Desta forma irá haver perdas de produção por velocidade e o valor de RL será positivo.

Assim, para uma contribuição do aumento do valor PR, o departamento de enchimento terá que reduzir o tempo de paragens planeadas e não planeadas.

Numa fase inicial, foi dedicado tempo à compilação e análise de dados, de modo a definir a abordagem a seguir. Deste modo, obtiveram-se dados entre fevereiro de 2023 e agosto de 2023.

De modo a definir a abordagem a seguir, realizou-se primeiro uma análise relativamente ao peso de produção e disponibilidade de cada linha, representada na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Disponibilidade por linha de enchimento.

Linha	Peso Produção	Disponibilidade
312	4,5%	68%
320	71,3%	72%
340	24,3%	69%

Embora a linha 320 tenha a maior disponibilidade, a sua diferença em comparação com as linhas 312 e 340 é pequena tendo em consideração a diferença do volume de produção. Desta forma, por representar um volume de produção tão elevado, a linha 320 foi o foco de trabalho ao longo da presente dissertação.

Definidos o âmbito e o local do projeto, seguiu-se para uma análise mais detalhada dos dados de produção, entre os meses de fevereiro de 2023 e agosto de 2023, de modo a perceber o que provoca a falta de disponibilidade e consequentemente um PR baixo. Foi realizado um diagrama de Pareto, representado no gráfico da Figura 3.4, que permite averiguar quais as paragens mais significativas no processo produtivo e que necessitam de uma intervenção prioritária.

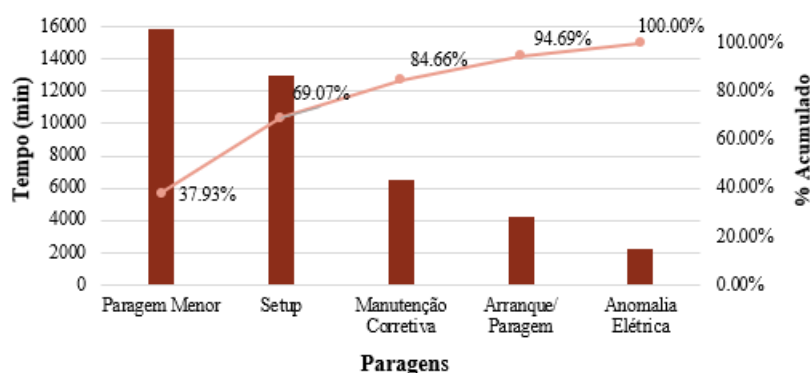


Figura 3.4: Análise de Pareto de duração de tipo de paragens.

Analisando o diagrama de Pareto, constata-se que os grupos de paragens que originam um maior tempo de paragem não planeado na linha 320 são as paragens menores, os *setups* e as paragens para fazer manutenção corretiva. Por paragens menores entendem-se paragens com um tempo inferior a 10 minutos.

3.6.1 Paragens menores

A linha 320 tem um elevado número de paragens que origina um tempo de paragem não planeado elevado, contribuindo para um valor de PR que está longe do objetivo. A Figura 3.5, apresenta um gráfico onde é possível observar que o número de paragens não planeadas (*Nº de Ocorrências*) e o tempo, em minutos, de paragens não planeadas (*Duração (min)*), aumentou consideravelmente entre os meses de fevereiro de 2023 e agosto de 2023.

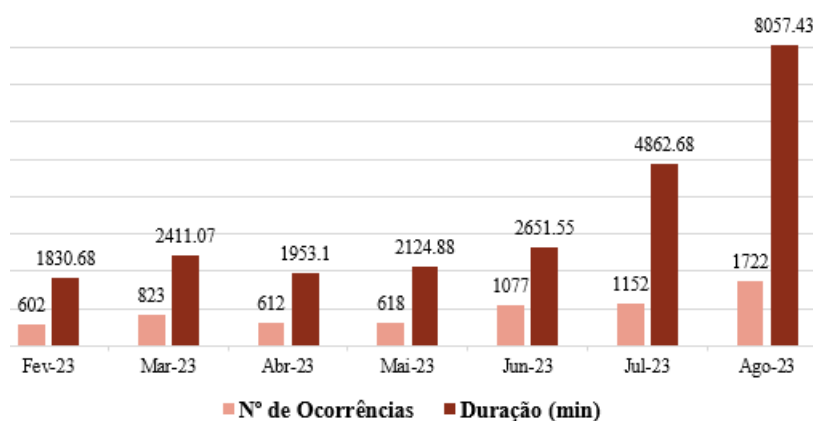


Figura 3.5: Número de ocorrências e respetiva duração de paragens não planeadas.

Este tipo de paragens acontecem, maioritariamente, devido a encravamentos ou contaminações. Estas contaminações, representadas nas Figuras 3.6a, 3.6b, 3.6c e 3.6d, podem ser de lixívia, cola ou de rótulos e podem originar, por exemplo, a queda de garrafas ou uma má leitura nas fotocélulas existentes na linha o que provocará uma eventual paragem. Estas paragens estão aliadas ao facto de não ser realizada uma manutenção autónoma planeada.

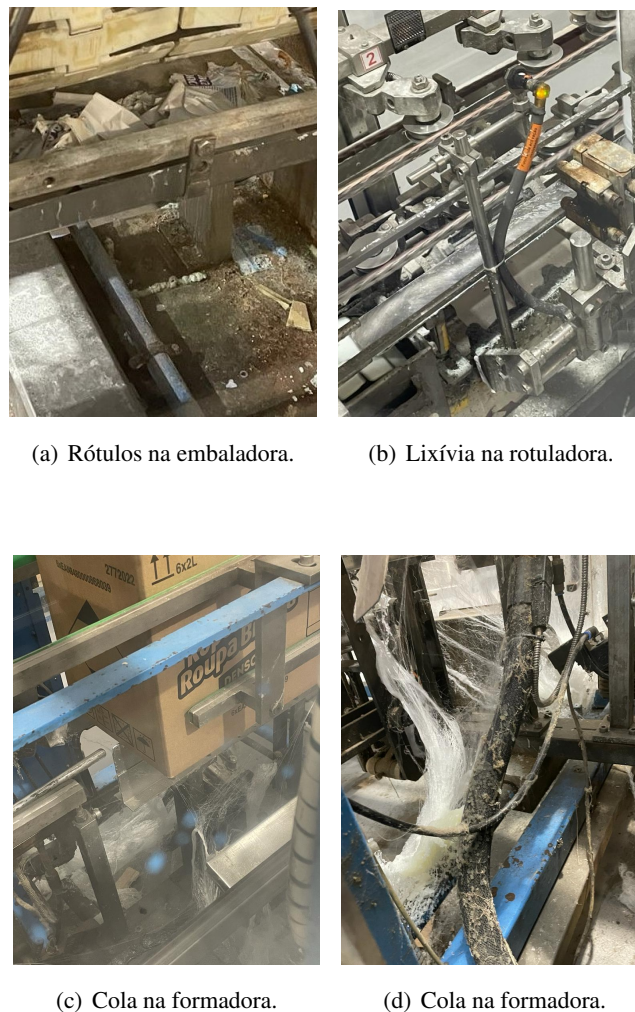


Figura 3.6: Contaminações de rótulos, lixívia e cola em várias máquinas da linha 320.

A manutenção autónoma possibilita tanto conhecimento técnico por parte da manutenção como experiência obtida por parte dos operadores permitindo assim que realizem tarefas com menor complexidade, como inspeções visuais e manuais, limpezas, lubrificações ou substituição de componentes danificados. Os planos de manutenção autónoma já existem na empresa e são denominados de CIL (*Cleaning, Inspection and Lubrication* - Limpar, Inspeccionar e Lubrificação). Contudo, devido à necessidade de incorporar novos operadores nas equipas e considerando a carga de trabalho significativa, a estratégia atual determina que os coordenadores de manutenção assumem a responsabilidade pelas atividades de lubrificação.

Existem duas rotas de CIL:

- CIL turno: teoricamente efetuada diariamente em cada turno. O processo compreende tarefas executadas enquanto a linha de produção está em funcionamento, e outras que exigem a interrupção temporária da linha. Estas últimas têm uma duração total de cerca de 20 minutos. O objetivo principal durante estas interrupções é eliminar rapidamente fontes de contaminação.

- CIL semanal: executada semanalmente, com uma duração aproximada de 3 horas e 45 minutos. O objetivo principal é realizar uma limpeza minuciosa dos equipamentos, além de conduzir a inspeções e proceder com a lubrificação quando necessária.

Embora estas duas rotas de manutenção autónoma estejam delineadas, nenhuma delas está a ser colocada em prática. Isto é, devido à necessidade de produção, não há interrupções para realizar manutenção autónoma e esta só é realizada em parte, após repetitivas paragens causadas por falta de manutenção.

Assim, um dos objetivos ao longo do projeto será retomar a execução do CIL turno e CIL semanal. Pretende-se criar uma cultura de manutenção, em que os operadores desempenhem um papel ativo na prevenção de falhas e na redução do número de paragens não planeadas. Isto poderá levar a uma maior eficiência operacional e um consequente aumento de PR.

3.6.2 Setup

De modo a compreender quais as oportunidades de melhoria com maior impacto num possível aumento do PR, analisaram-se os diferentes *setups* existentes e os tempos associados a cada um.

Existem dois tipos de *changeover* e que são denominados da seguinte forma: *mudança de fórmula* e *mudança de caixa*.

A mudança de fórmula é caracterizada pela mudança de lixívia que implica uma alteração de rótulos, de caixas e do código do produto. A mudança de caixa, para além de envolver as mudanças referidas anteriormente, implica também uma mudança no tamanho de caixa, ou seja, é necessário mudar as ferramentas na formadora e na embaladora (Figuras 3.7a, 3.7b e 3.7c) e programar o paletizador.



(a) Centrador na embaladora.



(b) Pegas na embaladora.



(c) Martelo de formação de caixas.

Figura 3.7: Ferramentas a mudar numa mudança de caixa.

O centrador da embaladora, (Figura 3.7a), tem como função abrir a caixa adequadamente para serem colocadas garrafas que são agarradas e libertadas pelas pegas (Figura 3.7b). O martelo da

formadora, representado na Figura 3.7c, é a ferramenta que garante que as abas inferiores da caixa fiquem seladas corretamente, depois de passarem pelos pontos de injeção de cola.

Estas três ferramentas dependem do tamanho das caixas de produto que estão a ser produzidas. Por este motivo, quando há um *setup* que envolve uma mudança de caixa de 6 para 10 garrafas, ou vice versa, é necessário mudar as três ferramentas referidas. No caso das pegas, apenas se acrescentam ou retiram pegas, havendo um total de 12 ou 20 pegas.

Os gráficos representados nas Figuras 3.8 e 3.9, indicam o tempo dedicado nos dois tipos de mudança. A variabilidade apresentada pode ser explicada pela ausência de um procedimento normalizado, uma vez que cada equipa na linha de produção aborda a mudança de maneira diferente. O facto do local de trabalho e do carrinho de ferramentas estarem desorganizados poderá também ser um fator a ter em conta para a variabilidade do processo já que poderão existir perdas de tempo na procura dos consumíveis necessários ao *setup*.

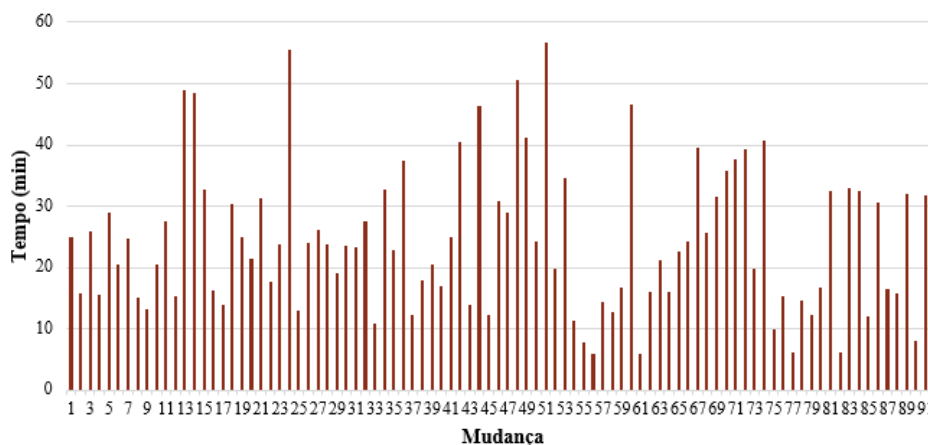


Figura 3.8: Tempo, em minutos, dedicado a mudanças de fórmula.

