Melhoria do OEE de uma linha de acabamento superficial numa fábrica de louça metálica

Ana Bárbara Estrela da Costa

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Eduardo José Rego Gil da Costa

U.PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2020-06-23

Aos meus pais, por tudo!

Resumo

A atual competitividade na indústria e a elevada exigência dos clientes implicam que as organizações tenham que aumentar continuamente a sua produtividade, melhorando a eficácia global dos seus equipamentos.

O presente projeto de dissertação de mestrado foi realizado na Silampos S.A., uma empresa que produz louça metálica, e que tem vindo a debater-se com reduções na eficácia global do processo produtivo, nomeadamente no setor do polimento, que constitui o gargalo do processo de produção. O presente projeto consitui uma abordagem para a melhoria da eficácia global de uma linha de acabamento superficial, através da melhoria dos índices de Disponibilidade, Qualidade e Eficiência.

No sentido de melhorar os índices de Disponibilidade, Qualidade e Eficiência, começou-se por mapear a situação inicial a partir da observação das operações no *gemba* e da análise de dados fornecidos pelos colaboradores. Com isto determinou-se o valor de cada fator e as perdas associadas a cada um deles. Depois de um estudo detalhado, identificaram-se oportunidades de melhoria e traçaram-se soluções para reduzir as perdas de produção, passando estas, maioritariamente, pela utilização de ferramentas *lean*.

As medidas propostas incluíram formação e motivação dos colaboradores, parametrização do processo de polimento para cada referência produzida, SMED, Gestão Visual, Normalização do Trabalho, 5S e Avaliação de Fornecedores.

Por razões externas ao desenvolvimento do projeto, as medidas não foram implementadas em tempo útil. No entanto, é expectável que as medidas sugeridas resultem no aumento do valor dos índices de Disponibilidade, Qualidade e Eficiência, cumprindo com as intenções da empresa, sem necessidade de investimentos avultados, de acordo com os objetivos iniciais do projeto.

Improvement of the OEE of a surface finish line in a metallic dishware factory

Abstract

Today's competitive manufacturing and the high demands from costumers requires that organizations have to continuously increase their productivity, improving the overall equipment effectiveness of their equipment.

This master's thesis project was carried out at Silampos S.A., a company that produces metallic dishware, and which has been struggling with reductions in the overall equipment effectiveness of its production process, namely in the polishing sector, which is the bottleneck of the production process. The present project consists of an approach for the improvement of the overall effectiveness of this surface finishing line, through the improvement of Availability, Quality and Efficiency indices.

In order to improve the Availability, Quality and Efficiency indices, the current situation was mapped based on *gemba* observations of the operations and the analysis of data provided by employees. This allowed the calculation of each factor's value and the losses associated with each one. After a detailed study, improvement opportunities were identified and solutions were designed to reduce production losses, mainly through the application of lean tools.

The proposed measures included training and motivating employees, parameterization of the polishing process for each reference produced, SMED, Visual Management, Standardized Work, 5S and Supplier Assessment.

For reasons external to the project development, the measures were not implemented in time. However, it is expected that the suggested measures will result in an increase in the Availability, Quality and Efficiency indices, fulfilling the company's intentions, without the need for major investments, according to the initial project objectives.

Agradecimentos

Esta dissertação é resultado de meses de trabalho, pelo que agradeço sinceramente a todos aqueles que, de alguma forma, fizeram parte deste percurso.

À Silampos S.A. por me conceder a oportunidade de realizar o trabalho nas suas instalações.

Ao Engenheiro Bruno Sousa, meu orientador da empresa, pelo apoio e esclarecimentos prestados ao longo do projeto.

À Engenheira Célia Soares pela preocupação e disponibilidade.

A todos colaboradores da Silampos S.A. que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta dissertação. Aos colegas de gabinete por desde logo me integrarem e colocarem à vontade e confortável. Aos colaboradores do polimento de corpos pela simpatia, camaradagem, inteira disponibilidade para ajudar e esclarecimentos que foram fundamentais para a execução do trabalho.

À Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e a todos os docentes e colaboradores do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica pela formação e por todos os conhecimentos transmitidos ao longo dos anos.

Ao Professor Eduardo Gil da Costa, meu orientador da FEUP, pela sua permanente disponibilidade, pelos conhecimentos transmitidos e pela ajuda imprescindível. A sua orientação e extrema dedicação permitiram-me manter o foco e terminar esta dissertação. Por tudo isto, o meu muito obrigada.

À minha família e amigos por estarem presentes e me apoiarem nesta caminhada.

Ao Pedro por estar sempre do meu lado, pela paciência, carinho e apoio incondicionais, obrigada por tudo.

À minha irmã pela frontalidade e sinceridade que tanto a caracterizam e que desde sempre me levaram a querer fazer melhor. Pela companhia, pela paciência, pelos abraços e amparo nos momentos difíceis e por todo o seu amor, obrigada.

Aos meus pais, que não podiam ser melhores, por lutarem por mim, pelo meu sucesso e pela minha felicidade. Por todas as oportunidades. Por nunca me deixarem desistir e por caminharem sempre comigo. Por serem o meu porto de abrigo. Por todos os sacrifícios. Pelo amor incondicional. Estou, e estar-lhes-ei, profundamente grata!

Índice de Conteúdos

1 Introdução 1
1.1 Enquadramento do projeto 1
1.2 Breve apresentação da empresa 1
1.3 Objetivos do projeto 3
1.4 Método seguido no projeto 3
1.5 Estrutura da dissertação 3

2 Enquadramento Teórico 4
2.1 O Sistema de Produção Toyota 4
2.2 Produção *Lean* 5
2.2.1 Princípios fundamentais 6
2.2.2 Tipos de desperdício 7
2.3 Ferramentas *Lean* 8
2.3.1 Ciclo PDCA 8
2.3.2 Gestão Visual 9
2.3.3 Trabalho Normalizado 10
2.3.4 5S 10
2.3.5 Gráfico de Pareto 12
2.3.6 Check Sheet 12
2.3.7 Single Minute Exchange of Die (SMED) 13
2.4 *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) 15
2.4.1 Índices do OEE 17
2.4.2 Valores de Referência para o OEE 18
2.4.3 Passos para melhorar o OEE 19

3 Caracterização do problema 20
3.1 Descrição do Processo Produtivo 20
3.2 Descrição do processo de acabamento superficial na linha em estudo 22
3.3 Mapeamento da situação inicial 24
3.4 Cálculo do OEE inicial 26
3.4.1 Análise do Índice Disponibilidade 28
3.4.2 Análise do Índice Qualidade 32
3.4.3 Análise do Índice Eficiência 34
3.5 Outras oportunidades de melhoria encontradas 36
3.6 Quadro-resumo com as oportunidades de melhoria identificadas 36

4 Soluções Propostas 38
4.1 Cálculo do OEE 38
4.2 Melhoria do valor do OEE 40
4.2.1 Medidas para melhorar o Índice Disponibilidade 40
4.2.2 Medidas para melhorar o Índice Qualidade 45
4.2.3 Medidas para melhorar o Índice Eficiência 46
4.2.4 Outras ações de melhoria 47

5 Conclusões e Perspetivas de Trabalho Futuro 49

Referências 51

ANEXO A: Guia de Operação 54

ANEXO B: Layout da linha em estudo 55

ANEXO C: *Check sheet* para inspeção de defeitos 56

ANEXO D: Folha de cálculo do OEE por turno 57

ANEXO E: Registo de mudança de escovas 58

ANEXO F: Folha de registo de parâmetros de polimento 59

ANEXO G: Lista de parâmetros por artigo....60
ANEXO H: *Checklist* das tarefas externas do *setup*....61
ANEXO I: Checklist das tarefas internas do setup....63
ANEXO J: Procedimento para execução do setup....64
ANEXO K: Auditoria 5S....66
ANEXO L: Consumíveis a usar na máquina de polir (IT e etiquetas)....67
ANEXO M: Tabela anterior dos Tempos de Ciclo Teóricos....69
ANEXO N: Tabela proposta para os Tempos de Ciclo Teóricos....70
ANEXO O: Etiquetagem dos botões da máquina....71
ANEXO P: Checklist de início de turno....73

Siglas

ERP – *Enterprise Resource Planning*

FIFO – *First In, First Out*

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

PDCA – *Plan, Do, Check, Act*

PMP – Plano de Manutenção Preventiva

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

WIP – *Work In Progress*

Índice de Figuras

Figura 1- Evolução dos produtos produzidos na Silampos S.A. (Silampos S.A., sem data) 2
Figura 2 - Casa TPS (adaptado de Fritze 2016, fig. 3) 5
Figura 3 - Os sete princípios do *Lean* (adaptado de Pinto 2014, fig. 1.4) 6
Figura 4 - Tipos de desperdício (adaptado de Melton 2005, fig. 3) 8
Figura 5 - Ciclo PDCA (adaptado de Borris 2006, pág. 174) 9
Figura 6 - Exemplos da aplicação de Gestão Visual (Clarity Visual Management 2020) 9
Figura 7 - Trabalho Normalizado: base para a melhoria contínua (Clarity Visual Management 2020) 10
Figura 8 - Os 6S's (Oras Group 2020) 11
Figura 9 - Exemplo de um Gráfico de Pareto (Coskun et al. 2010, fig. 4) 12
Figura 10 - Exemplo de uma Folha de Verificação (Tague 2005, pág. 142) 13
Figura 11 - Redução gradual do tempo de *setup* (adaptado de Coimbra 2013, pág.100) 14
Figura 12 - As Seis Grandes Perdas 16
Figura 13 - Fragmentação do Tempo Total para o cálculo do OEE (adaptado de Williamson 2006, fig. 1) 16
Figura 14 - Processo produtivo generalizado 20
Figura 15 - Processo produtivo das tampas 20
Figura 16 - Processo produtivos dos corpos 21
Figura 17 - Processo de acabamento 21
Figura 18 - Diferentes partes de um artigo 22
Figura 19 - Máquina de pré-lixagem 23
Figura 20 - Máquina de lixagem interior 23
Figura 21 - Máquina de polimento exterior 24
Figura 22 - Evolução do valor do OEE e dos seus índices 27
Figura 23 - Cálculo do OEE para o mês de março 27
Figura 24 – Valores do OEE por semana (em cima, à esquerda), por turno (em cima, à direita) e por dia da semana (em baixo) durante o mês de março 28
Figura 25 - Perdas do mês de março, por fator do OEE 28
Figura 26 - Distribuição do Tempo Total de Operação 29
Figura 27 - Índices de Disponibilidade por semana (em cima, à esquerda), por turno (em cima, à direita) e por dia da semana (em baixo) durante o mês de março 30
Figura 28 - Perdas de disponibilidade do mês de março, em horas 30
Figura 29 - Distribuição da Qualidade do mês de março 32
Figura 30 - Índices de Qualidade por semana (em cima, à esquerda), por turno (em cima, à direita) e por dia da semana (em baixo) durante o mês de março 33
Figura 31 – Gráfico de barras de ocorrência de defeitos 34

Figura 32 - Índices de Eficiência por semana (em cima, à esquerda), por turno (em cima, à direita) e por dia da semana (em baixo) durante o mês de março 35

Figura 33 - Exemplo de cronómetro digital (em https://www.amazon.com/-/es/BTBSIGN-cron%C3%B3metro-distancia-interruptor-obst%C3%A1culos/dp/B07S8XR94T)..... 39

Figura 34 - *Check Sheet* para contagem de recuperações e sucata (esquerda) e local para afixação (direita)..... 39

Figura 35 - Carro das formas atual (à esquerda), sugestão de alteração do carro das formas (à direita)..... 42

Figura 36 - Sistema *andon* proposto..... 43

Figura 37 - Estado atual da bancada de apoio (esquerda) e das malas de ferramentas (direita) 45

Figura 38 - Ciclo PDCA Visual do setor de polimento de corpos 48

1 Introdução

O presente trabalho, realizado no âmbito da unidade curricular Dissertação da opção Gestão da Produção do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, concretizou-se em ambiente empresarial na Silampos S.A. Neste capítulo, para além de uma breve apresentação da empresa, do projeto e dos seus objetivos, serão também a apresentadas a metodologia seguida e a estrutura do presente documento.

1.1 Enquadramento do projeto

Com o aumento significativo da competitividade e do foco dos clientes na qualidade, nos prazos de entrega e no custo dos produtos, a indústria tem sofrido, nas últimas décadas, diversas alterações no sentido de melhorar continuamente a qualidade e a produtividade (Gupta e Garg 2012).

Não alheia à necessidade de se manter competitiva, de forma a acompanhar os seus concorrentes e satisfazer as especificações dos seus clientes, a Silampos pretende aumentar a sua eficiência global através da melhoria do desempenho dos seus equipamentos, medido com recurso ao indicador *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

O presente projeto, intitulado "Melhoria do OEE de uma linha de acabamento superficial numa fábrica de louça metálica", surgiu da importância de aumentar a produtividade do setor gargalo do processo produtivo – o polimento, mais especificamente o de louça *multidisc* – onde o projeto foi realizado.

1.2 Breve apresentação da empresa

Estabelecida em Cesar, no concelho de Oliveira de Azeméis, desde 1951, a Silampos – Sociedade Industrial de Louça Metálica Campos S.A. é uma empresa especializada no *design*, conceção e comercialização de louça metálica.

A Silampos iniciou a sua atividade com a produção de louça de alumínio, tendo sobressaído na década de 60, a nível nacional e internacional, pelo fabrico da primeira panela de pressão em Portugal, em 1961, o que permitiu a expansão da sua atividade (Silampos S.A., sem data).

Com permanente aposta na inovação, no final da década de 70 a Silampos especializou-se na produção de louça em aço inoxidável e tem vindo desde então a desenvolver todo um conjunto de conhecimentos práticos que a posicionam no topo do setor (Silampos S.A., sem data).

Em 1978, a transformação da empresa em sociedade unifamiliar possibilitou o aumento da capacidade/produtividade/qualidade, o que fortaleceu a Silampos no mercado interno e capacitou a sua entrada na exportação, impulsionada durante a década de 80 (Silampos S.A., sem data).

Com a conclusão de um programa de investimento, em 1993, a Silampos integrou a tecnologia mais avançada até então para fabrico de louça metálica: um fundo térmico composto por duas camadas de diferentes materiais (aço inoxidável magnético e disco difusor de alumínio).

Denominada *Impact Disc Plus*, esta tecnologia possui excelentes propriedades de armazenamento, condução de calor, durabilidade e resistência à corrosão e é bastante versátil, uma vez que pode ser utilizada em fogões a gás, de indução, elétricos e vitrocerâmicos, aumentando assim a competitividade da Silampos no mercado (Silampos S.A., sem data).

Investindo na internacionalização, constituiu a Silampos UK em 2000 com a aquisição das empresas inglesas Horwood Homewares, Ltd. e Kaufmann, Ltd., posteriormente vendidas, em 2016 (Silampos 2020).

A Silampos transformou-se em Sociedade Anónima no ano de 2001 e em 2004 ampliou o negócio, inserindo-se no mercado da hotelaria e restauração através da produção de louça industrial em aço inoxidável (Silampos 2020).

Prezando os seus clientes e pensando na redução dos consumos de energia, dos tempos e das temperaturas de cozedura, a Silampos desenvolveu em 2005 a louça *Multidisc*, que consiste na extrapolação das características térmicas do fundo *multidisc* a todo o corpo da peça. Deste modo, esta louça dispensa o fundo térmico mantendo o aquecimento uniforme por toda a peça (Silampos S.A., sem data).

De modo a expandir para diferentes áreas de negócio, criou a marca Cook Silampos em 2006 (para atuar nas grandes superfícies em Portugal), investiu na área do *Living/Garden* em 2008 com um grelhador de exterior a gás (o *Garden Grill*) e no mobiliário urbano em 2010, criando a marca Silampos Urban (Silampos 2020).

Mais recentemente, em 2018, a empresa apostou num novo modelo de panela de pressão da marca Silampos, a Start Twist.

A Silampos possui o Sistema de Gestão da Qualidade certificado pela norma ISO 9001, o Sistema de Gestão Ambiental pela ISO 14001 e o Sistema de Gestão de Energia pela ISO 50001 (Silampos 2020).

Atualmente, a organização, que emprega cerca de 200 colaboradores, lidera o mercado nacional, é reconhecida internacionalmente como marca de excelência, exportando para mais de 50 países, e produz uma vasta gama de produtos de diversas marcas, para além da louça Silampos (Silampos S.A., sem data).

Na Figura 1 ilustra-se a evolução dos produtos produzidos e das tecnologias usadas na Silampos S.A. ao longo do tempo.



Figura 1- Evolução dos produtos produzidos na Silampos S.A. (Silampos S.A., sem data)

A Silampos reflete na sua operação os valores que defende, tendo em consideração clientes, fornecedores, acionistas, colaboradores e a comunidade em que se insere, sendo estes: integridade, honestidade, profissionalismo, rigor, cooperação, parceria, inovação, melhoria contínua, qualidade, especialidade, tradição, cultura e sustentabilidade (Silampos 2020).

1.3 Objetivos do projeto

O objetivo explícito desta dissertação é aumentar o OEE da máquina de polimento da louça *multidisc*. No entanto, sendo o OEE constituído pelos índices Disponibilidade, Qualidade e Eficiência, a análise e melhoria de cada um deles constitui um objetivo adjacente ao objetivo principal.

1.4 Método seguido no projeto

Na fase inicial do projeto foi fundamental conhecer-se o funcionamento da empresa, bem como todo o processo produtivo, para uma melhor contextualização e compreensão do tema. Neste sentido, começou-se por se fazer uma visita às diversas seções da fábrica. Depois, passou-se algum tempo no setor de polimentos de corpos a observar as diversas operações, a identificar eventuais oportunidades de melhoria e a conhecer os colaboradores, cuja cooperação seria imprescindível ao longo do trabalho.

A Silampos S.A. tinha adquirido há poucos meses um novo sistema integrado de gestão empresarial (ERP) que não estava completamente parametrizado e operacional à data de início da dissertação, pelo que não era, nem é ainda, possível extrair os dados necessários automaticamente. Assim sendo, foi necessário criar uma folha de cálculo para determinar o OEE do equipamento em estudo. Para além de facultar o valor geral deste indicador, o documento concebido permite particularizar cada um dos três fatores do OEE, Disponibilidade, Qualidade e Eficiência, e quantificar as diversas perdas. Recolheram-se e inseriram-se no ficheiro os dados do mês de março, que serviram de referência para o mapeamento da situação inicial, uma vez que não existia histórico de informação para usar como base de comparação.

Conciliando os dados recolhidos com as ilações retiradas da observação das tarefas no *gemba* (chão de fábrica em português), detetaram-se as principais perdas, identificaram-se as suas causas raízes e delinearam-se ações de melhoria a implementar, contando-se sempre com os conselhos e sugestões dos operadores.

1.5 Estrutura da dissertação

O presente documento está dividido em cinco capítulos principais, que se encontram divididos em subcapítulos.

Neste capítulo introdutório contextualizou-se o projeto, apresentou-se a empresa onde o trabalho decorreu, listaram-se os objetivos a alcançar e mencionou-se a metodologia aplicada na execução do trabalho.

No segundo capítulo expõe-se uma revisão bibliográfica, que consiste numa fundamentação teórica das ferramentas e dos conceitos aplicados ao longo do projeto.

No capítulo três caracteriza-se o problema, descreve-se o processo produtivo, mapeia-se a situação inicial e enumeram-se os problemas encontrados.

No quarto capítulo descrevem-se as propostas de melhoria para solucionar os problemas identificados e a metodologia a seguir para as implementar, de modo a atingir o objetivo de aumentar o OEE.

No quinto e último capítulo apresentam-se as conclusões resultantes da realização do trabalho e sugerem-se trabalhos a executar futuramente na empresa.

2 Enquadramento Teórico

Neste capítulo apresenta-se a fundamentação teórica dos conceitos e das ferramentas mais relevantes à realização do presente trabalho. Começa-se por se introduzir o Sistema de Produção Toyota e a Produção *Lean* que dele surgiu. Depois, apresentam-se diversas ferramentas *lean*. Por último, aborda-se o conceito de OEE.

2.1 O Sistema de Produção Toyota

A Toyota Motor Coorporation, empresa japonesa de fabrico automóvel, foi criada em 1930 por Kiichiro Toyoda depois de ter recebido de seu pai, Sakichi Toyoda, a quantia arrecadada com a venda dos direitos da patente do seu tear automático produzido na empresa por este fundada em 1926, a Toyoda Automatic Loom Works, Ltd. Uma vez que os seus teares paravam assim que era detetada uma anomalia, Sakichi Toyoda foi considerado o fundador do princípio *Jidoka* (Fritze 2016).

Demorou anos até que a Toyota conseguisse produzir os primeiros veículos, devido às más condições de produção, o que levou o seu CEO, Eiji Toyoda, e os seus gestores a fazer uma viagem aos Estados Unidos em 1950, com o intuito de estudar a produção de fábricas como a Ford e a General Motors (GM), líderes do mercado automóvel na altura. Surpreendentemente, depararam-se com o mesmo sistema de produção em massa usado há décadas, composto por grandes falhas que levavam a uma deteção tardia de defeitos, a avultadas quantidades de inventário e, consequentemente, a um enorme desperdício de recursos. Este modo de operar da Ford e da GM expôs a Eiji Toyoda uma oportunidade de reinventar a Toyota, tendo este incumbido a Taiichi Ohno, diretor de produção, a missão de melhorar o processo produtivo da empresa de forma a torná-lo competitivo com o da Ford (Fritze 2016). Foi então que TaiIchi Ohno iniciou a conceção do Sistema de Produção Toyota, *Toyota Production System* (TPS) em inglês, continuada depois por Shigeo Shingo (Pinto 2014).

Depois da Segunda Guerra Mundial a maior preocupação da Toyota era produzir bens de alta qualidade com valor para o cliente, na exata quantidade necessária, com o menor desperdício possível. Para Taiichi Ohno o Sistema de Produção Toyota "é um sistema de produção que é um sistema de controlo de quantidade, baseado num fundamento de qualidade, cujo objetivo é reduzir custos, e o meio para a redução dos custos é a absoluta eliminação de desperdício" (Wilson 2009).

O TPS é frequentemente esquematizado na forma de uma casa (a *TPS House*), tal como se apresenta na Figura 2, que contém os fundamentos na base, os pilares (atividades principais) no centro, e os objetivos no topo.

Os conceitos que estão na base deste sistema de produção são: a Filosofia Toyota, composta pelos princípios e valores da empresa que implicam mais dependência nas pessoas; a Gestão Visual, que utiliza meios visuais para envolver todos no processo; os Processos Estáveis e Estandardizados, que reduzem variabilidade; e o Nivelamento da Produção (*Heijunka*) (Fritze 2016).

Os dois pilares do TPS são o *Just-in-time* e o *Jidoka*, sendo que o primeiro consiste em fornecer a quantidade exata, no momento exato e no local certo (controlo de quantidade) e o segundo em não permitir que artigos sem qualidade avancem no processo de produção (controlo de qualidade), apostando na autonomação para deteção de anomalias e na paragem imediata da produção (Wilson 2009).

Inerente à base e aos pilares mencionados estão a melhoria contínua (*Kaizen*) e o respeito pelas pessoas, que definem o TPS. O TPS é um conjunto de técnicas desenhadas com o objetivo de reduzir custos, que se consegue com a redução/eliminação de desperdício (Wilson 2009).

Outros objetivos aliados são a melhoria da qualidade, da segurança e da motivação, e a redução dos tempos de entrega ao cliente.

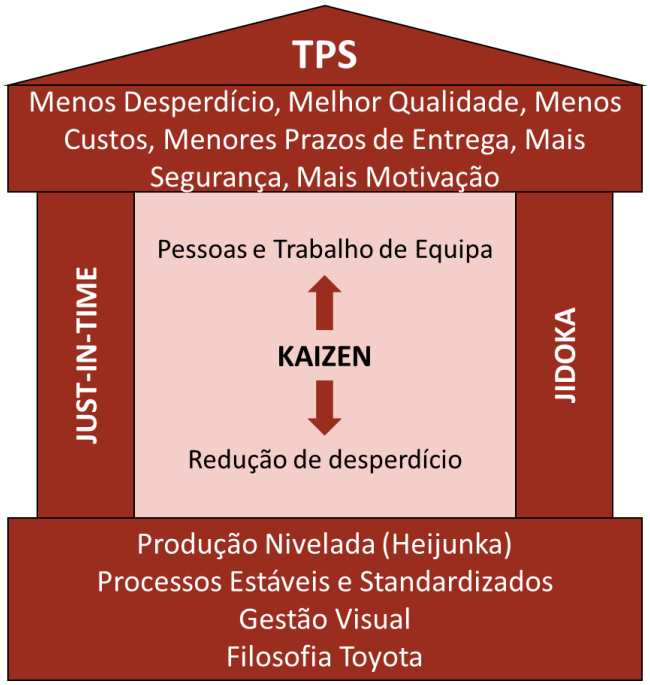


Figura 2 - Casa TPS (adaptado de Fritze 2016, fig. 3)

2.2 Produção *Lean*

O *Lean* (Produção Magra) é uma filosofia de liderança e gestão que ambiciona a contínua eliminação de desperdício e a criação de valor, tendo como origem o Sistema de Produção Toyota (Pinto 2014). Este conceito surgiu da publicação *The Machine That Changed The World* de Womack, Jones e Ross, que veio mostrar ao mundo existir uma forma melhor, concebida pela Toyota depois da Segunda Guerra Mundial, do que a produção em massa para organizar e gerir a relação com os clientes, a cadeia de abastecimento, o desenvolvimento do produto e as operações. Este novo método foi designado de *Lean Production* pelos autores por "fazer mais e mais com menos e menos" – menos esforço humano, menos equipamento, menos espaço e menos tempo – à medida que se aproxima de providenciar aos consumidores exatamente o que estes desejam (Womack e Jones 2003).

García-Alcaraz, Maldonado-Macías e Cortes-Robles (2014) definem a produção *lean* como uma combinação de ferramentas que levam à supressão de atividades que não acrescentam valor ao produto, eliminando ou reduzindo desperdício e melhorando as operações.

Segundo Pinto (2014) valor é tudo o que justifica a atenção, o tempo e o esforço dedicado a algo, pelo que as empresas se devem focar somente nas atividades que vão de encontro às especificações e satisfação dos clientes, ou seja, às atividades de valor acrescentado.

As atividades que não acrescentam valor são desperdício, *muda* em japonês, que torna os produtos/serviços mais dispendiosos, por serem neles utilizados recursos e tempo desnecessários. Existem dois tipos de desperdício: o puro, onde estão incluídas as atividades completamente dispensáveis, e o necessário, que compreende atividades que não acrescentam valor mas que têm de ser realizadas (Pinto 2014).

2.2.1 Princípios fundamentais

Womack e Jones (2003) resumiram o *lean* em cinco princípios que, quando bem entendidos e conjugados, permitem o uso pleno das técnicas *lean*. Estes princípios são:

1. Especificar valor – o valor tem de ser definido pelo cliente final e tem de ser associado a um único produto, que cumpre as necessidades desse cliente a um preço específico, numa altura específica;
2. Identificar a cadeia de valor – para cada produto específico deve mapear-se o conjunto de operações necessário para o produzir. Este princípio permite distinguir os três tipos de ações que acontecem ao longo da cadeia de valor: as que efetivamente criam valor, as que não criam valor mas são inevitáveis, como a inspeção, por exemplo, e as que não criam valor de todo, devendo por isso ser eliminadas;
3. Criar fluxo contínuo – depois de especificados o valor e a cadeia de valor de um produto e eliminadas as etapas desnecessárias que não criam valor, é imprescindível que as etapas remanescentes fluam continuamente na organização, desde a matéria prima até ao produto acabado. Deve passar-se de departamentos e lotes para equipas e fluxo;
4. Aplicar produção Pull - deixar o cliente puxar os produtos do fabricante quando precisa deles em vez do fabricante empurrar produtos indesejados para o cliente, ou seja, produzir exatamente o que o cliente quer, quando ele o quer;
5. Procurar a perfeição – os quatro princípios anteriores interagem entre si num ciclo. No entanto, o processo de reduzir esforço, espaço, tempo, custos e erros nunca deve acabar, devendo procurar-se melhorar este ciclo continuamente.

Por considerar que os princípios acima enumerados apresentam lacunas por terem unicamente em conta a cadeia de valor do cliente e por levarem as empresas a cair num ciclo vicioso de redução de desperdício, esquecendo a criação de valor, Pinto (2014) sugere dois princípios adicionais: Conhecer os *stakeholders* (clientes, fornecedores, colaboradores, acionistas, entre outros) do negócio, atentando à satisfação de todos e não apenas à dos clientes, e Inovar sempre, criando novos produtos, serviços e/ou processos de forma a criar valor, transformando a "gordura" da organização em "músculo". Desta sugestão resultam então 7 princípios *lean*, ilustrados na Figura 3.



Figura 3 - Os sete princípios do *Lean* (adaptado de Pinto 2014, fig. 1.4)

A aplicação correta e constante destes princípios traz às empresas vários benefícios, há muito conhecidos como benefícios do *Lean*. São estes: redução dos prazos de entrega, redução de inventário, redução de desperdício, redução do retrabalho, redução dos custos e aumento da compreensão dos processos (Melton 2005).

2.2.2 Tipos de desperdício

Uma vez que o objetivo fundamental do *Lean* é a eliminação de desperdício torna-se importante perceber os tipos de atividades de valor não acrescentado existentes. Taiichi Ohno, o maior "rival do desperdício", reconheceu sete tipos de *muda* (Womack e Jones 2003), que para além das linhas de produção também podem ser aplicados no desenvolvimento de produto, receção de encomendas e no escritório (Liker e Meier 2006). Os sete tipos de desperdício identificados por Taiichi Ohno são:

1. Sobreprodução – produzir mais quantidade ou mais cedo do que o cliente precisa. O excesso de produção cria demasiado inventário (*stock*) que implica gastos excessivos com mão humana, armazenamento e transporte (Liker e Meier 2006). Mais ainda, antecipa compras, elimina flexibilidade ao planeamento e consome materiais e energia em demasia (Pinto 2014). Este é o tipo de desperdício mais penalizante, sendo completamente o contrário do *just-in-time* que tanto caracteriza o *Lean* (Pinto 2014);
2. Esperas – tempos em que os colaboradores e/ou os equipamentos não produzem por estarem à espera de algo, sendo maioritariamente causados por obstrução do fluxo (avarias, acidentes, entre outros), layout inadequado, grandes lotes de produção, atrasos em entregas dos fornecedores (tanto externos como internos) e oferta não balanceada com a procura (Pinto 2014);
3. Transporte – movimentar trabalho em processo (WIP) de sítio em sítio durante o processo ou ter de deslocar materiais, peças ou produtos acabados para dentro ou fora do armazém ou entre processos (Liker e Meier 2006). Para além de aumentarem os custos e o tempo de fabrico, as movimentações podem levar à danificação dos artigos (Pinto 2014).
4. Processamento excessivo – realização de operações dispensáveis para processar as peças. Por vezes um mau *design* da ferramenta ou do produto conduz a um processamento ineficiente, provocando movimentos e defeitos desnecessários. Conceder aos produtos qualidade superior à necessária gera desperdício. De vez em quando o processamento em demasia é executado para ocupar tempo livre em vez de o gastar em esperas (Liker e Meier 2006).
5. Excesso de inventário – pode traduzir-se em excesso de matéria prima, WIP ou produtos acabados. O excesso de inventário provoca prazos de entrega mais longos, obsolescência, danificação de mercadorias, atrasos e custos de transporte e de armazenamento. Este tipo desperdício esconde, por norma, outros problemas existentes nas organizações como produção não balanceada, entregas tardias por parte dos fornecedores, defeitos, inatividade do equipamento e mudanças de ferramenta (*setups*) extensas (Liker e Meier 2006).
6. Movimento desnecessário – qualquer movimento que os operadores tenham de efetuar durante o curso do seu trabalho que não acrescente valor ao produto, como ir buscar ou procurar materiais ou ferramentas, é considerado desperdício. Caminhar é desperdício (Liker e Meier 2006);
7. Defeitos – produção de peças defeituosas e a sua correção: retrabalho, sucata e inspeção implicam desperdício de manuseamento, tempo e esforço (Liker e Meier 2006).

