



Instituto Superior de Engenharia

Politécnico de Coimbra

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E
BIOLÓGICA

Melhoria contínua e análise da eficácia geral do setor do corte e da costura na ERT Têxtil

Relatório de Estágio para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Autor

Sara Margarida Carvalho Vizeu da Silva

Orientador

Professor Doutor José Luís Martinho

Supervisor na empresa ERT Têxtil Portugal

Engenheiro Carlos Leão

Coimbra, dezembro de 2023



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Resumo

As organizações para manterem a sua vantagem competitiva no mercado necessitam de identificar desperdícios e tentar eliminá-los, entregando produtos de qualidade ao cliente. Para tal, é fundamental recorrer a indicadores como o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), que permite medir a percentagem do tempo de produção planeado que é, efetivamente, produtivo. Este indicador permite analisar a situação inicial, identificar as perdas dos equipamentos e indicar a real capacidade do chão de fábrica, servindo de base para acompanhar o progresso de eliminação de desperdícios de um determinado equipamento.

No presente relatório, estudou-se o cálculo do OEE no setor do corte e na costura na ERT Têxtil Portugal. Primeiramente, definiu-se o estado atual, evidenciando o desperdício. Posteriormente, apresentaram-se várias propostas de melhoria, recorrendo a algumas ferramentas *Lean*. De seguida, procedeu-se à recolha de dados, tanto no setor do corte como da costura e à análise e tratamento dos mesmos. Identificaram-se alguns problemas em termos de volume e de qualidade, por exemplo devido à falta de precisão, consistência e conformidade.

O setor do corte apresenta um OEE inferior ao valor de referência mundial. O parâmetro mais crítico é o desempenho, influenciado pelas micro paragens e redução de velocidade. Por outro lado, o setor da costura apresenta valores satisfatórios no final do estudo, com três das quatro máquinas dentro dos valores de referência mundial. Os parâmetros mais críticos são o desempenho e a qualidade. Apesar do setor da costura apresentar valores mais satisfatórios do que os do corte, é neste setor que se verifica menor fiabilidade nos dados, condicionando assim a credibilidade do valor de OEE. Posto isto, informaram-se os colaboradores da necessidade dos dados serem completos e precisos. No mesmo seguimento, apresentaram-se as perdas que afetam o OEE e a necessidade da sua documentação no registo de produção. Posteriormente, apresentou-se um novo registo de produção para melhorar a recolha de dados e agilizar o preenchimento. No setor da costura, foi ainda possível documentar algumas ações que visam melhorar o desempenho e eliminar desperdício.

Palavras-chave: *Overall Equipment Effectiveness*, Desperdícios, Melhoria Contínua, *Lean*

Abstract

In order to maintain their competitive advantage in the market, organizations need to identify waste and try to eliminate it, delivering quality products to the customer. To do this, it is essential to use indicators such as Overall Equipment Effectiveness (OEE), which measures the percentage of planned production time that is actually productive. This indicator makes it possible to analyze the initial situation, identify equipment losses and indicate the real capacity of the shop floor, serving as a basis for monitoring the progress of eliminating waste from a particular machine.

This report studies the calculation of OEE in the cutting and sewing sector at ERT Têxtil Portugal. Firstly, the current state was defined, highlighting waste. Subsequently, several proposals for improvement were presented, using some *Lean* tools. Next, data was collected from both the cutting and sewing sectors and analyzed and processed. Some problems were identified in terms of volume and quality, for example due to a lack of precision, consistency and conformity.

The cutting sector has an OEE below the global benchmark. The most critical parameter is performance, influenced by micro-stoppages and speed reduction. On the other hand, the sewing sector shows satisfactory values at the end of the study, with three of the four machines within the world reference values. The most critical parameters are performance and quality. Although the sewing sector shows more satisfactory values than the cutting sector, it is in this sector that the data is less reliable, thus conditioning the credibility of the OEE value. That said, employees were informed of the need for the data to be complete and accurate. In the same vein, the losses that affect the OEE and the need to document them in the production record were presented. Subsequently, a new production log was presented to improve data collection and speed up completion. In the sewing sector, it was also possible to document some actions aimed at improving performance and eliminating waste.

Keywords: *Overall Equipment Effectiveness, Waste, Kaizen, Lean*

Agradecimentos

Agradeço a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste relatório de estágio, nomeadamente:

Ao meu orientador Professor Doutor José Luís Martinho pelo acompanhamento e disponibilidade com que pude contar durante a realização do relatório.

À empresa onde estagiei, ERT- Têxtil Portugal, pela integração. Ao meu orientador na empresa, Engenheiro Carlos Leão pelo conhecimento que partilhou e orientação prestada. A todos os colaboradores da ERT- Têxtil Portugal por me acolherem e apoiaram no decorrer do estágio.

À minha família e amigos pelo apoio prestado ao longo deste percurso académico.

Índice

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento	1
1.2	Objetivos e Metodologia de trabalho.....	1
1.3	Organização do relatório	2
2	Revisão da literatura.....	3
2.1	<i>Lean Production</i>	3
2.1.1	Do TPS ao <i>Lean</i>	3
2.1.2	Desperdícios.....	6
2.1.3	Etapas de implementação do <i>Lean</i> e os principais benefícios	9
2.2	Ferramentas <i>Lean</i>	10
2.2.1	Mapa do Fluxo de Valor (VSM)	11
2.2.2	<i>Poka Yoke</i>	11
2.2.3	Manutenção Produtiva Total (TPM).....	12
2.2.4	Trabalho Padronizado	14
2.2.5	SMED	14
2.2.6	<i>Kanban</i>	17
2.2.7	<i>Kaizen</i>	18
2.3	Eficácia Geral do Equipamento (OEE)	22
3	Apresentação da empresa	29
3.1	Grupo ERT.....	29
3.2	Processo Produtivo	30
3.3	Sistemas de Informação.....	35
4	Atividades desenvolvidas	37
4.1	Diagnóstico da situação inicial e apresentação de sugestões de melhoria no setor de corte.....	37
4.2	Cálculo do OEE no corte	41
4.2.1	Recolha de dados.....	41
4.2.2	Análise e tratamento de dados	43
4.2.3	Desempenho	45
4.2.4	Disponibilidade.....	47
4.2.5	Qualidade.....	48

4.2.6	OEE.....	51
4.3	Diagnóstico da situação inicial e apresentação de sugestões de melhoria no setor da costura	53
4.4	Cálculo do OEE na costura	66
4.4.1	Recolha de dados.....	66
4.4.2	Disponibilidade.....	68
4.4.3	Desempenho	71
4.4.4	Qualidade.....	73
4.4.5	OEE.....	75
4.5	Ações de melhoria implementadas em chão de fábrica.....	77
4.5.1	Alteração do programa de costura	77
4.5.2	Implementação de duas paletes no processo de costura das Juki	79
4.5.3	Alteração do layout da costura.....	80
4.5.4	Alteração do registo de produção	82
5	Conclusões.....	84
	Referências	87
	APÊNDICES	95
	Apêndice I- Início do estudo do SMED no corte.....	i
	Apêndice II -Validação dos registos em papel com registos informáticos do setor do corte	iii
	Apêndice III - Sistema de validação dos dados do setor do corte	v
	Apêndice IV- Valores de OEE do corte	viii
	Apêndice V- Identificação da situação inicial e sugestão de melhoria no setor da costura	xi
	Apêndice VI- Início do estudo do SMED na costura	xv
	Apêndice VII – Alteração da folha de registo de produção Juki 25, Juki 26, KSL I e KSL II.....	xvii
	Apêndice VIII- Valores de OEE da costura.....	xviii