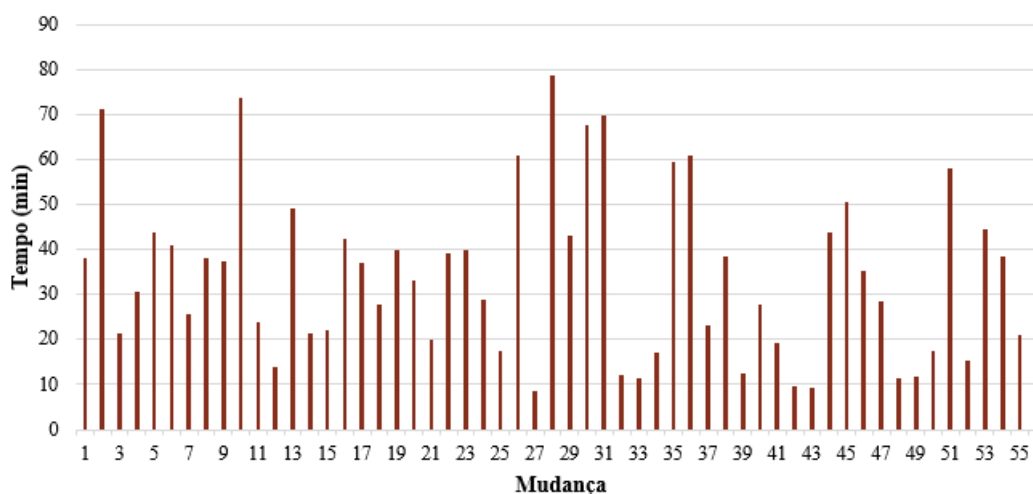


Figura 3.9: Tempo, em minutos, dedicado a mudanças de caixa.

Após um tratamento de dados, verificou-se que nos meses de julho, agosto e setembro de 2023 foram utilizadas:

- 37 horas para 92 mudanças de fórmula o que equivale a uma média de 25 minutos por mudança.
- 32 horas para 56 mudanças de caixa, o que equivale a uma média de 34 minutos por mudança.

Ambos os processos foram observados de forma a serem perceptíveis as oportunidades de melhoria. A partir dessas observações surgiu o seguinte mapeamento de tarefas para uma mudança de caixa, com uma duração de cerca de 46 minutos, representada na Figura 3.10.

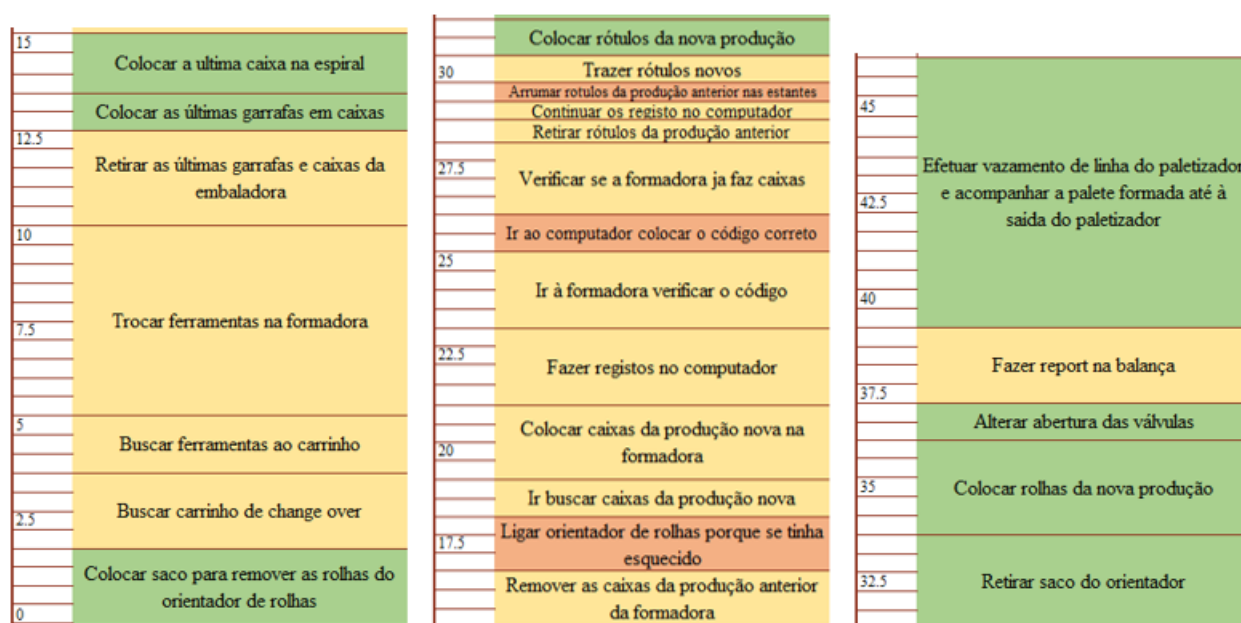


Figura 3.10: Mapeamento de tarefas durante um *setup* com mudança de caixa.

Neste mapeamento, as tarefas sombreadas a verde são tarefas onde não são identificadas perdas; as tarefas sombreadas a amarelo são tarefas que têm que ser realizadas mas que podem ser melhoradas; e as tarefas sombreadas a vermelho são que não devem ser realizadas pois não acrescentam valor.

Para os dois tipos de *setup*, as observações permitiram identificar que a execução de tarefas é realizada de forma diferente e que apenas alguns operadores planeiam atempadamente a mudança e realizam-na de forma organizada. Dependendo da disponibilidade dos operadores, a mudança por vezes é realizada por um ou dois operadores.

3.6.3 Manutenção Corretiva

No âmbito de diminuir o tempo não planeado da linha 320, foi inicialmente observada a equipa de manutenção quando ocorre uma paragem inesperada. Verificaram-se algumas falhas destacando

atrasos na intervenção, ausência de registo da mesma e por vezes falta de disponibilidade de componentes necessários. Concluiu-se também que a manutenção preventiva está em atraso.

A ausência de documentação detalhada sobre a intervenção realizada compromete a rastreabilidade e a análise retrospectiva das atividades de manutenção. Esta lacuna tem como consequência a dificuldade de identificação de falhas sistemáticas e a implementação de melhorias e contramedidas. Desta forma, havendo já um sistema formalizado de registo de falhas, há uma necessidade urgente de estabelecer esse registo como parte do processo de intervenção num equipamento.

O *store room* é o armazém de peças de manutenção. Alberga as diferentes classes de materiais e faz o armazenamento da sua codificação e gestão dos movimentos. O sistema de informação regista as entradas e saídas dos materiais e permite que haja controlo do inventário e do ritmo dos consumos. Apesar dos *stocks* serem controlados, nem sempre as compras são feitas atempadamente o que provoca ausência de material. Assim, há algumas intervenções planeadas que não são executadas de forma eficaz ou intervenções que deveriam ser realizadas e não são devido a falta de peças. Este cenário resulta em períodos prolongados de inatividade da linha de produção, impactando diretamente a eficiência operacional.

O facto da equipa de manutenção ser relativamente pequena origina atrasos na manutenção preventiva. Tal provoca um aumento do risco de desgaste prematuro dos equipamentos, impactando negativamente na confiabilidade operacional. É essencial a revisão e otimização do calendário de manutenção preventiva alinhada com a criticidade dos equipamentos. Existe também uma plataforma onde os operadores registam anomalias que poderão prejudicar o bom funcionamento da linha. Foi analisada a lista de anomalias, juntamente com o *unit leader* e, na linha 320, existiam inicialmente 27 anomalias por analisar.

A inatividade prolongada da linha de produção não apenas prejudica a eficiência operacional, como também aumenta os custos associados a paragens não planeadas. Perante este cenário, foram procuradas ações para evitar estes contratemplos e melhorar a gestão de manutenção na linha.

Capítulo 4

Implementação de melhorias

Considerando as oportunidades de melhoria identificadas e detalhadas no Capítulo 3, foram elaborados e executados planos para resolver os desafios identificados levando em consideração a disponibilidade dos recursos da organização.

Com o intuito de proporcionar uma compreensão abrangente do trabalho realizado, desenvolveu-se um quadro, representado na Tabela 4.1, que delinea os desafios identificados durante o projeto, bem como as resoluções adotadas para sua melhoria.

Tabela 4.1: Soluções definidas.

Observação	Solução
Falta de qualidade nos dados	Explicação e acompanhamento na edição de dados
Falta de organização no local de trabalho	Aplicação da metodologia 5S
Paragens menores	Implementação de um programa de manutenção autónoma
Falta de organização nos <i>setup</i>	Implementação de <i>standard work</i>
Excesso de manutenção corretiva	Revisão do plano de manutenção preventiva

4.1 Edição de Dados

O *software Maple*, responsável por extrair os dados das máquinas, ocasionalmente não identifica corretamente as razões das paragens, atribuindo, por vezes, uma causa genérica. No entanto, o programa oferece a capacidade de editar manualmente as causas, permitindo que essas edições se tornem permanentes. Consequentemente, os relatórios posteriormente gerados exibem as causas de falha corretas, incluindo informações detalhadas sobre a linha, a máquina e o componente da máquina.

Numa fase inicial, de modo a ser perceptível qual o local do foco de trabalho, foram analisados os dados de produção das linhas 312, 320 e 340. Contudo, este processo tornou-se demorado uma vez que, o *software* não era devidamente editado pelos operadores que são responsáveis por essa

função. Desta forma, as primeiras semanas foram dedicadas a demonstrar a importância de uma correta edição de dados.

Inicialmente, houve um acompanhamento onde foram demonstrados alguns exemplos de edição e, posteriormente, foi-se dando *feedback* sobre a qualidade dos dados apresentados.

O envolvimento de todos os operadores e o entendimento da importância de uma boa base de dados para a eficiência do processo, foi essencial para que o trabalho que foi realizado posteriormente.

4.2 Aplicação da metodologia 5S

De forma a contribuir para a redução de tempo em qualquer tipo de intervenção, foram analisados os locais de trabalho que se poderiam organizar. Assim foi implementada a base do TPM, através da aplicação da metodologia 5S, e houve uma organização do carrinho de ferramentas para um fácil acesso a todos os materiais em qualquer situação.

Inicialmente, as ferramentas disponíveis foram categorizadas de acordo com suas aplicações específicas, tais como ferramentas de corte, de aperto, de fixação, de medida, material elétrico, entre outras. Este processo teve como objetivo melhorar o ambiente de trabalho no departamento de Enchimento, removendo todas as ferramentas que não possuíam utilidade neste contexto. Posteriormente, as ferramentas foram reorganizadas considerando a frequência de uso, garantindo que aquelas mais utilizadas estivessem facilmente acessíveis, proporcionando maior eficiência e agilidade nas operações diárias.

Numa etapa subsequente, foi realizada a limpeza do carrinho de ferramentas. Durante esse procedimento, identificaram-se e removeram-se partes de peças que não teriam utilidade em nenhuma aplicação, visando manter o carrinho organizado, limpo e livre de elementos desnecessários.

Estas medidas contribuíram não apenas para a eficiência operacional, mas também para a durabilidade das ferramentas, garantindo um ambiente de trabalho mais produtivo e livre de distrações desnecessárias.

A Figura 4.1 representa o carrinho antes e após a aplicação da metodologia 5S.



Figura 4.1: Carrinho de ferramentas antes e depois da aplicação da metodologia 5S.

4.3 Manutenção Autônoma

Com o objetivo de minimizar as interrupções na linha 320, foi proposta a implementação de um plano de manutenção autônoma, tendo por base o o pilar de *Manutenção Autônoma* da filosofia TPM. Este plano compreende várias atividades designadas para serem realizadas pelos operadores, visando assegurar o funcionamento adequado dos equipamentos. A elaboração dessas atividades contou com a sensibilidade e colaboração dos técnicos de manutenção e dos operadores de linha, combinando conhecimentos especializados e a experiência prática.