Liker e Meier (2006) acrescentaram a esta lista um outro tipo de desperdício: a criatividade não utilizada dos funcionários, defendendo que não envolver ou ouvir os colaboradores implica perda de tempo, ideias, capacidades, melhorias e de oportunidades de aprendizagem.

Também Womack e Jones (2003) consideraram existir oito, e não sete, tipos desperdícios, incluindo na sua lista a produção de bens/serviços que não correspondem às necessidades do cliente.

A Figura 4 destaca os tipos de desperdícios descritos.



Figura 4 - Tipos de desperdício (adaptado de Melton 2005, fig. 3)

2.3 Ferramentas *Lean*

O *Lean* providencia uma metodologia para eliminar desperdício e melhorar as organizações, pelo que se têm vindo a desenvolver inúmeras técnicas e ferramentas para serem usadas nesse sentido (Bhasin 2015). Apresentam-se neste subcapítulo as ferramentas *lean* mais relevantes ao desenvolvimento da presente dissertação, sendo estas o ciclo PDCA, a Gestão Visual, o Trabalho Normalizado, os 5S, o Diagrama de Pareto, a *Check Sheet* e o SMED.

2.3.1 Ciclo PDCA

Sempre que se fazem melhorias é fundamental seguir o Ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), para que nunca se façam alterações sem se verificar se as mesmas tornam as coisas melhores ou piores (Borris 2006).

Este ciclo enfatiza a necessidade de todos os programas de melhoria começarem com um planeamento cuidadoso, resultarem em ações eficazes e de avançarem novamente para um planeamento cuidadoso. É um ciclo contínuo sem fim, pelo que a conclusão de um ciclo prossegue com o início do próximo (Soković et al. 2009). O PDCA é constituído pelas quatro fases seguintes:

1. Planear (*Plan*) – Analisar o que necessita ser melhorado e decidir o que deve ser alterado (Soković et al. 2009);
2. Executar (*Do*) – Implementar as mudanças que foram determinadas na fase de planeamento (Soković et al. 2009);
3. Verificar (*Check*) – Monitorizar e medir os processos e produtos de acordo com as alterações feitas nas etapas anteriores e garantir que estão a resultar como pretendido (Borris 2006). Comunicar os resultados (Soković et al. 2009).
4. Atuar (*Act*) – Reação às mudanças ou execução do ciclo PDCA novamente. Manter a melhoria contínua (Soković et al. 2009).

A Figura 5 ilustra o ciclo PDCA.

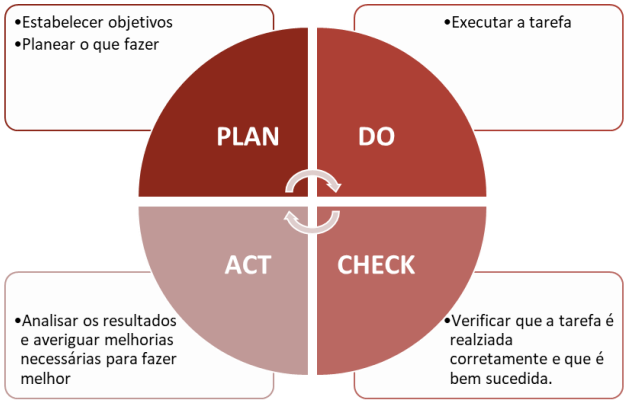


Figura 5 - Ciclo PDCA (adaptado de Borris 2006, pág. 174)

2.3.2 Gestão Visual

Um fator fundamental para o *Lean* é que qualquer pessoa possa ser capaz de ver e perceber os diferentes aspetos e o estado de um processo a qualquer momento (Parry e Turner 2006).

A Gestão Visual consiste na exposição de meios visuais em toda a fábrica, com o intuito de melhorar a comunicação da informação e de tornar acessível e claro o estado e a condição atuais do processo de fabrico a todos os colaboradores (Bhasin 2015).

O *Lean* requer atenção e foco constantes e a implementação de métricas visuais é uma forma eficaz de manter os colaboradores focados, sendo os indicadores de qualidade, produtividade, segurança, fluxo, tempo de atividade da máquina e de serviço ao cliente as métricas mais comummente afixadas (Bhasin 2015). Os melhores apoios visuais são representações gráficas, imagens, esquemas, posters, código de cores e transparências (Parry e Turner 2006). Também são frequentemente usadas linhas pintadas no chão e marcas em diversos locais para indicar onde os materiais e as ferramentas devem ser colocados e guardados (Bhasin 2015). Na Figura 6 vêem-se dois exemplos de técnicas de Gestão Visual: a marcação de uma zona de reunião e um quadro com diversos indicadores (do lado esquerdo), e a marcação da localização de ferramentas de limpeza (do lado direito).

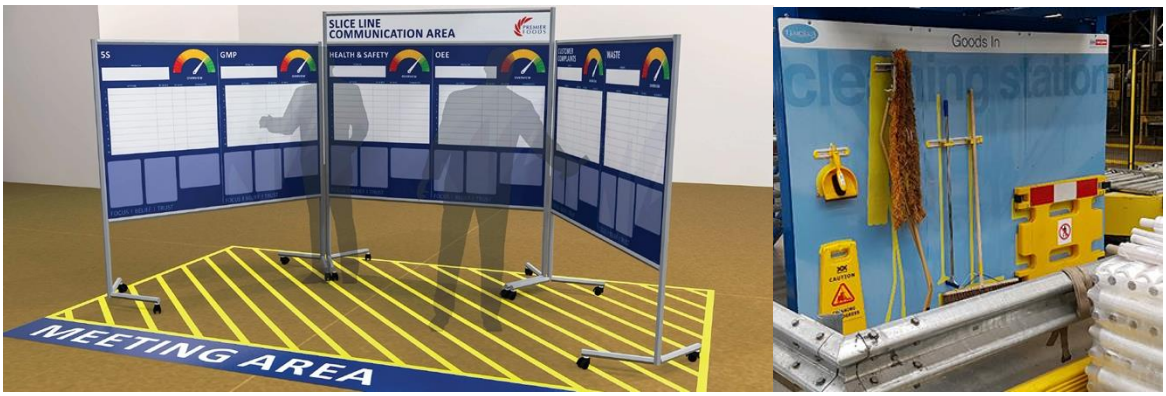


Figura 6 - Exemplos da aplicação de Gestão Visual (Clarity Visual Management 2020)

A Gestão Visual tem diversas e importantes funções, tais como: transparência, disciplina, melhoria contínua, facilitação do trabalho, treino, criação de sentido de responsabilidade, simplificação e unificação. Deste modo, esta ferramenta *lean* facilita a autonomia dos colaboradores, promove a melhoria contínua, permite eliminar desperdício, simplifica a partilha

de informação, expõe problemas e anormalidades permitindo uma rápida resposta e recuperação, e mostra os ganhos alcançados (Yik e Chin 2019).

2.3.3 Trabalho Normalizado

O Trabalho Normalizado, em inglês *Standardised Work*, descreve o melhor procedimento para realizar o trabalho, tendo como objetivo realizá-lo bem à primeira, sem erros, eficazmente e sem desperdício (MÍkva et al. 2016).

Criar trabalho normalizado significa atingir fluidez nos movimentos dos trabalhadores, de maneira a que a tarefa seja elaborada com a maior qualidade no menor tempo possível (Coimbra 2013). As etapas para garantir a realização de uma boa norma de trabalho são as seguintes:

1. Definir os objetivos de melhoria;
2. Observar o trabalho;
3. Planear e implementar melhorias no trabalho;
4. Normalizar o trabalho (tendo em conta as melhorias);
5. Consolidar o trabalho (formação e treino)

Os *standards* são usados para reduzir a variação e a correção de erros, aumentar a segurança, facilitar a comunicação, visualizar problemas, auxiliar na formação e treino dos operadores, aumentar a disciplina no trabalho, facilitar a resposta a desafios e clarificar os procedimentos de trabalho (MÍkva et al. 2016).

O Trabalho Normalizado garante que, depois de um processo ter sido melhorado e o desperdício eliminado, não se torna a realizá-lo da maneira anterior, passando a nova prática a constituir a base para futuras melhorias, como se vê no exemplo da Figura 7.

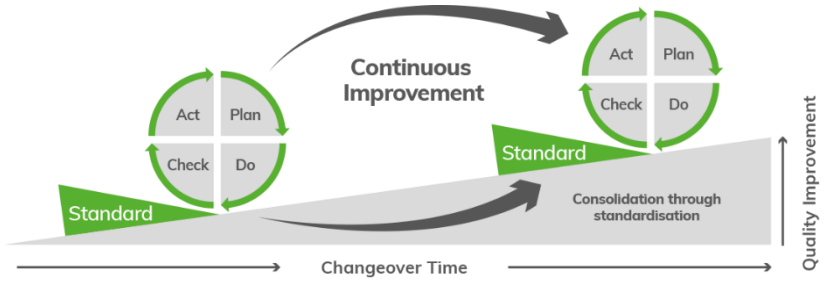


Figura 7 - Trabalho Normalizado: base para a melhoria contínua (Clarity Visual Management 2020)

2.3.4 5S

Os 5S são uma ferramenta *lean* oriunda do Japão, provindo o seu nome das iniciais de cinco palavras japonesas: *Seiri* (*Sort*), *Seiton* (*Set in order*), *Seiso* (*Shine*), *Seiketsu* (Standardize) e *Shitsuke* (Sustain) (Yik e Chin 2019), sendo a tradução para português Selecionar, Organizar, Limpar, Normalizar e Autodisciplinar, respetivamente.

O programa dos 5S é um processo sistemático de limpeza e arrumação do local de trabalho que envolve todos os colaboradores e que necessita do seu comprometimento para o implementar e praticar constantemente, visto que um local de trabalho desorganizado não permite identificar problemas facilmente. Tornar os problemas visíveis é o primeiro passo para a melhoria, pelo que limpar e organizar a área de trabalho é essencial (Gupta e Garg 2012). Para além disso, organizar o local de trabalho permite reduzir tempo despendido à procura das coisas (Yik e Chin 2019). Outro objetivo desta ferramenta é manter a estabilidade do processo (Yik e Chin 2019).

Implementar os 5S acarreta inúmeros benefícios como a utilização melhorada do local de trabalho, um melhor ambiente, a prevenção da perda de ferramentas, a redução da poluição, a disciplina, consciencialização e moral dos funcionários, e a melhoria da comunicação e das relações humanas (Yik e Chin 2019).

Descreve-se a seguir cada um dos 5S:

1. *Seiri* (Selecionar) – Eliminar da área de trabalho aquilo que não é usado regularmente. A ideia é selecionar e separar o material que não é necessário para efetuar o trabalho daquele que é, de forma a facilitar o trabalho, o fluxo de material, a movimentação dos operadores e ainda melhorar a utilização do espaço (Feld 2001);
2. *Seiton* (Organizar) – Identificar e organizar o material remanescente, facilitando o reconhecimento das ferramentas, dos recursos e dos materiais adequados (Feld 2001). Deve certificar-se de que as coisas estão organizadas de forma a que o fluxo seja simplificado. Existe uma frase muito conhecida do *lean* que se aplica a este conceito: "Um lugar para cada coisa e cada coisa no seu lugar" (Medinilla 2014);
3. *Seiso* (Limpar) – Limpar todo o local de trabalho e equipamento, mantendo-os organizados e asseados, garantindo que ficam prontos a ser utilizados pelo próximo colaborador (Medinilla 2014), ou seja, no fim de cada turno a área de trabalho deve estar limpa e arrumada e não deve haver nada em falta ou fora do lugar (Feld 2001);
4. *Seiketsu* (Normalizar) – Institucionalizar as medidas tomadas nas três etapas anteriores para que a área se mantenha limpa e para impedir que os funcionários retornem à maneira antiga de operar (Feld 2001). Garantir que existem *standards* de maneira a que o treino seja mais rápido, os processos sejam estáveis e que o intercâmbio (entre turnos, por exemplo) seja mais fácil (Medinilla 2014).
5. *Shitsuke* (Autodisciplinar) – Garantir o cumprimento das regras, manter a disciplina e prevenir recaídas (Medinilla 2014). A gestão tem a responsabilidade de dar o exemplo, uma vez que as pessoas prestam mais atenção àquilo que a gestão faz do que àquilo que diz. Para além disso, deve proclamar a importância desta ferramenta, esclarecer expectativas e caminhar pelo chão de fábrica (*gemba walk*) para compensar aqueles que a estão a utilizar e disciplinar construtivamente aqueles não estão (Feld 2001).

Nalgumas empresas a ferramenta 5S expandiu para a 6S que incorpora a Segurança, com o objetivo de prevenir perigos, lesões e mortes e assegurar que os trabalhadores estão consciencializados e preparados para qualquer problema de segurança e saúde no local de trabalho (Sukdeo 2017). Apesar de já se aumentar a segurança ao aplicar a metodologia 5S, devido à organização e sinalização do local de trabalho, algumas atividades com risco associado podem não ser detetadas. Neste sentido, este S adicional centra-se na inspeção e revisão meticulosas de cada processo e área de trabalho, de modo a garantir maior segurança em toda a empresa (Jimeacutenez et al. 2019). Os principais objetivos do sexto S são assegurar a aplicação das normas de segurança e da certificação segura da máquina (Jimeacutenez et al. 2019) e eliminar acidentes, perigos e riscos (Sukdeo 2017). Na Figura 8 encontra-se uma ilustração de cada um dos 6S'S.



Figura 8 - Os 6S's (Oras Group 2020)

2.3.5 Gráfico de Pareto

O Gráfico de Pareto é baseado no princípio de Pareto, assim designado em homenagem ao economista italiano Vilfredo Pareto (Bosser et al. 2018).

Esta ferramenta gráfica é usada para classificar causas desde a mais significativa à menos significativa, sugerindo que a maior parte dos efeitos surge de relativamente poucas causas, mais especificamente, 80% dos efeitos provém de 20% dos motivos possíveis (pelo que é frequentemente citada como "regra dos 80-20") (Bosser et al. 2018). O Diagrama de Pareto é um gráfico de barras priorizado, uma vez que mostra a importância relativa da diferença entre um conjunto de dados. As barras são ordenadas do valor mais alto para o mais baixo (da esquerda para a direita), o que confere a esta ferramenta vários usos possíveis para tomadas de decisão, como (Rooney et al. 2009):

- Frequência relativa de categorias de ocorrências;
- Quais 20% das fontes causaram 80% dos erros (problemas, defeitos, entre outros);
- Custos relativos incorridos na produção de diferentes tipos de defeitos;
- Em que categoria ou categorias se devem focar os esforços de melhoria.

Resumindo, o Gráfico de Pareto ajuda a identificar as causas que devem ser analisadas de modo a encontrar solução para a maioria dos problemas (Samuel, Oyawale, e Fayomi 2019).

Na Figura 9 apresenta-se um exemplo de um Gráfico de Pareto.

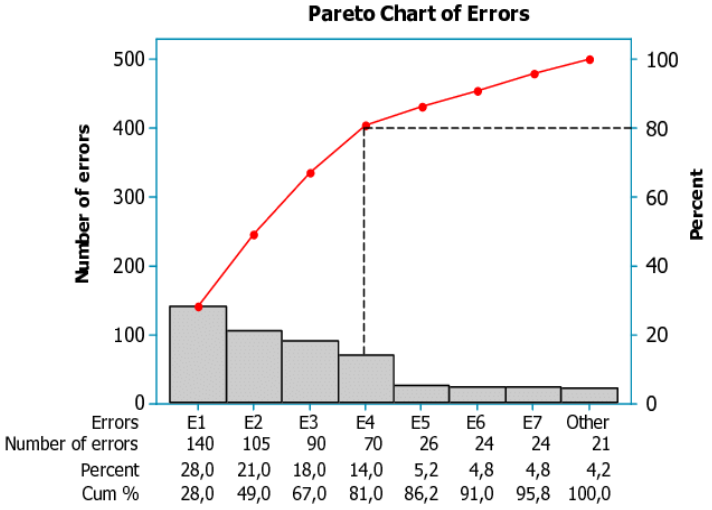


Figura 9 - Exemplo de um Gráfico de Pareto (Coskun et al. 2010, fig. 4)

2.3.6 Check Sheet

Uma *check sheet* (folha de verificação) é um formulário estruturado para recolher e analisar dados, podendo ser adaptada para uma ampla variedade de propósitos (Tague 2005).

Deve recorrer-se à *check sheet* quando a informação pode ser observada e recolhida repetidamente pela mesma pessoa ou no mesmo local, para recolher informação sobre a frequência de eventos, problemas, defeitos, entre outros, e para recolher dados de um processo de produção (Tague 2005). Pode ver-se o exemplo de uma folha de verificação na Figura 10.

Telephone Interruptions

Reason	Day					
	Mon	Tues	Wed	Thurs	Fri	Total
Wrong number	𝍸	||	|	𝍸	𝍸 ||	20
Info request	||	||	||	||	||	10
Boss	𝍸	||	𝍸 ||	|	||||	19
Total	12	6	10	8	13	49

Figura 10 - Exemplo de uma Folha de Verificação (Tague 2005, pág. 142)

Um tipo específico de folha de verificação é a *Checklist*, que consiste numa lista predeterminada de itens, ações ou questões que são marcados (*checked*) à medida que vão sendo completados (Tague 2005). Procedimentos de trabalho, verificações de segurança, auditorias, revisões de projetos, planeamento de eventos e planeamento de reuniões são situações onde se usam *checklists* regularmente (Tague 2005).

2.3.7 Single Minute Exchange of Die (SMED)

A ferramenta *Single Minute Exchange of Die* (SMED), em português Troca Rápida de Ferramenta, refere-se à prática de simplificar e melhorar as atividades operacionais de *setup* e tem sido a abordagem preferencial para reduzir as perdas de tempo na mudança de produção de um produto para outro, sendo o tempo de *setup* aquele despendido entre o fabrico da última peça da produção anterior e a primeira peça com qualidade após a troca (Benjamin, Murugaiah, e Marathamuthu 2013). Mais concretamente, o termo SMED alude à teoria e às técnicas de executar as operações de *setup* em menos de dez minutos, sendo este o objetivo do SMED (Shingo 1985). Apesar de nem todos os *setups* poderem ser concluídos num tempo inferior a dez minutos, a aplicação desta ferramenta leva sempre a uma redução significativa do tempo de *setup*, que é fundamental para desenvolver uma posição industrial competitiva (Shingo 1985) pois, com a redução do tempo de *setup*, consegue-se aumentar a produtividade, reduzir inventário, melhorar a qualidade, reduzir prazos de entrega, aumentar a flexibilidade e reduzir o tamanho dos lotes (Sousa et al. 2018). Para Feld (2001), o SMED não se foca na redução do tempo total gasto em *setups*, mas sim em realizar mais *setups* na mesma quantidade de tempo, sendo o seu objetivo primário conferir flexibilidade ao processo.

A metodologia SMED foi desenvolvida por Shigeo Shingo ao longo de dezanove anos. A sua criação teve início em 1950, altura em que o consultor japonês conduzia um programa de melhorias na Toyo Industries (atual Mazda) e percebeu que as tarefas se podiam discriminar em internas - que só podem ser executadas quando a máquina está parada - e externas – que se podem realizar enquanto a máquina está a operar. Em 1957, Shingo alcançou resultados impressionantes na Mitsubishi Heavy Industries, o que levou Taiichi Ohno da Toyota Motor Company a entregar-lhe, em 1969, a tarefa de reduzir para metade a duração de quatro horas do *setup* de uma prensa de 1000 toneladas, o que superou, conseguindo reduzir a mudança a uma hora e meia. Ao perceber que tarefas internas podiam ser convertidas em tarefas externas, Shigeo Shingo reduziu, mais tarde, este tempo para três minutos (Shingo 1985). Para Shingo (1985) "o sistema SMED é muito mais que uma questão de técnica; é uma forma completamente nova de pensar sobre a produção em si".

A maior parte das pessoas considera impossível passar de um tempo de mudança de quatro horas para três minutos. No entanto, o SMED conta com três componentes essenciais que permitem transformar o impossível em possível, sendo estas: uma forma básica de pensar sobre produção, um sistema realista e um método prático (Shingo 1985).

Shingo (1985) formulou a metodologia SMED com base em quatro etapas: estudar o estado atual do chão de fábrica quando se está a planear a implementação de SMED, separar tarefas

internas e tarefas externas, converter tarefas internas em externas e simplificar todas as operações do *setup*. As duas últimas etapas podem decorrer em simultâneo (Shingo 1985).

Coimbra (2013) estruturou o método SMED não em quatro, mas em cinco etapas, como se descreve a seguir:

1. Estudar a situação atual – Analisar detalhadamente o método atual com a equipa que efetua a mudança, recorrendo a ferramentas como cronometragem, gravações de vídeo e diagramas *Spaghetti* dos movimentos necessários para fazer o trabalho (Coimbra 2013);
2. Separar trabalho interno de trabalho externo – Usar os tempos e a análise da etapa anterior para categorizar cada tarefa com interna ou externa. Reorganizar todas as tarefas externas de modo a colocá-las no início ou no fim do processo. Organizar as tarefas internas num novo padrão, treinando-se depois os operadores para esse novo *standard* (Coimbra 2013);
3. Converter trabalho interno em trabalho externo – Analisar as tarefas internas para se perceber quais destas podem ser realizadas externamente com a aplicação de algumas melhorias. Exemplos desta conversão são o pré-aquecimento, a pré-montagem e o pré-ajuste (Coimbra 2013). Esta conversão de tarefas aliada à prática dos 5S pode reduzir o tempo de mudança em cerca de 50% (Feld 2001);
4. Reduzir trabalho interno – Encontrar medidas que permitam executar o restante trabalho interno em menos tempo. São exemplos destas medidas o trabalho paralelo, a simplificação das fixações e dos apertos e a redução dos ajustes necessários (Coimbra 2013);
5. Reduzir trabalho externo – Tal como na redução do trabalho interno, esta etapa consiste na definição de medidas que permitam realizar o trabalho externo num menor tempo, como melhorar a logística de suporte e a capacidade de manutenção, por exemplo (Coimbra 2013).

Na Figura 11 pode ver-se a redução gradual do tempo de *setup*, com recurso às cinco etapas enumeradas acima.

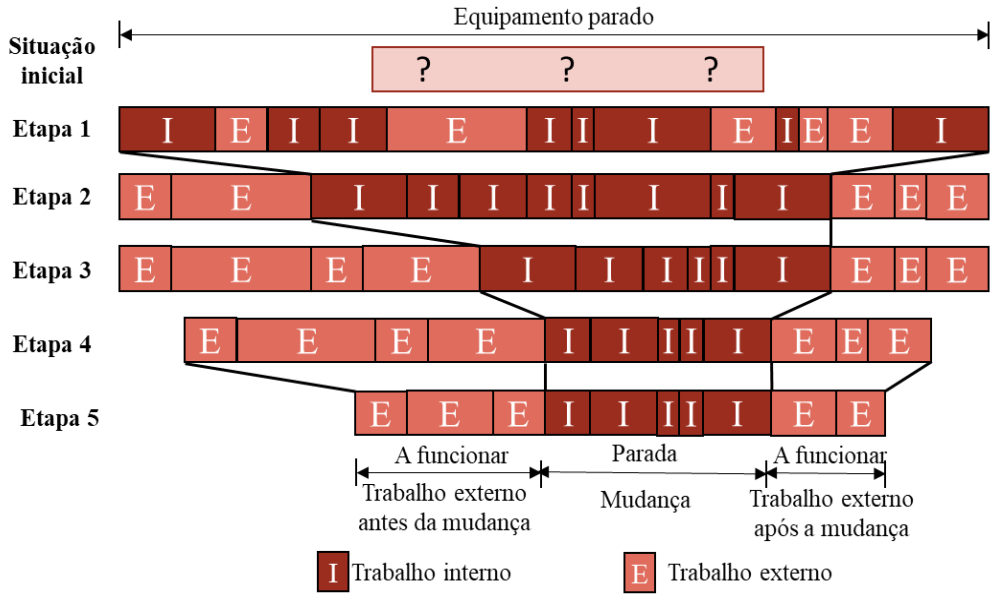


Figura 11 - Redução gradual do tempo de *setup* (adaptado de Coimbra 2013, pág.100)

A aplicação sistemática da ferramenta SMED pode levar a uma permanente redução do tempo de mudança, podendo mesmo chegar-se a uma eliminação do mesmo, com o devido

investimento em automação. Para verificar se se justifica tal investimento deve realizar-se uma análise custo/benefício (Coimbra 2013).

Colaboradores bem formados e treinados e uma normalização eficaz do trabalho são elementos essenciais no método SMED, uma vez que possibilitam execuções mais rápidas e frequentes de mudanças, conseguindo-se, ao mesmo tempo, obter um bom fluxo de material e uma boa eficiência da máquina (Coimbra 2013).

2.4 *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Na década de 80, Seiichi Nakajima lançou o conceito de Manutenção Produtiva Total (TPM), cujo objetivo é alcançar zero falhas e zero defeitos relacionados com o equipamento, de forma a aumentar a taxa de produção e a reduzir custos e inventários de uma empresa (Muchiri e Pintelon 2008). Para alcançar tais objetivos Nakajima estabeleceu cinco pilares para a aplicação da TPM: melhoria contínua da eficácia dos equipamentos, estabelecer a manutenção autónoma, melhoria da manutenção planeada, aumentar as capacidades e a motivação dos colaboradores e iniciar técnicas de manutenção preventiva (Willmott e McCarthy 2001).

Da TPM surgiu o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), uma métrica quantitativa da produtividade de um equipamento que também é usada como indicador da melhoria ou decadência da sua eficácia ao longo do tempo (Muchiri e Pintelon 2008). Basicamente, este indicador expõe o "grau em que o equipamento está a fazer o que é suposto fazer" (Williamson 2006).

O OEE foi desenhado para ser usado por equipamento, individualmente, e não para fazer comparações de máquina para máquina ou de empresa para empresa (Williamson 2006). Contudo, a sua medição possibilita a identificação do gargalo do processo produtivo (Rusman et al. 2019), ao qual o OEE deve ser aplicado primeiro, embora seja benéfico em todas as etapas de um processo, incluindo as não-gargalo (Hansen 2001).

Este indicador procura identificar as perdas de produção, e outros custos indiretos e escondidos, que mais contribuem para o custo total de produção (Arturo Garza-Reyes et al. 2010). Nakajima identificou as Seis Grandes Perdas que quando minimizadas, ou até mesmo eliminadas, melhoraram a eficácia global do equipamento (Muchiri e Pintelon 2008). As Seis Grandes Perdas são as seguintes:

1. Falhas/Avarias – uma falha mecânica que causa a paragem da produção para que se façam reparações (Munro, Ramu, e Zrymiak 2015). Podem ser categorizadas como perdas de tempo ou de quantidade (Muchiri e Pintelon 2008);
2. *Setups* e Afinações – estas perdas ocorrem quando se executa uma mudança de artigo na produção, se fazem testes durante o arranque e se afinam as máquinas (Muchiri e Pintelon 2008). A duração de um *setup* é o tempo decorrido entre a produção da última peça conforme do produto precedente e a primeira peça conforme do produto novo (Munro, Ramu, e Zrymiak 2015);
3. Esperas e Microparagens – espera significa que o equipamento está pronto a produzir mas não o pode fazer devido a motivos externos (falta de material, por exemplo) (Munro, Ramu, e Zrymiak 2015) enquanto que microparagens representam paragens do equipamento por um curto período de tempo, sendo este ligado de novo sem necessidade de reparações (Willmott e McCarthy 2001);
4. Perdas de velocidade – referem-se à diferença entre a velocidade para a qual o equipamento foi desenhado para trabalhar e aquela a que está efetivamente a operar (Muchiri e Pintelon 2008). Este tipo de perdas também se pode dever a problemas funcionais do equipamento que não resultam numa avaria (Munro, Ramu, e Zrymiak 2015);

5. Defeitos de qualidade e retrabalho – perdas por produtos que não correspondem às especificações do cliente (não conformes) (Munro, Ramu, e Zrymiak 2015);
6. Perdas no arranque – perdas de produção que ocorrem desde o arranque da máquina até à sua estabilização (Muchiri e Pintelon 2008), ou seja, enquanto a máquina está a funcionar mas ainda não está a produzir produtos com qualidade (Munro, Ramu, e Zrymiak 2015).

Estas Seis Grandes Perdas dividem-se em três categorias: paragens não planeadas (as duas primeiras), perdas de velocidade (a terceira e a quarta) e defeitos (as duas últimas) (Rusman et al. 2019).

As perdas são medidas pelo OEE, que é função de três fatores: Disponibilidade (D), Desempenho, que neste trabalho será designado por Eficiência (E), e Qualidade (Q). À Disponibilidade estão associadas as paragens não planeadas, à Eficiência as perdas de velocidade e à Qualidade os defeitos, como se pode ver pelo resumo da Figura 12.



Figura 12 - As Seis Grandes Perdas

O OEE calcula-se pela multiplicação dos três fatores enumerados acima, como se pode ver na Equação 1.

$$OEE = Disponibilidade \times Qualidade \times Eficiência \quad (1)$$

Segundo Borris (2006), o OEE é a medida mais adequada para obter o melhor desempenho de um equipamento e o truque é garantir que o equipamento é usado corretamente e que está disponível e apto a fabricar produtos com qualidade durante o maior período de tempo possível.

Na Figura 13 esquematiza-se a fragmentação do tempo total em função das perdas de disponibilidade, eficiência e qualidade, utilizada para o cálculo do OEE. A nomenclatura é a utilizada por Costa (sem data).