Índice de Figuras

Figura 1. Casa do TPS (Obtido de Liker & Morgan (2006)).....	4
Figura 2. As seis grandes perdas e os seus objetivos de melhoria. (Tajiri & Gotoh, 1999).....	23
Figura 3. Componentes de interior de automóveis (adaptado de ERT Têxtil, 2023)	29
Figura 4. Tecnologias utilizadas na ERT (adaptado de ERT Têxtil (2023))	30
Figura 5. Sequenciador das Lectras e máquina Laser.....	31
Figura 6. Mesa de corte CNC (retirado de Lectra (2023)).....	32
Figura 7. Exemplo de OF do corte	33
Figura 8. <i>Gabarit</i> de <i>Armrest</i> frontal (retirado de Neves (2021))	33
Figura 9. Máquinas de costura: à esquerda Juki (obtido de JUKI (2023)) e à direita KSL (obtido de KSL (2023)).....	34
Figura 10. <i>Armrest</i> frontal na palete para costurar (retirado de Neves, (2021)).....	35
Figura 11. Amostra de um ficheiro do sistema da lectra.....	36
Figura 12. Registos de produção lectra ix6_1 turno 1 (obtidos pela observação) ...	43
Figura 13. Registos da lectra ix6_1 turno 1 introduzidos no sistema pelo colaborador (retirados do sistema interno da ERT: ERTSOFT)	43
Figura 14. Desempenho do corte	46
Figura 15. Disponibilidade do corte.....	48
Figura 16. Dados acerca dos rejeitados do corte obtidos no ERTSOFT (parcial)..	49
Figura 17. Qualidade do corte.....	49
Figura 18. Diagrama de Pareto por tipos de defeitos no corte (desde 1 janeiro 2022 até 22 novembro 2022)	51
Figura 19. Evolução dos valores de disponibilidade, desempenho, qualidade e OEE da lectra ix6_1 e da lectra ix6_2.....	52
Figura 20. Aplicação do dispositivo de canela inferior.....	56
Figura 21. OF da costura	58
Figura 22. Exemplos de não conformidades no registo da costura a) Produção muito abaixo do expectável (40%) sem qualquer justificação. b) Registo de produção sem qualquer indicação do que foi produzido. c) O campo de referência foi preenchido com a referência do cliente, em vez da peça. d) Registo de produção sem data.....	60

Figura 23. Comparação da folha de produção da costura com o sistema a) Folha de produção preenchida pelo colaborador b) Peças rejeitadas no dia 08/03/2023 na máquina KSL 2, 2º turno.....	61
Figura 24. Consulta da produção da costura automática no ERTSOFT (efetuado 01/02/2023).....	63
Figura 25. Evolução da disponibilidade da costura.....	68
Figura 26. Causas apresentadas no registo de produção da costura.....	69
Figura 27. Desempenho da costura.....	72
Figura 28. Qualidade da costura	73
Figura 29. Diagrama de Pareto dos principais defeitos no setor da costura.....	74
Figura 30. Diagrama de Causa e Efeito dos defeitos na costura	75
Figura 31. Evolução dos valores de disponibilidade, desempenho, qualidade e OEE da costura durante fevereiro, março e abril.....	77
Figura 32. Mudança de programa, da imagem A) Programa antigo no qual costura peça a peça, da esquerda para a direita, para imagem B) Programa novo, costura a linha funcional primeiro, da esquerda para a direita, e depois linha decorativa do ninho á direita para o ninho á esquerda.....	78
Figura 33. Layout da situação inicial das Jukis.....	80
Figura 34. Layout da situação futura das Jukis	82
Figura 35. Alteração do registo de produção das Jukis.....	83

Índice de Tabelas

Tabela 1. Ferramentas <i>Lean</i> que ajudam a eliminar os oito desperdícios. (Rewers et al., 2016).....	10
Tabela 2. Resumo das propostas de melhoria do corte.....	37
Tabela 3. Informação retirada das Lectra.....	41
Tabela 4. Sistema de validação (parcial).....	44
Tabela 5. Tempo de abertura e tempo planeado para cada turno.....	45
Tabela 6. Valores do desempenho do setor do corte	46
Tabela 7. Valores da disponibilidade do setor do corte.....	47
Tabela 8. Valores da qualidade do setor do corte.....	49
Tabela 9. Ocorrência e frequência dos motivos de rejeição no corte	50
Tabela 10. Valores de OEE do corte	51
Tabela 11. Resumo das propostas de melhoria da costura	53
Tabela 12. Apresentação e descrição dos campos do registo de produção da costura	66
Tabela 13. Cálculo do tempo de ciclo da costura tendo por base os objetivos estabelecidos pela empresa.....	67
Tabela 14. Valores da disponibilidade da costura.....	68
Tabela 15. Disponibilidade de cada turno na costura	70
Tabela 16. Sugestão de codificação para paragens não programadas do equipamento da costura.....	70
Tabela 17. Valores do desempenho da costura.....	72
Tabela 18. Desempenho de cada turno na costura	72
Tabela 19. Valores de qualidade da costura.....	73
Tabela 20. Qualidade de cada turno na costura.....	74
Tabela 21. Valores do OEE da costura	76
Tabela 22. Análise da melhoria efetuada na KSL 2.....	79
Tabela 23. Melhorias na capacidade e no tempo de preparação, utilizando uma paleta ou duas paletes em cada projeto.	79

Lista de Siglas

5S	—	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke</i> ; Senso de Utilização, Senso de Organização, Senso de Limpeza, Senso de Padronização, Senso de Disciplina
5W2H	—	Who, What, Where, When, Why, How, How much
6M	—	<i>Manpower, Machiney, Materials, Method, Mother nature, Measurement</i>
BVA	—	<i>Business Value Added</i>
CSM	—	<i>Current State Map</i>
ECRS	—	<i>Eliminate, Combine, Rearrange and Simplify</i>
FSM	—	<i>Future State Map</i>
OEE	—	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
OF	—	Ordem de Fabrico
PA	—	Produto Acabado
PDCA	—	<i>Plan Do Check Act</i>
IATF	—	<i>International Automotive Task Force</i>
ISO	—	<i>International Organization for Standardization</i>
JIPM	—	<i>Japan Institute of Plant Maintenance</i>
JIT	—	<i>Just In Time</i>
KPI	—	<i>Key Performance Indicators</i>
MTBF	—	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTTR	—	<i>Mean Time To Repair</i>
NFC	—	<i>Near Field Communication</i>
NVA	—	<i>Non-Value Added</i>
SMED	—	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
TPM	—	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	—	<i>Toyota Production System</i>
VA	—	<i>Value Added</i>
VSM	—	<i>Flow Mapping Value</i>
WIP	—	<i>Work In Progress</i>

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

Atualmente, as empresas precisam de procurar novos métodos para se manterem competitivas no mercado. Segundo Bhamu & Singh Sangwan (2014), com o aumento da industrialização há cada vez mais necessidade de produzir produtos customizados, tornando os sistemas de planeamento e controlo mais complexos e desafiante a produção em massa. São várias as organizações, nomeadamente, na área automóvel, que lutam para se manterem competitivas no mercado e orientadas para o cliente. Estas necessitam de entregar produtos com valor, ao menor custo possível para garantir a sua lucratividade e na rapidez exigida pelo cliente. Desta forma, muitas empresas têm implementado com sucesso o *Lean Manufacturing* para responder às necessidades do cliente, reduzindo o desperdício no processo. (Bhamu & Singh Sangwan, 2014)

O conceito *Lean* teve origem no Sistema Toyota de Produção (TPS) no Japão, após a segunda guerra mundial, num período em que as organizações japonesas não conseguiam investir na reconstrução das suas instalações. Apesar das dificuldades, continuaram a produção, com pouco inventário, recursos humanos, recursos financeiros e defeitos, e conseguiram, ainda, aumentar a variedade de produtos.

A implementação do *Lean* traz diversos benefícios, não apenas quantitativos como qualitativos para toda a organização. Tome-se como exemplo, melhorias no *lead time* de produção, tempo de ciclo, tempo de processamento, tempo de *set up*, inventário, defeitos e *scrap* e *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) (Bhamu & Singh Sangwan, 2014) Quanto às melhorias qualitativas pode-se destacar melhoria no bem-estar do colaborador, comunicação eficiente, satisfação no trabalho e trabalho padronizado.