Existe um quadro de verificações, num ficheiro *Excel*, apresentado no Anexo A, que os operadores devem preencher quando realizam as atividades em questão. Este documento não serve apenas para verificar a conformidade do plano de manutenção, mas também proporciona informações atualizadas sobre o estado de cada equipamento.

As atividades de manutenção foram organizadas de acordo com uma programação preestabelecida, seguindo a periodicidade de execução CIL turno e CIL semanal e de forma a que o operador consiga percorrer um circuito contínuo. Existem três planos de manutenção autônoma, denominados *CIL Turno Manhã*, *CIL Turno Tarde* e *CIL Semanal*, e que representam as atividades para os turnos da manhã, tarde e a manutenção semanal de CIL, respectivamente. As listas com as atividades, apresentadas no Anexo B, foram afixadas na secretária de auxílio à linha de produção, garantindo fácil acesso aos operadores.

Para facilitar visualmente a identificação dos locais dos equipamentos sujeitos a cada atividade, foram incorporados símbolos, representados na Figura 4.2, posicionados nas áreas apropriadas e numerados conforme a lista correspondente. Essa abordagem visa agilizar o processo de manutenção, contribuindo para uma execução eficiente e organizada.



Figura 4.2: Exemplos de símbolos de tarefas de CIL.

Por fim, foi definido um horário em que cada rota de manutenção autónoma deve ser realizada ao longo da semana. O CIL semanal deve ser realizado todas as segundas-feiras, das 7 horas às 11 horas, pois é neste horário que, semanalmente, todos os departamentos se encontram parados para realizar manutenção preventiva. A rota do *CIL turno manhã* deverá ser realizada às 11 horas da manhã todos os dias, à exceção de segunda-feira, pois, como foi dito, neste horário será feito o CIL semanal. Já o *CIL turno tarde* deverá ser realizado às 16 horas todos os dias.

As exceções aos horários de CIL turno poderão existir no caso de estar planeada uma mudança de produto 30 minutos antes ou 30 minutos depois da hora inicialmente definida. Ou seja se entre as 10 horas e 30 minutos e as 11 horas e 30 minutos ou entre as 15 horas e 30 minutos e as 16 horas e 30 minutos, existir uma mudança de produto, então a mudança será feita e posteriormente será realizado o CIL turno. Desta forma, a paragem necessária para o *setup* será aproveitada para realizar manutenção autónoma, evitando duas paragens planeadas.

Após a conclusão do que foi anteriormente mencionado, deu-se início à implementação da manutenção autónoma. Dado que esta mudança exige a adoção de novos hábitos por parte dos

operadores, foi dado um auxílio inicial. Neste sentido, em colaboração com o *Unit Leader* do departamento de enchimento, foi realizado um acompanhamento no início das atividades planejadas de forma a assegurar a execução adequada das tarefas e identificar eventuais falhas no plano implementado, possibilitando correções futuras. A participação ativa do *unit leader* e do departamento de manutenção nesta fase mostrou-se fulcral para a eficácia da implementação do plano.

A implementação efetiva do CIL mostrou resultados imediatos relativamente ao número de paragens da linha.

4.4 *Standard Work*

Após a visualização das mudanças de fórmula na linha 320, estas foram analisadas. Detetaram-se vários desperdícios, em particular na falta de organização do processo, devido a uma sequência mal definida das tarefas a realizar. Baseado no pilar de *Formação e Treino* e *Foco na Melhoria Contínua* da filosofia TPM, foi criado um *standard work*.

Para evitar redundâncias na apresentação do trabalho realizado, apenas será exposto neste capítulo o trabalho efetuado na *mudança de caixa* uma vez que esta é mais complexa. No Anexo C encontra-se as tarefas para *mudança de fórmula*.

4.4.1 Disposições Gerais

Inicialmente foram identificadas tarefas que devem ser feitas antes da mudança, tarefas a realizar durante a mudança e tarefas a fazer posteriormente à mudança. Também foram verificadas as condições de segurança e qualidade em que a mesma deve ser realizada.

Em relação às condições de segurança, em cada tarefa efetuada no interior dos equipamentos deverá ser usado o material de proteção necessário (óculos, luvas, etc.). Também deverá ser procurado o auxílio dos carrinhos disponíveis para o transporte de cargas.

Ao nível da qualidade, cada operador que fará a reposição de material tem a responsabilidade de ir buscar as caixas e os rótulos corretos e abastecer a linha. Cada produto e material tem um código correspondente, por isso, se for detetada alguma não conformidade nos códigos a nível de preenchimento da rastreabilidade no programa de qualidade, é necessário alertar o responsável da área de forma a corrigir qualquer problema antes do arranque.

Existe uma *checklist* de mudança de produto, representada no Anexo D, que enumera as etapas e os procedimentos a serem seguidos durante o processo de preparação e realização do *setup*. Essa lista tem o propósito de garantir que todas as tarefas necessárias são realizadas de maneira completa e precisa, visando a eficiência operacional, a segurança e a consistência nas operações. A mesma tem que ser preenchida durante a mudança e não após o arranque.

Foi definido também que a mudança deve ser sempre realizada por duas pessoas e nunca por uma como, por vezes, tem vindo a ser feito. Assim, será descrito o procedimento para o Operador 1 e para o Operador 2.

4.4.2 Procedimento antes da mudança

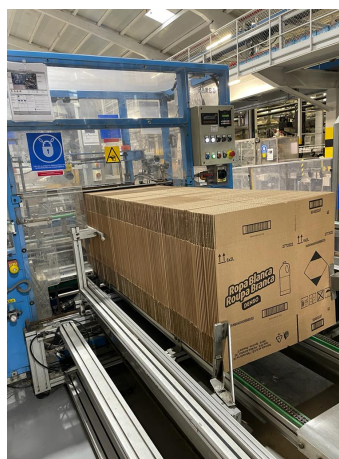
Operador 1

Antes da mudança, tanto a quantidade de caixas, na formadora, como a quantidade de rótulos, na rotuladora, deverão ser controladas.

De modo a manter o bom funcionamento da rotuladora, deverão ser colocados na mesa de rótulos, rótulos do novo produto a empurrar os rótulos para a restante produção do produto por acabar, como representado na Figura 4.3a. Pelo mesmo motivo, o mesmo deverá ser feito com as caixas, na formadora, Figura 4.3b. O primeiro maço de rótulos e de caixas da produção posterior só deverá ser aberto após o final da produção anterior. Os dados dos novos materiais colocados na linha deverão ser inseridos na plataforma do controlo de qualidade.



(a) Mesa de rótulos.



(b) Mesa de caixas.

Figura 4.3: Mesas de rótulos e de caixas, na rotuladora e formadora, respetivamente.

Momentos antes de travar a entrada de garrafas na enchedora, é necessário verificar a quantidade de caixas em falta para terminar a produção e determinar o número de garrafas necessárias para o efeito.

O operador deverá reservar caixas formadas junto da embaladora, para que, durante o final da produção seja feita a troca do martelo na formadora.

Operador 2

O operador deverá colocar as caixas que foram reservadas na linha, antes da embaladora, enquanto o operador 1 faz a troca na formadora.

De seguida, terá que avisar as pessoas do departamento de insuflação que vai haver uma paragem na linha para mudança de produto.

4.4.3 Procedimento durante a mudança

Operador 1

O primeiro passo neste processo será travar a entrada de garrafas e acompanhar a última garrafa a sair da enchedora até à embaladora. Ao chegar a embaladora, promove-se a remoção das garrafas e caixas que restaram. Posteriormente é feita a remoção de todas as garrafas rejeitadas na balança.

De seguida, o operador deve ir buscar o carro com as ferramentas de *changeover* (Figura 4.4) e trocar o centrador na embaladora.



Figura 4.4: Carro com as ferramentas de *changeover*.

Após estar feita a troca deve colocar o carro no sítio correto e retirar as pegas da embaladora, no caso de ser uma mudança de caixas de 10 para 6 garrafas, ou colocar as pegas em falta, no caso de ser uma mudança de caixas de 6 para 10 garrafas.

Posto isto, prossegue-se à remoção dos rótulos do produto terminado, devendo-se abrir o primeiro conjunto de rótulos que foi previamente colocado e encher a mesa com rótulos do novo código. A seguir, o operador deverá verificar o número de caixas produzidas no contador e zerar. Este número deve ser registado na ficha de produção para posteriormente confirmar produção.

De seguida, faz-se a mudança de variante de produção na balança automática e na receita da enchedora. Também se muda os códigos de produto acabado, rótulos e caixas nas câmaras de reconhecimento dos mesmos.

Para terminar, o operador deve editar a paragem da enchedora no *Maple* como *Planned Downtime - Mudança de caixa* e mudar o código de produção neste mesmo programa. Posteriormente, é necessário fechar as válvulas da produção anterior e abrir as válvulas da produção seguinte, ligar a seladora, formadora, embaladora, rotuladora e balança. Por fim, tem que preencher e cumprir a *checklist* e solicitar a segunda verificação de mudança de produto. Estando esta verificada e assinada, poder-se-á arrancar com a linha.

4.4.4 Procedimento após a mudança

Operador 1

Existe uma matriz de mudança de produto, representada no Anexo E que indica o número de caixas a remover logo à saída da enchedora, quando se muda de um produto para outro. Este número depende da mudança em questão. Desta forma, terão que ser removidas o número de caixas adequado.

Na primeira garrafa após a mudança, o operador terá que confirmar que a aparência (cor e limpidez) é normal e o odor é o esperado (com ou sem presença de perfume).

Operador 2

Após o arranque, o operador terá que virar as garrafas, que foram retiradas à saída da enchedora, na zona de *reblend*. Esta zona é onde se coloca a lixívia das garrafas onde foram detetados defeitos, de modo a poder ser reaproveitada.

4.5 Manutenção Preventiva

Através do pilar de *Manutenção Planeada* e com vista a reduzir o tempo de paragem não planeado e evitar paragens prolongadas foram feitas intervenções no dia-a-dia dos operadores e técnicos de manutenção.

4.5.1 Documentação

Constatou-se que, em situações de paragem não planeada, onde é necessária uma intervenção na máquina para reiniciar a linha de produção, o procedimento documentado referente à falha de processo não é efetivamente realizado ou, quando ocorre, é feito com um atraso significativo. Esta lacuna impacta negativamente todo o procedimento de documentação.

A falta de registo das intervenções implica a inexistência de um histórico formal que documente as ações tomadas durante paragens não planeadas, o que pode prejudicar a análise de causas e a implementação de medidas preventivas. Além disso, a ausência desse registo compromete o acompanhamento das atividades realizadas durante as paragens, dificultando a identificação de padrões e áreas passíveis de melhorias.

O documento que deve ser preenchido após uma falha de processo, é composto por vários passos:

1. **Descrever a situação inicial do problema:** fazer uma breve explicação do que foi observado.
2. **Descrever as condições em que o equipamento:** referir se o CIL foi realizado, se tem alguma anomalia, se houve alguma falha por parte dos operadores, se está dentro do CL (*Centerlining*) ou se houve alguma tarefa de manutenção recente no mesmo. (O *Centerlining* refere-se a um intervalo de valores de ajuste entre os quais os equipamentos se devem

encontrar, tais como pressões, e que, no caso de não se encontrarem, poderão prejudicar qualidade e eficiência operacional dos equipamentos.)

3. **Descrever detalhadamente o que foi observado:** responder a questões sobre o que é observado, tais como, onde está a falha, quando é que se deparou com a mesma, há quanto tempo é que a situação dura e quem observou a falha.
4. **Descrever as ações tomadas imediatamente:** referir o que foi realizado imediatamente para resolver a falha temporariamente e referir também o responsável por essa ação.
5. **Descrever a causa básica:** mencionar o que é que falhou no sistema, como por exemplo, falta de condições básicas, má qualidade dos materiais ou se o desenho é inadequado.
6. **Descrever ações para evitar a reocorrência:** referir o que se poderá fazer para evitar que a ação se repita tal como fazer um plano de manutenção ou até recuperar a manutenção que poderá estar em atraso.