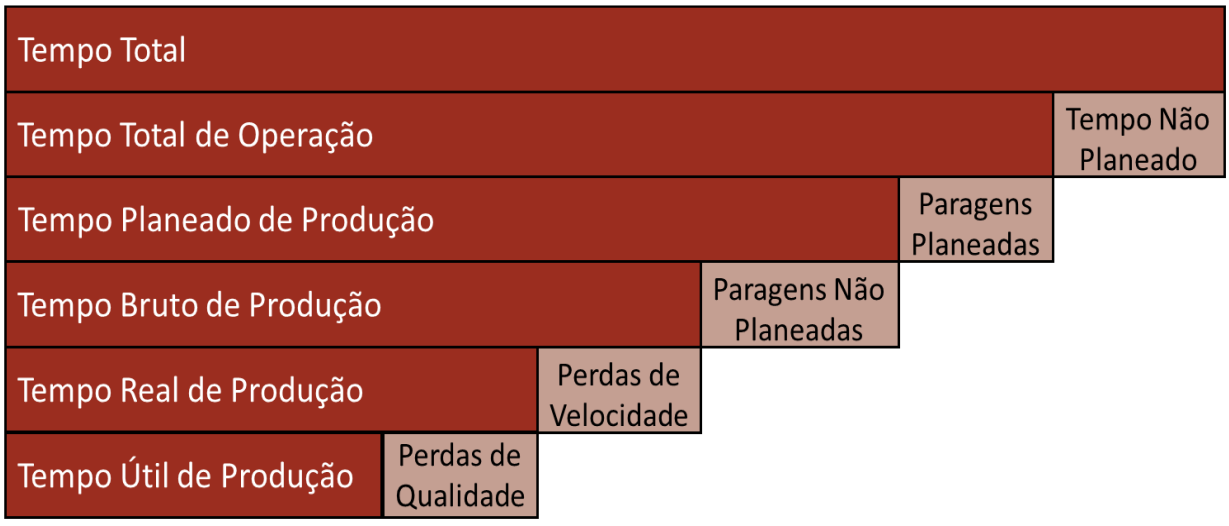


Figura 13 - Fragmentação do Tempo Total para o cálculo do OEE (adaptado de Williamson 2006, fig. 1)

O Tempo Total é aquele disponível por unidade de tempo, conforme seja definido (turno, dia, semana, mês)

O Tempo Não Planeado representa o tempo para o qual não existe planeamento de produção para o equipamento. Se ao Tempo Total se subtrair o Tempo Não Planeado obtém-se o Tempo Total de Operação, que é o tempo teórico que o equipamento tem para produção (Munro, Ramu, e Zrymiak 2015).

As paragens que estão oficialmente agendadas no plano de produção, como manutenção, reuniões e intervalos, denominam-se Paragens Planeadas (Nakajima 1998). Retirando o tempo por Paragens Planeadas ao Tempo Total de Produção fica-se com o Tempo Planeado de Produção, que no fundo é o tempo em que está planeado o equipamento produzir produtos com qualidade (Munro, Ramu, e Zrymiak 2015), ou seja, o tempo disponível por unidade de tempo (Marksberry 2011).

As Paragens Não Planeadas são a soma das perdas de disponibilidade do equipamento resultantes de *setups*, avarias, ajustes e outras paragens (Nakajima 1998). Reduzindo ao Tempo Planeado de Produção o tempo perdido por Paragens Não Planeadas tem-se o Tempo Bruto de Produção, que se traduz no tempo em que o equipamento está apto a funcionar (Munro, Ramu, e Zrymiak 2015).

Retirando ao Tempo Bruto de Produção as perdas por redução de velocidade e microparagens fica-se com o Tempo Real de Produção, que é aquele em que efetivamente o equipamento está a produzir.

Tendo em conta as perdas por fabrico de produtos com defeito e retrabalho e subtraindo-as ao Tempo Real de Produção chega-se finalmente ao Tempo Útil de Produção, que corresponde ao tempo em que se fabricam produtos conformes.

Na subseção seguinte explica-se o cálculo da cada um dos índices do OEE.

2.4.1 Índices do OEE

De maneira a melhorar o OEE devem eliminar-se os problemas que afetam diretamente a Disponibilidade, a Qualidade e a Eficiência. No entanto, devem priorizar-se os problemas tendo em conta aqueles que causam perdas maiores (Borris 2006). Como tal, é necessário calcular cada um dos índices como se explica a seguir.

Disponibilidade (D)

O índice de Disponibilidade mede o tempo que um equipamento não está a operar devido a paragens não planeadas (Arturo Garza-Reyes et al. 2010), ou seja, é a razão entre o tempo em que o equipamento é capaz de produzir produtos com qualidade e o tempo total em que podia estar a funcionar (Borris 2006). Por norma a Disponibilidade obtém-se a partir da fórmula de Nakajima que se mostra na Equação 2 (Arturo Garza-Reyes et al. 2010), que se resume na Equação 3.

$$Disponibilidade = \frac{Tempo\ Planeado\ de\ Produção - Paragens\ Não\ Planeadas}{Tempo\ Planeado\ de\ Produção} \quad (2)$$

$$Disponibilidade = \frac{Tempo\ Bruto\ de\ Produção}{Tempo\ Planeado\ de\ Produção} \quad (3)$$

Qualidade (Q)

O índice de Qualidade indica a proporção de artigos defeituosos em relação ao volume de produção (Arturo Garza-Reyes et al. 2010). Nakajima indicou a Equação 4 para o cálculo do fator Qualidade (Arturo Garza-Reyes et al. 2010).

$$Qualidade = \frac{Produção\ Total\ Real - Produtos\ defeituosos}{Produção\ Total\ Real} \quad (4)$$

Nos capítulos seguintes desta dissertação a subtração das peças defeituosas à produção total real será apelidada de Quantidade OK, ou seja, quantidade de produtos conformes. Assim sendo, usar-se-á a Equação 5.

$$Qualidade = \frac{Quantidade\ OK}{Produção\ Total\ Real} \quad (5)$$

Eficiência (E)

O índice de Eficiência aponta a proporção entre a velocidade real do equipamento e a sua velocidade ideal. A velocidade real reflete a subtração das perdas de velocidade, das microparagens e das esperas à velocidade ideal. Seiichi Nakajima propõe a medição do fator Eficiência a partir da Equação 6, que indica o desvio da produção no tempo, em relação ao tempo de ciclo teórico (Arturo Garza-Reyes et al. 2010).

$$Eficiência = \frac{Tempo\ de\ ciclo\ teórico \times Produção\ Total\ Real}{Tempo\ Bruto\ de\ Produção} \quad (6)$$

A multiplicação da quantidade produzida pelo tempo de ciclo teórico equivale ao Tempo Real de Produção, pelo que se fica com a Equação 7.

$$Eficiência = \frac{Tempo\ Real\ de\ Produção}{Tempo\ Bruto\ de\ Produção} \quad (7)$$

2.4.2 Valores de Referência para o OEE

Com base na sua experiência, Nakajima (1998) estipulou as condições ideais, ou seja, os valores mínimos dos índices constituintes do OEE, que as empresas se devem esforçar por obter, sendo estes:

- Disponibilidade – 90%;
- Qualidade – 99,9%;
- Eficiência – 95%.

Tendo em conta que o cálculo do indicador de *performance* em estudo consiste na multiplicação destes três valores, o valor ideal, de referência mundial, do OEE é de 85% (Nakajima 1998).

Apesar do valor de 85% ser frequentemente utilizado como referência, parece não existir consenso na definição deste *benchmark*, uma vez que os níveis do OEE dependem fortemente da capacidade do equipamento (Williamson 2006).

Hansen (2001) afirma que um OEE inferior a 65% é inaceitável, que valores entre os 65% e os 75% são aceitáveis desde que a tendência seja melhorar e que percentagens entre 75 e 85 são bastante boas. Contudo, afirma que mesmo estando entre os 75% e os 85% deve-se sempre procurar melhorar.

Estudos a nível mundial apontam que a média do OEE nas fábricas é de 60%, o que, considerando o patamar dos 85%, mostra oportunidade de melhoria numa grande parte das empresas (Gupta e Garg 2012).

2.4.3 Passos para melhorar o OEE

Hansen (2001) refere um conjunto de passos para a melhoria da *performance* através do OEE, sendo estes:

1. Calcular o valor do OEE para a situação atual;
2. Ser disciplinado e honesto com os resultados. Criar um plano para aproximar o valor calculado da referência mundial. Nesta altura os programas de melhoria consistirão principalmente em esforços educacionais e em equipas focadas na recolha e análise de dados para identificar as causas raízes dos problemas. Por norma, os recursos existentes são suficientes para o fazer e o investimento necessário é mínimo;
3. Definir a hierarquia de processos críticos e gargalos e abordar os principais. Estabelecer objetivos e recompensas;
4. Depois de definidos os objetivos e de estabelecido o plano para tratar o gargalo, partilhar essa visão com os colaboradores. Reforçar a importância da melhoria e dar à comunidade razões convincentes para fazer as alterações.
5. Formar todos acerca das medidas do OEE e sobre a forma de recolha da informação. Percebendo as categorias para a recolha de dados e o impacto das perdas no OEE as equipas podem eliminar os problemas rapidamente;
6. Gerar os recursos (dinheiro, tempo, pessoas e formação) que permitem que as mudanças aconteçam. Usar ferramentas como Manutenção Preditiva, Manutenção Centrada na Fiabilidade, Manutenção Produtiva Total, Controlo Estatístico de Processos, SMED, especificações e acompanhamento da qualidade dos fornecedores, técnicas à prova de erros e falhas, entre outros;
7. Usar as métricas do OEE em todos os níveis da empresa e divulgar os resultados a toda a sua comunidade. Com uma boa recolha de dados, cada projeto de melhoria deve demonstrar o aumento projetado no OEE. A frequente publicação dos valores do OEE exporá qualquer distúrbio na produtividade, que poderá ser rapidamente investigado.

Usar as métricas do OEE e estabelecer um sistema de relatório de desempenho dos equipamentos ajudam qualquer área de produção a focar-se nos parâmetros críticos para o seu sucesso, sendo que a análise dos fatores do OEE permite revelar os maiores limites para o alcançar. A formação de uma equipa multifuncional para resolver as causas raízes promove uma melhoria maior e gera ganhos reais nos resultados (Hansen 2001).

A grande maioria das melhorias surge de medidas sem necessidade de investimento, como alterações nos procedimentos básicos e nas políticas de fornecimento e de distribuição, mudança nos métodos de manutenção e substituição de materiais, que ajudam a reduzir gargalos significativamente (Hansen 2001).

3 Caracterização do problema

O presente projeto tem como objetivo o aumento do OEE de uma linha de acabamento superficial de louça metálica. Para melhor caracterizar o problema, valores baixos do indicador OEE, começa-se por descrever todo o processo produtivo e, depois, o processo de acabamento superficial. De seguida analisa-se a situação inicial e faz-se um levantamento das oportunidades de melhoria encontradas, associadas a cada componente do OEE.

3.1 Descrição do Processo Produtivo

De forma genérica, o processo produtivo começa com a receção de matérias-primas, separando-se depois na produção de corpos e de tampas. De seguida, os corpos são armazenados no armazém de semifabricados e as tampas junto da seção de acabamento. Posteriormente, procede-se ao acabamento, onde os artigos são customizados e depois armazenados, em contentores, no armazém de produto acabado. A seguir, os diferentes produtos são conjugados e embalados, de acordo com a especificação para entrega ao cliente. Depois desta operação o produto passa para stock de produtos acabados, até seguir para expedição. Esta sequência encontra-se ilustrada na Figura 14.

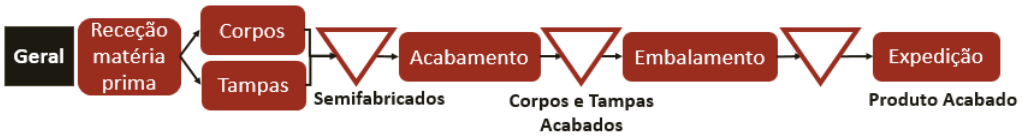


Figura 14 - Processo produtivo generalizado

A Silampos produz atualmente uma quantidade elevada de artigos que variam no formato, no diâmetro, no material utilizado, no fundo e nos acessórios aplicados, sendo facilmente personalizáveis. Os diversos produtos seguem processos produtivos semelhantes, divergindo em algumas operações consoante as variáveis enumeradas acima. Nas Figuras 15 e 16 são apresentados os fluxogramas do processo produtivo das tampas e dos corpos, respetivamente, até ao momento da inspeção visual, operação que antecede o acabamento esquematizado na Figura 17, e depois da qual os artigos passam ao estado de semifabricados. Importa referir que os semifabricados têm um ciclo de produção entre 6 a 8 semanas, pelo que é muito provável que um artigo fabricado hoje volte a ser fabricado dentro de 8 semanas, salvo situações excecionais.



Figura 15 - Processo produtivo das tampas

Qualquer que seja a tampa a produzir, o processo de fabrico é praticamente o mesmo, com exceção da primeira etapa. Como se pode observar na Figura 15, quando a louça é de material *multilayer* os discos são comprados e seguem para a operação seguinte, enquanto que para a restante louça os discos são cortados numa prensa a partir de uma bobine de matéria-prima e passam depois por um processo de rebarbagem. De seguida, os discos são conformados, adquirindo a forma final desejada da tampa. Para remoção de gorduras proveninentes de processos anteriores as tampas passam por um túnel de lavagem por aspersão e seguem depois para as operações de acabamento superficial (lixagem e polimento). Por último, as tampas são lavadas para eliminação de gorduras e resíduos existentes. No final do túnel de lavagem realiza-se uma inspeção visual rigorosa, colocando-se depois as tampas num carrinho para seguirem para o acabamento.

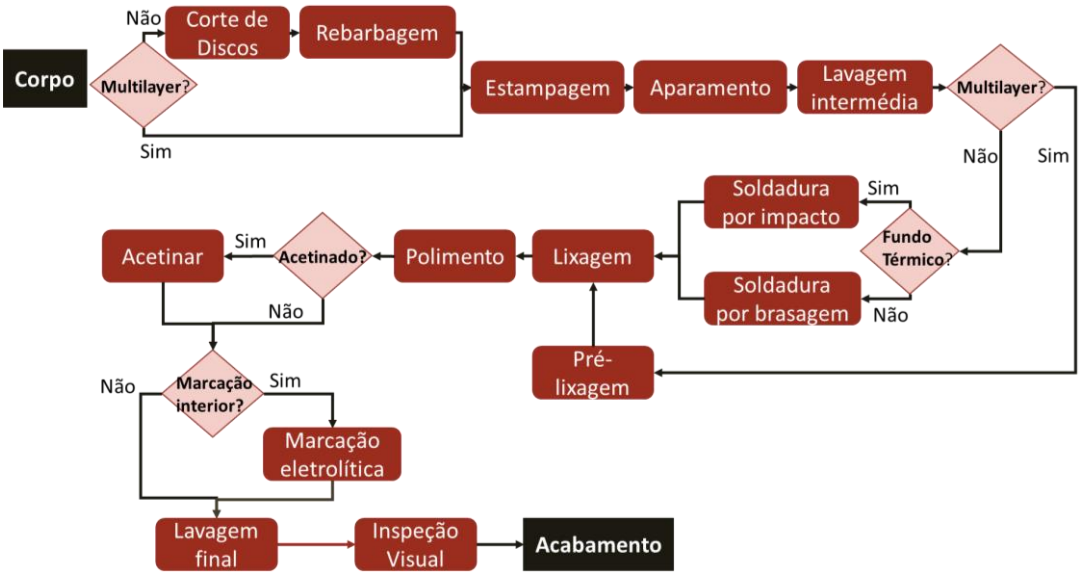


Figura 16 - Processo produtivo dos corpos

Ao contrário das tampas, o processo de produção dos corpos é mais variável e complexo, como se constata na Figura 16. Começando pelos discos, surge também a divisão entre discos comprados para louça *multilayer* e corte e rebarbagem de discos para a restante louça. A operação seguinte é a estampagem, na qual se usam prensas que aplicam forças entre 300kN e 1000kN aos discos (Silampos S.A., sem data) para que se obtenha um corpo com a forma e o tamanho pretendidos. Da estampagem resulta um excesso de material na beira que, tal como a rebarba, se remove na tarefa de aparamento. Daqui os artigos prosseguem para a lavagem intermédia por aspersão. Nesta fase o processo volta a dividir-se consoante a louça seja ou não *multilayer*, uma vez que a esta não é aplicado fundo. Quanto à louça em alumínio ou em aço inoxidável há que distinguir se lhe vai ser aplicado fundo térmico ou não, pois a louça sem fundo térmico é soldada por brasagem enquanto que a louça com fundo térmico passa pelo processo de soldadura por impacto, no qual são usadas forças entre os 10.000kN e os 30.000kN. Atualmente o fabrico de louça sem fundo térmico é raro, e consequentemente a soldadura por brasagem é muito pouco usada, dadas as excelentes características do fundo *Impact Disc Plus*. Segue-se o acabamento superficial. No caso da louça *multilayer* faz-se uma pré-lixagem (lixagem exterior), lixagem interior e polimento exterior, enquanto que na restante louça apenas se faz lixagem interior e polimento exterior. No fim destas tarefas as peças têm um aspeto exterior completamente polido. No entanto, há modelos que têm um acabamento acetinado em toda ou em parte da sua altura, sendo que estes ainda passam pela operação de acetinar. As peças que têm a sua capacidade volumétrica marcada no interior passam ainda pelo processo de marcação eletrolítica. No fim, todos os corpos atravessam um túnel de lavagem por aspersão onde passam pelas operações de desengorduramento, lavagem intermédia e lavagem final com água desmineralizada. Findada a lavagem, os corpos são inspecionados e encaminhados em paletes para o acabamento.

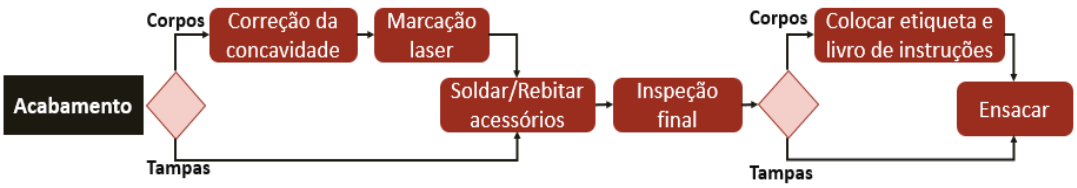


Figura 17 - Processo de acabamento

Depois da lavagem final tanto as tampas como os corpos prosseguem para o acabamento (Figura 17). Quando se trata de corpos, o fundo passa por uma correção da concavidade que possa ter sido adquirida no processo de soldadura e depois é marcado a laser. Na fase seguinte os

acessórios que os customizam (como asas, peanhas e cabos) são soldados ou rebitados às tampas e aos corpos. Por norma a fabricação destes acessórios é subcontratada. Depois o artigo é inspecionado e limpo. Aos corpos são adicionados etiquetas e livros de instruções, conforme os requisitos do cliente. Para terminar, as tampas e os corpos são ensacados separadamente, e armazenados em contentores no armazém de produto acabado.

3.2 Descrição do processo de acabamento superficial na linha em estudo

A operação que confere o acabamento superficial final da peça, fundamental para o irrepreensível aspeto visual que tanto importa ao cliente, é o polimento.

Dentro do polimento surgem duas subseções - corpos e tampas - tendo o trabalho em análise decorrido no polimento de corpos, por ser uma subseção crítica, representando o gargalo do processo produtivo, e por ser a maior consumidora de recursos da empresa.

No polimento de corpos existe um total de cinco linhas, sendo duas delas dedicadas ao acabamento superficial de louça em alumínio ou em aço inoxidável, uma exclusiva para louça de hotelaria, outra, mais recente, usada especialmente para um modelo de panela de pressão bastante exigente e, por último, uma linha para a louça *multilayer*. Estas linhas são compostas, em geral, por duas máquinas - uma de lixagem (interior do produto) e outra de polimento (exterior) - com exceção da de louça de hotelaria, que tem uma única máquina capaz de tratar superficialmente o interior e o exterior das peças, e da de louça *multilayer*, que tem uma máquina extra para executar pré-lixagem exterior. Apesar destas diferenças, há flexibilidade de produção, podendo, por exemplo, uma peça em aço inoxidável ser tratado na linha de louça *multilayer* quando não existe planeamento para artigos com estas características, bastando para tal não utilizar a máquina de lixagem exterior.

Devido às especificidades do material e aos altos requisitos do cliente que os adquire, o polimento dos produtos *multilayer* é mais exigente e a obtenção da qualidade imposta leva a maiores taxas de retrabalho que as dos demais artigos, conduzindo a valores menores do OEE. Posto isto, a presente dissertação cingiu-se especificamente à linha dedicada ao polimento de corpos em *multilayer*. Nesta linha são realizadas sequencialmente, e em diferentes máquinas, três operações principais: a pré-lixagem (exterior), a lixagem (interior) e o polimento (exterior).

Na Figura 18 ilustram-se as diferentes partes constituintes de um artigo, para melhor se compreender o processo descrito a seguir.

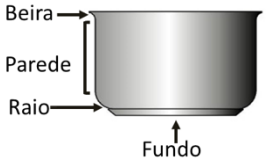


Figura 18 - Diferentes partes de um artigo

A pré-lixagem é executada com recurso a mós e a lamelas na máquina 412, que é composta por uma mesa rotativa com seis unidades, chamadas de “cabeças” na gíria da empresa. A primeira unidade é constituída por uma mó para lixar a beira e uma lamela para lixar o raio. A segunda unidade reforça a lixagem da beira com uma mó de grão maior e rompe (lixa) a parede da peça com recurso a uma lamela. As restantes quatro unidades servem apenas para romper a parede da peça, sendo usadas lamelas com grão progressivamente maior em cada uma delas. Na Figura 19 pode ver-se a máquina 412, de pré-lixagem.



Figura 19 - Máquina de pré-lixagem

A máquina 415, que se mostra na Figura 20, possui também uma mesa rotativa com oito unidades de lixar e usa mós abrasivas, lixas e lamelas para efetuar a lixagem interior. Começa por romper a parede com uma mó na primeira unidade e depois o fundo com uma lixa na segunda unidade. A terceira unidade é aquela em que se lixa a parede, também com uma mó. Na quarta unidade lixava-se a beira com uma lamela, mas tem estado desligada. Nas últimas quatro unidades aperfeiçoa-se a lixagem do conjunto fundo, parede e beira, usando-se lixas com grão cada vez maior.



Figura 20 - Máquina de lixagem interior

O polimento é a operação gargalo, pelo que a pré-lixagem é essencial para que se reduzam significativamente os tempos de ciclo na máquina de polir (a 364). Esta máquina é também constituída por uma mesa rotativa que permite ao artigo circular entre as suas seis unidades. As primeiras quatro unidades contêm duas escovas, uma em cima e outra em baixo. A primeira cabeça rompe a parede, com uma escova de sisal em cima e outra de tela em baixo. Na segunda unidade rompe-se a beira superior com uma escova de sisal em cima e o raio inferior com uma escova de sisal em baixo. As duas unidades seguintes servem para polir a parede, sendo na terceira unidade usada uma escova de tela (em cima) e de sisal/tela (em baixo) e na quarta unidade duas escovas de tela. Na quinta unidade lustra-se a parede com uma escova de tela macia. Por fim, na sexta unidade lixa-se o fundo com uma cinta lixa de grão 600. Para além das escovas e da lixa também a pasta de polir é um consumível desta operação, usando-se pasta de corte nas duas primeiras unidades e pasta de brilho nas unidades 3, 4 e 5. Na Figura 21 pode ver-se uma parte da máquina de polimento exterior.



Figura 21 - Máquina de polimento exterior

3.3 Mapeamento da situação inicial

Para melhor se conhecer o problema e detetar potenciais melhorias precisou-se de perceber o funcionamento da linha em análise, desde tempos de produção, número de colaboradores e suas responsabilidades, procedimentos, fluxos de material e de informação, entre outros.

Uma vez que o polimento exterior é a operação gargalo de todo o processo produtivo, o setor em que se insere funciona a três turnos de 8 horas, durante os 5 dias úteis da semana, de maneira a atender às necessidades da empresa. Para além disso faziam-se entre 5 a 6 horas extra ao sábado de manhã. Entretanto, depois de acionado o plano de contingência devido à COVID-19, a produção em horas extra deixou de ser possível. A semana de trabalho inicia domingo à noite e termina sexta feira à tarde. Neste trabalho considerou-se os turnos noite-manhã-tarde como pertencendo ao mesmo dia, apesar do turno da noite iniciar no dia anterior.

A linha em estudo é operada por dois colaboradores em cada turno - um alocado às duas máquinas de lixar e outro à máquina de polir – auxiliados pelo coordenador desse turno, que é responsável pelas cinco linhas de polimento de corpos - o que perfaz um total de seis operadores e três coordenadores a trabalhar na linha. Os colaboradores têm a função de operar as máquinas ao longo do turno, garantindo o seu bom funcionamento, resolvendo problemas que estejam ao seu alcance e assegurando a sua limpeza no final do turno, bem como efetuar o controlo de qualidade das peças. O coordenador deve certificar a atividade regular de todo o setor, realizar as tarefas externas de mudança de ferramenta, abastecer as linhas com os carros da louça a ser tratada, paletes e cartões e transportar as paletes de produtos semifabricados para o parque da lavagem final. O coordenador é ainda o elemento de ligação entre os colaboradores do setor e o departamento de produção.

O departamento de produção elabora diariamente, com base no plano geral, um plano de produção, que contém as ordens de fabrico para o dia em questão. Cada ordem de fabrico indica a referência do produto a produzir, bem como as quantidades necessárias. O planeamento é idealizado de forma a reduzir o número de *setups*, visto estes serem complexos e demorados. Para tal os artigos são agrupados em conjuntos com características semelhantes (como o mesmo diâmetro, por exemplo). Contudo, podem existir urgências e o plano de produção ser alterado, mesmo que seja necessário efetuar uma mudança não prevista.

Sempre que se inicia uma nova ordem de fabrico o coordenador tem de imprimir as guias de operação e entregá-las aos operadores, que as devem preencher durante a produção de uma referência. As guias contêm informação sobre as horas de início e de fim da fabricação do artigo, as quantidades conforme e não conforme produzidas e os motivos e duração das

paragens na produção. Estes documentos foram a base fundamental para o cálculo do OEE e dos seus três fatores durante o projeto. No Anexo A mostra-se um exemplo deste documento, denominado Guia de Operação.

No caso de mudança de formato o coordenador prepara previamente todos os consumíveis necessários ao fabrico do novo artigo, desde formas, mós, lamelas, lixas e escovas. O operador das máquinas de lixar fica responsável pela mudança das mesmas e o operador da máquina de polir encarrega-se do *setup* desta. O coordenador deve auxiliar nas tarefas mais exigentes, o que nem sempre acontece, por não estar disponível ou por falta de comunicação.

O operador das máquinas de lixar abastece a máquina de pré-lixagem (412) com a louça trazida, à partida, pelo coordenador. Depois de concluídas as operações de lixagem exterior os artigos seguem para a máquina de lixagem interior (415) por via de um tapete transportador. Saído da máquina 415 a qualidade do produto é controlada pelo operador e, caso esteja conforme, prossegue para o polimento, também através de um transportador. O colaborador do polimento, que também controla visualmente a peça vinda da operação anterior, coloca-a no tapete de abastecimento da máquina de polir quando esta tem qualidade. Quando a peça acaba o seu ciclo de polimento o operador controla a sua qualidade, colocando-a numa palete quando está conforme. Finalizada a palete o operador coloca-lhe uma etiqueta de rastreabilidade e o coordenador desloca-a para o parque da lavagem final, enquanto o colaborador inicia uma nova palete. Na maior parte das vezes o coordenador não se encontra por perto, pelo que o próprio colaborador movimenta a palete terminada.

Quando no controlo da qualidade referido acima surge um artigo não conforme existem três possibilidades: caso se preveja que o defeito será eliminado com um novo ciclo, o artigo é colocado de novo na máquina, o que se denomina de reprocessamento; quando o defeito é mais acentuado mas recuperável o artigo é colocado num carro para ser lixado manualmente numa fresa e é sujeito a reprocessamento no fim da produção da ordem, sendo este processo denominado de recuperação; quando o defeito não é recuperável o artigo é colocado na sucata. Existe apenas um carro para as recuperações, que se encontra junto da máquina de polir, por ser aqui que surgem mais defeitos, pelo que sempre que o colaborador das máquinas de lixar deteta uma peça a recuperar tem de se deslocar até à máquina de polir para colocar a peça no carro. Algo semelhante acontece quando o funcionário da máquina de polir deteta um artigo não conforme cujo defeito se corrige com um reprocessamento na máquina de lixar, tendo de levar o artigo em mão à respetiva máquina. No que diz respeito às recuperações o procedimento define que estas devem ser efetuadas pelo coordenador, mas nem sempre este está desocupado. Quando isto acontece o operador das máquinas de lixar substitui o coordenador nesta tarefa, por a lixagem terminar antes do polimento ou, em último recurso, o operador do polimento para a máquina e vai recuperar os artigos. Por vezes os funcionários aproveitam uma paragem da linha, por avaria, por exemplo, e adiantam as recuperações. No Anexo B pode consultar-se o layout da linha, para melhor se perceber estas deslocações.

Na máquina de polimento existe um quadro onde estão afixadas três folhas para o cálculo do OEE de cada turno e uma lista com os tempos de ciclo teóricos para cada referência *multilayer*. O cálculo do OEE é feito a partir da quantidade de peças conformes produzida, do tempo de ciclo teórico e do tempo planeado de produção, sendo este o tempo total do turno reduzido do tempo do intervalo. Nesta folha aponta-se também o total de ciclos realizados pela máquina, o tempo real utilizado e o tempo de *setup*, caso se aplique. A fórmula usada nesta folha é a da Equação 8. No caso de se produzir mais do que um artigo num turno somam-se os produtos da Quantidade OK pelo Tempo de Ciclo Teórico de cada um deles.

$$OEE = \frac{\sum(Quantidade\ OK \times Tempo\ de\ Ciclo\ Teórico)}{Tempo\ Turno - Intervalo} \times 100\ [\%] \qquad (8)$$

O processo até agora descrito é o utilizado quando se trata de louça *multidic* com aspeto final polido que é, fundamentalmente, a louça para a qual a linha foi desenhada. No entanto, existe um cliente de louça *multilayer* que exige um acabamento exterior lixado, pelo que neste caso os artigos passam apenas pelas operações de lixagem interior e exterior, não sendo usada a máquina de polir. Nesta situação pode não existir planeamento para a máquina de polir, ficando esta parada, ou então pode-se polir lá louça antiaderente que só exige o processo de polimento. Existem ainda outras situações, tais como a não existência de louça *multilayer* para acabamento superficial ou a urgência de entrega de produtos em aço inoxidável ou alumínio, em que a linha é utilizada. Nestes casos é a máquina de pré-lixagem (412) que não é utilizada, recorrendo-se apenas à lixagem interior e ao polimento.