1.2 Objetivos e Metodologia de trabalho

O principal objetivo deste relatório é descrever as atividades de estágio que decorreram entre novembro e maio de 2023 na ERT Têxtil, que se dedica à fabricação de componentes têxteis para o interior de automóveis. Os objetivos fundamentais do estágio foram detetar ineficiências e propor ações de melhoria, bem como calcular o OEE para a empresa ter uma métrica adequada para a avaliação da sua eficiência e dos impactos das ações. O estágio dividiu-se em dois setores: corte e costura. Desde o início do estágio, novembro, até dezembro, o foco foi, exclusivamente, no corte, seguindo, posteriormente, para o setor da costura, até ao final do estágio em maio.

Quanto à metodologia de trabalho, começou-se por conhecer o processo de corte em detalhe e identificar desperdícios que devem ser reduzidos e/ou eliminados. Posteriormente, procedeu-se à recolha de dados e retiraram-se conclusões acerca da fiabilidade dos mesmos. De seguida, procedeu-se ao tratamento e análise dos dados para calcular a disponibilidade, desempenho e qualidade e, conseqüentemente, o valor de OEE, o qual se comparou com o valor de referência mundial. Depois de concluída esta etapa, efetuou-se o mesmo no setor da costura. Por fim, implementaram-se algumas ações de melhoria no chão de fábrica e mediu-se o seu impacto.

1.3 Organização do relatório

O presente relatório está organizado em cinco capítulos. No primeiro capítulo apresenta-se o enquadramento do estágio, os objetivos e a metodologia, bem como, a organização do relatório.

No segundo capítulo são abordadas as diferentes ferramentas, como o *Lean Manufacturing*, *Kaizen* e *Total Productive Maintenance* (TPM), e como estas contribuem para melhorar a organização. De seguida, descreve-se a importância dos indicadores para controlo da produção focando-se no OEE e nos parâmetros que o constituem.

No terceiro capítulo apresenta-se a empresa, descrevendo-se o processo produtivo do corte e da costura e apresentando-se, sucintamente, os sistemas de informação utilizados na empresa.

No quarto capítulo, descrevem-se os principais problemas e oportunidades identificados ao longo do estágio para cada um dos setores. De seguida, procede-se ao cálculo do OEE, apresentando-se o método de recolha de dados e procedendo-se à análise e tratamento dos mesmos. Por fim, apresentam-se ainda as ações de melhoria que foram implementadas no setor da costura, bem como o seu impacto na produção.

No quinto capítulo, apresentam-se as conclusões e identificam-se as principais dificuldades e oportunidades para trabalhos futuros.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 *Lean Production*

2.1.1 Do TPS ao *Lean*

O *Lean Production* baseia os seus princípios no *Toyota Production System* (TPS), desenvolvido pelo engenheiro Ohno com o objetivo de eliminar o desperdício. (Howell, 1999) Segundo J. P. Womack et al. (2007), o termo *Lean* contrasta com as formas de produção artesanal e em massa. O TPS surge após a Segunda Guerra Mundial no Japão, quando o Japão tinha poucos recursos, levando Toyoda e Ohno (1988) à conclusão de que a produção em massa seria inadequada. (J. P. Womack et al., 2007). A mudança de produção em massa para o TPS deveu-se, essencialmente, ao preço elevado das máquinas e à pouca flexibilidade, ou seja, manter os modelos padrão em produção durante o maior tempo possível e os trabalhadores aderirem a métodos de trabalho monótonos. (J. P. Womack et al., 2007) Além disso, a necessidade de produzir uma variedade de veículos na mesma linha de montagem, incentivou a procura por melhorias no processo, visando flexibilidade e baixos custos. (Ohno, 1988)

Para J. P. Womack et al. (2007), o TPS apresenta vantagens sobre a produção em massa, visto que permite aumentar a produtividade e a flexibilidade sem custos inflacionados da produção artesanal e a excessiva rigidez da produção. Assim, esta nova filosofia apresentava mais flexibilidade e competitividade pela sua capacidade de produzir mais variedade a preços mais reduzidos e em menos quantidade, (Ohno, 1988), tornando-se um modelo de produção competitivo. (Liker & Morgan, 2006)

Ohno (1988) descreve o Sistema Toyota de Produção (TPS) como um conjunto de várias técnicas projetadas para reduzir o custo de fabricação, através da redução do desperdício. O TPS caracteriza-se pela filosofia de melhoria contínua, focada na redução de desperdícios através do envolvimento e participação de todos, visando a melhoria da qualidade e segurança, bem como, a redução de custos e tempos de processo. Segundo Ohno (1988), um dos objetivos do Sistema de Produção Toyota é “criar pessoas pensantes” pois estas são o seu principal recurso. Desta forma, deve-se dar formação e envolver os colaboradores. São os operadores que trabalham, diariamente, com os equipamentos que têm um conhecimento aprimorado relativamente aos problemas da máquina. (Almeida, 2015) A autora refere que, no caso de não se consultar o colaborador ou as suas recomendações não serem postas em prática, é possível que não se corrijam todos os problemas. Assim, é fulcral visar um maior envolvimento das pessoas na definição dos processos de melhoria, melhorando o desempenho global da empresa.

Segundo Liker & Morgan (2006), o TPS pode ser representado como uma casa, Figura 1, uma vez que uma casa é um sistema e é tão forte quanto a parte mais fraca do sistema. Uma casa com um pilar fraco, não é estável, mesmo que os outros pilares

o sejam. As partes trabalham juntas para criar o todo. Este sistema assenta em dois pilares: *Just in Time* (JIT) e Jidoka.



Figura 1. Casa do TPS (Obtido de Liker & Morgan (2006))

O primeiro pilar é uma técnica que consiste em entregar a quantidade certa, no momento certo e no local certo. Poderíamos criar uma célula de produção onde a matéria prima passe de operação em operação, uma peça por vez, sem interrupções. Contudo, em algumas situações é preciso interromper o fluxo para conectar processos separados, (Liker & Morgan, 2006), sendo necessário possuir a quantidade certa, no momento certo e no local certo a fim de evitar stock ou que o cliente espere pelo produto acabado.

O segundo pilar é o *Jidoka*, significa autonomação, ou seja, automação com um toque humano, em que o operador tem a capacidade de parar a linha de produção ou a máquina no momento que deteta uma anomalia. Para Sugimori et al. (1977), este pilar é importante uma vez que evita o excesso de produção. Se o equipamento para quando se produz a quantidade necessária, não se irá produzir mais, deste modo a produção *just in time* é realizada com precisão. Outra vantagem é controlar facilmente as anomalias, sendo apenas necessário realizar melhorias focando-se no equipamento parado e no colaborador que o parou. Posto isto, permite um processo de produção eficiente, uma vez que o operador ao detetar anomalia para, imediatamente, a produção, evitando desperdícios e garantindo a qualidade do produto final. As ferramentas que permitem esta aplicação são *Poka Yoke* e Andon (ferramenta de controlo visual para detetar problemas na linha de produção). (Ohno, 1988)

O TPS tornou-se um movimento global conhecido como *Lean*. (Liker & Morgan, 2006) A gestão *Lean* é um termo genérico que inclui diversas práticas que visam a eficiência, além de preservar o valor com base na otimização do fluxo. (Mcintosh et al., 2014) Para Scoville & Little (2014), o *Lean* é descrito como princípios, métodos e ferramentas integrados que foram desenvolvidos a partir do TPS para otimizar o

desempenho e gerir sistemas de produção de valor. Para Radnor et al. (2012), o *Lean* é uma prática de gestão baseada na filosofia de melhoria contínua dos processos, aumentando o valor do cliente ou reduzindo atividades que não agregam valor (*Muda*), variação de processos (*Mura*) e más condições de trabalho (*Muri*).