Quando o registo da falha é efetuado com atraso, o processo de documentação pode perder a sua eficácia na identificação imediata de eventos críticos, prejudicando a resposta rápida a possíveis problemas recorrentes. Além disso, o atraso na documentação pode comprometer a análise temporal precisa das intervenções, afetando a capacidade de implementar ações corretivas e preventivas de maneira oportuna.

Para resolver este problema, foi importante implementar medidas que garantam a realização imediata e adequada do procedimento de documentação em caso de paragens não planeadas. Inicialmente procedeu-se ao preenchimento da documentação necessária, juntamente com os técnicos de intervenção logo após a mesma. No Anexo F encontra-se um exemplo de uma análise de falha de processo. O processo de registo na plataforma interna da empresa passou a ser também imediatamente realizado.

Posteriormente, após algumas intervenções, o preenchimento do documento passou a ser realizado pelo técnico de manutenção, logo após a ação executada. Desta forma, o registo de intervenções começou a estar constantemente atualizado.

4.5.2 Lista de Anomalias

Na plataforma interna da empresa, cada linha de produção conta com uma lista de anomalias, e os operadores são responsáveis por registar qualquer anomalia que surja durante o processo. No entanto, no caso específico da linha 320, a posterior resolução dessas anomalias é planeada em colaboração entre o técnico de manutenção e o *unit leader* do departamento de enchimento. Esta lista contém anomalias que prejudiquem não só a eficiência dos equipamentos mas também a gestão visual das condições dos mesmos, como por exemplo a visualização de manómetros ou da temperatura de determinados componentes.

Durante a primeira análise da lista de anomalias, foi identificado que havia um total de 27 anomalias em aberto. Uma anomalia é considerada aberta quando ainda não foram tomadas quaisquer

medidas para resolvê-la. Esta constatação destaca a necessidade de atenção imediata para abordar e solucionar as questões pendentes.

Com o objetivo de melhorar a eficiência da linha e garantir a continuidade ininterrupta do processo de produção, foi conduzida uma reunião em conjunto com o técnico de manutenção e o *unit leader*. Nesta reunião, foram avaliados diversos aspectos, como a urgência de resolução, a estimativa da duração da intervenção, a disponibilidade do material necessário e dos intervenientes na operação. Um destaque importante foi a constatação de que muitas das anomalias identificadas não exigiam a paragem da linha para sua resolução.

Perante este cenário, foram agendadas as ações necessárias para abordar e resolver cada anomalia de maneira eficiente, considerando a prioridade, recursos disponíveis e a complexidade de cada intervenção. Este planeamento visa assegurar que as questões sejam tratadas de forma ordenada, minimizando impactos negativos na produção. Depois de uma anomalia estar resolvida, e antes de ser fechada, é inserida na plataforma uma breve explicação sobre a forma como se resolveu a mesma, de modo que, em caso de repetição, haja informação sobre o que foi realizado no passado.

Além disso, como parte do processo de gestão contínua da lista de anomalias, foi estabelecida a prática de realizar reuniões semanais onde é definido um plano de ação para a semana. Nessas reuniões, a lista de anomalias é revista detalhadamente, verificando aquelas que já foram resolvidas e que podem ser fechadas na plataforma, bem como a identificação de novas anomalias que requerem planeamento e intervenção. A estrutura da reunião consistia em definir as anomalias a discutir e resolver conforme o impacto que tinham na produção. Posteriormente, era identificada a causa-raiz da anomalia de modo a ser evitada futuramente e por fim eram definidas as soluções.

Este acompanhamento regular contribuiu para manter o controlo sobre as condições das anomalias, promovendo a agilidade na resolução de problemas e aprimorando continuamente a eficiência operacional da linha de produção. Na Figura 4.6, está representado um gráfico com o número de anomalias abertas, na linha 320, ao longo das nove semanas analisadas.

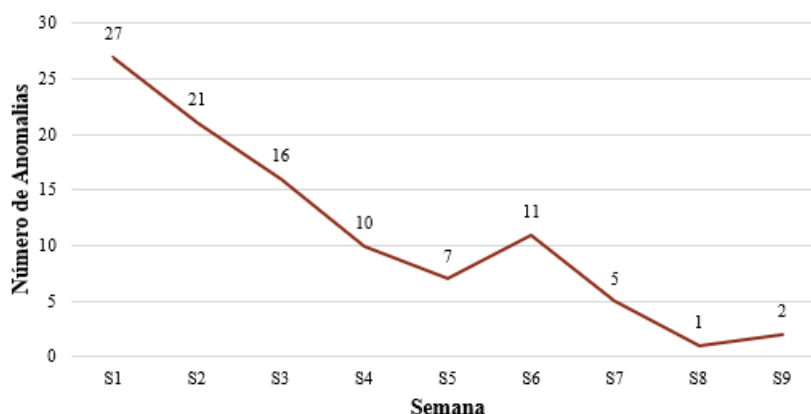


Figura 4.6: Número de anomalias em cada semana por analisar.

Graças às iniciativas implementadas, foi possível recuperar as anomalias que estavam em

atraso, evidenciando uma notável melhoria no acompanhamento e resolução destas mesmas questões. No cenário atual, as anomalias que permanecem em aberto são praticamente aquelas que surgem durante a semana em curso.

4.5.3 Manutenção em atraso

Relativamente à manutenção preventiva, constatou-se um atraso significativo, algo que provoca um desgaste acentuado nos componentes e consequentemente paragens não desejadas prolongadas na linha. A observação deste atraso ressalta a importância crítica da manutenção preventiva para evitar as paragens não planeadas para substituição de componentes que foram levados à rotura.

Após uma análise ao plano de manutenção, concluiu-se que o mesmo não estava realista em relação às estimativas de tempo das tarefas, considerando o número de pessoas disponíveis para a execução das atividades e que este é o maior motivos dos atrasos gerados.

Para corrigir esta discrepância, começaram a ser realizadas reuniões semanais para realizar o plano para segunda-feira de manhã, horário onde é dispensado tempo para manutenção das máquinas. Foi essencial ajustar as estimativas de tempo no plano de manutenção, tendo em consideração a disponibilidade real de recursos humanos, o histórico de avarias/ anomalias e as recomendações dos fabricantes. Este processo permitiu um planeamento mais preciso e alinhado com a capacidade da equipa de manutenção, assegurando que as tarefas são concluídas de maneira eficiente, sem comprometer a qualidade e a eficácia das intervenções.

No final de cada semana, são impressas OT (Ordens de Trabalho) para a semana seguinte. Cada OT (Anexo G) tem associada a operação a realizar, a duração da mesma, em que equipamentos se deve realizar e a sua prioridade. A impressão de OT para a semana seguinte, é uma maneira organizada de garantir que as tarefas são distribuídas e realizadas de acordo com um cronograma predefinido. Isto não apenas facilita o acompanhamento, mas também contribui para a eficiência geral do processo de manutenção.

4.6 Resultados Obtidos

Após a implementação do plano de Manutenção Autónoma na linha 320, os resultados positivos foram rapidamente evidentes, marcando uma transformação significativa no desempenho operacional e na eficiência geral. A introdução de símbolos visuais e um plano eficiente permitiram uma execução rápida e organizada das atividades de manutenção autónoma pois os operadores conseguiram identificar facilmente os locais de intervenção, diminuindo o tempo gasto nas tarefas de CIL. Este plano começou a ser concretizado em novembro e houve uma diminuição no número de paragens da linha, como pode ser observado na Figura 4.7.

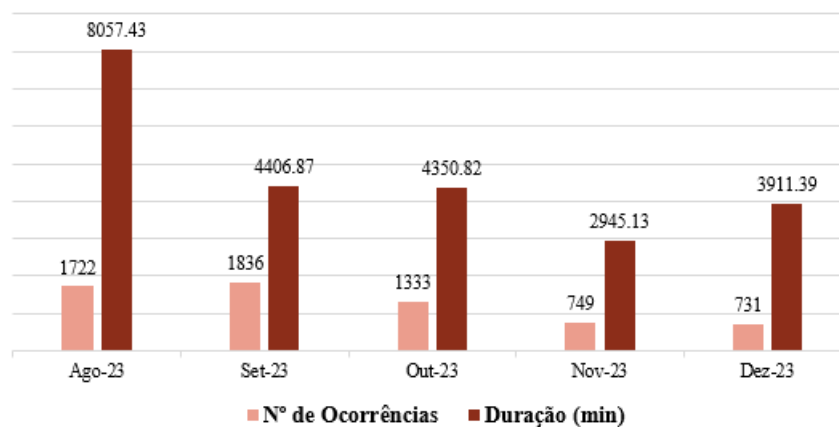


Figura 4.7: Número de ocorrências e respetiva duração de paragens não planeadas.

O tempo de paragem não planeado, em dezembro, é maior do que em novembro, embora tenha um menor número de paragens, devido a duas falhas elétricas com resolução de longa duração.

Confirma-se que entre os meses de **outubro** e dezembro houve uma diminuição de paragens num valor percentual de 45%.

A implementação de um *standard work* durante um *setup* não mostrou os resultados esperados relativamente à variabilidade do procedimento, observada nas Figuras 4.8 e 4.9.

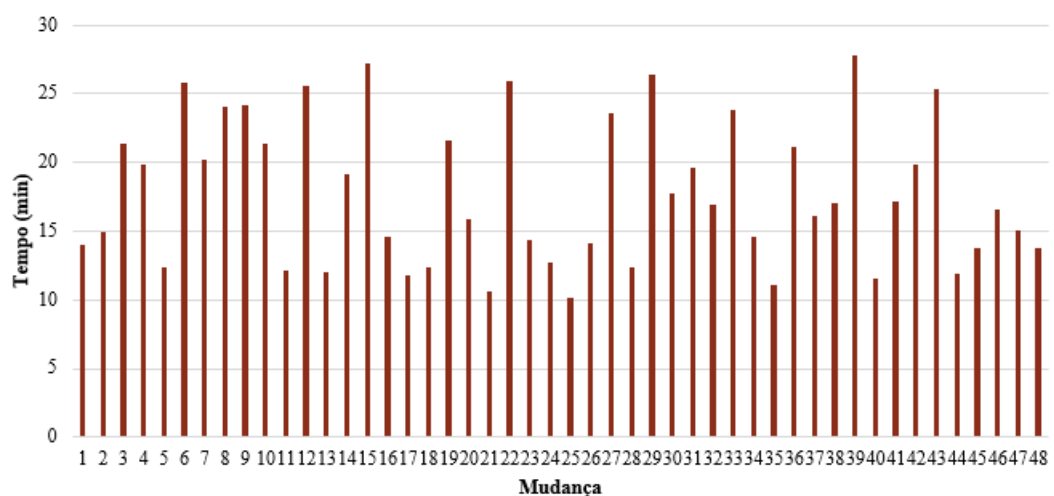


Figura 4.8: Tempo, em minutos, dedicado a mudanças de fórmula após *standard work*.

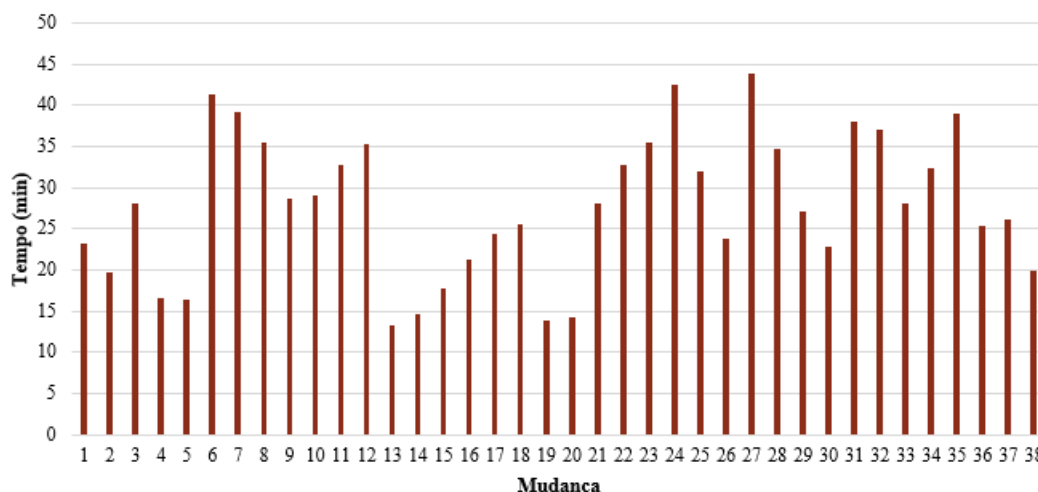


Figura 4.9: Tempo, em minutos, dedicado a mudanças de caixa após *standard work*.