3.4 Cálculo do OEE inicial

Como se mencionou na introdução, o Sistema Informático da Silampos ainda não possui capacidade de extração automática de dados pelo que, para se calcular o OEE inicial (o do mês de março) e os índices de Disponibilidade, Qualidade e Eficiência, se recorreu à informação inserida nas guias de operação preenchidas pelo operador da máquina de polir, por vezes complementada com a informação das folhas do cálculo do OEE. Logo aqui se encontrou um problema: os colaboradores não são rigorosos no preenchimento destes documentos, pelo que muitas vezes os dados não estão completos, o que pode ser justificado com o facto de não entenderem completamente o conceito de OEE e a importância dos dados para a organização. Aliada a esta falta de interesse ou de entendimento do tema, está a alta rotatividade de colaboradores, associada ao facto do trabalho na linha ser pesado. Os novos colaboradores são formados pelos colegas, pelo que são incitados a cometer os mesmos erros de preenchimento e a desvalorizar a tarefa, existindo assim uma evidente falta de formação.

Verificou-se ainda que as guias de operação das máquinas de lixar são preenchidas com um nível de detalhe muito baixo, sendo raramente apontadas paragens, a não ser avarias. Tal pode dever-se ao facto de não ser calculado o OEE destas máquinas, induzindo os operadores a pensar que não há necessidade de efetuar este registo, o que não é verdade, pois essa informação é importante para se perceber melhor os problemas existentes. Também as quantidades registadas são um problema, pois os colaboradores guiam-se pelas quantidades registadas no polimento (o facto de não existir contador de ciclos nas máquinas de lixagem e de as peças seguirem em tapetes transportadores torna a contagem de artigos impossível).

Apesar de se reconhecerem as falhas que possam existir nos dados, por serem facultados pelos colaboradores, realizou-se um registo das perdas e calculou-se o OEE com base nestes registos, por serem a única informação disponível.

A fórmula com a qual se determinou o valor do OEE para cada referência foi a apresentada na Equação 9.

$$OEE = Disponibilidade \times Qualidade \times Eficiência \tag{9}$$

Para se calcular o OEE de um turno, de um dia, de uma semana ou do mês usou-se uma ponderação para o fator Eficiência, tendo em linha de conta o total de artigos produzidos.

A evolução dos valores em percentagem do OEE e de cada um dos seus índices ao longo do mês de março encontra-se ilustrada na Figura 22.

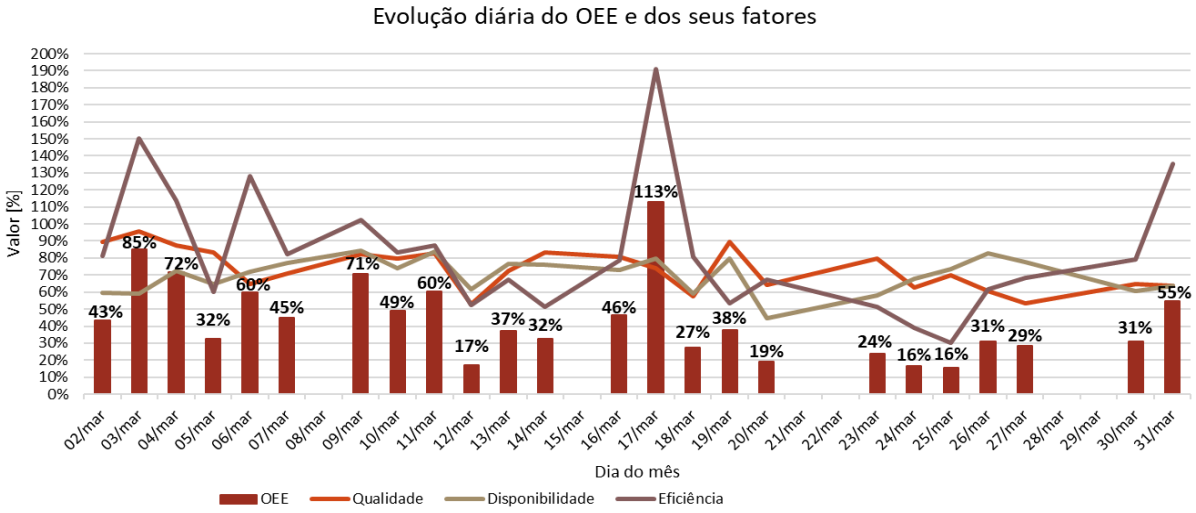


Figura 22 - Evolução do valor do OEE e dos seus índices

Uma análise ao gráfico evidencia a existência de um valor de OEE superior a 100% no dia 17 de março, devido ao elevado valor de eficiência. Também pode ser observado que o OEE teve valores inferiores a 50 % por diversas vezes e apenas duas vezes acima dos 80%, o que confirma o problema do baixo OEE, em estudo nesta dissertação. Para além disso, verifica-se que o fator de eficiência assume valores superiores a 100% em vários dias, havendo ganhos de eficiência. Esta constatação permite identificar um problema: a existência de tempos de ciclo teóricos desatualizados. No entanto, o valor de eficiência superior a 190% registado no dia 17 de março deveu-se ao facto de terem sido efetuadas recuperações de artigos anteriormente produzidos, pelo que se pôde reduzir praticamente para metade o tempo de ciclo.

Durante o mês de março obtiveram-se valores de 70%, 76% e 87% para os índices de Qualidade, Disponibilidade e Eficiência, respetivamente. Tal levou a um OEE mensal de 46%, pouco superior a metade do *benchmark* de 85%, como se mostra na Figura 23.



Figura 23 - Cálculo do OEE para o mês de março

Apresentam-se na Figura 24, à esquerda, as percentagens semanais do OEE. Note-se que a situação inicial reporta ao mês de março, pelo que a semana 14 é constituída apenas pelos dados de segunda e terça feira dessa semana. Pode ver-se que o valor mais alto (62%) corresponde ao da semana 10. Isto deve-se ao facto de nesta semana terem sido fabricados maioritariamente artigos não *multilayer* que, regra geral, apresentam maiores índices de qualidade e de eficiência. O valor mais baixo (23%) registou-se na semana 13, durante a qual se produziram peças *multilayer* e panelas de pressão, que apresentam, por norma, maior número de defeitos e, consequentemente, menor índice de qualidade, bem como menor índice de eficiência, uma vez que para eliminar esses defeitos é comum aumentar o tempo de ciclo. Nas restantes semanas o valor do OEE esteve entre 40% e 50%, próximo do OEE mensal obtido. No gráfico da direita, OEE por turno, pode constatar-se que o turno da noite obteve o maior valor (55%) do mês de março, seguido do turno da tarde com 45% e depois pelo turno da manhã e das horas extra com valores iguais de 39%. O menor valor, obtido pelo turno da manhã, pode justificar-se pelo facto de neste mês ter existido uma grande rotação dos colaboradores responsáveis pela máquina de polir, não estando estes preparados para a operar devidamente. Para melhores conclusões sobre a prestação dos turnos seria importante saber-se a taxa de rejeição dos artigos fabricados em cada um deles após a inspeção final, o que ainda não é possível. Devia analisar-se também as

condições em que as máquinas são deixadas no final de cada turno. Em relação ao terceiro gráfico (de baixo), não se encontrou qualquer relação para os valores do OEE por dia da semana.

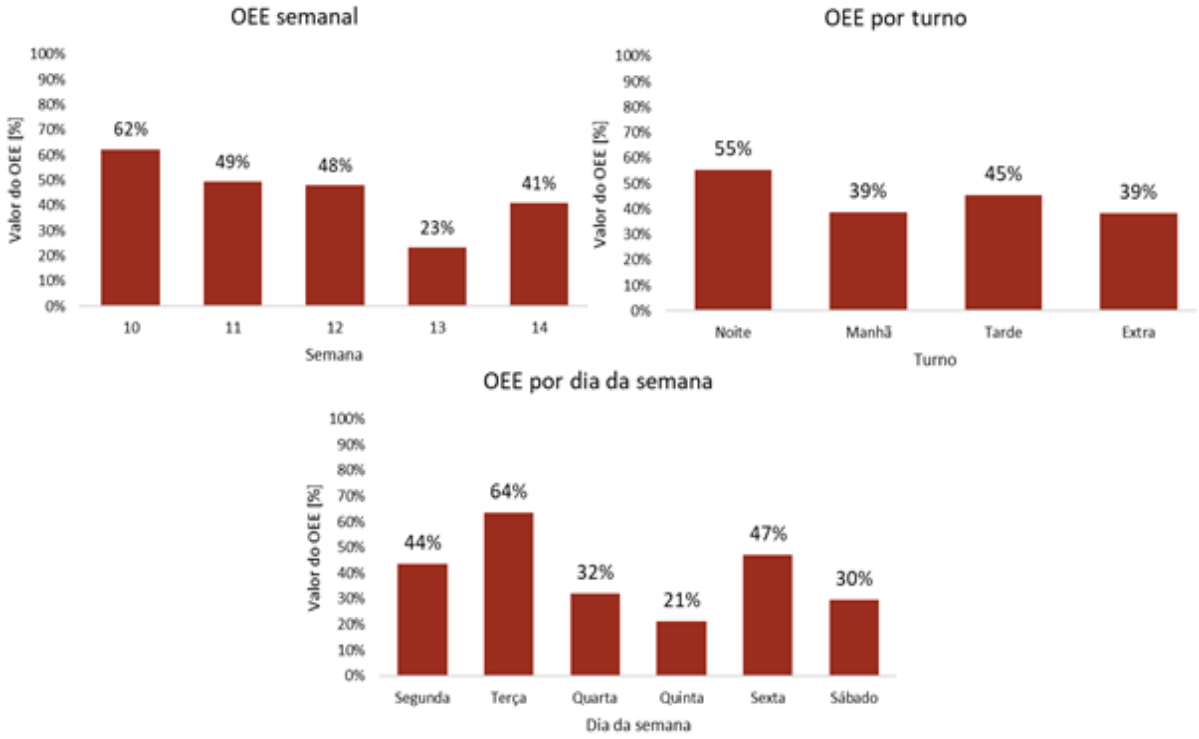


Figura 24 – Valores do OEE por semana (em cima, à esquerda), por turno (em cima, à direita) e por dia da semana (em baixo) durante o mês de março

Com os dados recolhidos determinou-se o somatório, em horas, das perdas de disponibilidade, qualidade e de eficiência durante o tempo de estudo, que são apresentadas na Figura 25. Concluiu-se que de um total de 475 horas de produção planeada se perderam cerca de 275 horas, tendo ocorrido a grande maioria (141,5 horas) ao nível da disponibilidade, às quais se somaram 69,4 horas de perdas de qualidade e 64,4 horas de perdas de eficiência.

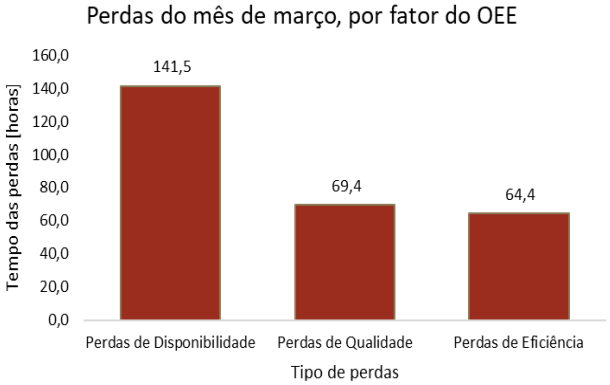


Figura 25 - Perdas do mês de março, por fator do OEE

Nas subseções seguintes faz-se uma análise de cada um dos índices do OEE.

3.4.1 Análise do Índice Disponibilidade

O índice de Disponibilidade obteve-se através da divisão do Tempo Bruto de Produção pelo Tempo Planeado de Produção, tal como se exibe na Equação 10.

$$Disponibilidade = \frac{Tempo\ Bruto\ de\ Produção}{Tempo\ Planeado\ de\ Produção} \times 100\ [\%] \quad (10)$$

O Tempo Planeado de Produção obtém-se da subtração das Paragens Planeadas ao Tempo Total de Produção. No caso em estudo as paragens planeadas são as seguintes:

- Reunião de Kaizen Diário - 5 minutos no início do turno, onde o coordenador do turno anterior transmite o que se está a produzir e indica quaisquer problemas que tenham ocorrido;
- Intervalo – 20 minutos para os turnos da manhã e da tarde e 30 minutos para o turno da noite;
- Limpeza – 30 minutos no final de cada turno. Para além disso é feita semanalmente uma limpeza geral com duração de 150 minutos, alternada entre os turnos.

O Tempo Bruto de Produção é o Tempo Planeado de Produção menos as Paragens Não Planeadas, das quais fazem parte *setups*, avarias, mudança de escovas, afinações, passagem de louça na fresa, mudança de flanela, limpeza ou mudança de pistolas, falta de louça, entre outras.

Pelo gráfico da Figura 26 conclui-se que de, aproximadamente, 546 horas de Tempo Total de Operação do mês de março, 71 horas foram paragens planeadas, quase 142 horas foram paragens não planeadas, tendo restado apenas 333,7 horas de Tempo Bruto de Produção.

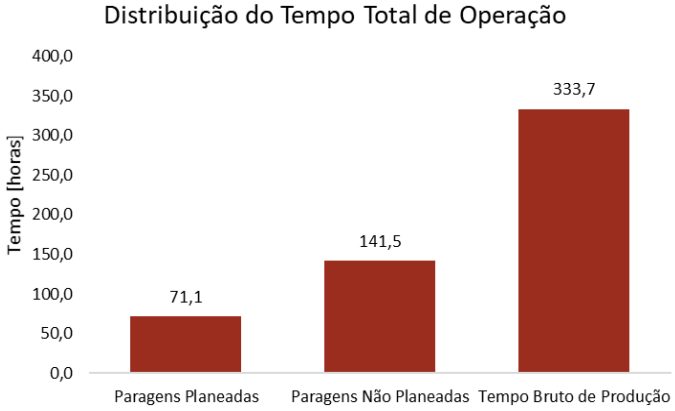


Figura 26 - Distribuição do Tempo Total de Operação

O índice de Disponibilidade teve um valor de 70% no mês de março.

Como se pode verificar pela Figura 27 o índice de disponibilidade semanal variou entre 76% e 62%, tendo sido o valor mais alto registado na semana 11 e o mais baixo na semana 14. A semana 11 foi aquela em que se realizaram menos *setups*, o que contribuiu para uma maior disponibilidade. Nos dois dias da semana 14 ocorreram uma avaria na máquina de polir e várias avarias na máquina de pré-lixagem, o que diminuiu a disponibilidade. O turno da noite obteve maior disponibilidade ao longo do mês, uma vez que não registou avarias e que foi dos que perdeu menos tempo em *setups* e mudanças de escovas. Seguem-se o trabalho em horas extraordinárias ao sábado e o turno da tarde, com valores semelhantes. Já o turno da manhã teve disponibilidade significativamente menor (59%), o que se pode dever ao facto de a equipa não estar tão bem estruturada e orientada, o que leva a uma maior perda de tempo na resolução dos problemas. Para além disso, foi o turno em que ocorreram mais avarias. Relativamente aos dias da semana os valores de disponibilidade conseguidos foram semelhantes, não havendo razões claras para a relação entre eles.

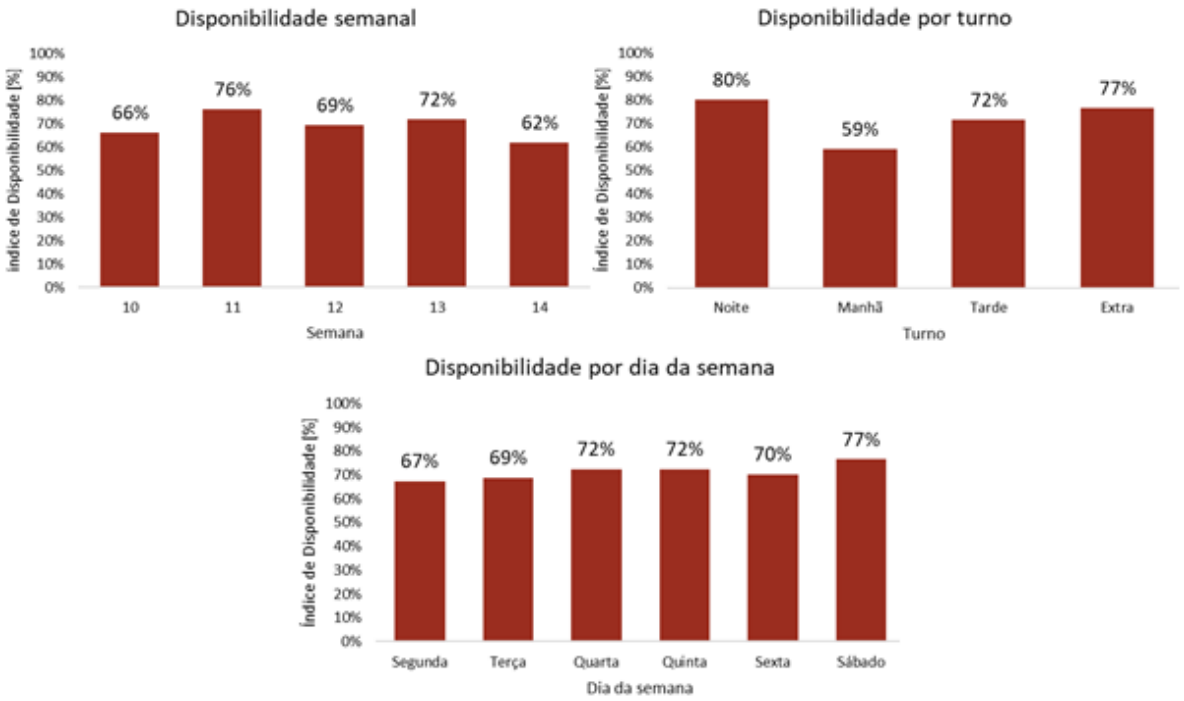


Figura 27 - Índices de Disponibilidade por semana (em cima, à esquerda), por turno (em cima, à direita) e por dia da semana (em baixo) durante o mês de março

Com os dados do mês de março determinaram-se as perdas de disponibilidade que se expõem na Figura 28.

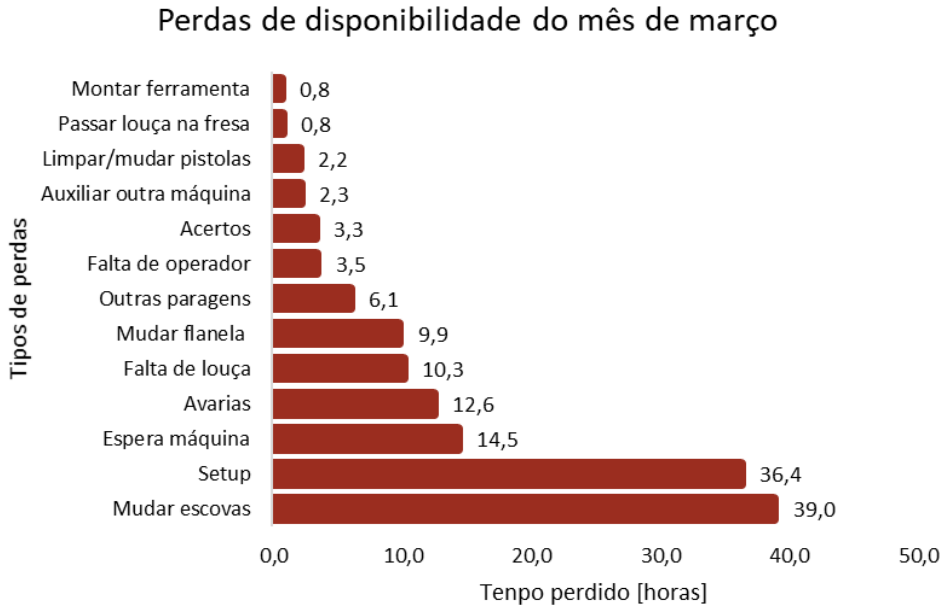


Figura 28 - Perdas de disponibilidade do mês de março, em horas

Deste gráfico retira-se que a maior causa para perdas por indisponibilidade foi a mudança de escovas, que ocupou 39 horas. As escovas são mudadas sempre que já não estejam a desempenhar bem a sua função de romper ou lustrar a peça. Quanto mais difícil for romper o material, mais escovas se gastam. Para mudar uma escova o operador tem de a remover da unidade de polir, tarefa que não se revela fácil dado o peso da mesma, transportá-la num carro até ao local onde estão armazenadas as novas unidades e a máquina para montagem de escovas (a cerca de 30 metros), desmontar a escova antiga, formar uma nova com as características pretendidas, voltar à máquina de polir e inseri-la novamente na unidade.

Em segundo lugar, com um total de 36,4 horas perdidas, estão os *setups*. Da observação do trabalho no *gemba* percebeu-se que um *setup* no setor dos polimentos é efetivamente uma tarefa pesada, complicada e demorada (principalmente por implicar mudança de escovas na maior parte das vezes), mas constatou-se também que nem sempre as tarefas externas (como a limpeza das formas, a formatação das escovas e a preparação de ferramentas) são devidamente efetuadas e que cada colaborador executa as tarefas à sua maneira, não existindo organização nem normalização do trabalho, o que aumenta o tempo da mudança. É suposto que durante um *setup* o coordenador auxilie o operador na mudança das escovas, o que nem sempre acontece por falta de disponibilidade ou por falta de comunicação.

Em terceiro e quarto lugares estão os motivos espera máquina e avarias, com um total de 14,5 e 12,6 horas, respetivamente. O motivo espera máquina é usado quando não chega louça à máquina de polir. Tal pode acontecer por os produtos não estarem a sair com qualidade das máquinas de lixar e estarem por isso a ser reprocessados ou, mais usualmente, por uma das duas máquinas que antecede a de polir estar avariada. O facto de não existir manutenção preventiva (apenas corretiva) aumenta bastante a probabilidade de avaria das máquinas. A falta de lubrificação das cabeças também é um dos motivos que origina avarias e acontece, muitas vezes, por esquecimento dos operadores, que o têm de fazer, pelo menos, no final da limpeza.

Segue-se, em quinto lugar, a falta de louça com cerca de 10,3 horas. Esta perda ocorre quando não existe louça produzida na estampagem (no caso de louça *multilayer*) ou na soldadura (no caso de louca de aço inoxidável). Apesar deste motivo aparecer neste conjunto de dados é muito raro acontecer, tendo acontecido apenas pela seção de estampagem ter visto o seu número de colaboradores reduzido devido aos pedidos de assistência à família provocados pelo surto da Covid-19.

Em sexto surge a mudança de flanela, com praticamente 10 horas despendidas. A flanela é usada para cobrir as formas da máquina de polir, protegendo as peças (já lixadas) de adquirirem defeitos no seu interior. A falta de operador também não é um motivo usual e ocorreu devido à desistência de um novo colaborador e apesar do número de horas perdidas não ser representativo e de ter ocorrido apenas uma vez, este é um dado importante pois mostra a grande rotatividade de operadores por não se adaptarem ao trabalho.

Perderam-se ainda 3,3 horas em afinações, 2,3 horas em que o operador da máquina de polir teve de auxiliar outra máquina (no término de *setup* ou numa resolução de avaria, por exemplo) e 2,2, horas a mudar pistolas de pasta. Para terminar, foi gasta quase 1 hora a passar louça na fresa, o que não é suposto, uma vez que é uma tarefa que cabe ao coordenador executar.

Da análise ao gráfico da Figura 28 conclui-se que se deve dar prioridade à redução de perdas nos tempos de mudança de escovas e de *setups*. Também se devem ter em atenção as avarias, pois somando as avarias da máquina de polir (“avarias”) às das máquinas de lixar (“espera máquina”) tem-se cerca de 27 horas perdidas.

Ao estar no chão de fábrica notaram-se vários problemas subjacentes a todos os tipos de perdas de disponibilidade mencionados. Primeiro, nem todas as paragens são registadas nas guias de operação. Depois, a duração das paragens não é anotada com exatidão apesar de existir um relógio na linha, sendo os tempos, na maior parte das vezes, anotados de cor, tendo em conta o tempo que os colaboradores julgam que demoram. Por exemplo, reparou-se que a mudança de uma escova é sempre apontada como tendo a duração de 15/20 minutos. Por fim, não existe organização nem normalização do trabalho.

3.4.2 Análise do Índice Qualidade

O índice Qualidade foi calculado dividindo a quantidade de artigos conformes (OK) pelo total de artigos produzidos, como se vê na Equação 11.

$$Qualidade = \frac{Quantidade\ OK}{Produção\ Total\ Real} \times 100\ [\%] \quad (11)$$

A Quantidade OK é a quantidade conforme produzida, ou seja, o número de peças colocadas na palete.

Na máquina de polir está instalado um contador que permite determinar as rotações efetuadas pela mesa, sendo esta uma maneira simples de se conhecer a Produção Total Real, que é igual ao número indicado no contador no fim da produção de uma dada referência, desde que no início da produção este tenha sido colocado a zero. No entanto, muitas vezes os colaboradores não colocam o contador a zero, nem veem o número nele mostrado aquando do início da produção do artigo. Ora isto representa um problema pois, acontecendo, não há forma de saber exatamente a quantidade total produzida, pelo que os operadores assumem um total de ciclos igual à quantidade conforme ou, raras vezes, apontam uma estimativa, pelo que o índice de qualidade nestas situações não é correto e é, por consequência, superior ao real.

Nas guias de operação os campos que facultam informação para calcular este fator são a quantidade conforme, o número de reprocessamentos, o número de recuperações e a quantidade de sucata. Na teoria, a Produção Total Real seria o somatório da quantidade OK com os reprocessamentos, as recuperações e a sucata trabalhada. Ora, nesta linha uma recuperação implica sempre um reprocessamento, não se faz distinção entre sucata trabalhada e não trabalhada (pelo que se assume que toda a sucata foi trabalhada) e o número de reprocessamentos obtém-se pela subtração da quantidade OK ao total de ciclos indicado no contador. Assim sendo, a quantidade de reprocessamentos registada na guia de operação inclui recuperações e sucata trabalhada e não só os reprocessamentos propriamente ditos. Ao extrair os dados das guias de operação para a folha de cálculo criada percebeu-se que, por vezes, os colaboradores não registam o valor dos reprocessamentos, algumas vezes em resultado de não colocarem o contador a zero, como já se referiu.

Na Figura 29 vê-se que, do total de peças produzidas no mês de marco, 76% foram conformes e as restantes 24% foram reprocessamentos (incluindo recuperações e sucata trabalhada). Assim, nesse mês o índice de Qualidade foi de 76%.

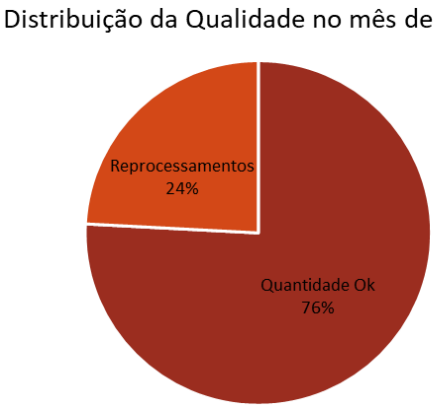


Figura 29 - Distribuição da Qualidade do mês de março

Nos gráficos da Figura 30 podem ver-se os índices qualidade obtidos durante o mês de março por semana, por turno e por dia da semana. Observa-se que na primeira semana se teve o maior valor, muito em função de se ter fabricado louça não *multilayer* de categoria *low cost*, que tem critérios de qualidade menos rigorosos e cuja matéria-prima contém menos defeitos. Nas

semanas 11 e 12 os valores foram semelhantes e rondaram o valor mensal, enquanto que nas últimas duas semanas o índice de qualidade baixou para 64%, por se ter iniciado produção de artigos *multilayer*. Em relação à qualidade por turno verifica-se que o turno da noite é o que regista índice mais alto (81%), seguido da laboração em horas extra (78%) e que os turnos da manhã e da tarde apresentam valores iguais de qualidade (73%). Não se encontrou um motivo evidente para a diferença de resultados por turno, no entanto, a disparidade pode dever-se à diferente consciencialização para os critérios de qualidade. No que diz respeito ao dia da semana, não se notou qualquer motivo que evidencie as diferenças do índice qualidade.

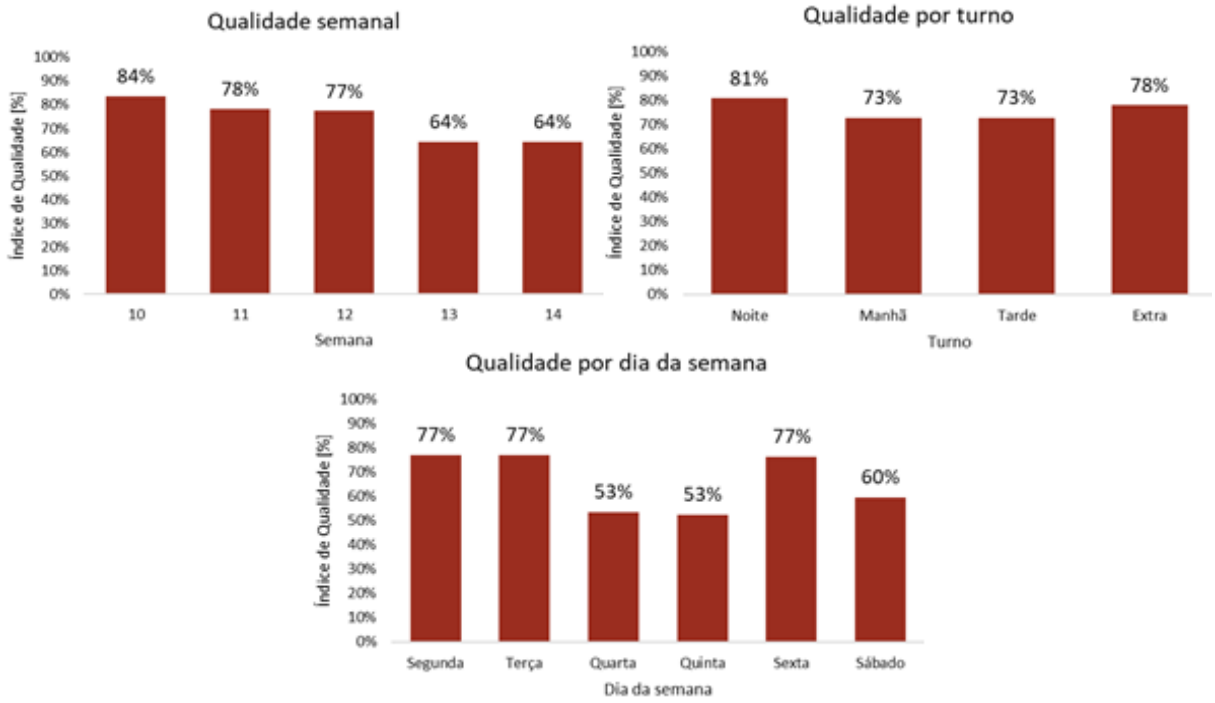


Figura 30 - Índices de Qualidade por semana (em cima, à esquerda), por turno (em cima, à direita) e por dia da semana (em baixo) durante o mês de março

As perdas de qualidade calcularam-se subtraindo o Tempo Útil de Produção (tempo de produção das peças conformes) ao Tempo Real de Produção (tempo de produção do total das peças). Basicamente, as perdas de qualidade representam o tempo perdido com retrabalho, uma vez que não são especificadas as perdas no arranque. No final do mês de março, de um total de 475 horas planeadas para produção, cerca de 69 horas deveram-se a falta de qualidade.