J. P. Womack & Jones (2003), atualizam os conceitos de Ohno para os seguintes princípios do *Lean*:

1. Valor – é o ponto de partida da filosofia *Lean* que apenas pode ser definido pelo cliente. Para J. P. Womack & Jones (2003), valor é a capacidade de entregar no tempo certo e com o preço apropriado o produto e/ou serviço satisfazendo as necessidades do cliente.
2. Cadeia de Valor- identificar a cadeia de valor para cada produto que consiste em dissecar a cadeia produtiva e separar os processos em três tipos: atividades e processos que acrescentam valor, aquelas que não geram valor, mas são importantes para a manutenção dos processos e da qualidade e aquelas que não agregam valor, devendo ser, imediatamente, eliminadas.(J. P. Womack & Jones, 2003)
3. Fluxo contínuo- após identificar a cadeia de valor e eliminar desperdícios, a organização deve criar um fluxo de materiais e informação caracterizado por produzir somente as quantidades necessárias para o momento.
4. Sistema *Pull* ou Produção Puxada- é a capacidade de planejar e produzir exatamente o que o cliente deseja e quando deseja, ou seja, em JIT. Implica assim, uma mudança de paradigma do *Push* (a empresa “empurra” o produto para o mercado, sendo muitas vezes indesejado) para sistema *Pull* (o cliente “puxa” o produto de acordo com as suas necessidades).
5. Perfeição- o principal objetivo do *Lean* é a constante procura pela perfeição. Depois da organização aplicar os restantes princípios, apercebe-se que o processo de eliminar desperdícios, como tempos, defeitos e custos, não tem um fim, devendo procurar a inovação e a melhoria contínua.

Em 2008, o *Lean Thinking* acrescentou mais dois princípios:

6. Conhecer os *stakeholders*- além da criação de valor para o cliente, também se deve criar valor para todas as partes interessadas.
7. Inovar constantemente- não se deve manter apenas focado na criação de valor do produto, mas antecipar necessidades futuras, criando oportunidades através da criação de novos produtos e serviços.(Ribeiro, 2011)

2.1.2 Desperdícios

Um dos objetivos das empresas é reduzir custos de modo a não se refletir no valor do produto para o cliente. Desta forma, é fulcral reduzir e eliminar, se possível, desperdícios, uma vez que não acrescentam valor ao produto final. (Murça, 2012)

Segundo Ohno (2019) “*No sistema de Lean Manufacturing tudo o que não agrega valor ao produto, visto sob os olhos do cliente, é desperdício. O desperdício apenas adiciona custo e tempo. Todo o desperdício é o sintoma e não a causa do problema.*” O termo *Lean* representa um conjunto de atividades ou soluções para eliminar desperdício, reduzir as operações que não têm valor acrescentado (NVA) e melhorar as atividades que possuem valor acrescentado (VA).

Na filosofia *Lean* existem três tipos de desperdícios que podem ser encontrados numa organização, definidos por Ohno com palavras japonesas: *Muda* (desperdício), *Mura* (desigualdade) e *Muri* (excesso), conhecido como o modelo 3M do TPS. (Ohno, 1988)

O *Muri* é um desperdício resultante do excesso de equipamentos, instalações ou recursos humanos além da sua capacidade. Poder-se-ia pensar que sobrecarregar os colaboradores é sinónimo de mais e melhor produção, contudo pode vir a ter o efeito contrário. Colaboradores stressados afetam negativamente a produtividade, podendo resultar em defeitos e atrasos no processo. O *Muri* pode desencadear quebra dos equipamentos e absentismo nos colaboradores. (Pienkowski, 2014) O *Muri* pode ser evitado através do trabalho padronizado, realçando que é possível simplificar todos os processos. Após os colaboradores conhecerem o procedimento, é expectável que se verifique um aumento da produtividade, melhoria na qualidade e redução de custos.

O *Mura* é um desperdício causado pela variação de qualidade, custo ou transporte e resulta de atividades não consistentes que têm como causa a repetição de trabalhos e atrasos. (Fernandes, 2020)

As atividades *Muda* são todas as atividades que não criam valor ao cliente e consomem recursos. Para se identificar o *Muda* é necessário estudar em detalhe todo o processo e analisar todas as atividades de forma a conhecer quais destas é que acrescentam valor, e se correm como planeado.

J. Womack (2006) refere que no início da filosofia *Lean* deu mais ênfase à eliminação do *Muda*, não dando tanta importância ao *Muri* e ao *Mura*. Contudo, apercebe-se que estes dois tipos de desperdício são as principais causas para o aparecimento do *Muda*. Em primeiro lugar elimina-se o *Mura*, questionando o porquê da variação das atividades, uma vez que o cliente não exigiu. Em seguida, analisa-se como estabilizar as operações para se eliminar a sobrecarga, *Muri*. Depois de se eliminar o *Mura* e *Muri*, o *Muda* pode ser removido muito mais rapidamente, e uma vez removido, permanecerá removido. (J. Womack, 2006)

Ohno (2019) identificou um conjunto base de sete desperdícios (*Muda*) aquando do desenvolvimento do Sistema de Produção da Toyota (TPS). (J. P. Womack et al., 2007) consideram ainda outro, o subaproveitamento dos colaboradores, contabilizando oito desperdícios que a seguir se apresentam.

1- Excesso de produção

Ohno (2019) considera o excesso de produção o desperdício mais grave e aquele que mais contraria a filosofia do *Just in Time*. Em consequência de não produzir apenas a quantidade necessária, por exemplo devido a grandes lotes de produção, e no momento certo, leva a um aumento de stocks e a possíveis atrasos de entrega. Posto isto, há um maior risco de obsolescência e de não satisfazer os requisitos do cliente. O excesso de produção origina deslocamento físico das operações que aliado à fraca comunicação entre os processos, provoca um aumento do tempo de armazenamento e do *lead time*.(Hines & Rich, 1997)

2- Esperas

O tempo é um recurso limitado devendo ser utilizado da forma mais produtiva. Esperas é um desperdício que ocorre sempre que o produto não está a ser movimentado ou processado. Não se refere, exclusivamente, aos produtos como também aos colaboradores. Este desperdício pode ter como causas o *layout* não ser o mais funcional, atrasos do fornecedor e a oferta não estar balanceada com a procura. No caso do tempo de espera dos colaboradores, este pode ser usado para treino, manutenção ou atividades *Kaizen*, de forma a não resultar noutra desperdício: excesso de produção.(Hines & Rich, 1997)

3- Movimentos desnecessários

As movimentações devem ser reduzidas ao máximo possível, de forma a garantir que apenas se realizam as que acrescentam valor.(Antunes, 2011) Devido ao layout estar mal organizado e/ou os sistemas de transportes serem poucos flexíveis, a ergonomia é afetada, originando um maior cansaço aos colaboradores. Em consequência, afeta, negativamente, a produtividade e a qualidade.(Hines & Rich, 1997)

4- Processamento desnecessário

Refere-se a máquinas e a processos que não possuem qualidade. Para possuir qualidade, o processo requer métodos corretos, treino e padrões exigidos que não resultem em defeitos.(Wahab et al., 2013) Tem como causas operações mal concebidas e instruções de trabalho pouco claras, falta de formação dos colaboradores e competências mal desenvolvidas, falta de uniformização de processos, requisitos de cliente mal definidos e especificações de qualidade mais rigorosas que o necessário.(Antunes, 2011)

5- Inventário

O stock desnecessário acarreta vários problemas, como aumento do *lead time* e a necessidade de mais espaço para armazenamento, e, por conseguinte, custos de armazenamento, diminuindo a competitividade da organização.(Hines & Rich, 1997) Posto isto, os autores consideram que os problemas são ocultados pelo inventário, sendo necessário reduzir o stock para os identificar e corrigir. Este desperdício tem como causas o elevado tempo de mudança de ferramentas, levando a empresa a ter stock, por exemplo, de produto acabado (PA); a empresa não aplicar JIT; a existência de gargalos e o *layout* não ser eficiente, levando ao armazenamento ou transporte (outro desperdício).