Contudo, verificou-se uma melhoria nos tempos médios de ambas as mudanças nas semanas analisadas:

- A mudança de fórmula, que até setembro consumia, em média, cerca de 25 minutos, depende agora, em média, cerca de 18 minutos. Foi possível conseguir uma redução de 28%.
- A mudança de caixa, que até setembro consumia, em média, cerca de 34 minutos, depende agora, em média, cerca de 27 minutos. Foi possível conseguir uma redução de 20,5%.

Relativamente às medidas aplicadas para evitar paragens não planeadas devido à rotura de componentes, embora os esforços empreendidos até ao momento não tenham resultado na total recuperação da manutenção em atraso, a implementação da rotina do preenchimento do documento da falha de processo, a revisão da lista de anomalias, do plano de manutenção juntamente com implementação de reuniões semanais, foram passos importantes para um progresso. Os resultados tangíveis ainda não são evidentes, mas é razoável esperar que, com o tempo, estas iniciativas resultem em melhorias significativas na eficácia da manutenção preventiva. A abordagem revista e a atenção às necessidades reais da equipa de manutenção estabelecem as bases para uma gestão mais eficiente e para a redução das paragens não planeadas, promovendo, assim, a sustentabilidade e a confiabilidade a longo prazo do sistema de manutenção.

Foi feita uma análise relativa aos valores de PR da linha de 320 nos meses em que o projeto incidiu, apresentados na Tabela 4.2. Uma vez que os mesmos estão longe do objetivo esperado pela empresa, foram retirados também os dados relativos ao valor do RL, relacionado com número de garrafas produzidas no IHBB e que contribui para o valor de PR.

Conclui-se que o valor de RL é elevado e que impacta negativamente nos valores de PR, no entanto o departamento do *Packing* nada pode fazer relativamente ao valor de RL.

Assim, de modo a observar o impacto que o trabalho realizado no projeto teve, foi analisada a evolução da disponibilidade da linha 320, representada na Tabela 4.3:

Tabela 4.2: Valores de PR e RL, de cada mês.

Mês	PR %	RL %
Outubro	40,36%	26,42%
Novembro	53,90%	25,76%
Dezembro	41,49%	38,65%
Janeiro	41,54%	39,12%

Tabela 4.3: Disponibilidade de cada mês.

Mês	Tempo disponível (min)	Tempo de paragens (min)	Tempo útil (min)	Disponibilidade
Outubro	33480	8706,53	24773,47	64,9%
Novembro	30572,64	6180,36	24392,28	79,8%
Dezembro	28721,38	5708,81	23012,57	80,1%
Janeiro	6550,8	1182,3	5368,57	82,0%

O tempo disponível no mês de janeiro é baixo relativamente aos meses de outubro, novembro e dezembro, uma vez em análise esteve apenas a primeira semana do mês.

Verifica-se que houve um aumento significativo da disponibilidade da linha e que o mesmo está relacionado sobretudo com a implementação das tarefas de manutenção autónoma e da criação de uma rotina nos *setups* a realizar.

Capítulo 5

Conclusão

O principal foco desta dissertação foi a análise da *performance* produtiva de uma unidade fabril, avaliando os principais indicadores de desempenho da organização e, em seguida, desenvolvendo um plano para melhorar esses indicadores. Ao longo do projeto, houve melhorias evidentes.

Depois de implementadas ações de melhoria, foram realizadas análises quantitativas aos principais indicadores da *performance* produtiva de modo a avaliar o desempenho do trabalho desenvolvido.

No caso dos planos de manutenção autónoma desenvolvidos para os equipamentos da linha de enchimento obteve-se uma redução de 45% no número de paragens não planeadas. Estas medidas, aliadas à implementação de diferentes símbolos colocados nas máquinas, promoveram a redução do tempo gasto em atividades de manutenção autónoma e corretiva, que, por sua vez, contribuiu para um aumento da disponibilidade da máquina.

A abordagem direcionada à documentação de falhas de processo revelou-se fundamental para uma análise eficaz das causas e implementação de medidas preventivas. A prática de preenchimento imediato do documento após uma intervenção, aliada ao registo na plataforma interna da empresa, proporcionou um histórico preciso e atualizado das ações tomadas durante paragens não planeadas.

A gestão proativa da lista de anomalias na plataforma interna, com reuniões semanais para avaliação e planeamento de ações, contribuiu significativamente para a resolução eficiente dos problemas identificados. O facto de ser dada prioridade baseada na urgência, disponibilidade de recursos e complexidade das intervenções permitiu abordar as anomalias de forma ordenada, minimizando impactos negativos na produção. O acompanhamento regular das anomalias ao longo do tempo evidenciou uma notável melhoria na identificação, resolução e prevenção de problemas na linha de produção. A recuperação das anomalias em atraso demonstra a eficácia das medidas implementadas.

A implementação do *standard work* representa um passo fundamental na procura pela eficiência operacional e consistência nas operações. Embora não tenham sido observadas melhorias significativas na variabilidade, é importante reconhecer os avanços já alcançados em relação ao tempo médio gasto. O estabelecimento de procedimentos padronizados cria uma base sólida para

a execução de tarefas complexas. As disposições gerais, a definição de responsabilidades claras para cada operador e a criação de uma *checklist* específica para a mudança de produto são elementos positivos que promovem a organização e a qualidade no processo. A insistência na realização da mudança por duas pessoas e a descrição detalhada dos procedimentos antes, durante e após a mudança proporcionam uma compreensão clara do fluxo de trabalho, contribuindo para a minimização de erros e desperdícios.

À medida que a implementação do *standard work* se for consolidando, espera-se a redução da variabilidade contribuindo para uma maior disponibilidade para operação.

Relativamente ao plano de manutenção preventiva, embora os resultados concretos ainda não estejam claros, é razoável esperar que, com o tempo, os esforços de manutenção preventiva melhorem significativamente a sua eficácia. A abordagem feita e a consideração das necessidades reais da equipa de manutenção estabelecem os fundamentos para uma gestão mais eficiente e para uma redução das interrupções imprevistas. Isto aumenta a sustentabilidade e a confiabilidade do sistema de manutenção a longo prazo.

Embora o valor de PR não tenha sido o esperado, verificou-se que o mesmo foi causado pelo valor do RL, que apenas poderá ser melhorado através do departamento do IHBB.

A análise da disponibilidade da linha ao longo dos meses revela um aumento consistente, passando de 64,9% em outubro para 82% em janeiro. Este indicador reflete a eficácia das intervenções realizadas, contribuindo para uma operação mais estável e confiável.

É importante referir também que a filosofia IWS é fundamental para todos os processos na Fater Portugal, apesar de não ser discutida ao longo do trabalho. O sistema IWS apresentou vários benefícios quando se trata da estrutura organizacional da empresa, da distribuição de responsabilidades e da definição dos processos de trabalho. No entanto, também ficou evidente que a aplicação prática dos conceitos teóricos nem sempre dá os resultados esperados e que cada processo ou organização requer que os participantes se adaptem. Ficou evidente que a motivação e a participação dos funcionários são dois fatores essenciais em todas as etapas de um projeto, que incluem medidas para melhorar a eficiência e a qualidade de um processo abrangente. Principalmente neste sistema, onde foi demonstrado que os resultados dependem muito da comunicação, da partilha de conhecimentos e da interação com as equipas de trabalho.

Referências

- [1] Mariano, “Mantenimiento industrial.” (Lecture notes).
- [2] A. Birolini, *Quality and reliability of technical systems: theory, practice, management*. Springer Science & Business Media, 2012.
- [3] P. Dersin and R. C. Valenzuela, “Application of non-markovian stochastic petri nets to the modeling of rail system maintenance and availability,” in *Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference (WSC)*, pp. 1–12, IEEE, 2012.
- [4] M. Brito, P. Eurisko-Estudios, S. Consultoria, and A.-A. E. de Portugal, “Manual pedagógico pronaci manutenção,” *Associação Empresarial de Portugal*, 2003.
- [5] W. R. Marcorin and C. R. C. Lima, “Análise dos custos de manutenção e de não-manutenção de equipamentos produtivos,” *Revista de ciência & tecnologia*, vol. 11, no. 22, pp. 35–42, 2003.
- [6] F. Chan, H. Lau, R. Ip, H. Chan, and S. Kong, “Implementation of total productive maintenance: A case study,” *International journal of production economics*, vol. 95, no. 1, pp. 71–94, 2005.
- [7] J. A. d. S. Coelho, *Implementação da total Productive maintenance (TPM) numa empresa de produção*. PhD thesis, 2008.
- [8] S. Nakajima, “Introduction to tpm: total productive maintenance.(translation),” *Productivity Press, Inc.*, 1988,, p. 129, 1988.
- [9] I. P. S. Ahuja and J. S. Khamba, “Total productive maintenance: literature review and directions,” *International journal of quality & reliability management*, vol. 25, no. 7, pp. 709–756, 2008.
- [10] J. Wyrelski *et al.*, “Manutenção produtiva total-um modelo adaptado,” 1997.
- [11] J. Venkatesh, “An introduction to total productive maintenance (tpm),” *The plant maintenance resource center*, pp. 3–20, 2007.
- [12] M. Y. Chong, J. F. Chin, and H. S. Hamzah, “Transfer of total productive maintenance practice to supply chain,” *Total Quality Management & Business Excellence*, vol. 23, no. 3-4, pp. 467–488, 2012.
- [13] I. P. S. Ahuja and J. S. Khamba, “Total productive maintenance: literature review and directions,” *International journal of quality & reliability management*, vol. 25, no. 7, pp. 709–756, 2008.

- [14] A. Puvanasvaran, Y. Teoh, and C. Tay, “Interrelationship between availability with planning factor and mean time between failures (mtbf) in overall equipment effectiveness (oee),” *Journal of Advanced Manufacturing Technology (JAMT)*, vol. 6, no. 2, 2012.
- [15] N. Ahmad, J. Hossen, and S. M. Ali, “Improvement of overall equipment efficiency of ring frame through total productive maintenance: a textile case,” *The international journal of advanced manufacturing technology*, vol. 94, pp. 239–256, 2018.
- [16] J. Arturo Garza-Reyes, S. Eldridge, K. D. Barber, and H. Soriano-Meier, “Overall equipment effectiveness (oee) and process capability (pc) measures: A relationship analysis,” *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 27, no. 1, pp. 48–62, 2010.
- [17] P. Alavian, Y. Eun, K. Liu, S. M. Meerkov, and L. Zhang, “The (α, β) -precise estimates of mtbf and mttr: Definition, calculation, and observation time,” *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, vol. 18, no. 3, pp. 1469–1477, 2020.
- [18] J. S. Randhawa and I. S. Ahuja, “5s—a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions,” *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 34, no. 3, pp. 334–361, 2017.
- [19] G. H. Martins, S. F. Martins, and R. L. Ferreira, “Projeto 14: um estudo de caso sobre a implementação do programa 5s no setor de manutenção,” *Conhecimento Interativo*, vol. 10, no. 1, pp. 84–101, 2017.
- [20] R. Singh, A. M. Gohil, D. B. Shah, and S. Desai, “Total productive maintenance (tpm) implementation in a machine shop: A case study,” *Procedia Engineering*, vol. 51, pp. 592–599, 2013.
- [21] M. Ben-Daya, S. O. Duffuaa, A. Raouf, J. Knezevic, and D. Ait-Kadi, *Handbook of maintenance management and engineering*, vol. 7. Springer, 2009.
- [22] J. P. Pinto, “Manutenção lean,” *Lisboa: Lidel, Edições técnicas*, 2013.
- [23] A. Berger, “Continuous improvement and kaizen: standardization and organizational designs,” *Integrated manufacturing systems*, vol. 8, no. 2, pp. 110–117, 1997.
- [24] R. Sundar, A. Balaji, and R. S. Kumar, “A review on lean manufacturing implementation techniques,” *Procedia Engineering*, vol. 97, pp. 1875–1885, 2014.
- [25] I. Antonioli, P. Guariente, T. Pereira, L. P. Ferreira, and F. Silva, “Standardization and optimization of an automotive components production line,” *Procedia Manufacturing*, vol. 13, pp. 1120–1127, 2017.
- [26] J.-C. Lu and T. Yang, “Implementing lean standard work to solve a low work-in-process buffer problem in a highly automated manufacturing environment,” *International Journal of Production Research*, vol. 53, no. 8, pp. 2285–2305, 2015.
- [27] P. M. Patel and V. A. Deshpande, “Application of plan-do-check-act cycle for quality and productivity improvement-a review,” *Studies*, vol. 2, no. 6, pp. 23–34, 2015.
- [28] M. Catelani, L. Ciani, L. Cristaldi, M. Faifer, M. Lazzaroni, and M. Khalil, “Toward a new definition of fmeca approach,” in *2015 IEEE International instrumentation and measurement technology conference (i2MTC) proceedings*, pp. 981–986, IEEE, 2015.