Existem diversos defeitos que podem obrigar ao reprocessamento, ou até mesmo à recuperação de artigos. Os defeitos podem ser riscos e picadelas no interior e no exterior, partes mal lixadas, partes mal rompidas, material queimado e beiras abertas ou mal rompidas. Alguns destes defeitos provêm de matéria-prima de baixa qualidade, outros de processos anteriores (como a estampagem ou a soldadura) e outros são gerados nas máquinas da linha em análise, devido a consumíveis e tempos de ciclo inadequados, limpeza mal efetuada, quebras de energia, escovas mal formatadas, entre outros.

Na Figura 31 é apresentado um gráfico elaborado a partir da inspeção de 505 peças, das quais se registaram 278 com defeito. Para esta inspeção criou-se uma *check sheet*, que se apresenta no Anexo C. A grande maioria dos defeitos são picadelas, tanto exteriores como interiores, que se devem principalmente à matéria-prima. Picadelas maiores podem provir da operação da estampagem, devido à presença de lixo nas ferramentas, por exemplo. O terceiro defeito mais recorrente é o interior mal lixado junto ao raio que, para além de poder ser provocado por má afinação, má parametrização ou utilização errada de consumíveis, ocorre várias vezes por haver uma queda do artigo de uma cabeça da máquina 415 (de lixagem interior), o que faz com que esta se desligue e faça *reset*, levando a que as lixas parem e não terminem a operação. Outro

problema que provoca este defeito é o facto da mesa rodar ligeiramente antes de terminar um ciclo.

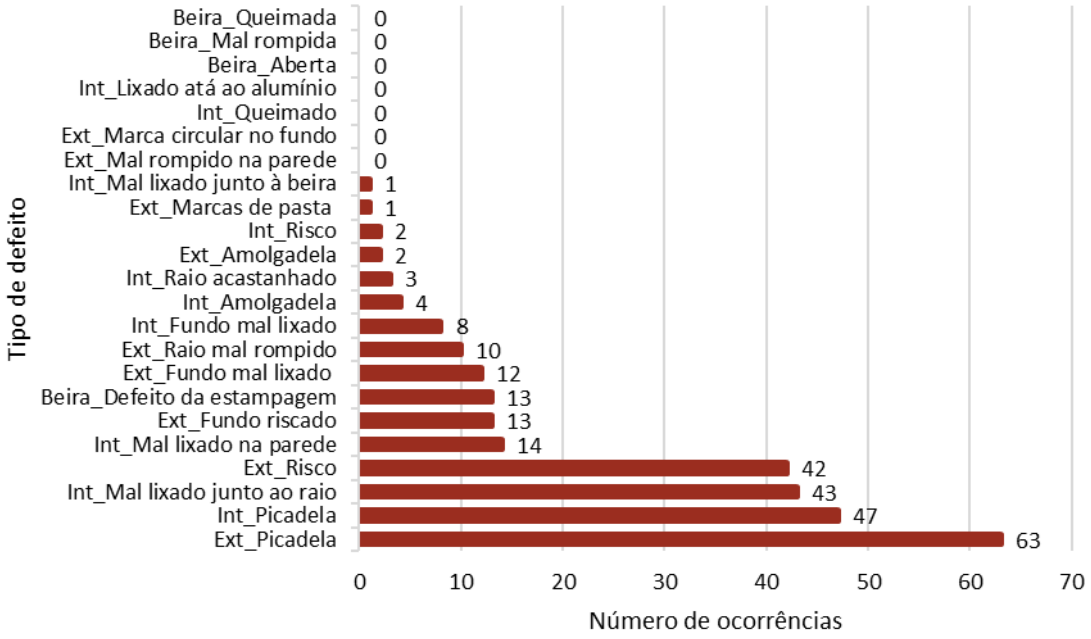


Figura 31 – Gráfico de barras de ocorrência de defeitos

Notou-se ainda falta de uniformização de critérios de qualidade, que pode levar a valores mais baixos deste índice, uma vez que há muita suscetibilidade em relação ao que "passa" e ao que "não passa", sendo que na dúvida os colaboradores optam por reprocessar a peça, aumentando as perdas de qualidade por retrabalho.

3.4.3 Análise do Índice Eficiência

O índice Eficiência (Desempenho) obteve-se através do quociente entre o Tempo Real de Produção e o Tempo Bruto de Produção, como se vê na Equação 12.

$$Eficiência = \frac{Tempo\ Real\ de\ Produção}{Tempo\ Bruto\ de\ Produção} \times 100\ [\%] \quad (12)$$

O Tempo Real de Produção é aquele que se demora a produzir o total dos artigos. No fundo, o índice de eficiência é o quociente entre a produção real e a produção teórica.

O valor calculado do índice Eficiência para o mês de março, com recurso a ponderação pelas quantidades produzidas, foi de 87%.

Pelo gráfico da Eficiência semanal apresentado na Figura 32 nota-se que existiu uma grande variedade dos valores deste índice de semana para semana, tendo tido um máximo de 113% na semana 10 e um mínimo de 50% na semana 13. As percentagens superiores a 100 que se vêm no gráfico confirmam a existência de ganhos de eficiência que provém da desatualização dos tempos de ciclo teóricos. Na semana 10, o elevado valor deveu-se ao mesmo motivo indicado para o índice de qualidade: fabrico de louça em aço inoxidável de gama *low cost*. Na semana 13 produziram-se artigos *multilayer* e panelas de pressão que obrigaram ao uso de tempos de ciclo bastante superiores aos teóricos. Com exceção do turno Extra, os valores de eficiência por turno durante o mês de março foram idênticos, variando entre 86% para o turno da noite e 90% para o turno da manhã. Tanto para a eficiência por turno como para a eficiência por semana não se validaram evidências que justifiquem os valores e as diferenças alcançados.

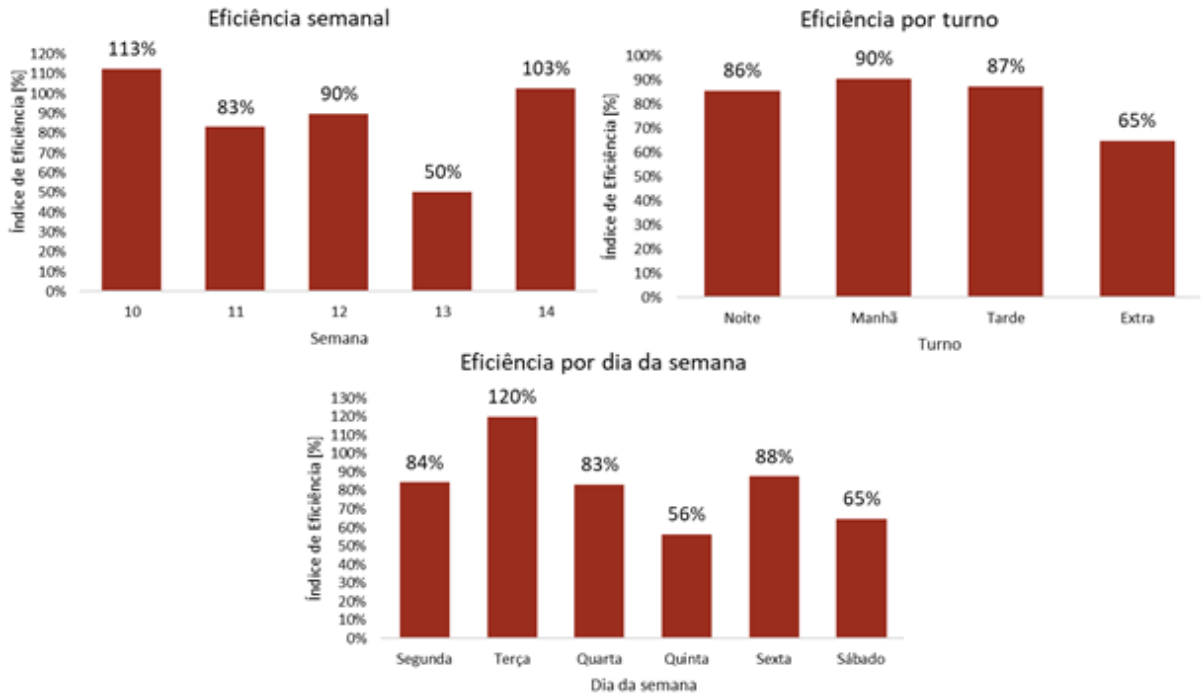


Figura 32 - Índices de Eficiência por semana (em cima, à esquerda), por turno (em cima, à direita) e por dia da semana (em baixo) durante o mês de março

As perdas de eficiência são constituídas pelas perdas de velocidade e as microparagens. Contudo, neste caso não se conhece cada um destes valores, pelo que se calcularam as perdas de eficiência a partir da diferença entre os Tempos Bruto e Real de Produção.

As microparagens não são registadas pelos operadores, nem em duração nem em número de ocorrências, e não existe na máquina qualquer tipo de dispositivo que permita obter informação do tempo em que a máquina esteve parada, ou a trabalhar, para que se possa calcular o tempo perdido com microparagens.

Considerou-se microparagem uma paragem inferior a 10 minutos. Durante o tempo passado no *gemba* listou-se uma série de motivos que originam microparagens: falhas no *robot*, falhas no vácuo, trocar e/ou acertar roletes centradores, acertar/afinar pasta, ajustar escovas, trocar lixa do fundo, trocar o-rings, limpar tapete, ir buscar cartões, enrolar palete em filme e trocar palete.

Relativamente ao índice eficiência encontrou-se outro problema, já mencionado: tempos de ciclo teóricos desatualizados, quer por excesso, quer por defeito. Isto leva os operadores a escolherem por intuição o tempo de ciclo a usar, consoante a qualidade do material, o estado dos consumíveis e o tamanho e formato do artigo. Para além disso, faz com que exista diferença entre os tempos usados para a produção da mesma referência durante os diferentes turnos, podendo levar a disparidades na qualidade do produto.

3.5 Outras oportunidades de melhoria encontradas

A acrescentar às oportunidades de melhoria que se foram enumerando ao longo deste capítulo existem outras que podem influenciar mais do que um dos índices do OEE ou que, mesmo não influenciando diretamente nenhum deles, podem diminuir a produtividade da linha em estudo e da fábrica em geral.

Problemas afetos ao polimento:

- Desorganização da área de trabalho e da mala de ferramentas dos colaboradores, o que leva a perdas de tempo em deslocações e na procura das ferramentas, peças ou material necessário a uma dada tarefa;
- Os produtos de uma determinada referência nem sempre são lavados durante a sua produção, pelo que os artigos que após a inspeção visual final sejam considerados não conformes só serão recuperados quando tal referência voltar a ser produzida, normalmente ao fim de oito semanas (ciclo de produção), ou terão de ser recuperados manualmente;
- As peças não conformes vindas da inspeção final vêm sinalizadas no local do defeito a eliminar ou então têm indicação da operação a realizar. Por exemplo, uma peça pode ter de ser recuperada na fresa e então vem marcada com um "F". Esta peça vai precisar, obrigatoriamente, de ser lixada interiormente e depois polida. No entanto existem peças que apenas têm defeitos no polimento e que por isso não necessitam de passar pelo processo de lixagem. Reparou-se que por vezes não há o cuidado, por parte dos colaboradores da linha, de efetuar apenas as tarefas necessárias, havendo então desperdício de tempo, energia e materiais;
- A marcação eletrolítica, operação subsequente ao polimento, é aplicada em toda a louça *multilayer* e é executada com uma máquina que, para além de ser antiga, não está nas condições ideais, originando na maioria das vezes produtos não conformes. Uma marcação eletrolítica com defeito implica uma recuperação da peça;
- A ergonomia: Na mudança de escovas é feito um esforço excessivo por parte do operador, devido ao peso das mesmas e à altura a que têm de ser inseridas.

Problemas relativos a toda a fábrica:

- Desorganização da fábrica não permite a realização de FIFO (*First In, First Out*), uma vez que os carros são deixados nos parques sem qualquer ordem específica. No entanto, percebe-se que o elevado número de referências produzido e o *layout* rígido da fábrica, devido à dimensão das máquinas, não facilita a tarefa de organização;
- Existe demasiado desperdício de movimento de material e de informação;
- Os setores não assumem as responsabilidades pelos defeitos provocados nas suas operações e por isso muitas vezes os defeitos não são detetados a tempo de não serem replicados. Nas operações anteriores o controlo de qualidade é realizado por amostragem, sendo o tamanho da amostra definido em função do tamanho do lote de produção.

3.6 Quadro-resumo com as oportunidades de melhoria identificadas

Na Tabela 1 resumem-se as oportunidades de melhoria encontradas durante o mapeamento da situação inicial, já indicadas ao longo do atual capítulo, e mencionam-se algumas das suas potenciais causas.

Tabela 1 – Oportunidades de melhoria encontradas e possíveis causas

	Oportunidades de melhoria	Causas
Cálculo do OEE	Inexistência de uma folha de cálculo do OEE	Falta de extração de dados
	Erros no preenchimento das guias de operação e da folha do cálculo do OEE	Falta de formação, falta de interesse
	Preenchimento incompleto das guias de operação nas máquinas de lixar	Falta de formação, falta de interesse
	Registo pouco rigoroso do motivo e duração das paragens	Falta de formação, falta de interesse, falta de cronómetro
	Não são registadas microparagens	Falta de contador de tempo em funcionamento
	Não distinção entre sucata trabalhada e sucata não trabalhada	Falta de um local para este registo
Valor Baixo do OEE	Tempos de mudança de escovas elevados	Falta de parametrização e de normalização
	Tempos de *setup* elevados	Falta de normalização, indisponibilidade do coordenador, falta de comunicação, execução incompleta das tarefas externas
	Elevado número de avarias	Falta de Plano de Manutenção Preventiva
	Desorganização da área de trabalho e das malas de ferramentas	Não execução dos 5S
	Paragens da máquina para recuperar peças	Indisponibilidade do coordenador e inexistência de uma fresa na linha
	Elevado número de reprocessamentos/defeitos	Material de baixa qualidade, erros nos processos anteriores, falta de parametrização do processo, consumíveis inadequados, condições do equipamento
	Suscetibilidade na decisão produto conforme/produto não conforme	Falta de uniformização dos critérios de qualidade, falta de formação
	Reset da máquina 415 por queda da peça	Problemas de vácuo
	Rotação da mesa da máquina 415	Problema de conceção do equipamento
	Tempos de ciclo desatualizados	Alterações na qualidade do material e das condições do equipamento
	Alta rotatividade de operadores	Trabalho pesado e remuneração abaixo de esperado, falta de motivação
	Definição pouco clara, ou falta, de diversos procedimentos	Falta de normalização do trabalho
	Deslocações para movimentar peças a reprocessar ou recuperar.	Layout da linha
Outros	Defeitos provocados pela marcação eletrolítica	Equipamento antigo e em mau estado
	Ciclo de produção de 8 semanas	Elevado número de referências produzidas
	Desperdício de movimento, energia e fluxos	Execução de operações desnecessárias
	Não existência de FIFO	Elevado número de referências e layout
	Defeitos provocados nos processos anteriores	Controlo de qualidade por amostragem, falta de responsabilização

4 Soluções Propostas

Depois de identificados os motivos que levam a um valor de OEE inferior ao desejado pela empresa, apresenta-se no presente capítulo um conjunto de medidas para aumentar o rigor do cálculo do OEE e de melhorar os seus valores.

4.1 Cálculo do OEE

Não se tratando de uma questão de melhoria do OEE propriamente dita, um cálculo estruturado do OEE em que se determina cada um dos seus fatores individualmente, é fundamental para se obter um valor fiável e para se detetarem as causas que levam às maiores perdas, para depois as poder tratar com a devida eficácia e prioridade.

Inexistência de folha de cálculo do OEE, dos seus fatores e das perdas

Como se referiu no capítulo anterior, o OEE era determinado pelos operadores no final de cada turno. O valor calculado era o registado pelo departamento de produção, não havendo qualquer tipo de análise posterior. Tendo em conta a necessidade de informação mais detalhada, criou-se uma folha de cálculo em Excel a partir da qual é possível quantificar cada um dos fatores e as perdas a eles associadas. O ideal seria ter integrado no ERP um software de controlo de produção que permitisse obter o valor do OEE de forma automática.

Erros no preenchimento de documentos

Não existindo extração automática de dados, tornou-se necessário recorrer aos dados fornecidos pelos colaboradores. No entanto, a informação registada pelos operadores nem sempre é completa e rigorosa, muito devido à falta de formação e de motivação. Neste sentido sugerem-se duas sessões de formação:

- Preenchimento da folha do OEE do Kaizen Diário;
- Preenchimento das guias de operação.

Para este efeito elaboraram-se duas apresentações elucidativas de cada um dos temas para servirem de base aos momentos de formação, durante os quais se deve enfatizar o papel fundamental dos colaboradores para a empresa, incentivando-os e incutindo-lhes sentido de responsabilidade. Deve-se ainda aproveitar a formação para apelar ao preenchimento mais completo das guias de operação das máquinas de lixagem. Os documentos redigidos podem ser impressos e colocados na linha para esclarecimento de dúvidas que possam surgir e para auxiliar novos colaboradores que porventura não tenham tido a devida formação.

Acredita-se que dar a formação adequada, permitindo uma melhor compreensão dos temas e da sua importância, motivará os operadores a preencher os documentos com mais zelo, uma vez que é mais fácil fazer algo quando se percebe o que se está a fazer e o porquê de ser feito.

Em relação ao valor do OEE calculado pelos colaboradores, propõe-se a atualização da folha do OEE, passando a excluir-se do tempo total os tempos planeados da reunião e da limpeza, uma vez que a folha usada atualmente retira apenas o intervalo. Esta alteração levará a uma percentagem de OEE maior, por o denominador ser menor, e estará mais perto do valor real, uma vez que a organização considera os tempos referidos como paragens planeadas. A folha com a alteração do cálculo do tempo de turno (assim denominado pela empresa, correspondente ao Tempo Planeado de Produção) encontra-se no Anexo D.

Registo pouco rigoroso do motivo e da duração das paragens

No que diz respeito ao registo das paragens propõem-se duas ações: uma relativa aos motivos e outra relativa à duração. Sugere-se que se atualize a lista de motivos de paragem, eliminando aqueles que não se aplicam à operação em questão, como “espera matéria-prima”, “mudar bobine”, “avaria ferramenta” e “espera acessórios/outros”, e acrescentar três que se pensa serem

importantes: "*setup*" (neste momento é apontado com recurso ao conjunto de três motivos distintos, com as durações de cada um registadas aleatoriamente), "falta de operador" (absentismo) e "auxiliar outra máquina". Estes motivos já foram acrescentados na folha de Excel aquando do mapeamento inicial da situação, por se ter sentido necessidade de o fazer. Pensa-se que estas alterações simplificarão a lista de motivos de paragem e a tornarão mais explícita. Em relação à duração recomenda-se colocar na mesa onde se preenche a guia de operação um cronómetro digital grande, como o que se exibe na Figura 33, que o colaborador deve acionar sempre que se inicia uma paragem e que só deve parar assim que o problema esteja resolvido, evitando assim que se apontem durações por habituação ou adivinhação.



Figura 33 - Exemplo de cronómetro digital (em https://www.amazon.com/-/es/BTBSIGN-cron%C3%B3metro-distancia-interruptor-obst%C3%A1culos/dp/B07S8XR94T)

Não registo de microparagens

Uma vez que o registo das paragens não é completo, acaba-se por não se ter uma noção real do Tempo Bruto de Produção. Implementar na máquina um contador do tempo de funcionamento, ou de não funcionamento, do equipamento seria uma solução para se saber exatamente o tempo que esta esteve parada. Juntamente com um registo mais exigente das paragens não planeadas, permitiria calcular o tempo perdido com microparagens, o que tornaria fácil justificar a necessidade de redução ou eliminação das mesmas à gestão de topo.

Não distinção entre sucata trabalhada e não trabalhada

Para se ter uma melhor perceção do retrabalho e para se começar a quantificar sucata que foi trabalhada e sucata que não foi, desenhou-se a *check sheet* à esquerda da Figura 34 que se deve afixar junto ao carro das recuperações. Os colaboradores devem marcar um traço na linha adequada cada vez que separam uma peça para recuperar, para a sucata depois de ter sido processada ou para a sucata sem que tenha sido polida. No fim do turno, deverão efetuar a contagem dos traços, identificando o total de cada situação e registar os valores corretos na guia de operação. Por ser simples e de dimensões reduzidas pode ser colada no perfil do tapete transportador da máquina de lixar interior para a máquina de polir, perto do carro das recuperações, como se exemplifica na imagem da direita da Figura 34.

SILAMPOS	RECUPERAÇÕES E SUCATA	Polimento
	Contagem	Máquina	

Descrição	Contagem	Total	
Recuperações			Total sucata
Sucata trabalhada			
Sucata não trabalhada			



Figura 34 - *Check Sheet* para contagem de recuperações e sucata (esquerda) e local para afixação (direita)

4.2 Melhoria do valor do OEE

Neste subcapítulo as soluções propostas focam-se na melhoria do OEE, começando-se por apresentar medidas para aumentar os índices de Disponibilidade, Qualidade e Eficiência e depois medidas mais gerais.

4.2.1 Medidas para melhorar o Índice Disponibilidade

Tempos de mudança de escovas elevados

Como se referiu no capítulo anterior, a mudança de escovas é a maior causa de perdas de disponibilidade.

Com os dados registados pelos operadores conhece-se uma estimativa do tempo gasto em mudanças de escovas, mas não se sabe quantas nem quais escovas foram trocadas, pelo que não se tem noção da durabilidade de cada uma. A durabilidade de uma escova depende do seu material, do número de ciclos que efetua e da força entre a escova e a peça (controlada através do valor da corrente elétrica, único valor ajustável na máquina, chamado frequentemente de aperto ou de carga na empresa). Quanto maior for a durabilidade, menor o número de mudanças de escovas e, naturalmente, menor o tempo perdido com esta tarefa.

Sugere-se então que se faça um registo simples de mudança de escovas, através da tabela apresentada no Anexo E. Os dados desta tabela, juntamente com o apontamento diário de total de ciclos por turno (que já tem vindo a ser feito pelo departamento de produção), permitirão obter uma estimativa dos ciclos efetuados por cada escova que, apesar de não ser exata, facilitará o estudo da durabilidade das escovas. Este estudo pode auxiliar em tomadas de decisão, como troca de materiais ou de fornecedores, conforme seja mais compensatório à empresa.

Se se reduzirem os reprocessamentos reduzir-se-á o número de mudanças de escovas durante a produção de uma determinada referência, uma vez que se efetuarão menos ciclos. A proposta para diminuição dos reprocessamentos apresenta-se na secção 4.2.2.

Se a força entre a peça e a escova for excessiva esta desgastar-se-á mais do que o devido, tendo de ser trocada mais cedo, pelo que, se se certificar que o parâmetro "Aperto" (corrente elétrica) utilizado é o adequado poder-se-á reduzir a troca de escovas. Para determinar o valor ideal deste parâmetro por unidade de polimento consoante o artigo, sugere-se que se faça um registo dos valores usados em cada uma delas durante várias produções desse artigo. Para a execução deste estudo criou-se uma folha de registo de parâmetros, exibida no Anexo F, que também será usada para o estudo de outros parâmetros, como se referirá posteriormente. Os valores deverão ser registados pelos operadores apenas quando o processo estiver estável e a produzir uma quantidade considerável de peças conformes. Assim que houver necessidade de alterar algum valor, deve fazer-se novo registo. Recomenda-se que se façam entre 10 a 20 registos, para que se tenha um conjunto de dados o mais completo possível. O departamento de produção deve proceder depois à recolha e análise destes dados para determinar o conjunto de valores mais apropriado para cada referência. Estabelecidos os valores para cada artigo estes devem ser afixados na linha, sob a forma de tabela, como a que se mostra no Anexo G.

Tendo uma ideia da durabilidade de cada escova e em função da quantidade da ordem de produção de um artigo poderá prever-se a necessidade de mudança de escovas. Assim sendo, propõe-se que, terminado este estudo, o coordenador passe a formatar de antemão escovas para troca e que as coloque junto à máquina, caso se antecipe ser necessário. Assim, no momento da mudança o operador terá apenas de fazer a substituição, perdendo-se menos de 5 minutos em vez dos 15 minutos habituais. O coordenador recolherá mais tarde a escova antiga e tratará de a desmontar. Com isto elimina-se o movimento de deslocação do operador à máquina de montagem de escovas (cerca de 60 metros, ir e vir) e o tempo que este perde a montar a escova.

Considerando-se um tempo médio de mudança de uma escova de 15 minutos e um tempo médio de mudança de 5 minutos quando esta é preparada previamente, se em 100 trocas de escovas se conseguir antecipar a preparação de metade ter-se-á um ganho de disponibilidade de 500 minutos, o que corresponde a cerca de 8 horas e 20 minutos.

Tempo de *setup* elevado

As mudanças de produção são a segunda maior causa de perdas de disponibilidade, pelo que se recomenda a aplicação da metodologia SMED para redução dos tempos de *setup*. Não se conseguiu implementar a metodologia, pelo que se expõem aqui os passos a seguir e se deixam sugestões de melhorias de forma a reduzir o tempo de mudança.

Deve-se começar por criar uma equipa multifuncional, que deve contar com elementos dos departamentos de produção e de manutenção, com os coordenadores e com os colaboradores da máquina de polir. De seguida, deve-se realizar um *workshop* SMED no qual se apresenta a ferramenta *lean* e as suas potencialidades, podendo até fazer-se um jogo SMED de modo a tornar a apresentação mais clara e convincente para os mais resistentes. Depois, deve filmar-se uma troca de ferramenta. Esse vídeo deve ser posteriormente analisado pela equipa numa sala que contenha um quadro no qual se colarão *post-its* com a sequência e categorização das tarefas como externas ou internas (para cada tipo de tarefa deve usar-se uma cor diferente). A sequência disposta deve ser examinada para converter tarefas internas em externas. No fim de se converter o máximo de tarefas possível, devem procurar-se soluções para reduzir o tempo de execução tanto do trabalho interno sobrante como do trabalho externo. Por último, deve-se normalizar o procedimento e treinar todos os colaboradores para que todos fiquem habilitados a realizar o *setup* ordeiramente, sem que haja um retrocesso à maneira antiga.

Existem três tipos de *setup* na máquina de polir: mudança de formas e de escovas (quando se altera o diâmetro e a altura da peça), mudança de formas (quando só se altera o diâmetro) e acerto das formas e mudança das escovas (quando só se altera a altura). Nesta dissertação só se abordará aquele em que se mudam as formas e as escovas, por ser o mais complexo e por abranger todas as tarefas executadas em qualquer um dos outros tipos de *setup*.

De maneira a se detetar oportunidades de melhoria observaram-se duas mudanças de formato, que foram realizadas por operadores diferentes, o que permitiu perceber a falta de normalização do trabalho, uma vez que cada um deles o executou de forma diferente. Ainda que realizadas por ordem diferente as tarefas são as mesmas, pelo que se conseguiu elaborar uma tabela com todas as tarefas. Generalizando-se, o *setup* é constituído por um conjunto de tarefas: preparação das formas e das escovas (realizadas externamente), mudança das formas, mudança das escovas e ajustes. Por não ter sido possível filmar o processo e dada a sua complexidade, não se conseguiu cronometrar cada tarefa, tendo-se apenas uma ideia da duração de cada uma delas como um todo. A mudança de uma forma demora cerca de quatro minutos e a troca de duas escovas da mesma cabeça cerca de seis minutos. A duração dos ajustes é variável. No total, um *setup* pode demorar entre duas a três horas.

Estudou-se a tabela elaborada, e foram identificadas as tarefas realizadas internamente com potencial para serem convertidas em tarefas externas: deslocações para ir buscar as sete peças da nova referência necessárias à mudança, para procurar ferramentas e para ir buscar flanela, retirar fita-cola das formas da nova série, ir buscar flanela e diluente e limpar formas.

1. Deslocações para ir buscar as sete peças da nova referência

Depois de preparar as formas o coordenador deve passar a recolher as sete peças necessárias, colocando-as no carro das formas. Para que tal seja possível, sugere-se que se acrescente uma plataforma na parte inferior do carro, como se mostra na Figura 35.



Figura 35 - Carro das formas atual (à esquerda), sugestão de alteração do carro das formas (à direita)

2. Deslocações para procurar ferramentas

Para impedir que o operador se desloque cada vez que precisa de uma ferramenta preparou-se uma *checklist* de tarefas externas (que se apresenta no Anexo H) onde constam todas as ferramentas necessárias ao *setup*. Antes de iniciar a mudança o operador deve recolher da sua mala todas as chaves e materiais necessários e colocá-los no tapete. Para reduzir o tempo de procura deve realizar-se 5S às malas de ferramentas, como se explica mais à frente.

Outra solução seria criar um *kit* de *setup*. Pelo que se observou da cabine da máquina de polir parece já ter existido uma iniciativa deste tipo, que caiu em desuso, provavelmente pelo excesso de sujidade que se acumula na máquina. O ideal seria colocar esse *kit* numa plataforma móvel que se pudesse levar para dentro da máquina durante a mudança, e não nas paredes da cabine.

Ao elaborar a lista de ferramentas verificou-se que são utilizadas diversas chaves, pelo que seria aconselhável uniformizar o diâmetro dos parafusos de forma a reduzir o número de ferramentas necessárias.

3. Deslocação para ir buscar flanela

Tal como se sugeriu com as novas peças, o coordenador deve preparar a flanela em avanço (escolhê-la e cortá-la) e deixá-la no carro das formas, junto às peças.

4. Retirar fita-cola das formas

Na montagem das formas é colada fita-cola que, por razões óbvias, não é descolada no fim da produção do artigo. Sugere-se que o coordenador retire a fita-cola existente nas formas quando as recolhe para preparar uma nova produção.

5. Deslocação para ir buscar diluente e flanela

Na grande maioria das vezes os operadores têm necessidade de limpar as formas e para isso precisam de um pano de flanela e de diluente. No entanto, só se lembram de ir buscar esses materiais quando precisam deles. A *checklist* das tarefas externas criada também inclui esta operação, para que os colaboradores a executem antes de iniciarem o *setup*.

6. Limpar as formas

O polimento provoca excesso de pó que acaba por se infiltrar em todos componentes da máquina, não sendo as formas exceção. Para montagem mais fácil no mandril é importante que tanto este como as formas estejam limpos, tal como é importante a limpeza das formas para um aperto mais fácil dos parafusos. Esta é uma tarefa que deve ser feita pelo colaborador, mas que não o é muitas vezes. A *checklist* das tarefas externas é útil para relembrar o coordenador desta tarefa. Assim os operadores terão de se preocupar apenas em limpar o O-ring da forma, que fica em contacto direto com a peça.

Podem ainda acrescentar-se às tarefas externas executadas pelo coordenador a verificação do estado do o-ring, trocando-o caso necessário para que o operador não tenha de o fazer depois, e passar da palete para o carro as escovas da primeira unidade, pois seria menos um movimento que o operador teria de fazer.