6- Transporte desnecessário

O transporte envolve qualquer movimentação de um bem. Qualquer movimento pode ser visto como desperdício, por isso procura-se minimizar em vez de eliminar. Manuseio duplo e movimentos excessivos podem causar danos e deterioração devido à distância da comunicação entre os processos, originando falta de qualidade, outro desperdício.(Hines & Rich, 1997)

7- Defeitos

O desperdício final é o dos defeitos, visto que são custos diretos. Quando surgem devido ao ser humano, o pensamento “errar é humano” não deve ser usado como desculpa para não rever processos. Por vezes, as falhas e os erros humanos devem-se a más formações iniciais. Os defeitos, como foi referido anteriormente, podem surgir devido ao transporte, movimentações e a ausência de procedimentos. Segundo a filosofia da Toyota, os defeitos devem ser vistos como oportunidades de melhoria.(Hines & Rich, 1997)

8- Subaproveitamento dos colaboradores

Refere-se a mais recursos humanos envolvidos no trabalho do que o necessário, não os envolvendo na melhoria do processo e não aproveitando o potencial individual.

A organização deve focar-se na identificação de desperdícios, aplicar ferramentas *Lean*, de forma a minimizar ou eliminar desperdícios, uma vez que os 8 desperdícios, acima referidos, estão interligados. Para eliminar os desperdícios, a organização deve seguir os princípios do *Lean Thinking*, focando-se em agregar valor ao produto e otimizar o processo de produção.

2.1.3 Etapas de implementação do *Lean* e os principais benefícios

Segundo Mayatra et al.(2015), as etapas para implementar a metodologia *Lean* são as seguintes:

1. Selecionar o alvo ou produto.
2. Ir ao *gemba*, isto é ir ao sítio aonde ocorre a ação, para recolher todos os dados da linha de produto e indústria. O *gemba walk* permite recolher o máximo de informações acerca das condições das máquinas e equipamentos como o tempo de paragem ou o tempo de ciclo. O *gemba* permite detetar, facilmente, problemas e conhecer os processos. Além disso, permite supervisionar em tempo real e ainda, através da comunicação com os colaboradores, entender os principais problemas e o seu impacto na linha. Em adição, proporciona a recolha de ideias de melhoria, com o objetivo de aumentar a produtividade da linha e identificar desperdícios.(G. P. dos S. P. da Silva, 2022)
3. Preparar o mapeamento do fluxo de valor (VSM) usando o estado atual do método VSM. Identificar as tarefas sem valor acrescentado para o cliente/empresa (NVA) e eliminá-las. Através da medição do *lead time*, do tempo de ciclo, do número de colaboradores e do inventário reduzir as atividades de apoio que não agregam valor ao produto (BVA), necessárias para suportar as atividades de valor acrescentado (VA).
4. Identificado o desperdício e BVA, decidir quais as ferramentas *Lean* mais adequadas e que permitam alcançar os melhores resultados, como por exemplo, 5S que permite diminuir o tempo de espera e SMED que reduz o tempo entre troca de ferramentas.
5. Por fim, o último passo é melhorar o problema e fomentar a melhoria contínua para aumentar a lucratividade da indústria.

A implementação de ferramentas *Lean* individualmente ou em conjunto acarreta vários benefícios. (Alves et al., 2011) efetuaram um estudo derivado da aplicação de 41 projetos diferentes relacionado com o paradigma *Lean*, em 18 empresas de Portugal, sendo alguns dos objetivos os seguintes:

- ✓ Redução de tempos de setup das máquinas (27%-90%);
- ✓ Maior flexibilidade de produção;
- ✓ Redução de desperdícios;
- ✓ Aumento do desempenho das máquinas;
- ✓ Redução do *Work In Progress* (WIP) (18%-84%);
- ✓ Aumento da produtividade (20%-30%);
- ✓ Redução do esforço humano;

- ✓ Nivelamento da produção;
- ✓ Redução de custos;
- ✓ Redução da necessidade de retrabalho e aumento da qualidade.

É ainda de salientar, os benefícios apresentados por J. P. Womack & Jones (2003):

- ✓ Redução do tempo de resposta a alterações de engenharia e variações de procura;
- ✓ Maior envolvimento, motivação e participação dos colaboradores nos processos;
- ✓ Capacidade para identificar problemas e resolvê-los mais rapidamente.

2.2 Ferramentas *Lean*

As ferramentas *Lean* são diversas, sendo necessário estudá-las para inferir quais as mais adequadas para a organização. Cada método do *Lean Manufacturing* foi concebido para apoiar a empresa na eliminação dos desperdícios e para alcançar os objetivos de melhoria da produção. Para eliminar os oito desperdícios apresentam-se em seguida algumas ferramentas.

Tabela 1. Ferramentas *Lean* que ajudam a eliminar os oito desperdícios. (Rewers et al., 2016)

Desperdício	Método do <i>Lean Manufacturing</i>
Excesso de Produção	<i>Kanban</i> , Mapa do Fluxo de Valor (VSM)
Esperas	TPM, SMED
Movimentos desnecessários	5S, Trabalho Padronizado
Processamento desnecessário	Trabalho Padronizado, <i>Kanban</i>
Inventário	<i>Kanban</i> , Mapa do Fluxo de Valor (VSM)
Transporte desnecessário	<i>Kanban</i>
Defeitos	<i>Poka Yoke</i> , <i>Jidoka</i>
Subaproveitamento dos colaboradores	<i>Kaizen</i>

2.2.1 Mapa do Fluxo de Valor (VSM)

O mapeamento do fluxo de valor, VSM é uma ferramenta de melhoria que permite visualizar e analisar todo o processo de produção, representando o fluxo de materiais e informação. (Singh et al., 2011)

“O VSM fornece um fluxo visual completo para apoiar a tomada de decisão, destaca e expõe os desperdícios, demonstra a ligação entre o fluxo de informação e material e desenvolve um plano para eliminar desperdício e melhoria contínua.”(Wee & Wu, 2009)

O VSM tem como objetivo obter uma visão global sobre o processo produtivo, permitindo distinguir etapas criadoras de valor das que não traduzem valor para o cliente; identificar atividades supérfluas e/ou que representam desperdícios para a organização e permite identificar oportunidades de melhoria e revisão de processos internos. Assim sendo, há redução do *lead time*, maior qualidade e menor custo. (Wee & Wu, 2009)

O VSM disponibiliza informações importantes (como inventário, *lead time* e tempo de espera) que validam a decisão de recorrer a ferramentas *Lean*, além de motivar a organização durante a implementação, visando assim obter os resultados desejados.

Inicialmente, desenha-se o mapa do estado atual (CSM), sendo identificadas as fontes de desperdício e encontradas oportunidades para implementar técnicas *Lean*. A representação visual do VSM facilita a identificação das atividades que agregam valor (VA) e a eliminação das atividades que não agregam valor (NVA). (Sundar et al., 2014) São identificados os oito desperdícios e gargalos para melhorar.(Wee & Wu, 2009)

Depois de recolher e analisar os dados, o CSM é uma ferramenta de melhoria visual para o grupo de trabalho e estabelecidas as metas, prossegue-se para a segunda etapa. Nesta etapa desenha-se o mapa do estado futuro (FSM) com base no plano de melhoria. De seguida, estuda-se o cenário “antes” (CSM) e “depois” (FSM) e ilustram-se os potenciais benefícios, como redução do *lead time*.(Sundar et al., 2014)

No final do processo de melhoria, o FSM volta a ser CSM, semelhante ao ciclo PDCA *Deming* da melhoria contínua.(Wee & Wu, 2009)

2.2.2 Poka Yoke

Shigeo Shingo desenvolveu o conceito *Poka Yoke*, traduzido significa à prova de erro, uma ferramenta para atingir zero defeitos e, eventualmente, eliminar inspeções do controlo de qualidade.(Shimbun, 1989) Além disso, permite aos colaboradores estarem concentrados no seu trabalho sem estarem, desnecessariamente, atentos à prevenção de erros. (Suzaki, 2010). Para a empresa se manter competitiva deve seguir a filosofia *Poka Yoke*, satisfazendo as necessidades do cliente e ter lucro, uma vez que no caso dos defeitos não serem detetados, estes podem chegar até ao cliente, não correspondendo aos requisitos.