- [29] D. M. Rodrigues, E. Matschulat, V. Dorneles, and T. Mugge, “Análise de modo e efeito de falha potencial–fmea,” *Porto Alegre: FIERGS-Centro Tecnológico de Mecânica de Precisão SENAI “Plínio Gilberto Kroeff*, 2010.
- [30] L. Wilkinson, “Revising the pareto chart,” *The American Statistician*, vol. 60, no. 4, pp. 332–334, 2006.
- [31] C. Fotopoulos, D. Kafetzopoulos, and K. Gotzamani, “Critical factors for effective implementation of the haccp system: a pareto analysis,” *British Food Journal*, vol. 113, no. 5, pp. 578–597, 2011.
- [32] A. D. M. Oliveira *et al.*, “Projecto de implementação de módulos de qualidade na procter & gamble,” 2010.
- [33] J. T. P. Luz *et al.*, “Implementação de sistema de gestão integrada na procter & gamble porto,” 2008.

Anexo A

Quadro de Verificação

L312 - CIL TURNO MANHÃ											
LEGENDA:											
Fatores Q - Parâmetros de CIL com impacto na Qualidade do Produto											
Enchêdora Arotillador e Alimentador	C	CIL - 6	S	0.2	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
	C	CIL - 1	S	1	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
	C	CIL - 2	S	0.2	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
	C	CIL - 3	S	0.2	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
	C	CIL - 4	S	1	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
Rondeladora	C	CIL - 5	S	1	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
	C	CIL - 6	S	1	Turno	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK
	C	CIL - 1	S	0.2	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
	C	CIL - 2	S	1	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
	C	CIL - 3	S	0.2	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
Tapete saída enroladora	C	CIL - 1	S	0.2	Semanal	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
	C	CIL - 2	S	1	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
	C	CIL - 1	S	0.2	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
	C	CIL - 2	S	0.2	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
	C	CIL - 3	S	0.2	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
Dielisor	C	CIL - 3	S	0.2	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
	C	CIL - 1	S	0.2	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
	C	CIL - 2	S	0.3	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
	C	CIL - 3	S	1	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
	C	CIL - 1	S	4	Turno	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK
Embaladora	C	CIL - 2	S	1	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
	C	CIL - 1	S	1	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
	C	CIL - 2	S	1	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
	C	CIL - 3	S	0.2	Semanal	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
	C	CIL - 4	S	0.2	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
Fenadora	C	CIL - 2	S	0.2	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
	C	CIL - 3	S	1	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
	C	CIL - 1	S	1	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
	C	CIL - 2	S	0.2	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
	C	CIL - 3	S	1	Turno	NOK	OK	OK	OK	OK	OK

Anexo B

Tarefas de CIL

L320 - CIL IN RUN - TURNO MANHÃ						
LEGENDA: ok - Empoeira mas não estava contaminado nok - Empoeira e estava contaminado TIPO DE TAREFA: C (Impacto) / (Inspeção); L (Lubrificação)						
Factores Q - Parâmetros de CIL com impacto na Qualidade do Produto						
TAREFAS REALIZADAS COM A LINHA EM RUN						
	Categoria	TAREFAS	Estado	Tempo (min)	Freq.	
Geral	C	Standard área	Limpar e organizar carro de limpeza	R	1	Turno
	C	Standard área	Organizar e limpar secretária	R	1	Turno
	C	Standard área	Limpar o chão	R	5	Turno
Orientador rolhas	C	CIL - 7	Limpar fotocélula e espelho de falta de rolha na calha	R	0,2	Semanal
Tapete Rotuladora	C	CIL - 1	Limpar fotocélula de tapete cheio- paragem de balança	R	0,2	Semanal
	C	CIL - 2	Limpar fotocélula de sincronização tapete / rotuladora	R	0,2	Semanal
Tapete transportador caixas	C	CIL - 1	Limpar fotocélula de paragem de transportador	R	0,1	Semanal
	C	CIL - 2	Limpar fotocélula de caixa com aba aberta	R	0,1	Semanal
	C	CIL - 3	Limpar fotocélula de contagem de caixas	R	0,1	Semanal
	C	CIL - 4	Limpar fotocélula de buffer de caixas cheio	R	0,1	Semanal
TAREFAS REALIZADAS COM A LINHA EM STOP						
Rotomático	C	CIL - 1	Limpar gilos e garrafas amassadas na Rotomático	S	0,5	Turno
	I	CIL - 2	Inspeccionar a presença de gilos no cone interno da Rotomático	S	0,5	Semanal
Enchedora / Arrolhador / Orientador	C	CIL - 1	Limpar as extremidades da enchedora e do arrolhador com água e remover rolhas soltas	S	5	Turno
	C	CIL - 2	Limpar fotocélula de contagem de garrafas	S	0,2	Turno
	C	CIL - 3	Limpar fotocélula de buffer de garrafas rejeitadas	S	0,2	Semanal
	C	CIL - 4	Limpar sectores da rolha mal posicionada e falta de rolha	S	0,2	Turno
	C	CIL - 5	Limpar esteira de movimentação de rolhas	S	1	Turno
Balança	C	CIL - 6	Limpar vidros e estrutura da máquina	S	1	Turno
	C	CIL - 1	Limpar fotocélula de deteção de garrafas	S	0,2	Semanal
Rotuladora	I	CIL - 2	Inspeccionar alinhamento e limpar as telas e transições da balança	S	0,5	Turno
	C	CIL - 1	Retirar resíduos soltos e resíduos de cola no interior da rotuladora	S	0,5	Turno
	C	CIL - 2	Limpar resíduos de cola nas unhas e eixos com pano húmido e quente	S	0,5	Turno
	C	CIL - 3	Limpar chapa em frente ao espiralado com pano húmido	S	0,5	Semanal
	C	CIL - 4	Limpar chapa de formação com pano húmido	S	0,5	Turno
	C	CIL - 5	Limpar ponte da rotuladora com pano e detergente	S	0,5	Turno
	I	CIL - 6	Inspeccionar e limpar se necessário com pano húmido de detergente a coroa da rotuladora	S	0,5	Semanal
	C	CIL - 7	Limpar fotocélula de deteção de cola na garrafa (espiral e laminado) com pano seco	S	0,5	Turno
	C	CIL - 8	Limpar fotocélula de deteção de garrafas para leitura do rótulo com pano seco	S	0,2	Turno
	C	CIL - 9	Limpar fotocélula de tapete de garrafas cheio (paragem rotuladora) com pano seco	S	0,2	Semanal
	C	CIL - 10	Limpar fotocélula de deteção de garrafa para introdução de código com pano seco	S	0,2	Turno
	C	CIL - 11	Limpar fotocélula de deteção de garrafas sem código com pano seco	S	0,2	Turno
Embaladora	C	CIL - 12	Limpar fotocélula de deteção de presença de garrafas e paragem do tapete com pano seco	S	0,2	Turno
	C	CIL - 1	Limpar resíduos soltos nos transportadores e na embaladora	S	0,2	Turno
	C	CIL - 4	Limpar fotocélulas de presença de garrafas	S	0,2	Semanal
Formadora	C	CIL - 5	Limpar fotocélulas de presença de caixas e acionamento do travão	S	0,2	Semanal
	C	CIL - 1	Limpar resíduos de cola na máquina	S	0,2	Semanal
	C	CIL - 2	Soprar máquina com ar comprimido	S	0,2	Turno
	C	CIL - 3	Limpar fotocélula presença de caixa nas ventosas	S	0,2	Semanal
	C	CIL - 4	Limpar fotocélula de abertura de caixa	S	0,2	Semanal
	C	CIL - 5	Limpar fotocélula de fecho abas inferiores e acionamento do martelo	S	0,2	Semanal
	C	CIL - 6	Limpar as 3 fotocélulas de injeção de cola	S	0,2	Turno
	C	CIL - 7	Limpar fotocélula de presença de caixa no tapete	S	0,2	Semanal
Máq. fta	C	CIL - 8	Limpar sistema de vácuo (filtros e copos)	S	0,2	Turno
	C	CIL - 3	Limpar fotocélulas de presença de caixa e acionamento o martelo	S	0,2	Semanal
	C	CIL - 5	Limpar resíduos de fita-cola nos rolos do desenrolador de fita	S	0,2	Turno
	I	CIL - 6	Inspeccionar estado das moles do sistema do desenrolador de fita	S	0,2	Turno
DURAÇÃO				34,5		

L320 - CIL IN RUN - TURNO TARDE

LEGENDA

ok - limpou-se mas não estava contaminado
ru - limpou-se e estava contaminado

Factores Q - Parâmetros de CIL com Impacto na Qualidade do Produto

TAREFAS REALIZADAS COM A LINHA EM RUN

	Categoria	TAREFAS	Estado	Tempo (min)	Freq.
Geral	C	Standard área	Limpar e organizar canto de limpeza	R	1
	C	Standard área	Organizar e limpar secretária	R	1
	C	Standard área	Limpar o chão	R	5
Orientador	C	CIL - 7	Limpar fotocélula e espelho de falta de rocha na caixa	R	0,1
Tapete Rotuladora	C	CIL - 1	Limpar fotocélula de tapete cheio- paragem de balança	R	0,2
	C	CIL - 2	Limpar fotocélula de sincronização tapete / rotuladora	R	0,2
Tapete transportador caixas	C	CIL - 1	Limpar fotocélula de paragem de transportador	R	0,1
	C	CIL - 2	Limpar fotocélula de caixa com aba aberta	R	0,1
	C	CIL - 3	Limpar fotocélula de contagem de caixas	R	0,1
	C	CIL - 4	Limpar fotocélula de buffer de caixas cheio	R	0,1