Com as medidas explicadas acima estima-se conseguir reduzir cerca de seis minutos ao tempo de *setup*.

De maneira a reduzir o trabalho interno e o esforço feito pelo operador da máquina de polir é recomendação da empresa que a mudança das escovas seja feita pelo operador e pelo coordenador, em conjunto. No entanto, em nenhum dos *setups* a que se assistiu o coordenador apoiou na troca das escovas. Isto pode acontecer por o coordenador não estar disponível ou por falta de comunicação, que faz com que este não saiba que já se iniciou a mudança. Relativamente à disponibilidade do operador, é importante que o departamento de produção elabore o plano de produção das cinco máquinas de modo a evitar a execução de *setups* em mais do que uma máquina ao mesmo tempo. Contudo, isto nem sempre é possível e mesmo quando se consegue fazê-lo podem ocorrer atrasos na produção que invalidem os horários previstos nos planos. Quanto à falta de comunicação, e para evitar que o operador tenha de andar pela fábrica a procurar o coordenador, pensou-se na utilização de um *andon* (sinalizador visual). Não se fala necessariamente de um *andon* automático que implicaria investimento, mas sim de um sistema mais artesanal que pode ser desenvolvido na empresa, como o que se mostra na Figura 36. Basta utilizar uma barra roscada, uma lata pintada, anilhas, roscas e um punho de madeira, e depois pendurá-lo, numa argola presa a um cabo fixo na chapa do teto, de forma a que fique a uma altura que permita ao coordenador ver o sinal de qualquer parte da fábrica. Assim, saberá que terá de prestar auxílio naquela máquina. Sugere-se a utilização da cor vermelho para indicar a realização de um *setup* e que este *andon* seja pendurado ainda antes de a produção da referência precedente terminar, garantindo que o coordenador o visualiza atempadamente e organiza as restantes tarefas de modo a estar disponível quando necessário.

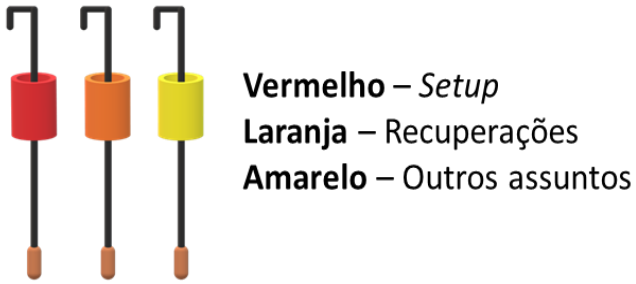


Figura 36 - Sistema *andon* proposto

Para além do andon vermelho, recomenda-se a utilização de mais dois: um laranja para alertar para a necessidade de efetuar recuperações e um amarelo para qualquer outro motivo.

Se o coordenador auxiliar na mudança das escovas podem diminuir-se cerca de vinte minutos ao *setup*.

De forma a normalizar o trabalho de mudança de ferramenta sugerido criaram-se três documentos: uma *checklist* das tarefas externas (já referida), uma *checklist* das tarefas internas (Anexo I) e uma tabela com o procedimento de mudança detalhado (Anexo J).

Outra solução para reduzir o trabalho interno seria executar a mudança das formas e das escovas em paralelo e não de forma sequencial, como descrito até aqui. O operador trocaria as formas e o coordenador as escovas, ou vice-versa. No entanto, esta medida teria de ser corretamente estudada e testada, uma vez que a mudança das formas implica a rotação da mesa, e consequentemente dos mandris, o que representaria um risco para o funcionário que estivesse a mudar as escovas. Os colaboradores teriam de ser devidamente treinados para estarem coordenados e comunicaram eficazmente entre si, de forma a eliminar perigos. Se se conseguisse implementar esta solução reduzir-se-ia o tempo de *setup* para cerca de metade.

Não se observou o trabalho externo, pelo que não foi possível determinar qualquer tipo de medida para o reduzir.

Elevado número de avarias

À data do mapeamento da situação inicial a empresa não dispunha de um Plano de Manutenção Preventiva (PMP) para as máquinas da linha em estudo, pelo que se realizava apenas Manutenção Corretiva. A não existência de um PMP leva a uma maior ocorrência de avarias, por não se manterem as condições ideais do equipamento. Contudo, soube-se depois que o departamento de manutenção tem vindo a elaborar um Plano de Manutenção Preventiva, que está já afixado nas outras linhas de acabamento superficial.

Apesar de não se ter observado o PMP para a linha de *multilayer* e de não se ter participado na preparação do mesmo conta-se que seja semelhante aos restantes, por as máquinas serem idênticas. Assim sendo, e pela observação dos acontecimentos no *gemba* e do registo dos motivos de avarias, recomenda-se que sejam adicionadas duas ações:

1. Verificação do nível do óleo, que se deve realizar semanal ou quinzenalmente - a falta de lubrificação é causa de várias avarias e constatou-se que o nível de óleo baixa várias vezes ao mínimo, não sendo notado por não haver atribuição desta responsabilidade a alguém em específico;
2. Limpeza do interior das mesas rotativas – o excesso de pó no interior das mesas leva ao seu mau funcionamento ou mesmo à sua paragem. Sugere-se que se proceda à sua limpeza de forma regular (trimestralmente, se aplicável), fora do horário de operação das máquinas (ao sábado, por exemplo), por se ter visto ser uma tarefa demorada.

É muito importante que depois de elaborado o Plano de Manutenção Preventiva este seja rigorosamente cumprido, devendo os operadores de cada máquina estar atentos à *checklist* afixada pelo departamento de manutenção, reportando qualquer incumprimento.

Desorganização da área de trabalho e das malas de ferramentas dos operadores

Para reduzir o tempo perdido à procura de materiais e criar um local de trabalho mais organizado, limpo e seguro propõe-se a utilização da ferramenta 5S em toda a área de trabalho, especialmente à bancada de apoio e às malas de ferramentas dos operadores.

Deve começar-se por apresentar a metodologia 5S a todos os operadores e coordenadores da linha, e depois explicar o modo como será aplicada, numa sessão de formação.

De seguida, deve passar-se para o *gemba*, onde os operários deverão classificar os objetos existentes como “Usado frequentemente”, “Usado poucas vezes” ou “Nunca usado” com recurso a etiquetas de cor verde, amarela e vermelha, respetivamente. Devem ser eliminados todos os objetos com etiqueta vermelha. Esta será a primeira fase, ou seja, o primeiro S (Seleção). Prevê-se que desta fase se retire uma quantidade considerável de itens do local de trabalho, principalmente das malas dos colaboradores, que parecem ter ferramentas desnecessárias ou duplicadas. Também da bancada se supõe que se recolham vários elementos, pois, no tempo que se passou no *gemba*, notou-se que muitos materiais não são utilizados. Na Figura 37 pode ver-se o estado atual da bancada de apoio e da mala de ferramentas de um dos operadores.



Figura 37 - Estado atual da bancada de apoio (esquerda) e das malas de ferramentas (direita)

Depois deve seguir-se para o segundo S (Organização), em que se deve determinar um local para cada item, marcando, preferencialmente, esse local com a sombra do item. Deve garantir-se que os materiais mais utilizados ficam em sítios mais acessíveis. É oportuno, nesta fase, identificar de forma visível cada chave com o seu diâmetro.

Passando ao terceiro S (Limpeza), aconselha-se a que se faça uma limpeza completa das máquinas, principalmente da de polir, devido ao excesso de sujidade acumulada, próprio do processo. Deve ser uma limpeza mais abrangente que a limpeza geral (limpar o interior e o exterior da cabine, tapetes transportadores, robot, quadros, bancadas e chão) para que se reponha o estado ideal e para que possam detetar possíveis problemas. O melhor seria realizar esta limpeza num sábado, para não se perder tempo disponível para produção.

Depois de efetuada esta limpeza e restituído o estado ideal da máquina, prossegue-se para o quarto S (Normalização). Devem criar-se procedimentos de limpeza de final de turno e de limpeza geral, para que não sejam desleixadas tarefas importantes como a lubrificação das cabeças e a limpeza dos tubos de aspiração. Podem deixar-se na área de trabalho fotografias do estado ideal em que se deve deixar o equipamento e o local de trabalho em geral.

Finalmente, seguindo para o quinto S (Autodisciplina), recomenda-se a realização regular de auditorias 5S, como a que se mostra no Anexo K.

Paragens da máquina para recuperar peças

A recuperação de defeitos na fresa não devia ser um motivo de paragem do equipamento nem devia implicar um desperdício de movimento tão grande. Apesar de a empresa já ter em mente a aquisição de uma fresa para a linha, deixa-se aqui esta menção como forma de reforçar a importância desta medida para redução do tempo perdido e do desperdício por movimentos efetuados pelos operadores.

A exposição do *andon* laranja, com a devida antecedência, reduzirá as paragens por indisponibilidade do coordenador, uma vez que o alertará para a necessidade de execução de recuperações e permitirá que concilie esta tarefa com outras que poderá ter de realizar.

4.2.2 Medidas para melhorar o Índice Qualidade

Elevado número de reprocessamentos/defeitos

Como se constatou no capítulo antecedente, grande parte dos defeitos são picadelas (interiores e exteriores), que se apurou serem provenientes da qualidade da matéria-prima ou de processos anteriores, sendo a maioria proveniente da baixa qualidade da matéria-prima. Por isto, sugere-se que se realize uma avaliação de fornecedores. Fornecedores inadequados podem prejudicar o processo de produção, causar prejuízos financeiros à empresa e levar a uma insatisfação por

parte dos seus clientes, enquanto que bons fornecedores permitem à empresa ter maior rentabilidade.

Para se avaliar um fornecedor devem estabelecer-se critérios bem definidos de:

1. Certificação pela norma ISO 9001 – trabalhar com fornecedores certificados garante mais segurança, uma vez que estes são auditados regularmente;
2. Qualidade dos produtos – é importante garantir que os produtos entregues cumprem as especificações exigidas pela empresa;
3. Quantidade entregue – o fornecedor deve entregar a quantidade contratada;
4. Prazo de entrega – o fornecedor deve cumprir os prazos de entrega contratados;
5. Custo – o preço deve ser adequado, garantindo sempre a qualidade;
6. Serviço pós-venda – o fornecedor deve estar disponível caso surjam problemas após a receção dos materiais.

A empresa deve determinar o peso de cada um dos critérios supracitados e a percentagem de qualificação ou desqualificação do fornecedor.

Ter um bom fornecedor de discos *multilayer* aumentará o índice de qualidade, uma vez que as peças terão menos defeitos e, como tal, efetuar-se-ão menos reprocessamentos.

Tendo em conta a melhoria do fator qualidade e a redução dos reprocessamentos, foram testadas novas escovas a ser usadas na primeira e na terceira unidade de polir, tendo-se concluído que o novo material tinha, ao mesmo tempo, poder de corte e de brilho, riscando menos a peça e conferindo-lhe um melhor acabamento superficial. Depois de ter sido aprovada esta alteração, procedeu-se à atualização da instrução de trabalho dos consumíveis a utilizar na máquina de polimento. Para além da mudança, acrescentaram-se à instrução os consumíveis a usar como recurso em situações excecionais, bem como o local do armazém onde estes se guardam, para ser mais fácil os colaboradores os encontrarem. Atualizaram-se também as instruções com os consumíveis a utilizar nas máquinas de lixagem. Deve agora certificar-se que os operadores utilizam os novos consumíveis *standard*, garantindo que não usam os anteriores devido à habituação. Para evitar o erro, criaram-se etiquetas com os materiais a ser usados em cada unidade, que devem ser coladas em cada uma delas. No Anexo L incluem-se a instrução de trabalho dos consumíveis da máquina de polir e as etiquetas.

Uma correta definição dos parâmetros Tempo de Ciclo, Aperto e Ciclo de Injeção de Pasta, por artigo, é essencial para uma uniformização da qualidade superficial de turno para turno. Assim sendo, recomenda-se de novo o registo e análise de dados recorrendo à folha do Anexo F, seguindo-se o procedimento proposto nas medidas de melhoria para o tempo de mudança de escovas elevado.

4.2.3 Medidas para melhorar o Índice Eficiência

O fator eficiência é influenciado pelas perdas em esperas e microparagens e pelas perdas de velocidade. Como se relatou no terceiro capítulo, não existe informação acerca das esperas e das microparagens, pelo que este assunto não será abordado. No entanto, a microparagem que mais se viu ocorrer foi falha no vácuo do robot, pelo que se aumentará a eficiência se se tratar este problema. Relativamente às perdas de velocidade, o foco esteve na atualização dos tempos de ciclo teóricos.

Tempos de ciclo desatualizados

Variações na qualidade da matéria prima e nas condições do equipamento levam à necessidade de alteração dos tempos de ciclo. Valores do índice de eficiência acima dos 100% permitiram detetar o problema da desatualização dos tempos de ciclo, por mostrarem que há artigos a ser

produzidos a um tempo de ciclo muito inferior ao estipulado. No entanto, uma análise mais cuidada mostrou existir produtos em que ocorre a situação contrária: vêm a ser fabricados a tempos de ciclo superiores ao teórico já há algum tempo. Assim sendo, procedeu-se à atualização dos tempos de ciclo (apenas dos produtos *multilayer*) com base num histórico de tempo real utilizado para cada um dos artigos. Basicamente, para cada artigo viu-se o menor tempo a que foi produzido e o tempo no qual tem sido fabricado mais recentemente, não se tendo regido a escolha por nenhum dos critérios independentemente, mas sim por um equilíbrio entre os dois. O ideal seria o tempo de ciclo teórico passar a ser igual ao menor tempo a que uma peça foi produzida, mas não existia informação sobre os tempos reais registados serem ou não de reprocessamentos, pelo que ao usar este critério se podia incorrer no erro de subestimar o tempo a que é possível polir o artigo com qualidade.

Nos Anexos M e N apresentam-se as tabelas atual e proposta para os tempos de ciclo teóricos, respetivamente. Para além da atualização de alguns valores, esta última contém duas colunas: uma com o tempo de ciclo a inserir na máquina e outra com aquele a ser usado no cálculo do OEE. Sugere-se a diferenciação entre os dois valores por o primeiro não contabilizar a rotação da mesa, não sendo por isso o tempo em que sai uma peça da máquina, mas sim o tempo durante o qual ela é trabalhada, o que reduz o valor do índice de eficiência. O histórico utilizado não continha dados de todos os produtos, pelo que não se alterou o tempo de ciclo teórico de todos os artigos.

Mais uma vez se recomenda o recurso à folha de registo de parâmetros do Anexo F, para que se faça um novo estudo. Devem apontar-se os valores quando o processo está estável e os operadores devem garantir que reduziram o tempo de ciclo o mais possível, mantendo a qualidade do produto. Não se podem registar valores de reprocessamentos e deve ter-se entre 10 a 20 registos. Assim, poder-se-á usar o menor valor registado como critério de atualização.

4.2.4 Outras ações de melhoria

Não estando diretamente relacionadas com nenhum dos fatores do OEE, as ações de melhoria que aqui se propõe podem contribuir para o aumento do OEE.

Alta rotatividade de colaboradores

De modo a diminuir os efeitos provocados pela alta rotatividade de colaboradores sugere-se que seja dada formação aos novos colaboradores em vários âmbitos: higiene e segurança no trabalho, preenchimento dos documentos e apresentação do trabalho que irão efetuar e dos procedimentos existentes. Depois, no chão de fábrica, deve explicar-se com detalhe o funcionamento dos equipamentos aos mesmos.

Para facilitar o manuseamento do equipamento, e dado o elevado número de botões existentes no quadro da máquina, propõe-se a etiquetagem dos mesmos, indicando a sua função. Apesar de não se ter realizado esta ação, fez-se uma proposta para se perceber como resultaria, que pode agora servir como instrução de trabalho. Apresenta-se essa proposta no Anexo O.

Outra medida que se sugere é a utilização da *checklist* de início de turno, que se expõe no Anexo P. Esta *checklist* é uma mais valia não só para os novos operadores, para que se adaptem mais rapidamente ao processo de início de turno, mas também para os colaboradores com mais anos de casa, que muitas vezes desprezam determinadas atividades (como a lubrificação) e esquecem outras (como colocar o contador a zero). Incluíram-se neste documento algumas atividades de manutenção autónoma, nomeadamente purgar a água e verificar o nível de óleo, da luminosidade e do estado geral da máquina, que ajudarão a manter o bom estado do equipamento. Depois, indicou-se a sequência para ligar a máquina, a qual está devidamente auxiliada por imagens com identificação do botão a utilizar em cada etapa.

Falta de motivação dos colaboradores

As pessoas são o fator mais importante de uma empresa, pelo que ter colaboradores motivados é fundamental para a produtividade da mesma. No entanto, a falta de motivação foi uma das causas identificada para vários dos problemas listados, pelo que se acha necessário tomar medidas no sentido de aumentar o ânimo dos operários. Sugere-se:

1. Formar e treinar – Treinar os colaboradores para executar as suas tarefas com eficácia é essencial para que estes fiquem satisfeitos ao desempenhá-las, uma vez que se sentirão competentes;
2. Melhorar as máquinas e as condições de trabalho – Implementar programas de melhoria para restituir o bom funcionamento dos equipamentos e organizar a área de trabalho reduzirá as paragens não planeadas e os movimentos dos operadores, o que contribuirá para uma melhor predisposição para trabalhar;
3. Envolver os colaboradores nos programas de melhoria – Ouvir os colaboradores e registar as suas ideias aumentará o potencial das melhorias, por serem eles quem melhor conhece o equipamento. Para além disso, transmitir-lhes-á sentido de pertença;
4. Dar *feedback* – Analisar as sugestões dos colaboradores e justificar-lhes quais poderão ou não ser implementadas. Estabelecer um sistema de recompensas para as melhores ideias aumentaria a motivação dos operadores a tomar iniciativa de as indicar;
5. Valorizar, agradecer e criticar construtivamente – Caminhar pelo *gemba* para conversar com os funcionários, valorizar e agradecer os esforços feitos para atingir os objetivos e pelo cumprimento das normas aplicadas. No caso de se detetar alguma falha, deve-se mostrar de forma construtiva como a mesma pode ser corrigida;
6. Definir objetivos atingíveis – O facto de não conseguirem atingir o objetivo por um longo período é um fator desmotivante. Mais uma vez, é importante ouvir os operários para perceber o que é ou não possível concretizar. Se o objetivo for demasiado elevado pode levar os operadores a pensar que nem vale a pena tentar;
7. Publicar os resultados das ações de melhoria implementadas – Ver expostos os resultados dos seus esforços motiva os colaboradores e reforça a sua importância para a organização: sem eles seria impossível obter melhores resultados.

O setor de polimento de corpos dispõe, no seu Quadro Kaizen, de um espaço onde os colaboradores podem registar as suas ideias de melhoria, cuja implementação será examinada, posta em prática caso seja possível, e depois verificados os seus resultados (Ciclo PDCA). No entanto, parece ter caído em desuso, como se pode ver na Figura 38. Recomenda-se que se restabeleça o uso desta ferramenta, dado o seu potencial para encontrar oportunidades de melhoria e motivar os colaboradores.

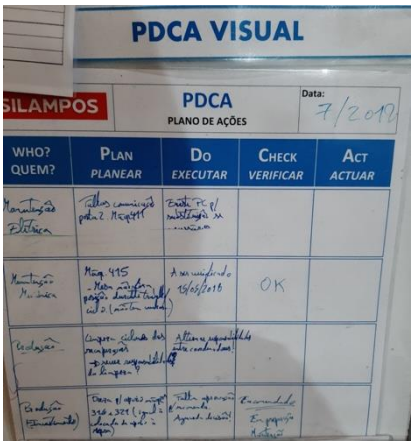


Figura 38 - Ciclo PDCA Visual do setor de polimento de corpos

5 Conclusões e Perspetivas de Trabalho Futuro

Os níveis de exigência cada vez mais elevados dos clientes fazem com que haja uma competitividade crescente na indústria e, como tal, uma necessidade de adaptação, ou até mesmo de reinvenção, por parte das empresas, de forma a melhorar a sua produtividade e, assim, marcar posição no mercado. Não obstante a esta situação, a Silampos S.A. pretende melhorar o OEE de uma linha do seu setor gargalo, o polimento, tendo sido esse o foco da presente dissertação.

Ao longo do trabalho foi possível constatar que o indicador OEE é uma ferramenta extremamente poderosa para a identificação de problemas existentes no processo produtivo, que provocam o tão indesejado desperdício.

Com o mapeamento da situação inicial calcularam-se os três índices do OEE, conseguindo-se asssim classificar e quantificar as diferentes perdas de produção, percebendo-se em quais delas se deviam concentrar os primeiros esforços. A partir daí começou-se a pensar em medidas para reduzir, ou talvez elmininar, as causas das mesmas. Encontraram-se oportunidades de melhoria, o que, tendo em conta o valor inicial de 46% do OEE, mostra que existia margem para cumprir o objetivo de melhorar o OEE da linha acabamento superficial de *louça multilayer*.

Não tendo sido possível implementar as ações de melhoria sugeridas no presente trabalho, não se tem resultados a apresentar. No entanto, conta-se que, se se seguirem as medidas propostas, o fator disponibilidade seja aquele que terá um aumento maior e mais rápido, muito em parte por a metodologia SMED ser a que alcança melhores resultados a curto prazo. As restantes medidas como o estudo e definição de parâmetros, os 5S e a normalização do trabalho demoram mais tempo a implementar e os seus resultados não são tão imediatos ou visíveis, notando-se mais o seu efeito a médio ou longo prazo.

Ao estar em ambiente empresarial consolidou-se a ideia, que já se tinha, de que uma integração e boa comunicação entre todos os departamentos é fulcral para o bom funcionamento e desempenho de uma organização e que o envolvimento da gestão é essencial para que se consigam implementar programas de melhoria.

À parte do objetivo do trabalho, os meses passados na Silampos permitiram perceber a importância da gestão da produção no dia a dia de operação de uma empresa, principalmente quando surgem condições adversas. A capacidade de resolução de problemas, de planeamento, de gestão de recursos materiais e humanos e de melhoria de processos, são fundamentais para o sucesso e sobrevivência da empresa, especialmente quando há a necessidade de fazer mais e melhor com menos recursos.

Relativamente a trabalhos futuros, sugere-se que se impletem na linha de acabamento superficial de louça *multilayer* as medidas de melhoria mencionadas nesta dissertação e que se estudem os seus resultados. Caso estes sejam positivos, recomenda-se que se adaptem as propostas de maneira a aplicá-las nas restantes linhas do polimento de corpos.

A definição de procedimentos de limpeza de final de turno e de limpeza geral e posterior normalização dos mesmos é um trabalho que se considera pertinente para um melhor funcionamento das máquinas. Uma limpeza adequada dos equipamentos ajuda na prevenção de avarias o que, naturalmente, aumenta a disponibilidade dos mesmos.

Outro trabalho que se considera relevante é o restabelecimento e a consolidação da metodologia Kaizen Diário que, apesar de já ter sido implementada anteriormente, se constatou não estar a ser devidamente utilizada, perdendo-se assim os benefícios que dela advêm.

Dada a suscetibilidade existente na decisão daquilo que é ou não um produto conforme, recomenda-se que se trabalhe na uniformização dos critérios de qualidade, procedendo-se depois à formação de todos os colaboradores da fábrica em relação aos mesmos. E é realmente

importante que a formação se extenda a todos, para que produtos não conformes não avancem no processo de produção e para que produtos conformes não sejam rejeitados sem necessidade.

Ainda no âmbito da qualidade, sugere-se que se estude a possibilidade de se instalar controlo de qualidade a 100% em todas as operações do processo produtivo, eliminando-se o controlo por amostragem na estampagem e na soldadura, que leva à deteção tardia de defeitos e consequente replicação dos mesmos.

Seria importante criar uma equipa constituída por elementos dos departamentos de produção, de manutenção e de engenharia para se solucionarem os problemas da máquina de marcação eletrolítica, e da máquina de lixagem interior, uma vez que com isto se reduziria o retrabaho.

Mesmo sabendo-se que se trata de um grande desafio, propõe-se um estudo do layout da fábrica, principalmente dos parques de louça, de maneira a implementar-se um sistema de *First In, First Out* e reduzir-se as movimentações de material, que não acrescentam valor às peças.

Referências

Arturo Garza-Reyes, Jose, Steve Eldridge, Kevin D. Barber, e Horacio Soriano-Meier. 2010. «Overall equipment effectiveness (OEE) and process capability (PC) measures». *International Journal of Quality & Reliability Management* 27 (1): 48–62. https://doi.org/10.1108/02656711011009308.

Benjamin, Samuel Jebaraj, Uthiyakumar Murugaiah, e M. Srikamaladevi Marathamuthu. 2013. «The use of SMED to eliminate small stops in a manufacturing firm». *Journal of Manufacturing Technology Management* 24 (5): 792–807. https://doi.org/10.1108/17410381311328016.

Bhasin, Sanjay. 2015. *Lean Management Beyond Manufacturing - A Holistic Approach*. Editado por Springer. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-17410-5.

Borris, Steven. 2006. *Total Productive Maintenance*. New York: McGraw-Hill. https://doi.org/10.1036/0071467335.

Bosser, James L., Grace L. Duffy, R. Dan Reid, e James J. Rooney. 2018. «Speaking Your Language - The refreshed, third edition of QP's Quality Glossary». *Quality Progress*, 2018.

Clarity Visual Management. 2020. «Visual Management». 2020. https://www.clarityvisualmanagement.com/technique/vm-visual-management/.

Coimbra, Euclides A. 2013. *KAIZEN in Logistics & Supply Chains*. New York: McGraw Hill Education.

Coskun, Abdurrahman, Ibrahim Unsal, Mustafa Serteser, e Tamer Inal. 2010. «Six Sigma as a Quality Management Tool: Evaluation of Performance in Laboratory Medicine». Em *Quality Management and Six Sigma*. Sciyo. https://doi.org/10.5772/9928.

Costa, Eduardo Rego Gil da. sem data. «OEE - Overall Equipment Effectiveness».

Feld, William M. 2001. *Lean Manufacturing - Tools, Techniques, and How To Use Them*. USA: The St. Lucie Press/APICS Series on Resource Management.

Fritze, Christopher. 2016. «The Toyota Production System - The Key Elements and the Role of Kaizen within the System».

García-Alcaraz, Jorge Luis, Aidé Aracely Maldonado-Macías, e Guillermo Cortes-Robles. 2014. *Lean Manufacturing in the Developing World*. Editado por Jorge Luis García-Alcaraz, Aidé Aracely Maldonado-Macías, e Guillermo Cortes-Robles. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-04951-9.

Gupta, Amit Kumar, e R K Garg. 2012. «OEE Improvement by TPM Implementation: A Case Study». *International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences ResearchXplore International Research Journal Consortium* 1 (1): 2319–4413.

Hansen, Robert C. 2001. *Overall Equipment Effectiveness: a powerfull production/maintenance tool for increased profits*. New York: Industrial Press Inc.

Jimeacutenez, M., L. Romero, J. Fernaacutendez, M. del Mar Espinosa, e M. Dominguez. 2019. «Extension of the Lean 5S Methodology to 6S with An Additional Layer to Ensure Occupational Safety and Health Levels». *Sustainability* 11 (14). https://doi.org/10.3390/su11143827.

Liker, Jeffrey K, e David Meier. 2006. *The Toyota way fieldbook: a practical guide for implementing Toyota's 4Ps*. New York: McGraw Hill. https://doi.org/10.1036/0071448934.

Marksberry, Phillip. 2011. «The Toyota Way – a quantitative approach». *International Journal of Lean Six Sigma* 2 (2): 132–50. https://doi.org/10.1108/20401461111135028.

Medinilla, Ángel. 2014. *Agile Kaizen*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-54991-5.

Melton, T. 2005. «The Benefits of Lean Manufacturing». *Chemical Engineering Research and Design* 83 (6): 662–73. https://doi.org/10.1205/cherd.04351.

MÍkva, Miroslava, Vanessa Prajová, Boris Yakimovich, Alexander Korshunov, e Ivan Tyurin. 2016. «Standardization – One of the Tools of Continuous Improvement». *Procedia Engineering* 149: 329–32. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.674.

Muchiri, P., e L. Pintelon. 2008. «Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion». *International Journal of Production Research* 46 (13): 3517–35. https://doi.org/10.1080/00207540601142645.

Munro, Roderick A., Govindarajan Ramu, e Daniel J. Zrymiak. 2015. *Certified Six Sigma Green Belt Handbook*. 2nd ed. Milwaukee: American Society for Quality, Quality Press.

Nakajima, Seiichi. 1998. *Introduction to TPM - Total Productive Maintenance*. Portland: Productivity Press, Inc.

Oras Group. 2020. «Safety Culture». 2020. https://www.orasgroup.com/responsibility/responsible-production/safety-culture.

Parry, G.C., e C.E. Turner. 2006. «Application of lean visual process management tools». *Production Planning and Control* 17 (1). https://doi.org/10.1080/09537280500414991.

Pinto, João Paulo. 2014. *Pensamento LEAN: a filosofia das organizações vencedoras*. Editado por Lidel. 6ª. Lisboa: Lidel.

Rooney, James J., T. M. Kubiak, Russ Westcoot, R. Dan Reid, Keith Wagoner, Peter E. Pylipow, e Paul Plsek. 2009. «Building From The Basis - Master these quality tools and do your job better». *Quality Progress*, 2009.

Rusman, M, S M Parenreng, I Setiawan, S Asmal, e I Wahid. 2019. «The Overall Equipment Effectiveness (OEE) analysis in minimizing the Six Big Losses: An effort to green manufacturing in a wood processing company». *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 343 (Novembro): 012010. https://doi.org/10.1088/1755-1315/343/1/012010.

Samuel, A.U., F. Oyawale, e O.S.I. Fayomi. 2019. «Analysis and Reduction of Waste in Beverage Industries Using Pareto Principle and Value Stream Mapping». *Journal of Physics: Conference Series* 1378. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1378/2/022090.

Shingo, Shigeo. 1985. *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Cambridge: Productivity Press.

Silampos S.A. sem data. «Apresentação para Feira de Emprego». Silampos S.A.

Silampos, S.A. 2020. «Silampos». 2020. https://www.silampos.pt/pt/.

Soković, Mirko, Jelena Jovanović, Zdravko Krivokapić, e Aleksandar Vujović. 2009. «Basic quality tools in continuous improvement process». *Strojniski Vestnik/Journal of Mechanical Engineering* 55 (5): 333–41. https://www.engineeringvillage.com/share/document.url?mid=inspec_1b1aa6512743e7fedeM6de12061377553&database=ins.

Sousa, E., F.J.G. Silva, L.P. Ferreira, M.T. Pereira, R. Gouveia, e R.P. Silva. 2018. «Applying SMED methodology in cork stoppers production». *Procedia Manufacturing* 17: 611–22.

https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.103.

Sukdeo, N. 2017. «The application of 6S methodology as a lean improvement tool in an ink manufacturing company». *2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*. https://doi.org/10.1109/IEEM.2017.8290176.