Shimbun (1989) apresenta os cinco melhores *Poka Yoke* para detetar ou evitar defeitos causados por erro humano: pinos guia de diferentes tamanhos, deteção de erro e alarmes, interruptores de limite, contadores e *checklists*. (Shimbun, 1989)

Segundo Shimbun (1989), algumas dicas para identificar defeitos:

- Identificar itens pelas suas características (peso, dimensão e forma) e estabelecer padrões, por exemplo, para a forma como ângulos, curvatura ou posição dos furos,
- Detetar desvio de procedimentos ou processos omitidos,
- Detetar desvio de valores fixos, por exemplo, deteção de condição crítica através da medição da pressão, corrente elétrica, temperatura.

No caso de não se encontrarem dentro do intervalo predeterminado não se pode prosseguir o trabalho.

2.2.3 Manutenção Produtiva Total (TPM)

A TPM é uma metodologia que visa alcançar o desempenho esperado dos equipamentos, garantindo que não ocorram interrupções ao longo dos processos produtivos.

Para McCarthy & Willmott (2001), a TPM traduz um novo conceito de como manter uma instalação ou equipamento, concentra-se na otimização do equipamento e na produtividade enquanto a produção *Lean* apresenta uma perspetiva mais ampla, focando-se na eliminação do desperdício. A TPM procura melhorar a eficácia dos equipamentos e eliminar o tempo de inatividade, bem como melhorar a produtividade e eficácia do trabalho dos colaboradores. (Jain et al., 2014) Além disso, promove a manutenção autónoma pelos operadores através de atividades diárias. (Bhadury, 2000)

A TPM é uma metodologia de melhoria orientada para a produção com o objetivo de otimizar a fiabilidade do equipamento e assegurar uma gestão eficiente dos ativos. (Robinson & Ginder, 2020) Tem como objetivo aumentar a competitividade da organização e mudar a cultura de trabalho. (Ahuja & Khamba, 2008), através do envolvimento de todos os níveis e funções da organização para melhorar a disponibilidade, desempenho, qualidade e segurança dos equipamentos de produção.

As principais vantagens apresentadas por Ahuja & Khamba (2008) relativamente à TPM são:

- Rentabilidade com redução dos custos de produção e dos tempos de paragem,
- Gestão adequada da manutenção que permite reduzir o valor de gastos de uma empresa e aumentar a vida útil do equipamento,
- Participação de todos os colaboradores,

- Aumento da produtividade e do OEE.

Relativamente, aos benefícios intangíveis, pode-se realçar uma melhoria na imagem da organização, aumento da própria confiança dos colaboradores e permitir que as organizações percebam a importância dos colaboradores através do desempenho. (Dossenbach, 2006) Outros benefícios podem ser mudanças positivas na atitude dos colaboradores, alcance de metas através de trabalho em equipa, partilha de conhecimento e experiência e a sensação de ser “dono” da máquina. (Ahuja & Khamba, 2008)

Swanson (2001), considera o treino do operador, o envolvimento do colaborador, criação de equipa e a manutenção preventiva como os quatro componentes chave da TPM.

Para se atingirem as metas da TPM estão envolvidos oito pilares, (Nakajima, 1988):

- Manutenção autónoma: É um processo que envolve a formação dos operadores para realizar tarefas de manutenção básicas (limpeza, lubrificação ou inspeção) no equipamento. (Almeida, 2015)
- Manutenção centrada: Permite identificar e eliminar desperdícios e melhorar o OEE em sistemas de produção. (Ahuja & Khamba, 2008)
- Manutenção planeada: Segundo a pesquisa efetuada por Cabral (2019), a manutenção planeada reduz a indisponibilidade dos equipamentos em 30 a 45% e que o equipamento bem mantido dura 30 a 40% mais tempo de vida útil. É segundo estes valores que é fulcral a manutenção planeada ser vista como um investimento e não como um custo. A manutenção para Cabral (2019), impacta não só a produtividade dos técnicos internos de manutenção como também, melhora o controlo das empresas de manutenção subcontratadas.
- Manutenção da Qualidade: Atingir zero defeitos, rastrear e resolver problemas de equipamentos e causas raiz. (Ahuja & Khamba, 2008)
- Formação e Treino: Alinhar os colaboradores com os objetivos organizacionais. (Ahuja & Khamba, 2008) Além disso, sugere que se deve apostar na transmissão de conhecimento sobre produção e manutenção com o objetivo de alcançar níveis mais altos de motivação, empenho e eficácia. (Almeida, 2015)
- Segurança, Saúde e Ambiente: Este pilar consiste em criar um ambiente seguro, saudável, tendo como foco a ergonomia e os acidentes de trabalho.
- TPM administrativo: Melhorar a sinergia entre várias funções de negócios, aplicar 5S nas áreas de trabalho. (Ahuja & Khamba, 2008)

- Manutenção da Melhoria: Inclui iniciativas de melhoria de manutenção, poucos problemas e execução a tempo nos novos equipamentos.(Ahuja & Khamba, 2008)

2.2.4 Trabalho Padronizado

Berger (1997), refere que o trabalho padronizado é a ferramenta básica para a melhoria contínua. (Sundar et al., 2014), consideram o método mais seguro e eficaz para otimizar os recursos. *“O método visa eliminar a variação e inconsistência dos resultados, instruindo os trabalhadores a executar atividades de fabricação seguindo procedimentos definidos. Para isso, é necessário definir o procedimento ideal e garantir o seu desempenho.”* (Oliveira et al., 2017) Portanto, esta ferramenta *Lean* reduz variabilidade, uma vez que o trabalho tornar-se-á estável e mensurável.(Oliveira et al., 2017)

Outro benefício relevante é a capacidade de tornar o sistema mais rentável através da redução de custos, reduzindo e/ou eliminando desperdícios. Além disto, verifica-se uma melhoria da qualidade, visto que a mesma operação pode ser executada de diferentes maneiras de acordo com o colaborador, o que contribui para uma maior probabilidade de defeitos. Outra vantagem é o aumento do envolvimento do colaborador, pois permite transferir a culpa por erro humano para o sistema. Desta forma, é expectável que os colaboradores tenham mais à vontade para encontrar sugestões de melhoria.

Esta ferramenta é fulcral para a melhoria contínua, visando a mudança e eliminação de desperdício e promovendo a mudança para melhorias padrão.

2.2.5 SMED

As empresas apresentam o desafio de apresentar uma variedade de produtos ao cliente, aumentando assim a frequência de setup. Define-se setup como o processo de preparar os equipamentos para mudar de produção de um artigo para outro diferente. (Junior et al., 2022) Segundo Shingo (2019), os procedimentos de configuração são, geralmente, considerados infinitamente variados, dependendo do tipo de operação e do equipamento utilizado. Contudo, se analisarmos estes procedimentos, verifica-se que é uma sequência de passos. Tradicionalmente a distribuição do tempo de setup é 30% para preparação e verificação de matéria prima, lâminas, matrizes, *gabarit*, entre outros; montagem e remoção de lâminas corresponde a 5%; centralização, dimensionamento e configuração de outras condições cerca de 15% e por fim, execução de testes e ajustes, 50%. (Shingo, 1985) Notar que metade do tempo de setup é para executar testes e ajustes, devido a problemas no ajustamento e ao facto de estar relacionado com a habilidade do responsável. Assim, para facilitar os testes e ajustes é necessário aumentar a precisão das medições e calibrações.(Shingo, 1985)

O SMED, *Single Minute Exchange of Die*, traduzido como troca rápida de ferramentas, serve para reduzir o tempo associado a esse processo, além de ser um dos métodos da produção *Lean* para reduzir o desperdício. A mudança rápida é a chave para reduzir o tamanho dos lotes de produção e, em seguida, melhorar o fluxo. *Single minute* não significa que todas as mudanças devam levar apenas um minuto, mas que devem ser executadas em menos de 10 minutos, ou seja, representado por um único dígito. Contudo, não é possível que todas as configurações possam ser concluídas em minutos com um dígito. Mesmo quando isso não é possível, o SMED permite reduzir drasticamente o tempo de configuração. (Shingo, 1985) Segundo Cakmakci (2008) proporciona uma redução do tempo de configuração até 90% com investimentos moderados.