TAREFAS REALIZADAS COM A LINHA EM STOP

Rotomático	C	CIL-1	Limpar gilos e garrafas amassadas na Rotomático	R	0,5	Turno	
	I	CIL-2	Inspeccionar a presença de gilos no cone interno da Rotomático	R	0,5	Semanal	
	C	CIL-1	Lavar as estrelas da enchedora e do arrotheador com água e remover rolhas caídas	R	5	Turno	
	C	CIL-2	Limpar fotocélula de contagem de garrafa	R	0,2	Turno	
	C	CIL-3	Limpar fotocélula de buffer de garrafas rejeitadas	R	0,2	Semanal	
	C	CIL-4	Limpar sensores de rocha mal posicionada e falta de rocha	R	0,2	Turno	
Enchedora / Arrotheador / Orientador	C	CIL-5	Limpar esteira de movimentação de rolhas	R	1	Turno	
	C	CIL-6	Limpar vidros e estrutura da máquina	R	1	Turno	
	C	CIL-1	Limpar fotocélula de deteção de garrafas	R	0,2	Semanal	
	Balança	I	CIL-2	Inspeccionar alinhamento e limpar as telas e transições da balança	R	0,5	Turno
		C	CIL-1	Retirar resíduos soltos e resíduos de cola no interior da rotuladora	R	0,5	Turno
		C	CIL-2	Limpar resíduos de cola nas unhas e encostas com pano húmido e seco	R	0,5	Turno
C		CIL-3	Limpar chapas em frente ao espiralado com pano húmido	R	0,5	Semanal	
C		CIL-4	Limpar chapas de transição com pano húmido	R	0,5	Turno	
C		CIL-5	Limpar ponte da rotuladora com pano e detergente	R	0,5	Turno	
Rotuladora	I	CIL-6	Inspeccionar e limpar se necessário com pano húmido de detergente e coroa da rotuladora	R	0,5	Semanal	
	C	CIL-7	Limpar fotocélula de injeção de cola na garrafa (espiral e laminado) com pano seco	R	0,5	Turno	
	C	CIL-8	Limpar fotocélula de deteção de garrafas para leitura do rótulo com pano seco	R	0,2	Turno	
	C	CIL-9	Limpar fotocélula de tapete de garrafas cheio (paragem rotuladora) com pano seco	R	0,2	Semanal	
	C	CIL-10	Limpar fotocélula de deteção de garrafa para introdução de código com pano seco	R	0,2	Turno	
	C	CIL-11	Limpar fotocélula de deteção de garrafas sem rótulo com pano seco	R	0,2	Turno	
	C	CIL-12	Limpar fotocélula de deteção de presença de garrafas e paragem do tapete com pano seco	R	0,2	Turno	
	C	CIL-1	Limpar resíduos soltos nos transportadores e na embaladora	R	0,2	Turno	
Embaladora	C	CIL-4	Limpar fotocélulas de presença de garrafas	R	0,2	Semanal	
	C	CIL-5	Limpar fotocélulas de presença de caixas e acionamento do travão	R	0,2	Semanal	
Formadora	C	CIL-1	Limpar resíduos de cola na máquina	R	0,2	Semanal	
	C	CIL-2	Soprar máquina com ar comprimido	R	0,2	Turno	
	C	CIL-3	Limpar fotocélula presença de caixa nas ventosas	R	0,2	Semanal	
	C	CIL-4	Limpar fotocélula de abertura de caixa	R	0,2	Semanal	
	C	CIL-5	Limpar fotocélula de fecho abas inferiores e acionamento do martelo	R	0,2	Semanal	
	C	CIL-6	Limpar as 2 fotocélulas de injeção de cola	R	0,2	Turno	
	C	CIL-7	Limpar fotocélula de presença de caixa no tapete	R	0,2	Semanal	
	C	CIL-8	Limpar sistema de vácuo (filtros e copos)	R	0,2	Turno	
Máq fta	C	CIL-3	Limpar fotocélulas de presença de caixa e acionamento o martelo	R	0,2	Semanal	
	C	CIL-5	Limpar resíduos de fita-cola nos rolos do desenrolador de fita	R	0,2	Turno	
	I	CIL-6	Inspeccionar estado das molas do sistema do desenrolador de fita	R	0,2	Turno	

DURAÇÃO

34,5

L320 - CIL SEMANAL

LEGENDA:

ok - limpou-se mas não estava contaminado

nok - limpou-se e estava contaminado

TIPO DE TAREFA: C (limpeza); I (inspeção); L (lubrificação)

TAREFAS REALIZADAS COM A LINHA EM STOP

	Categoria	TAREFAS	Estado	Tempo (min)	Fr.
Rotomatic / Tapete da Entrada	C	Limpar gíto e garrafas amassadas na Rotomatic	Stop	2	Semanal
	C	Tirar proteção inferior e retirar resíduos de plástico e limpar o pó	Stop	5	Semanal
	C	Limpar fotocélulas interiores	Stop	5	Semanal
	C	Limpar estrela e guias da Rotomatic	Stop	2	Semanal
	C	Limpar a estrutura da máquina e vidros	Stop	5	Semanal
	C	Limpar o tapete transportador	Stop	2,5	Semanal
	C	Limpar fotocélula de chamada de garrafas	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar fotocélula de falta de garrafas no tapete	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar fotocélula de deteção de garrafas caídas	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar tela do silo	Stop	2	Semanal
	I	Verificar a fixação das fotocélulas	Stop	2	Semanal
	I	Inspeccionar contaminação do cone interno da Rotomatic	Stop	0,2	Semanal
	I	Verificar cada favo da Rotomatic	Stop	0,5	Semanal
	I	Desmontar os bicos (segunda) e limpar/inspeccionar os filtros e montar os bicos (segunda)	Stop	10	Semanal
Enchedora/ Arrolhador	C	Limpar filtro em Y à entrada da enchedora	Stop	5	Semanal
	C	Lavar e secar com ar comprimido a enchedora (estrelas, sem fins, pratos, base e guias)	Stop	5	Semanal
	C	Retirar rolhas caídas na base	Stop	2	Semanal
	C	Limpar as proteções em acrílico da enchedora e do arrolhador com pano húmido	Stop	8	Semanal
	C	Limpar fotocélula de presença de garrafa	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar sensor de rolha mal posicionada	Stop	0,5	Semanal
	C	Limpar fotocélula de falta de rolha	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar estrela de movimentação de rolhas, cabeças dos arrolhadores e interior das pinças	Stop	2	Semanal
	C	Lavar e secar com ar comprimido o tapete transportador e as transições	Stop	2	Semanal
	C	Limpar a estrutura da máquina e vidros	Stop	10	Semanal
	C	Limpar fotocélula de buffer de garrafas rejeitadas	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar cabeça dos arrolhadores	Stop	0,5	Semanal
	C	Limpar raios da base da enchedora	Stop	1	Semanal
	I	Verificar alinhamento das pontes e transições das estrelas	Stop	5	Semanal
Orientador de rolhas	C	Limpar e soprar calha, paredes e interior. Lubrificar com Multiusos interior.	Stop	5	Semanal
	C	Limpar a estrutura do orientador de rolhas	Stop	1	Semanal
	C	Limpar fotocélula e espelho de controlo de rolha na calha	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar as fotocélulas e espelho do orientador	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar e inspeccionar o filtro do ventilador	Stop	1	Semanal
Balança	C	Limpar fotocélula de deteção de garrafas	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar as telas e transições da balança	Stop	2	Semanal
	C	Limpar placa de rejeição de garrafas	Stop	0,5	Semanal
	C	Limpar estrutura da balança	Stop	1	Semanal
	C	Limpar a mesa de rejeição de garrafas	Stop	1	Semanal
Tapete rotuladora (entrada)	I	Verificar o estado das telas e transições da balança automática	Stop	1	Semanal
	C	Limpar o tapete transportador	Stop	1	Semanal
	C	Limpar fotocélula de tapete cheio - paragem de balança	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar fotocélula de sincronização tapete / rotuladora	Stop	0,2	Semanal
	C	Retirar rótulos soltos e pó	Stop	5	Semanal
Rotuladora	C	Limpar chapa em frente ao espiralado	Stop	2	Semanal
	C	Limpar ponte	Stop	0,5	Semanal
	C	Limpar chapa de transição	Stop	2	Semanal
	C	Limpar guias	Stop	3	Semanal
	C	Limpar e verificar posição das unhas e escovas da rotuladora	Stop	3	Semanal
	I	Inspeccionar cintas e limpar com pano húmido com detergente os resíduos de cola	Stop	2	Semanal
	C	Limpar as polias com pano húmido	Stop	2	Semanal
	C	Limpar fotocélula de injeção de cola na garrafa	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar fotocélula do espalhador de cola	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar fotocélula de deteção de garrafas para leitura do rótulo	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar fotocélula de tapete de garrafas cheio (paragem rotuladora)	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar fotocélula de deteção de garrafa para introdução de código	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar fotocélula de deteção de garrafas sem código	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar as câmaras Cognex	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar fotocélula de deteção de presença de garrafas e paragem do tapete	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar fotocélula de buffer de garrafas sem rótulo	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar o equipamento de cola quente	Stop	2	Semanal
	C	Limpar a base e as guias da mesa de rótulos	Stop	3	Semanal
	C	Limpar a estrutura e os vidros externos e internos da máquina	Stop	5	Semanal
	I	Inspeccionar movimento das 17 polias de rotação e 4 polias de tensão	Stop	2	Semanal
Codificador	C	Limpar cabeça de impressão	Stop	5	Semanal
	C	Limpar estrutura da máquina	Stop	1	Semanal

Divisor	I	Verificar o nível de tinta, de MakeUp e respectivas datas de validade	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar e soprar o interior do equipamento (guias, tapetes, travões)	Stop	5	Semanal
	C	Limpar fotocélula de presença de garrafas	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar fotocélula de contagem de garrafas	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar fotocélula de deteção de separador encravado	Stop	5	Semanal
	C	Limpar a estrutura e os vidros da máquina	Stop	5	Semanal
Embaladora	I	Verificar o estado dos travões do divisor	Stop	1	Semanal
	C	Remover os rótulos soltos nos transportadores e na embaladora	Stop	1	Semanal
	C	Soprar e limpar a parte inferior do equipamento	Stop	10	Semanal
	C	Limpar placa de transição para a zona de pega	Stop	2	Semanal
	C	Limpar a borracha do caçador do travão de garrafas à entrada	Stop	1	Semanal
	C	Limpar fotocélulas de presença de garrafas	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar as guias do transportador de caixas	Stop	3	Semanal
	C	Limpar fotocélulas de presença de caixas e acionamento do travão	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar estrutura e vidros interiores/exteriores da máquina	Stop	5	Semanal
	C	Purgar os copos dos filtros pneumáticos (interior motor embaladora e corte geral)	Stop	0,5	Semanal
Formadora	C	Soprar e limpar máquina o interior da máquina	Stop	5	Semanal
	C	Limpar fotocélula presença de caixa nas ventosas	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar fotocélula da fecho abas inferiores e acionamento do martelo	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar fotocélula do martelo (superior)	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar as 2 fotocélulas de injeção de cola	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar fotocélula de presença de caixa no tapete	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar câmara Cognex	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar a estrutura e vidros da máquina	Stop	5	Semanal
	C	Soprar e limpar o buffer de caixas	Stop	2	Semanal
	C	Limpar equipamento de cola quente	Stop	8	Semanal
	C	Limpar os sistema de vazio (filtro e copos)	Stop	1	Semanal
	C	Purgar o filtro pneumático	Stop	0,5	Semanal
	C	Limpar os tapetes transição	Stop	5	Semanal
	C	Verificar o estado da borracha da prensa	Stop	0,5	Semanal
Máq Fita	C	Limpar a fita-cola dos rolos	Stop	1	Semanal
	C	Soprar e limpar o interior da máquina	Stop	3	Semanal
	C	Limpar fotocélula de deteção de tapete cheio	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar fotocélulas de presença de caixa à entrada e de acionamento o martelo	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar resíduos de fita-cola nos rolos do desenrolador de fita	Stop	1	Semanal
	C	Limpar a estrutura e vidros da máquina	Stop	0,2	Semanal
Tapete transportador caixas	C	Purgar o filtro pneumático	Stop	0,5	Semanal
	C	Soprar e limpar o tapete transportador	Stop	2	Semanal
	C	Limpar fotocélula de paragem de transportador	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar fotocélula de caixa com aba aberta	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar fotocélula de contagem de caixas	Stop	0,2	Semanal
	C	Limpar fotocélula de buffer de caixas cheio	Stop	0,2	Semanal
Geral	I	Verificar o estado e alinhamento dos tapetes do caracol	Stop	1	Semanal
	C	Limpar o chão	Stop	10	Semanal
	C	Limpar e arrumar secretária	Stop	1	Semanal
	C	Limpar e arrumar carro o carro de limpeza	Stop	2	Semanal
222,8					