Tague, Nancy R. 2005. *The Quality Toolbox*. 2nd ed. Milwaukee: ASQ Quality Press.

Williamson, Robert M. 2006. «Using Overall Equipment Effectiveness: the Metrics and the Measures». Columbus: Strategic Work Systems, Inc. 2006. https://swspitcrew.com/using-overall-equipment-effectiveness-the-metric-and-the-measures/.

Willmott, Peter, e Dennis McCarthy. 2001. *TPM - A Route to World Class Performance*. 2nd ed. Oxford: Butterworth Heinemann.

Wilson, Lonnie. 2009. *How to implement lean manufacturing*. McGraw Hill Professional.

Womack, James P., e Daniel T. Jones. 2003. *Lean thinking: banish waste and create wealth in your coorporation*. Revised. New York: Free Press.

Yik, L.K., e J.F. Chin. 2019. «Application of 5S and visual management to improve shipment preparation of finished goods». *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 530. https://doi.org/10.1088/1757-899X/530/1/012039.

ANEXO A: Guia de Operação

Data : 20-03-20 [14:01 , Eur] — Guia de Operação (Duplicada) — Página : 8
Silampos — Companhia : 700

839002003016L	CAÇAROLA ALTA 16 F MULTILAYER -Le Creuset	O.P.	100027659
		Qt. Ordem :	400,0000
Armazém : 36A	Produtos em Curso	Entregue :	0,0000
Local : 035	ARMAZ-Semi Fabricados	Dt.Fin.Pl. :	2020-04-03

INSPEÇÃO A 100%

839002003016L 100027659 100027659070

Op.	Tarefa	Centro de trabalho	Máquina	Tempo prod.	Data inic.rest.	Data inic do movim.
70	2104 POLIR EXTERIOR (364/1)	21 CT LIXAR/POLIR CORPOS	364 POLIR EXTERIOR AÇO	12,6133	2020-04-02	2020-04-03

Ferramenta	Descrição	Status	Quantid.	Observações
XF1604902	FP_Ø160_CORPOS A_MAQ 364	Não alocado		

EMM's	Descrição	Gama	Operad.	Dia	Turno	H.Inic.	H. Fim	Qtd Inic	Qtd Fim	Reproc
Outras Especif.										

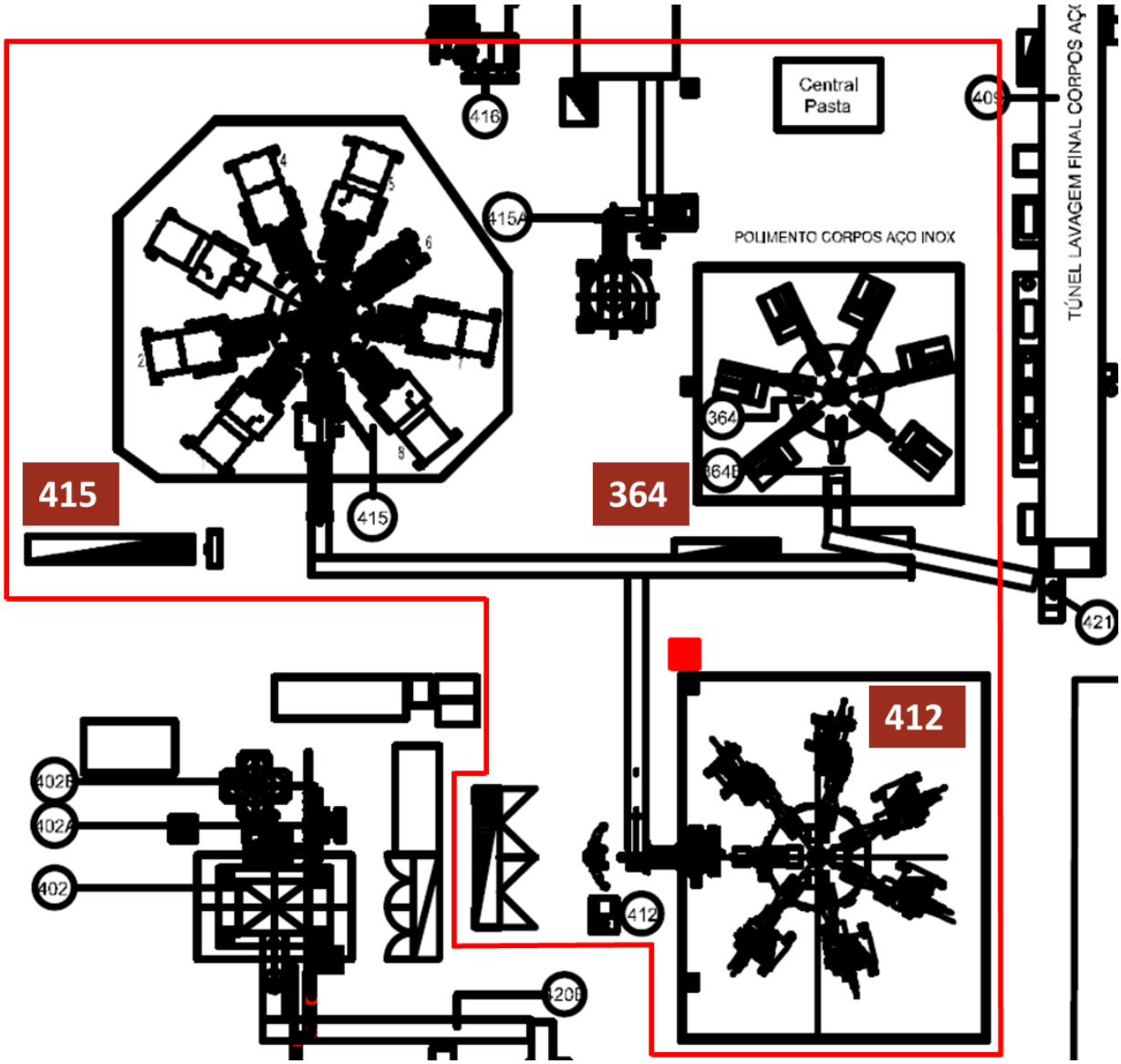
Desvios/Paragens							
Nº							
H.Inic.							
H. Fim							

Rastreabilidade
Lote
Quantid.
Ordem prod.
O.F. Controlada
PAM Executado *

Quantid.	Mat. Prima	Peças	Obs.:
Descarte			
Recuperações			

* quando aplicável.

ANEXO B: Layout da linha em estudo



ANEXO C: *Check sheet* para inspeção de defeitos

SILAMPOS	DEFEITOS		Polimento
	Folha de verificação	#	Máquina 364

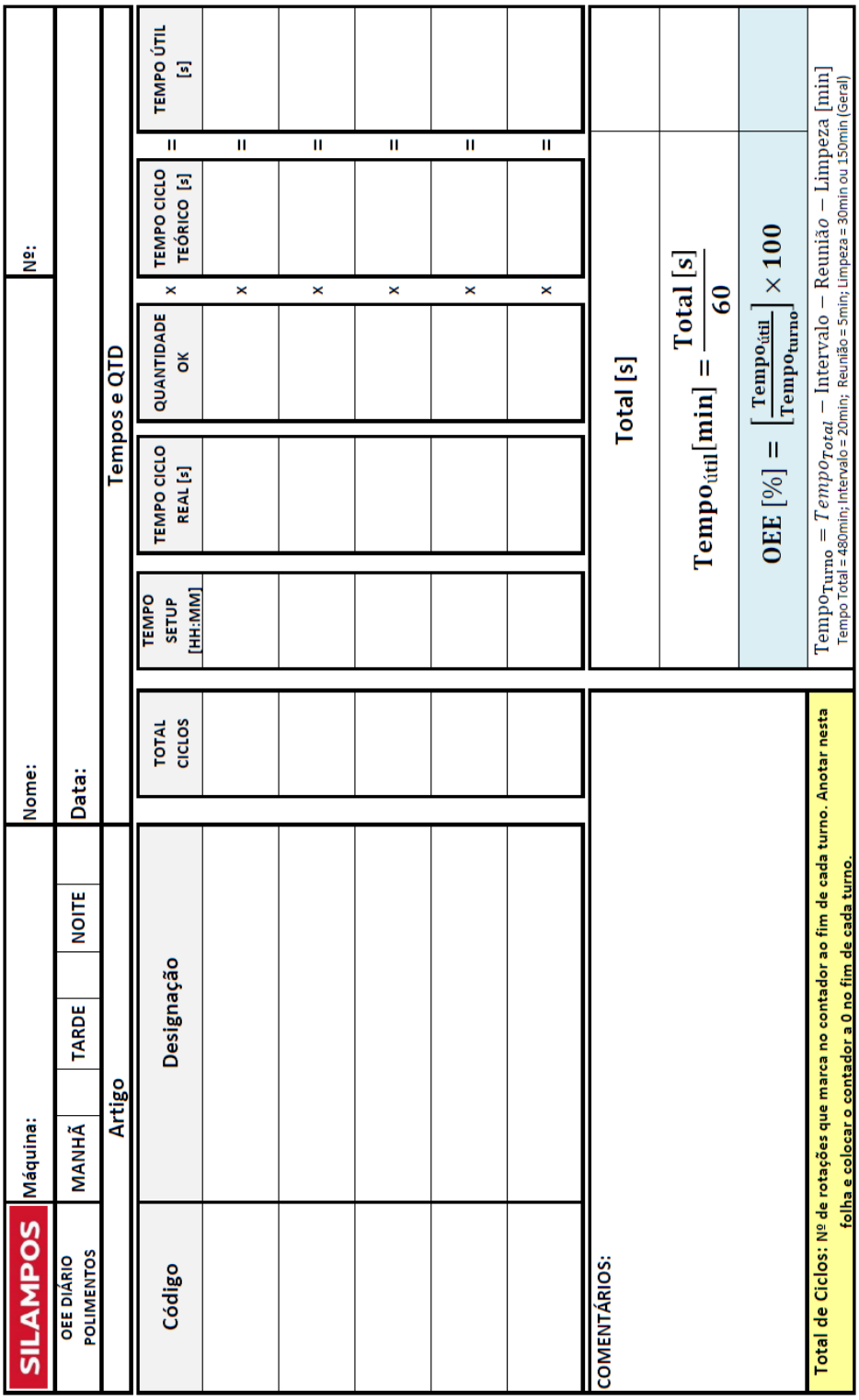
Operador	
Data	
H. início	
H. fim	

Produto	
Código	
Descrição	
Quantidade OK produzida	

Superfície	Defeito	Contagem	Subtotal
Exterior	Risco		
Exterior	Picadela		
Exterior	Mal rompido na parede		
Exterior	Marca circular no fundo		
Exterior	Fundo mal lixado		
Exterior	Fundo riscado		
Exterior	Raio mal rompido		
Exterior	Amolgadela		
Interior	Mal lixado na parede		
Interior	Mal lixado junto ao raio		
Interior	Mal lixado junto à beira		
Interior	Fundo mal lixado		
Interior	Risco		
Interior	Picadela		
Interior	Amolgadela		
Interior	Queimado		
Interior	Raio acastanhado		
Interior	Lixado atá ao alumínio		
Beira	Aberta		
Beira	Mal rompida		
Beira	Queimada		
		TOTAL DE DEFEITOS	
	Total rejeitado		

Quantidade inspecionada na 364		
Peças que não entraram na 364		
	QUANTIDADE TOTAL INSPECIONADA	

ANEXO D: Folha de cálculo do OEE por turno



SILAMPOS

OEE DIÁRIO POLIMENTOS

Máquina:

MANHÃ | TARDE | NOITE

Nome:

Nº:

Data:

Artigo

Tempos e QTD

Código	Designação	TOTAL CICLOS	TEMPO SETUP [HH:MM]	TEMPO CICLO REAL [s]		QUANTIDADE OK		TEMPO CICLO TEÓRICO [s]		TEMPO ÚTIL [s]
					x		=		=	
					x		=		=	
					x		=		=	
					x		=		=	
					x		=		=	
					x		=		=	

COMENTÁRIOS:

Total [s]

$$\text{Tempo}_{\text{útil}}[\text{min}] = \frac{\text{Total [s]}}{60}$$

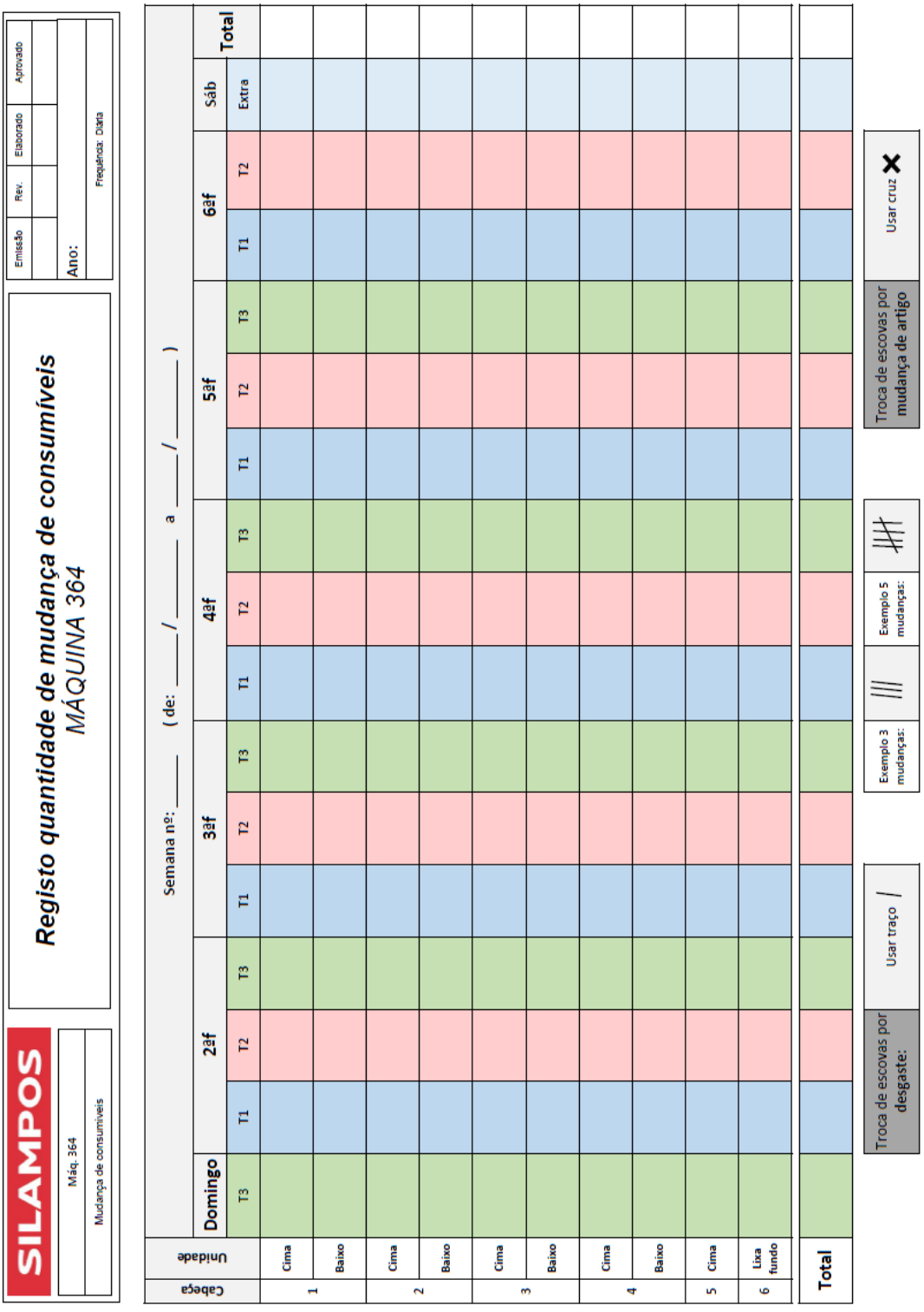
$$\text{OEE}\,[\%] = \left[\frac{\text{Tempo}_{\text{útil}}}{\text{Tempo}_{\text{turno}}}\right] \times 100$$

$$\text{Tempo}_{\text{Turno}} = Tempo_{Total} - \text{Intervalo} - \text{Reunião} - \text{Limpeza}\ [\text{min}]$$

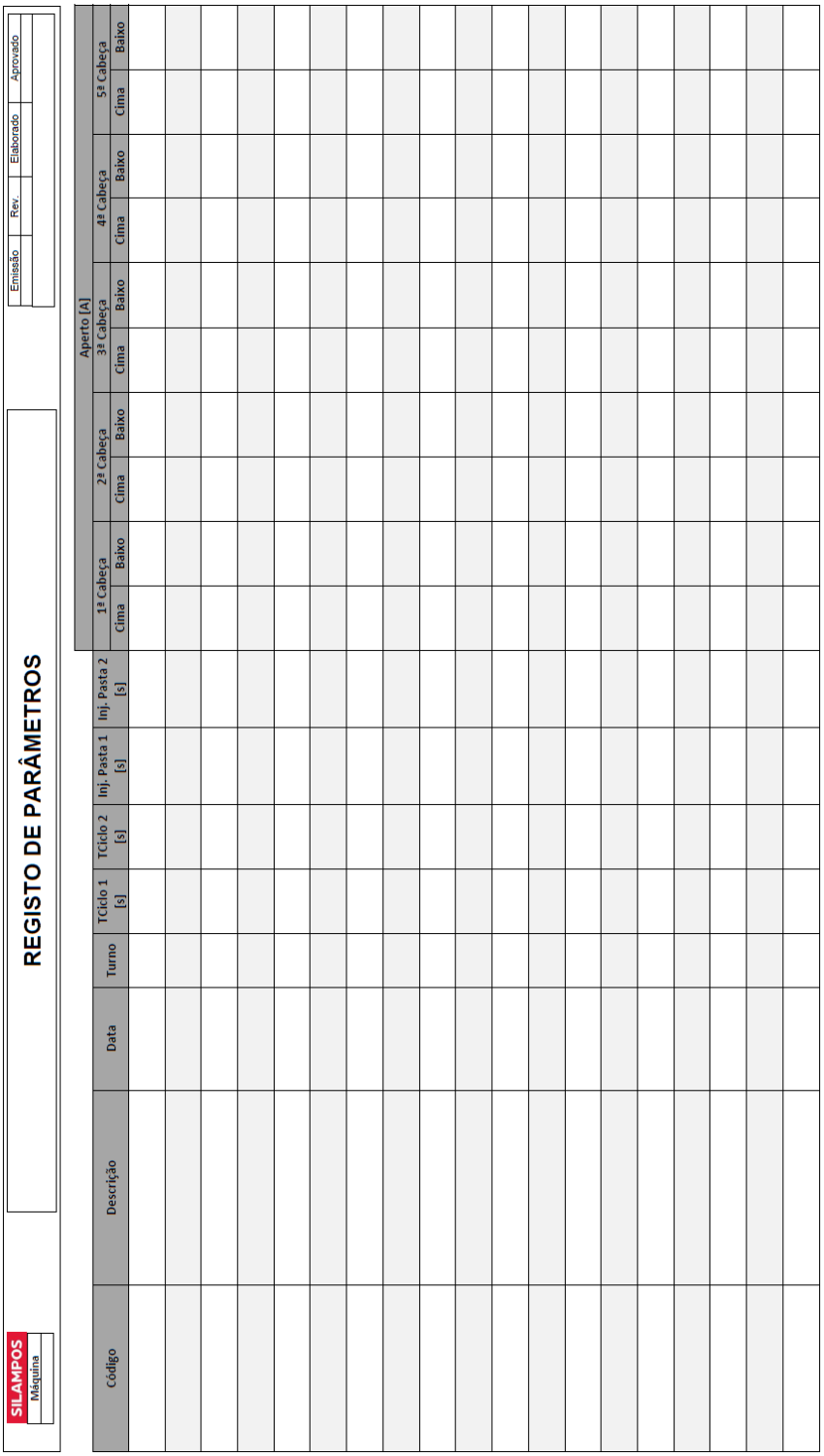
Tempo Total = 480min; Intervalo = 20min; Reunião = 5min; Limpeza = 30min ou 150min (Geral)

Total de Ciclos: Nº de rotações que marca no contador ao fim de cada turno. Anotar nesta folha e colocar o contador a 0 no fim de cada turno.

ANEXO E: Registo de mudança de escovas



ANEXO F: Folha de registo de parâmetros de polimento



ANEXO G: Lista de parâmetros por artigo

SILAMPOS	*Lista de parâmetros por artigo*	Emissã	Rev.	Elaborado	Aprovado
Máquina 364					
Multilayer		Ano:			
		Página			

Cabeça	Unidade	Descrição do artigo (Código do artigo)			
		Tempo de ciclo [s]	Aperto mínimo [A]	Aperto máximo [A]	Injeção de pasta [s]
1	Cima				
	Baixo				
2	Cima				
	Baixo				
3	Cima				
	Baixo				
4	Cima				
	Baixo				
5	Cima				
6	Lixa				

ANEXO H: *Checklist* das tarefas externas do *setup*

SILAMPOS	PROCEDIMENTO DE MUDANÇA Máquina 364	Nº Pág. 1 de 2 Ed 0, 03 junho 2020

#	Tarefa	Clas. atual	Responsável	Observações
1.	Preparação das escovas	TE	Coordenador	
2.	Preparação das formas	TE	Coordenador	
3.	Juntar n+1 peças da referência a produzir	TE	Coordenador	n = nº de cabeças da máquina
4.	Preparar e colocar flanela no carro das formas	TE	Coordenador	
5.	Recolher todas as ferramentas necessárias	TE	Operador	
6.	Colocar carro das formas perto do local da troca	TE	Operador	
7.	Passar máquina para manual	TE	Operador	
8.	Limpar mandris	TI	Operador	Limpeza em rotação
9.	Varrer máquina	TI	Operador	
10.	Tirar peças da última cabeça	TI	Operador	Peças da referência anterior
	10.1. Tirar peça	TI	Operador	
	10.2. Tapar vácuo	TI	Operador	Repetir n+1 vezes (cabeças+robot)
	10.3. Rodar máquina	TI	Operador	
	10.4. Desligar cabeça	TI	Operador	
Mudar formas				**Repetir n+1 vezes**
11.	Tirar flanela	TI	Operador	
12.	Tirar fita cola	TI	Operador	
13.	Desaparafusar formas anteriores	TI	Operador	Chaves umbrako nº 14 e nº 8
14.	Levar forma antiga para o carro e trazer nova	TI	Operador	
15.	Montar forma	TI	Operador	
	15.1. Destapar vácuo	TI	Operador	
	15.2. Acertar base	TI	Operador	
	15.3. Apertar base	TI	Operador	Chaves umbrako nº 14 e nº 8
	15.4. Limpar O-ring	TI	Operador	
	15.5. Colocar flanela	TI	Operador	
	15.6. Colocar peça	TI	Operador	
	15.7. Rodar mesa	TI	Operador	
Mudar escovas				**Repetir n-1 vezes:** a última cabeça é a lixa do fundo. Na penúltima cabeça só tem uma escova
16.	Passar escovas novas da palete para o carro	TI	Oper.+Coord.	
17.	Levar carro para perto da cabeça	TI	Oper.+Coord.	O carro deve ir o mais perto da cabeça possível! **A escova não deve ser transportada em esforço!** ⚠
18.	Retirar proteções	TI	Oper.+Coord.	
19.	Desapertar batentes	TI	Oper.+Coord.	Chave umbrako nº 10 + Chave de fendas (para retirar lixo)
20.	Retirar escova de cima e levá-la para o carro	TI	Oper.+Coord.	
21.	Trazer do carro a escova de cima nova e montá-la no veio	TI	Oper.+Coord.	
22.	Retirar escova de baixo e levá-la para o carro	TI	Oper.+Coord.	
23.	Trazer do carro a escova de baixo nova e montá-la no veio	TI	Oper.+Coord.	
24.	Apertar batentes	TI	Oper.+Coord.	
25.	Montar proteções	TI	Oper.+Coord.	
26.	Levar escovas antigas do carro para a palete	TI	Oper.+Coord.	

SILAMPOS	PROCEDIMENTO DE MUDANÇA Máquina 364	Nº Pág. 1 de 2

Ed 0, 03 junho 2020

#	Tarefa	Clas. atual	Responsável	Observações
Mudar lixa				
27.	Trocar lixa da última cabeça	TI	Operador	Caso a lixa esteja gasta
Acertos				**Consultar lista de parâmetros**
28.	Verificar parâmetros de aperto	TI	Operador	Repetir n vezes
29.	Aproximar cabeças	TI	Operador	Repetir n vezes; Chave de roquete
30.	Ajustar escovas	TI	Oper.+Coord.	Repetir n-1 vezes
31.	Ajustar lixa	TI	Operador	Chave umbrako nº5
32.	Acertar pasta	TI	Oper.+Coord.	Repetir n-1 vezes; Chave de fendas
33.	Trocar/Acertar roletes centradores	TI	Operador	Chave umbrako nº6
34.	Ajustar sensores	TI	Operador	Chave umbrako nº2, Chave de bocas 12/13
35.	Abastecer linha	TI	Operador	
Arranque inicial				
36.	Ligar máquina em manual	TI	Operador	
37.	Acamar escovas	TI	Operador	Para a escova passar toda na peça
38.	Verificar cargas	TI	Operador	
39.	Verificar frequência da pasta	TI	Operador	
Arranque em modo automático				
Tarefas pós-mudança				
40.	Arrumar ferramentas	TE	Operador	
41.	Arrumar formas anteriores	TE	Coordenador	
42.	Arrumar escovas anteriores	TE	Coordenador	

Edição	0	Elaborado Por	Aprovado Por
DATA	03 junho 2020		

ANEXO I: Checklist das tarefas internas do setup

SILAMPOS	*CHECKLIST* DAS TAREFAS INTERNAS	Nº
	Setup da máquina 364	Pág. 1 de 1

Ed 0, 03 junho 2020

#	Tarefa	Check	Responsável	Observações
1.	Limpar mandris		Operador	
2.	Varrer máquina		Operador	
3.	Retirar forma série antiga		Operador	Repetir 7 vezes
	Montar forma série nova			
	Colocar flanela			
	Colocar peça			
4.	Retirar proteções		Operador e Coordenador	Se aplicável (Repetir para as 5 cabeças)
	Retirar escovas série antiga			
	Colocar escovas série nova			
	Montar proteções			
5.	Verificar parâmetros de aperto		Operador	
6.	Aproximar cabeças		Operador	
7.	Ajustar escovas		Operador e Coordenador	
8.	Trocar/Ajustar lixa		Operador	
9.	Acertar pasta		Operador e Coordenador	
10.	Acertar roletes centradores		Operador	
11.	Ajustar sensores		Operador	
12.	Abastecer linha		Operador	

Obs.:

Edição	1	Elaborado Por	Aprovado Por
DATA	03 junho 2020		

ANEXO J: Procedimento para execução do setup

SILAMPOS	PROCEDIMENTO DE MUDANÇA Máquina 364	Nº Pág. 1 de 2 Ed 0, 03 junho 2020

#	Tarefa	Clas. atual	Responsável	Observações
1.	Preparação das escovas	TE	Coordenador	
2.	Preparação das formas	TE	Coordenador	
3.	Juntar n+1 peças da referência a produzir	TE	Coordenador	n = nº de cabeças da máquina
4.	Preparar e colocar flanela no carro das formas	TE	Coordenador	
5.	Recolher todas as ferramentas necessárias	TE	Operador	
6.	Colocar carro das formas perto do local da troca	TE	Operador	
7.	Passar máquina para manual	TE	Operador	
8.	Limpar mandris	TI	Operador	Limpeza em rotação
9.	Varrer máquina	TI	Operador	
10.	Tirar peças da última cabeça	TI	Operador	Peças da referência anterior
	10.1. Tirar peça	TI	Operador	
	10.2. Tapar vácuo	TI	Operador	Repetir n+1 vezes (cabeças+robot)
	10.3. Rodar máquina	TI	Operador	
	10.4. Desligar cabeça	TI	Operador	
Mudar formas				**Repetir n+1 vezes**
11.	Tirar flanela	TI	Operador	
12.	Tirar fita cola	TI	Operador	
13.	Desaparafusar formas anteriores	TI	Operador	Chaves umbrako nº 14 e nº 8
14.	Levar forma antiga para o carro e trazer nova	TI	Operador	
15.	Montar forma	TI	Operador	
	15.1. Destapar vácuo	TI	Operador	
	15.2. Acertar base	TI	Operador	
	15.3. Apertar base	TI	Operador	Chaves umbrako nº 14 e nº 8
	15.4. Limpar O-ring	TI	Operador	
	15.5. Colocar flanela	TI	Operador	
	15.6. Colocar peça	TI	Operador	
	15.7. Rodar mesa	TI	Operador	
Mudar escovas				**Repetir n-1 vezes:** a última cabeça é a lixa do fundo. Na penúltima cabeça só tem uma escova
16.	Passar escovas novas da palete para o carro	TI	Oper.+Coord.	
17.	Levar carro para perto da cabeça	TI	Oper.+Coord.	O carro deve ir o mais perto da cabeça possível! **A escova não deve ser transportada em esforço!** ⚠
18.	Retirar proteções	TI	Oper.+Coord.	
19.	Desapertar batentes	TI	Oper.+Coord.	Chave umbrako nº 10 + Chave de fendas (para retirar lixo)
20.	Retirar escova de cima e levá-la para o carro	TI	Oper.+Coord.	
21.	Trazer do carro a escova de cima nova e montá-la no veio	TI	Oper.+Coord.	
22.	Retirar escova de baixo e levá-la para o carro	TI	Oper.+Coord.	
23.	Trazer do carro a escova de baixo nova e montá-la no veio	TI	Oper.+Coord.	
24.	Apertar batentes	TI	Oper.+Coord.	
25.	Montar proteções	TI	Oper.+Coord.	
26.	Levar escovas antigas do carro para a palete	TI	Oper.+Coord.	