As etapas apresentadas por Shingo (2019) para melhorar o setup são as seguintes:

- Etapa Preliminar: Identificar as operações feitas durante o setup.

Nesta fase é necessário compreender, detalhadamente, todo o processo de configuração interna e externa. (Shingo, 1985) Para se implementar o SMED, deve-se estudar detalhadamente as condições reais do chão de fábrica.

Shingo (1985) apresenta os seguintes métodos para analisar a produção:

- utilizar um cronômetro, apesar de consumir algum tempo e ser necessária muita habilidade;
- efetuar um estudo de amostragem do trabalho. Contudo, as amostras só são precisas quando há muita repetição, desta forma não se aconselha este estudo quando poucas ações são repetidas;
- entrevistar os trabalhadores para conhecer as condições reais no chão de fábrica;
- gravar, em vídeo, todo o processo de configuração. Depois de gravado todo o processo, deve-se mostrar aos trabalhadores para que possam expressar a sua opinião e dar origem a percepções úteis e aplicáveis no local.

Do ponto de vista de Shingo (2019), a observação do processo e a discussão com os trabalhadores muitas vezes é suficiente para melhorar o processo de setup.

- Etapa 1: Separar as tarefas em internas e externas.

Shingo (2019) refere que as operações de setup podem ser divididas em dois tipos: operações internas, que só podem ser realizadas com a máquina parada, por exemplo: a troca de ferramenta, e operações externas, que só podem ser realizadas com a máquina em funcionamento, como o transporte de material. Nesta primeira etapa separa-se as tarefas internas das externas. As operações externas podem ser realizadas antes ou depois da máquina parar. (Ulutas, 2011) Para Shingo (2019), se for feito um esforço para realizar o máximo possível da

operação de setup como setup externo, então, o tempo necessário para o setup interno pode ser reduzido de 30 a 50%. “*Controlar a separação entre setup interno e externo é o passaporte para atingir o SMED*”(Shingo, 1985)

- o Etapa 2: Converter as tarefas internas em externas.

Apesar de ser possível reduzir o tempo de setup entre 30 a 50% não é suficiente para se alcançar o objetivo do SMED. Nesta etapa, há conversão das tarefas internas em externas realizando, novamente, a análise das operações e verificar se algum passo está incorretamente classificado como interno. Além disso, procuram-se encontrar maneiras de converter passos internos em externos, por exemplo dever-se-ão preparar antecipadamente as condições operacionais, padronizar as funções e utilizar guias intermediárias, Sugai et al. (2007), para realizar o máximo de tarefas possíveis antes de interromper a produção. (Rodrigues & Freitas, 2019)

Pode aplicar-se ainda a ferramenta ECRS: *Eliminate, Combine, Reduce and Simplify*, ou seja, eliminar continuamente atividades internas, combinar atividades, reduzir atividades internas e externas e simplificar todas as atividades. (Junior et al., 2022) Esta ferramenta impulsiona a melhoria contínua com o objetivo de reduzir custos e eliminar desperdícios. (Junior et al., 2022).

- o Etapa 3: Simplificar todos os aspetos da operação de setup.

Nesta etapa é necessária uma análise detalhada de cada operação.

Em seguida, apresentam-se algumas técnicas que garantem que as operações externas são, efetivamente, executadas com a máquina em funcionamento. Segundo Shingo (2019), na primeira etapa, pode-se recorrer a uma *checklist*, com todas as peças e etapas necessárias, para garantir as condições corretas de operação, evitando erros e execução de testes. Além disso, pode-se melhorar o transporte de moldes e outras peças, tome-se como exemplo a movimentação de peças, que deve ser realizada como setup externo, ou seja, enquanto a máquina está em funcionamento ou por outro trabalhador designado ao transporte.

Na segunda etapa, como referido anteriormente, pode-se, por exemplo, preparar as condições de operação com antecedência e usar *gabarits* intermédios. De acordo com Shingo (2019), no processamento de vários itens podem ser feitas duas placas de *gabarit* padronizado, designado por *gabarit* intermédio. Enquanto a peça está fixada numa das placas e está a ser processada, o operador vai colocando a próxima peça no outro *gabarit* como um procedimento de configuração externa. Assim, quando a primeira peça estiver concluída, o segundo *gabarit* com a peça anexada é montada na máquina.

Na terceira etapa, pode-se melhorar as operações de setup elementares. No setup externo pode-se melhorar o armazenamento e o transporte, agilizando as operações.

No caso do armazenamento de moldes de porte médio, pode-se utilizar equipamentos avançados que permitem não só armazenar como distribuí-los pelas respectivas máquinas. Este sistema de armazenamento automatizado reduz o tempo de setup externo, não afetando o setup interno. Desta forma, não contribui, diretamente, para se atingir o objetivo do SMED, devendo ser utilizado, exclusivamente, quando for difícil controlar um grande número de moldes pesados. No setup interno, dever-se-ão implementar operações em paralelo, usar fixadores funcionais, eliminar ajustes, usar um sistema de mínimo múltiplo comum e mecanização.(Sugai et al., 2007)

Em jeito de conclusão, a metodologia SMED tem como foco diminuir o tempo da mudança de formato, sendo para tal necessário converter setup interno em setup externo, formar equipas, dividir e definir as tarefas de cada um, instalar melhorias nas máquinas e ferramentas, melhorar o acesso, montagem e desmontagem de ferramentas, e por fim, aplicar um sistema de mudança rápida. (A. P. Silva et al., 2015) Além disso, o SMED pode apresentar benefícios como redução de stocks, WIP, tamanho do lote e movimentações e ainda, melhorias na qualidade e flexibilidade de produção. (Costa et al., 2013)

2.2.6 Kanban

A palavra japonesa *Kanban* significa cartão ou sinal, sendo a designação dada ao cartão de controlo de inventário usada no sistema *Pull*, ou seja, a procura controla a produção. Este é, basicamente, um cartão de plástico que contém toda a informação necessária para produção/asmblagem do produto para cada estado e os detalhes do caminho para ser concluído.(Kumar & Panneerselvam, 2007) Foi criado visando o controlo de stocks, produção e fornecimento de componentes.(Sundar et al., 2014) Este sistema facilita o aumento de volume de produção e o aumento da capacidade de utilização com tempo de produção reduzido e trabalho em processo. (Kumar & Panneerselvam, 2007)

O objetivo do sistema *Kanban*, um sistema de controlo de produção *just in time* e aproveitamento total das capacidades dos trabalhadores, é não depender de um sistema informatizado. Para Sugimori et al. (1977) recorrer ao sistema de *Kanban* ao invés do sistema informatizado, apresenta vantagens como reduzir custos de processamento de informação, visto que implementar um sistema de controlo de produção, bem como as suas alterações e ajustes é bastante dispendioso. Outra vantagem apresentada é a aquisição rápida e precisa de factos como perceber a mudança da capacidade de produção, sem a ajuda de um computador.(Sugimori et al., 1977)

2.2.7 Kaizen

Com o aumento da competitividade, as empresas necessitam de manter a sua vantagem competitiva no mercado. Desta forma, precisam de aumentar a produtividade, minimizar perdas e oferecer produtos e serviços com qualidade, satisfazendo as necessidades dos clientes. Surge assim a filosofia *Kaizen*. *Kaizen* é uma palavra japonesa, em que *Kai* significa mudança e *Zen* significa para melhor, ou seja, mudança para melhor. *Kaizen* é um dos conceitos mais importantes na gestão japonesa. A melhoria contínua é uma das principais estratégias para a excelência na produção e é considerada vital no ambiente competitivo. (Schoeder & Robison, 1991) A melhoria contínua é a essência do quinto princípio do *Lean*: procura pela perfeição. (Jones & Womack, 2016) Este princípio pressupõe a procura constante de ideias para melhorar todas as áreas da organização e requer o envolvimento de todos.