Anexo C

Procedimento Mudança de Fórmula

MUDANÇA DE VARIANTE - LINHA 320		
	Nº	Tarefas
TAREFAS EM RUIM 30 MINUTOS ANTES		Tarefas Operador
	1	Controlar a quantidade de rótulos e de caixas nas máquinas
	2	Ir buscar quantidade necessária de rótulos do código seguinte à zona correspondente
	3	Colocar "empurrador de plástico" a servir de empurrador na rotuladora
	4	Avisar insuflação e coordenador da paragem da linha por Mudança de Código
	5	Ir buscar 1 palete de caixas do código seguinte à zona correspondente
	6	Inserir dados dos materiais colocados na linha no QW (rótulos e caixas)
TAREFAS EM STOP 10 MINUTOS	7	Parar a enchedora cheia de garrafas quando o nº de caixas remanescentes for 8 (ver controlo visual)
	9	Formadora de caixas => Formar as últimas caixas na formadora e parar a máquina
	10	Embaladora => Fazer movimento manual da máquina para embalar últimas caixas
	11	Seladora => Retirar as 2 caixas que ficam no calçador da seladora
	12	Rotuladora => Retirar excesso de rótulos do código anterior que estão na frente e guardar na bandeja
	13	Rotuladora => Empurrar rótulos novos para posição correta
	14	Rotuladora => Anotar dados de produção e colocar contador de caixas a zero
	15	Rotuladora => Arrancar rotuladora
	16	Balança=> Efetuar avaliação final do ultimo código de produção na balança automática
	17	Balança => Mudar de variante de produto na balança automática e ligar a balança
	18	Computador=> Registrar dados da balança em QW
	19	Computador => Registrar o número de caixas feitas na ficha de produção e confirmar produção
	20	Computador => Mudar código de produção nas câmaras 3M
	21	Computador => Editar paragem no MAPLE como Mudança de produto (Planned Downtime)
	22	Computador => Mudar código de produção em MAPLE
	23	Formadora => Retirar a cinta das caixas do código a produzir e encher o buffer de caixas
	24	Baixada=> Fechar baixada produto anterior
	25	Baixada => Abrir baixada novo produto
	26	Baixada=> Fechar baixada produto anterior
	27	Baixada => Abrir baixada novo produto
	28	Completar checklist de mudança de produto
	29	Enchedora => Arrancar enchedora

Anexo D

Checklist do Setup

 **LINE CLEARENCE DA LINHA**

ANTES do começo de produção Indicar qual a mudança (variante/código produto acabado):		Responsável	Verificação
De:	Código produto:		
Para:	Código produto:		
ANTES ARRANQUE DA PRODUÇÃO:			
1	Efectuar registos de rastreabilidade dos novos rótulos, caixas e ruínas (se aplicável) e utilizar em QW		
2	Todos os rótulos / caixas / garrafas (se aplicável) da produção anterior foram retirados da linha e do interior dos Equipamentos (Silo e Rotomatic incluídos)		
3	Os transportadores foram vazados e foram retiradas todas as caixas da plataforma do paletizador		
4	Todas as outras válvulas na baseada estão fechadas		
5	A válvula da variante que vamos produzir está aberta e a recolta activa		
6	Foi actualizado tipo de garrafa (se aplicável) e 3M das câmaras da rotuladora / formadora (usar folha de Packing Standards)		
7	Actualizar a variante na balança automática (registar densidade: _____)		
8	Efetuar controlo 3M ao 1º rótulo e 1ª caixa colocados na linha		
A LINHA ESTÁ PRONTA A ARRANCAR APÓS VERIFICAÇÃO ASSINADA			
APÓS ARRANQUE DA PRODUÇÃO:			
9	Efetuar teste de odor e aparência na 1ª garrafa após retirar as caixas necessárias da mudança de produto		
10	Validar funcionamento correto da rejeição de garrafa sem rolha e garrafa sem rótulo		
11	Após estabilização activar compensação enchimento		
12	Até 30 minutos efectuar um controlo de qualidade completo (Tara, Torque, Estanquidade)		
13	Até 60 minutos retirar amostra para retenção		

 **LINE CLEARENCE DA LINHA**

ANTES do começo de produção Indicar qual a mudança (variante/código produto acabado):		Responsável	Verificação
De:	Código produto:		
Para:	Código produto:		
ANTES ARRANQUE DA PRODUÇÃO:			
1	Efectuar registos de rastreabilidade dos novos rótulos, caixas e ruínas (se aplicável) e utilizar em QW		
2	Todos os rótulos / caixas / garrafas (se aplicável) da produção anterior foram retirados da linha e do interior dos Equipamentos (Silo e Rotomatic incluídos)		
3	Os transportadores foram vazados e foram retiradas todas as caixas da plataforma do paletizador		
4	Todas as outras válvulas na baseada estão fechadas		
5	A válvula da variante que vamos produzir está aberta e a recolta activa		
6	Foi actualizado tipo de garrafa (se aplicável) e 3M das câmaras da rotuladora / formadora (usar folha de Packing Standards)		
7	Actualizar a variante na balança automática (registar densidade: _____)		
8	Efetuar controlo 3M ao 1º rótulo e 1ª caixa colocados na linha		
A LINHA ESTÁ PRONTA A ARRANCAR APÓS VERIFICAÇÃO ASSINADA			
APÓS ARRANQUE DA PRODUÇÃO:			
9	Efetuar teste de odor e aparência na 1ª garrafa após retirar as caixas necessárias da mudança de produto		
10	Validar funcionamento correto da rejeição de garrafa sem rolha e garrafa sem rótulo		
11	Após estabilização activar compensação enchimento		
12	Até 30 minutos efectuar um controlo de qualidade completo (Tara, Torque, Estanquidade)		
13	Até 60 minutos retirar amostra para retenção		

Anexo E

Matriz de Mudança

MUDANÇAS DE PRODUTO LINHA 320											
L-320	MUDAR PARA										
	Regular PT	Regular ES	Perfume Campo PT	Perfume Campo ES	Marsella	Mintaka Chase	Mintaka Tulipa	Mintaka Ace Protección	Hogar Lemon	Hogar	Hogar Premium
Regular PT		0	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Regular ES	0		4	4	4	4	4	4	4	4	4
Perfume do Campo PT	6	6		0	4	4	4	4	4	4	4
Perfume do Campo ES	6	6	0		0	4	4	4	4	4	4
Marsella	6	6	4	4		6	6	6	6	4	4
Mintaka Chase			6	6	6		4	6	6	6	6
Mintaka Tulipa			6	6	6	4		4	6	6	6
Mintaka Ace Protección			6	6	6	4	4		6	6	6
Hogar Lemon	6	6	4	4	4	6	6	6		4	6
Hogar	6	6	4	4	4	6	6	6	4		6
Hogar Premium			6	6	6	4	4	4	6	6	

Anexo F

Documento de Análise de Falha de Processo

Relatório de Análise de Intervenção																							
Data: 30/03/2023																							
1. Problema/Perda/Defeito: Qual é a descrição inicial do problema?		Tipo de perda																					
PRODUTO FORA DE ESPECIFICAÇÃO		<table border="1"> <tr> <td>Falha de processo</td> <td>☒</td> <td>Dados</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rota loss</td> <td>☒</td> <td>Operador</td> <td>SPF</td> </tr> <tr> <td>Alerta de qualidade</td> <td>☒</td> <td>Linha</td> <td>12AK</td> </tr> <tr> <td>Avaria</td> <td>☒</td> <td>Turno</td> <td>1A</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Tempo parado</td> <td>1h</td> </tr> </table>		Falha de processo	☒	Dados		Rota loss	☒	Operador	SPF	Alerta de qualidade	☒	Linha	12AK	Avaria	☒	Turno	1A			Tempo parado	1h
Falha de processo	☒	Dados																					
Rota loss	☒	Operador	SPF																				
Alerta de qualidade	☒	Linha	12AK																				
Avaria	☒	Turno	1A																				
		Tempo parado	1h																				
2. Condições básicas: Comprovar e documentar os seguintes standards:																							
O equipamento está contaminado?		Sim Não Se sim, limpar.																					
O equipamento tem alguma anomalia?		Sim Não Se sim, resolver a anomalia.																					
O equipamento está dentro de Centerline/CPE/PCS?		Sim Não Se não, anotar os valores actuais e colocar os valores correctos.																					
O CIL do equipamento foi realizado?		Sim Não Se não, rever as tarefas pendentes e completá-las.																					
Houve alguma falha operacional?		Sim Não Se sim, anotar as melhorias do procedimento.																					
Foi realizada alguma tarefa de PM ou algum projecto na área?		Sim Não Se sim, rever a possibilidade de interferção.																					
Foi detectado algum defeito nos materiais?		Sim Não Se sim, mudar o lote de produção.																					
3. Resultado AM: O problema foi solucionado? ☒ Sim ☒ Não Se sim, passar ao ponto 5. Se não, continuar para o ponto 4.																							
4. 8W-2H Pareto																							
4.1. Observar a máquina para ver claramente o problema.																							
1) O que? O que se vê?																							
DICALITE DEPOSITADA NA GALNAPA																							
2) Onde? Onde está exactamente o problema e onde é que não está?																							
TANQUE ENCH. IL, CROS ENCH., TUBAGEM, TANQUE T16																							
3) Qual? Que motivos-primas estão a afectar e quais é que não estão?																							
N/A																							
4) Quando? Quando é que o aconteceu o problema? (data, hora, operação normal, paragem, mudança, ...)																							
PARAGEM E/ MUDANÇA																							
5) Quem? Houve mudança de equipamentos ou de pessoas envolvidas na operação?																							
N/A																							
6) A quem? A quem é que foi dado conhecimento da situação?																							
CE E SEN																							
7) Como? Como é que ocorreu o problema? (circunstâncias, frequências, ...)																							
AO TENTAR A PRODUÇÃO O T16 FOI LEVADO AO LIMITE MÍNIMO																							
8) Quanto? Há quanto tempo é que a situação dura ou quanto tempo irá durar?																							
DEBIDA A ULTIMA LAVAGEM DO T16																							
4.2 Redefinição do problema de forma muito precisa com base nas observações obtidas no 8W-2H																							
FILTRO 3 NECESSITA DE SER ABERTO PARA MANUTENÇÃO EXISTE PASSAGEM DE DICALITE P/ OS TANQUES DE PRODUTO ACABADO																							
5. Acções correctivas tomadas imediatamente.																							
Acção		Responsável	Data de implementação																				
ABRIR TUBAGEM E LIMPEZA DE TANQUE ENCH. IL A/SU/JCM	AS/SU/JCM	29/03/23																					
LIMPAR BICOSS BANCADA	CE/SEN	29/03/23																					
BLOQUEAR PRODUTO																							
6. Causa básica: Que sistema falhou?																							
	DMS	Existe o standard? (inspecção, CIL, CPL, ...)	Se existe, está correcto?																				
Falha de condições	CIL/Anomalia	SIM	SIM																				
Falha de condições básicas de manutenção	Manutenção Preventiva	SIM	SIM																				
Mau ajuste (fora do CL)	Centerline/CPE	N/A	SIM																				
Má qualidade dos materiais	Especific. Material	N/A																					
Má operação	SOP/CPL	SIM	NÃO																				
Desenho inadequado	Kaizen/Chg. Mgmt	SIM	N/A																				
7. Acções a tomar para evitar a recorrência.																							
Acção		Responsável	Data de implementação																				
ALTERAR LIMITE NÍVEL BAIXO NOS TANQUES	JCM	31/03/2023																					
FAZER MANUTENÇÃO FILTRO 3 (AOS FAZER TRILHAS NAS)	JCM	17/06/2023																					

Anexo G

Ordem de Trabalho

 Fater s.p.a.		Maintenance Order 10075956 printed on 08.01.2024 at 14:58:39 - Pag.1 of 1 substituição das rodas dentadas 320		 JobTicket SAP Plant Maintenance	
Creation date: 22.11.2023		Author: SOUSA.AR		Status: RIL	
Type: FM01 Emergenza / non		Activity: FM1 Emergenza		Priority: ()	
Planning Group: PO1 GRP_PO-0715 / 1355					
Notification: 200073145 substituição das rodas dentadas 320				Bsc Start Date: 22.11.2023	
Reservation: 0048446446				Bsc Fin. Date : 22.11.2023	
Func.Location: PAPO-002-080-001 entrada e saída de garrafas					
Assembly:					
Equipment:					
Operation: 0010 substituição das rodas dentadas 320					
Duration: 180,0 MIN		Num.Persons: 1		Work: 180,0 MIN	
WC: PO_PACK CdL_PO_Packing					
Start: 22.11.2023 - 11:08:00		End: 22.11.2023 - 14:30:30			
Material	Description	C.R.	Reqmt	Qty.	

as End Operation 0010 as