SILAMPOS	PROCEDIMENTO DE MUDANÇA Máquina 364	Nº Pág. 1 de 2

Ed 0, 03 junho 2020

#	Tarefa	Clas. atual	Responsável	Observações
Mudar lixa				
27.	Trocar lixa da última cabeça	TI	Operador	Caso a lixa esteja gasta
Acertos				**Consultar lista de parâmetros**
28.	Verificar parâmetros de aperto	TI	Operador	Repetir n vezes
29.	Aproximar cabeças	TI	Operador	Repetir n vezes; Chave de roquete
30.	Ajustar escovas	TI	Operador	Repetir n-1 vezes
31.	Ajustar lixa	TI	Operador	Chave umbrako nº5
32.	Acertar pasta	TI	Operador	Repetir n-1 vezes; Chave de fendas
33.	Trocar/Acertar roletes centradores	TI	Operador	Chave umbrako nº6
34.	Ajustar sensores	TI	Operador	Chave umbrako nº2, Chave de bocas 12/13
35.	Abastecer linha	TI	Operador	
Arranque inicial				
36.	Ligar máquina em manual	TI	Operador	
37.	Acamar escovas	TI	Operador	Para a escova passar toda na peça
38.	Verificar cargas	TI	Operador	
39.	Verificar frequência da pasta	TI	Operador	
Arranque em modo automático				
Tarefas pós-mudança				
40.	Arrumar ferramentas	TE	Operador	
41.	Arrumar formas anteriores	TE	Coordenador	
42.	Arrumar escovas anteriores	TE	Coordenador	

Edição	0	Elaborado Por	Aprovado Por
DATA	03 junho 2020		

ANEXO K: Auditoria 5S

SILAMPOS	*AUDITORIA 5S*	Data	
	Checklist	Turno	

Polimento - Máquina 364

Auditor: _____

5S	#	Item a verificar	Descrição	Pontuação 0	1	2
Seleção	1	Peças ou materiais	As peças ou materiais desnecessários foram removidos da linha?			
	2	Ferramentas	Foram removidas todas as ferramentas que não são utilizadas?			
	3	Bancadas	As bancadas estão bem organizadas e limpas?			
	4	Documentação	Estão na linha apenas as informações e papeis necessários?			
	5	Equipamentos	Existem equipamentos não usados por perto?			
			Sub Total			
Organização	6	Materiais	Os locais de armazenamento de materiais estão todos devidamente identificados?			
	7	Ferramentas	Todas as ferramentas necessárias estão devidamente identificadas			
	8	Layout	O solo tem marcas a delimitar corredores, zonas de trabalho e localização de carros e paletes?			
	9	Acessibilidade	Todos os locais são de fácil acessibilidade?			
	10	Área de trabalho	A área de trabalho está arrumada?			
			Sub Total			
Limpeza	11	Piso	O chão está limpo, sem lixo, água ou óleo, e em boas condições?			
	12	Ferramentas	As ferramentas estão limpas e arrumadas?			
	13	Equipamentos	Os equipamentos estão limpos, livres de materiais desnecessários e em bom estado de conservação?			
	14	Peças ou materiais	As peças ou materiais estão livres de pó?			
	15	Plano de limpeza	Existe um plano de limpeza diário? É cumprido?			
			Sub Total			
Normalização	16	Piso, Máquinas e Bancadas	O piso, as bancadas e as máquinas estão devidamente normalizados (marcados)?			
	17	Normas	Existem normas de trabalho claras, bem documentadas e usadas frequentemente?			
	18	Inspeção	Existem inspeções periódicas?			
	19	Plano de melhoria	São consideradas as sugestões para melhoria dos procedimentos?			
	20	Primeiros 3S	Os primeiros 3S continuam a ser aplicados?			
			Sub Total			
Autodisciplina	21	Treino	Todos os colaboradores estão devidamente formados e treinados para executar os procedimentos *standard*?			
	22	Ferramentas	As ferramentas são guardadas corretamente?			
	23	Procedimentos	Os procedimentos estão atualizados e são revistos regularmente?			
	24	Segurança	Os colaboradores têm acesso e utilizam os EPI's necessários?			
	25	Cumprimento	As normas estão a ser cumpridas?			
			Sub Total			

Legenda:
0 - Não
1 - Mais ou menos
2 - Sim

Pontuação Total	/25

Observações:

EDIÇÃO		Elaborado Por	Aprovado Por
DATA			

ANEXO L: Consumíveis a usar na máquina de polir (IT e etiquetas)

- Instrução de Trabalho

SILAMPOS	INSTRUÇÃO PARA FABRICO	Nº 93
	POLIMENTO EXTERIOR - LE CREUSET	Pág. 1 de 1

CONSUMÍVEIS - Máquina nº 364

Ed 3, 03/06/2020

Cabeça	Unidade	Tarefa	Consumível	Código Consumível	Local	Pasta	Fornecedor (opções)
1ª	A	Romper Parede	Escova Sisal/Tela 3 SAM/TF TPP - 425x180 (Cinzenta) (1)	213 820 250 300	A 2.2	Corte	1º Gubosa 2º Polibarco
			Escova Sisal/Tela 3 SAM/TF TPP - 400x180 (Cinzenta) (1)	213 820 250 290	A 1.2		
	B		Escova Tela Ondulada - 425x180 (Amarela) (1) (2)	213 820 300 310			
			Escova Tela Ondulada - 400x180 (Amarela) (1) (2)	213 820 300 300			
2ª	A	Romper Beira Superior	Escova Sisal Impregnado - 400x180 (Cinzenta) (3)	213 820 200 012	A 2.5	Corte	1º Gubosa 2º Polibarco
	B	Romper Raio Inferior	Escova Sisal/Tela Impregnado - 425x180 (Verde)	213 820 250 150	A 2.3		
			Escova Tela Impregnada - 400x180 (Amarela)	213 820 300 230	A 1.5		
			Escova Sisal/Tela Impregnado - 400x180 (Verde)	213 820 250 120	A 1.3		
3ª	A	Lustrar Parede	Escova Tela Ondulada - 425x180 (Branca)	213 820 300 810	A 2.9	Corte	1º Gubosa 2º Polibarco
			Escova Tela Ondulada - 400x180 (Branca)	213 820 300 800	A 1.7		
	B		Escova Tela Ondulada - 425x180 (Amarela)	213 820 300 310			
			Escova Tela Ondulada - 400x180 (Amarela)	213 820 300 300			
4ª	A	Lustrar Parede	Escova Tela Ventilada - 400x180 (Branca)	213 820 300 410	A 1.6	Brilho	1º Gubosa 2º Polibarco 3º Osborn
	B		Escova Tela Ventilada - 425x180 (Branca)	213 820 300 420	A 2.8		
5ª	-	Lustrar Parede	Escova Tela Macia Pregueadas - 425x180 (Branca)	213 820 300 650	A 2.10	Brilho	1º Gubosa 2º Polibarco 3º Osborn
			Escova Tela Macia Pregueadas - 400x180 (Branca)	213 820 300 645	A 1.8		
6ª	-	Lixar fundo	Cinta lixa 2500x40 - Grão 600	213 810 050 865	C 3.17	-	1º VSM

Obs.:

(1) Quando se produzem **Frigideiras** usam-se escovas verdes nas duas unidades da 1ª cabeça:

Escova Sisal/Tela Impregnado - 425x180 (Verde ond.)	213 820 250 150	A 2.3
Escova Sisal/Tela Impregnado - 400x180 (Verde ond.)	213 820 250 120	A 1.3
Se for preciso mais rompimento usar à frente: Escova Sisal Impregnado - 400x180 (Verde)	213 820 200 010	A 1.4

(2) Caso seja **difícil romper o aço*** podem usar-se:

Escova Sisal/Tela Impregnado - 425x180 (Verde)	213 820 250 150	A 2.3
Escova Sisal/Tela Impregnado - 400x180 (Verde)	213 820 250 120	A 1.3

*Exemplos mais frequentes: Panelas e Caçarolas altas

(3) Se se produzir **louça Silampos** pode usar-se:

Escoval Sisal Impregnado - 400x180 (Verde)	213 820 200 010	A 1.4

EDIÇÃO 03	Elaborado Por	Aprovado Por
DATA 03 junho 2020	B.Sousa/ A.Costa	C.Soares

- Etiquetas de identificação

1ª CABEÇA	MULTILAYER			PP + LOUÇA METÁLICA
	Geral	Aço difícil de romper	Frigideiras	
CIMA	Sisal/Tela Cinzenta	Sisal/Tela Cinzenta	Sisal/Tela Imp. Verde	Sisal/Tela Imp. Verde
BAIXO	Tela Ondulada Amarela	Sisal/Tela Imp. Verde	Sisal/Tela Imp.Verde	Sisal/Tela Imp. Verde

2ª CABEÇA	MULTILAYER	PP + LOUÇA METÁLICA
CIMA	Sisal Impregnado Cinzenta	Sisal Impregnado Verde
BAIXO	Sisal/Tela Impregnada Verde Tela Impregnada Amarela	

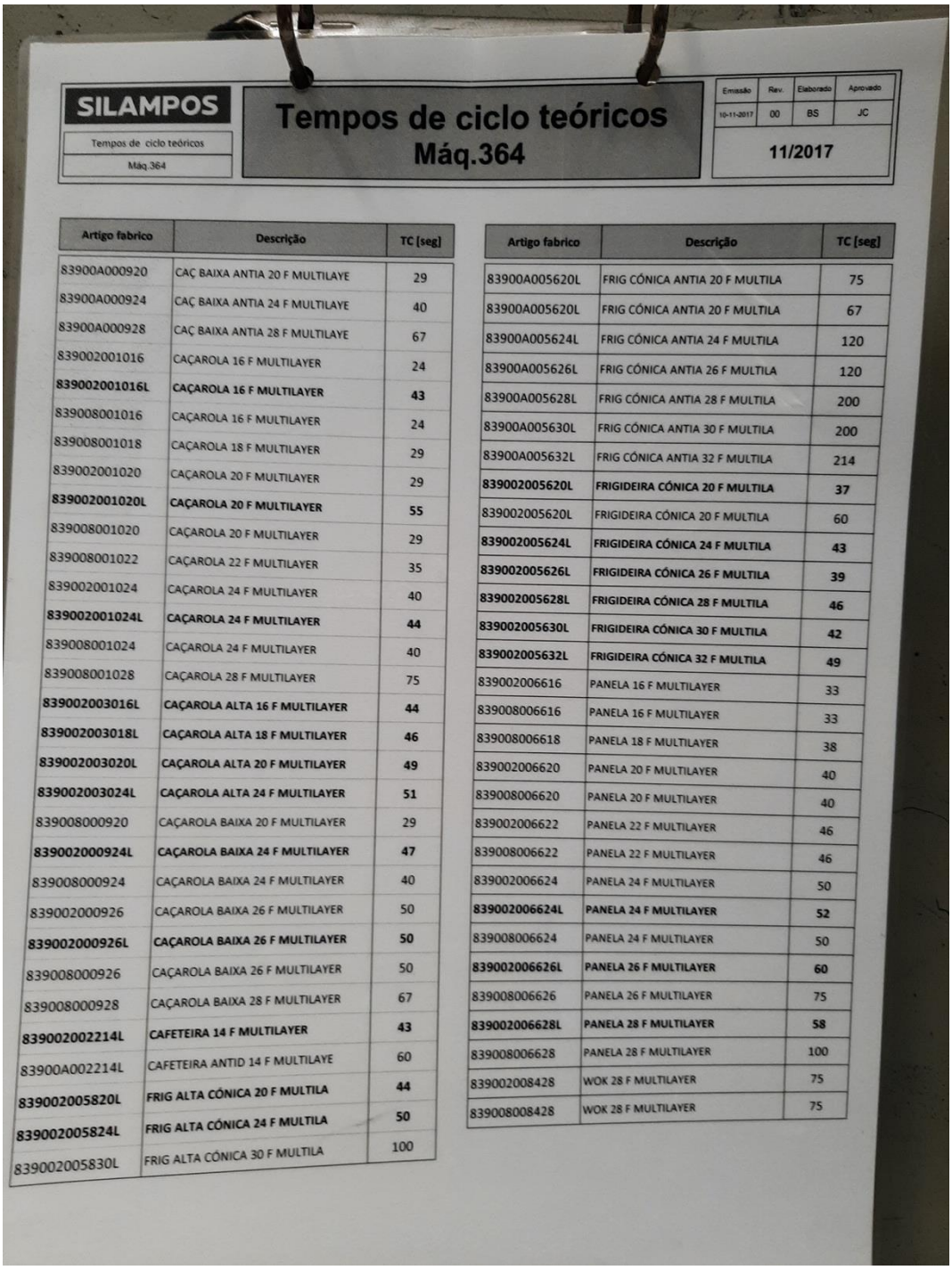
3ª CABEÇA	MULTILAYER	PP + LOUÇA METÁLICA
CIMA	Tela Ondulada Branca	Sisal/Tela Impregnada Vermelha
BAIXO	Tela Ondulada Amarela	Tela Ondulada Amarela

4ª CABEÇA	GERAL
CIMA	Tela Ventilada Branca
BAIXO	Tela Ventilada Branca

5ª CABEÇA	GERAL
	Tela Macia Pregueada Branca

6ª CABEÇA	MULTILAYER	PP + LOUÇA METÁLICA
	Cinta lixa **Grão 600**	Cinta lixa **Grão 240**

ANEXO M: Tabela anterior dos Tempos de Ciclo Teóricos



SILAMPOS

Tempos de ciclo teóricos
Máq.364

Tempos de ciclo teóricos
Máq.364

Emissão	Rev.	Elaborado	Aprovado
10-11-2017	00	BS	JC

11/2017

Artigo fabrico	Descrição	TC [seg]
83900A000920	CAÇ BAIXA ANTIA 20 F MULTILAYE	29
83900A000924	CAÇ BAIXA ANTIA 24 F MULTILAYE	40
83900A000928	CAÇ BAIXA ANTIA 28 F MULTILAYE	67
839002001016	CAÇAROLA 16 F MULTILAYER	24
839002001016L	**CAÇAROLA 16 F MULTILAYER**	**43**
839008001016	CAÇAROLA 16 F MULTILAYER	24
839008001018	CAÇAROLA 18 F MULTILAYER	29
839002001020	CAÇAROLA 20 F MULTILAYER	29
839002001020L	**CAÇAROLA 20 F MULTILAYER**	**55**
839008001020	CAÇAROLA 20 F MULTILAYER	29
839008001022	CAÇAROLA 22 F MULTILAYER	35
839002001024	CAÇAROLA 24 F MULTILAYER	40
839002001024L	**CAÇAROLA 24 F MULTILAYER**	**44**
839008001024	CAÇAROLA 24 F MULTILAYER	40
839008001028	CAÇAROLA 28 F MULTILAYER	75
839002003016L	**CAÇAROLA ALTA 16 F MULTILAYER**	**44**
839002003018L	**CAÇAROLA ALTA 18 F MULTILAYER**	**46**
839002003020L	**CAÇAROLA ALTA 20 F MULTILAYER**	**49**
839002003024L	**CAÇAROLA ALTA 24 F MULTILAYER**	**51**
839008000920	CAÇAROLA BAIXA 20 F MULTILAYER	29
839002000924L	**CAÇAROLA BAIXA 24 F MULTILAYER**	**47**
839008000924	CAÇAROLA BAIXA 24 F MULTILAYER	40
839002000926	CAÇAROLA BAIXA 26 F MULTILAYER	50
839002000926L	**CAÇAROLA BAIXA 26 F MULTILAYER**	**50**
839008000926	CAÇAROLA BAIXA 26 F MULTILAYER	50
839008000928	CAÇAROLA BAIXA 28 F MULTILAYER	67
839002002214L	**CAFETEIRA 14 F MULTILAYER**	**43**
83900A002214L	CAFETEIRA ANTID 14 F MULTILAYE	60
839002005820L	**FRIG ALTA CÓNICA 20 F MULTILA**	**44**
839002005824L	**FRIG ALTA CÓNICA 24 F MULTILA**	**50**
839002005830L	FRIG ALTA CÓNICA 30 F MULTILA	100

Artigo fabrico	Descrição	TC [seg]
83900A005620L	FRIG CÓNICA ANTIA 20 F MULTILA	75
83900A005620L	FRIG CÓNICA ANTIA 20 F MULTILA	67
83900A005624L	FRIG CÓNICA ANTIA 24 F MULTILA	120
83900A005626L	FRIG CÓNICA ANTIA 26 F MULTILA	120
83900A005628L	FRIG CÓNICA ANTIA 28 F MULTILA	200
83900A005630L	FRIG CÓNICA ANTIA 30 F MULTILA	200
83900A005632L	FRIG CÓNICA ANTIA 32 F MULTILA	214
839002005620L	**FRIGIDEIRA CÓNICA 20 F MULTILA**	**37**
839002005620L	FRIGIDEIRA CÓNICA 20 F MULTILA	60
839002005624L	**FRIGIDEIRA CÓNICA 24 F MULTILA**	**43**
839002005626L	**FRIGIDEIRA CÓNICA 26 F MULTILA**	**39**
839002005628L	**FRIGIDEIRA CÓNICA 28 F MULTILA**	**46**
839002005630L	**FRIGIDEIRA CÓNICA 30 F MULTILA**	**42**
839002005632L	**FRIGIDEIRA CÓNICA 32 F MULTILA**	**49**
839002006616	PANELA 16 F MULTILAYER	33
839008006616	PANELA 16 F MULTILAYER	33
839008006618	PANELA 18 F MULTILAYER	38
839002006620	PANELA 20 F MULTILAYER	40
839008006620	PANELA 20 F MULTILAYER	40
839002006622	PANELA 22 F MULTILAYER	46
839008006622	PANELA 22 F MULTILAYER	46
839002006624	PANELA 24 F MULTILAYER	50
839002006624L	**PANELA 24 F MULTILAYER**	**52**
839008006624	PANELA 24 F MULTILAYER	50
839002006626L	**PANELA 26 F MULTILAYER**	**60**
839008006626	PANELA 26 F MULTILAYER	75
839002006628L	**PANELA 28 F MULTILAYER**	**58**
839008006628	PANELA 28 F MULTILAYER	100
839002008428	WOK 28 F MULTILAYER	75
839008008428	WOK 28 F MULTILAYER	75

ANEXO N: Tabela proposta para os Tempos de Ciclo Teóricos

SILAMPOS

Máquina 364

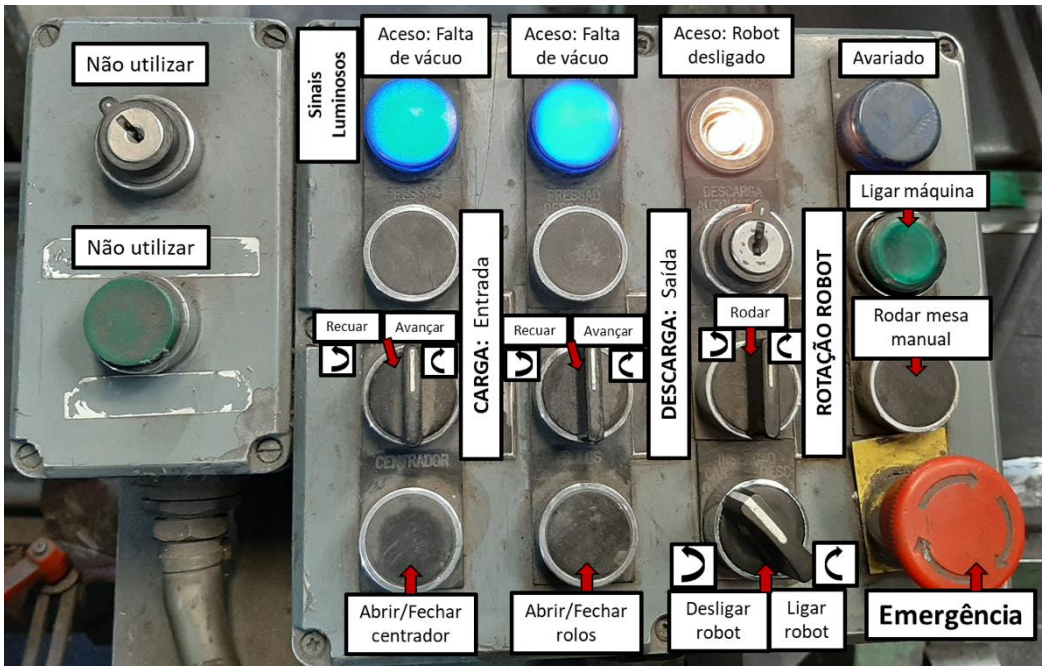
Multilayer

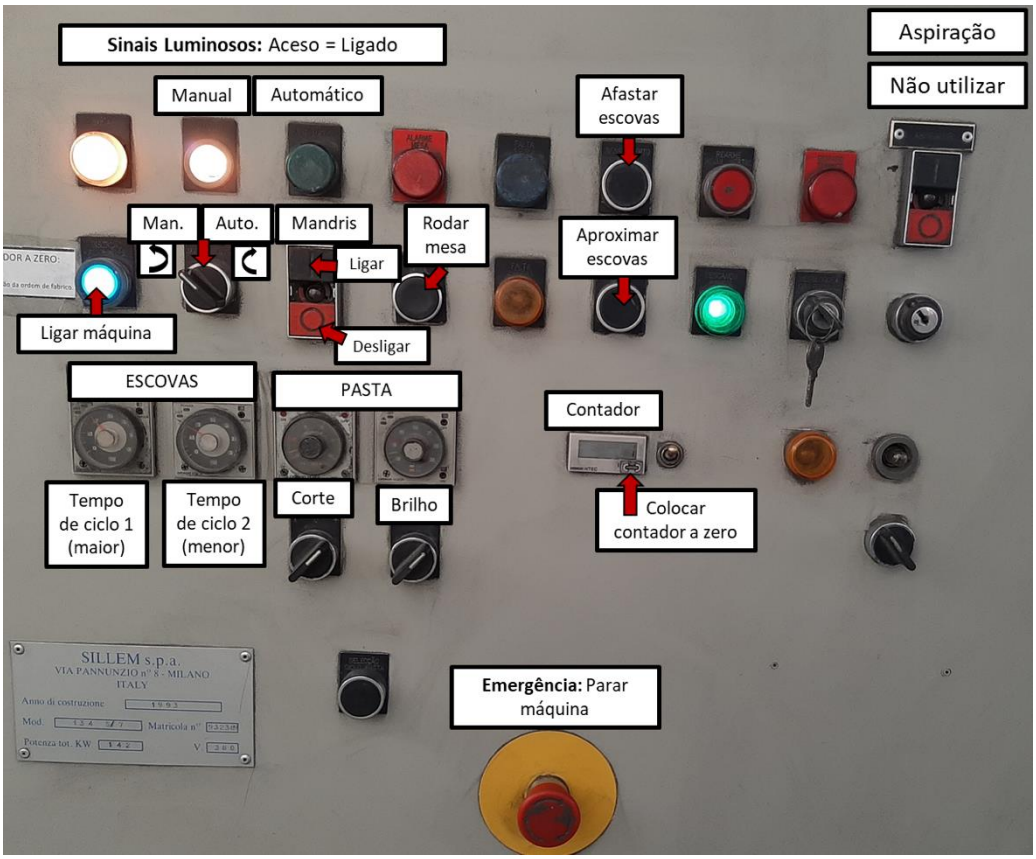
TEMPOS DE CICLO TEÓRICOS

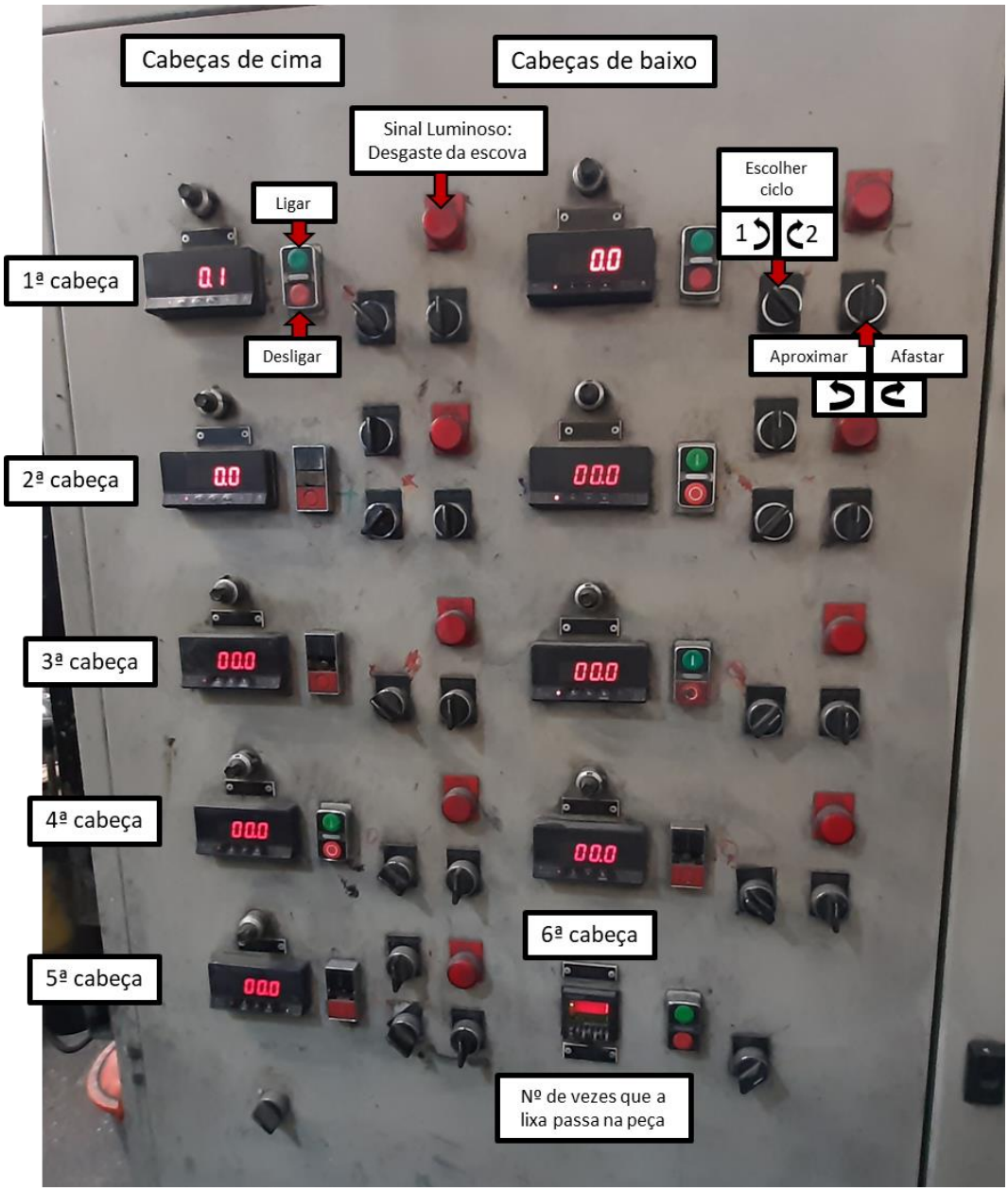
Emissão	Rev.	Elaborado	Aprovado

Código	Descrição	Tempo de Ciclo Teórico [s] Máquina	Tempo de Ciclo Teórico [s] Cálculo do OEE
839002001016L	Caçarola 16 ML	43	48
839002001020L	Caçarola 20 ML	53	58
839002001024L	Caçarola 24 ML	60	65
839002003016L	Caçarola Alta 16 ML	44	49
839002003018L	Caçarola Alta 18 ML	46	51
839002003020L	Caçarola Alta 20 ML	60	65
839002003024L	Caçarola Alta 24 ML	60	65
839002000924L	Caçarola Baixa 24 ML	50	55
839002000926L	Caçarola Baixa 26 ML	60	65
83900A000920	Caçarola Baixa Antiaderente 20 ML	29	34
83900A000924	Caçarola Baixa Antiaderente 24 ML	40	45
83900A000928	Caçarola Baixa Antiaderente 28 ML	67	72
839002002214L	Cafeteira 14 ML	43	48
83900A002214L	Cafeteira Antiaderente 14 ML	60	65
839002005820L	Frigideira Alta Cónica 20 ML	44	49
839002005824L	Frigideira Alta Cónica 24 ML	50	55
839002005830L	Frigideira Alta Cónica 30 ML	60	65
83900A005820L	Frigideira Alta Cónica Antiaderente 20 ML	55	60
83900A005824L	Frigideira Alta Cónica Antiaderente 24 ML	60	65
839002005620L	Frigideira Cónica 20 ML	37	42
839002005624L	Frigideira Cónica 24 ML	39	44
839002005626L	Frigideira Cónica 26 ML	41	46
839002005628L	Frigideira Cónica 28 ML	43	48
839002005628M	Frigideira Cónica 28 Shalow ML	43	48
839002005630L	Frigideira Cónica 30 ML	45	50
839002005632L	Frigideira Cónica 32 ML	49	54
83900A005620L	Frigideira Cónica Antiaderente 20 ML	42	47
83900A005624L	Frigideira Cónica Antiaderente 24 ML	45	50
83900A005626L	Frigideira Cónica Antiaderente 26 ML	48	53
83900A005628L	Frigideira Cónica Antiaderente 28 ML	50	55
83900A005630L	Frigideira Cónica Antiaderente 30 ML	50	55
83900A005632L	Frigideira Cónica Antiaderente 32 ML	60	65
839002006624L	Panela 24 ML	60	65
839002006626L	Panela 26 ML	60	65
839002006628L	Panela 28 ML	66	71
839002008428	Wok 28 ML	75	80

ANEXO O: Etiquetagem dos botões da máquina






Cabeças de cima
Cabeças de baixo
Sinal Luminoso:
Desgaste da escova
Escolher
ciclo
1
2
Ligar
1ª cabeça
Desligar
Aproximar
Afastar
2ª cabeça
3ª cabeça
4ª cabeça
6ª cabeça
5ª cabeça
Nº de vezes que a
lixa passa na peça

ANEXO P: Checklist de início de turno

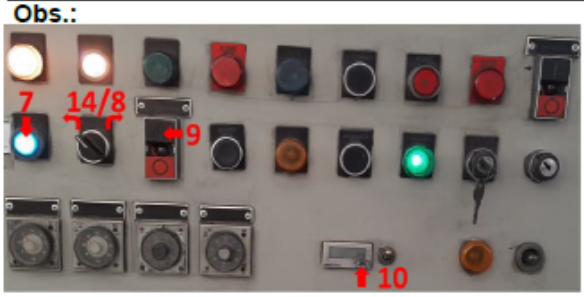
SILAMPOS	PROCEDIMENTO INÍCIO DE TURNO	Nº	
	Máquina 364	Pág. 1	de 1

Ed 0, 03 junho 2020

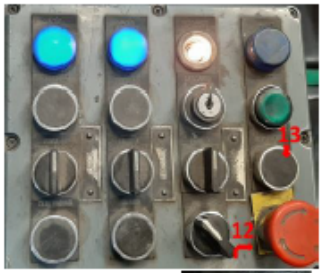
DATA _____

#	Local	Tarefa	Observações	T3	T1	T2
1	Filtro do ar	Purgar. Abrir o purgador de forma a sair a água acumulada. Fechar logo que o copo esteja vazio				
2	Lateral do quadro	Verificar o nível de óleo	Se estiver no mínimo chamar a manutenção			
3	Quadro elétrico	Ligar iluminação da máquina				
4	Quadros elétricos	Verificar sinalização. Verificar se há lâmpadas fundidas.	Se houver comunicar à manutenção			
5	Máquina	Verificar condições da máquina	Escovas e lubrificação das cabeças			
6	Chão máquina	Espalhar cortiça				
7	Quadro	Ligar Máquina				
8	Quadro	Ligar Modo Manual				
9	Quadro	Ligar Mandris				
10	Quadro	Colocar contador a zero				
11	Quadro	Ligar cabeças				
12	Robot	Ligar Robot				
13	Geral	Efetuar alguns ciclos, para assegurar o funcionamento correto da máquina	Ajustar TC, Pasta e Apertos, se necessário			
14	Quadro	Ligar Modo Automático				
15	Geral	Anotar a quantidade deixada na palete pelo turno anterior	Se aplicável			

Obs.:









Edição	0	Elaborado Por	Aprovado Por
DATA	03 junho 2020		