(Jones & Womack, 2016) apresentam o *Kaizen* como melhoria incremental contínua de uma atividade para criar valor e menos *Muda*. Posto isto, pretende aumentar o valor acrescentado, eliminar *Muda*, melhorar a eficiência do *gemba*, através do envolvimento das pessoas e gestão visual. De acordo com Imai (1986), *Kaizen* é um processo de melhoria contínua envolvendo todos, tanto gestores como trabalhadores, sendo fundamental para a implementação desta metodologia. Este conceito para Suzaki (1987) motiva os colaboradores a pensarem sobre os problemas e cada passo marcado leva à melhoria do processo produtivo, reduzindo desperdícios e custos, melhorando a qualidade dos produtos e aumentando a satisfação dos clientes.

Imai (1986), afirma ainda que existem três pilares para implementar o *Kaizen*, a limpeza, a eliminação de desperdícios e a padronização. Para J. P. Womack & Jones (2003), para se implementarem estes pilares é necessário ter em conta a gestão visual, o papel do supervisor e a importância da formação e da criação de uma organização que aprenda.

Segundo Imai (1986), a melhoria contínua divide-se em três segmentos:

- 1) orientada à administração:

O autor considera este o segmento mais importante do *Kaizen*, uma vez que lida com questões estratégicas para manter progresso e moral. As sete ferramentas da qualidade: Diagrama de causa e efeito, também conhecido por espinha de peixe ou digrama de *Ishikawa*, folhas de verificação, cartas de controlo, histogramas, diagrama de Pareto, diagrama de dispersão e fluxogramas, são utilizadas para resolver problemas.

- 2) orientada ao grupo:

Forma-se um pequeno grupo de pessoas para medir o desempenho e qualidade da empresa e solucionar problemas.

- 3) orientado às pessoas:

Direcionado para ouvir as sugestões das pessoas e incentivar a apresentar as suas ideias.

Para se implementar a cultura de melhoria contínua, (Imai, 1986) preconiza 10 mandamentos a seguir:

1. Todo o desperdício tem de ser eliminado,
2. Deve-se realizar melhorias graduais de forma contínua,
3. Deve-se envolver todos os colaboradores,
4. Uma estratégia económica, sem investimentos significativos com o objetivo de aumentar a produtividade,
5. Aplicar-se em qualquer cultura,
6. Apoiar-se em gestão visual para que os problemas e desperdícios sejam facilmente visíveis,
7. Ter como foco o *gemba*, ou seja, local onde efetivamente se cria valor,
8. Priorizar as pessoas,
9. Orientar-se para os processos,
10. O lema de aprendizagem é aprender fazendo.

Sayer & Williams (2015) indicam que, ao implementar *Kaizen* dentro da filosofia *Lean*, o ciclo PDCA serve como esquema de operação. Esta ferramenta é uma das mais populares para proporcionar melhoria contínua dentro das organizações. Assim, para se realizar uma melhoria contínua no processo de forma eficiente pode-se recorrer ao ciclo de Deming ou ciclo PDCA: *Plan, Do, Check, Act*, em português: Planear, Desenvolver, Controlar e Agir. (Walton & Deming, 1986)

O ciclo PDCA divide-se em 8 fases segundo (Campos, 2013):

PLAN

Passo 1: Identificação de uma área a melhorar.

Planear a mudança, estabelecendo objetivos a alcançar. Posto isto é necessário começar por escolher e identificar o problema. De seguida, verificar os dados históricos do problema, de modo a perceber a frequência e a maneira como ocorre. (SANTOS & DAMY-BENEDETTI, 2021). O diagrama de Pareto é um gráfico de colunas em que a altura das colunas representa a frequência e apresenta por ordem decrescente as frequências das ocorrências. Assim, permite priorizar as causas mais relevantes. Depois de definido o problema a tratar, é necessário definir o responsável ou a equipa para resolver o problema. A equipa escolhida deve ser multifuncional de modo a haver diferentes visões acerca do mesmo problema, bem como, diferentes ideias para o resolver.

Passo 2: Avaliação da situação atual.

Segundo SANTOS & DAMY-BENEDETTI (2021), depois da recolha de dados, desdobra-se o problema maior em problemas menores, podendo-se usar os 5 porquês para chegar à causa raiz desse problema. De acordo com Serrat (2017), o uso dos 5 porquês consiste em perguntar porquê cinco vezes, removendo as camadas que escondem a causa do problema. Por vezes pode ser necessário perguntar porquê menos vezes ou mais vezes até se tornar clara a solução.

Depois de estimadas as possíveis causas é necessário descobrir as características, podendo-se utilizar câmaras de vídeo e fotografias. Depois de terminada a observação, estima-se um cronograma das próximas fases e um orçamento para referência.

Passo 3: Analisar dados e identificar as causas raiz do problema.

Após a observação do problema e das possíveis causas é necessário definir as causas mais relevantes utilizando-se, por exemplo, a técnica de *brainstorming*, também conhecido por tempestade de ideias. O principal objetivo é reunir todas as pessoas e gerar novas ideias e encontrar soluções. Poder-se-á recorrer ao diagrama de *Ishikawa*, agrupando as causas em categorias, como 6M: *Manpower, Machiney, Materials, Method, Mother nature e Measurement*, em português, Mão de obra, Máquina, Material, Método, Meio ambiente e Medida, para facilitar a identificação dos problemas. De seguida, é necessário priorizar as soluções de modo a identificar em que solução se deve investir recursos.

Depois de se conhecer as causas mais relevantes, é necessário escolher as hipóteses mais prováveis.(SANTOS & DAMY-BENEDETTI, 2021) Analisando o diagrama causa e efeito, é possível eliminar as causas menos prováveis, recolhendo os dados das restantes. Para se testarem as hipóteses pode-se recorrer a ferramentas estatísticas como o diagrama de Pareto e histograma, apresentando a distribuição dos dados. Por conseguinte, será possível indicar quais as causas mais prováveis do problema. (Campos, 2013)

Passo 4: Identificar as possíveis soluções, selecionando a melhor e realizar um plano de ação.

Para impedir as causas raiz, criar um plano de ação com cronograma das atividades.(Campos, 2013) O cronograma das atividades é obtido através da ferramenta 5W2H. 5W2H procura responder a perguntas como *Who, What, Where, When, Why, How, How much*, em português, Quem, o Quê, Onde, Quando, Porquê, Como e Quanto, um método para fazer perguntas sobre um problema ou processo.(Nguyen et al., 2020) Segundo os autores, é usado frequentemente para definir ou analisar um problema ou processo para encontrar oportunidades de melhoria e planeamento. Este método permite rever o problema ou a situação, e em seguida, desenvolver questões adequadas sobre o problema. As perguntas e respostas podem levar a questões adicionais para formar o plano de melhoria ou

para gerar possíveis mudanças.(Nguyen et al., 2020) No plano de ação apresenta-se também a meta a ser atingida e como será medido o desempenho.(SANTOS & DAMY-BENEDETTI, 2021)

DO

Passo 5: Execução do plano.

De acordo com Mattos (2013), divulga-se o plano para que todos compreendam o motivo da sua realização, bem como, as tarefas a ser realizadas. De seguida, procede-se à execução das atividades propostas.

CHECK

Passo 6: Verificação do efeito.

Procede-se à avaliação dos resultados obtidos através de ferramentas de qualidade, verificando-se o desempenho do projeto. Nesta etapa, devem-se não só verificar os ganhos monetários, mas também, listar as atividades que não foram realizadas. (SANTOS & DAMY-BENEDETTI, 2021)

Segundo SANTOS & DAMY-BENEDETTI (2021), verificar se o plano de ação foi eficiente para se manter a continuidade das atividades, caso contrário não se procede à continuidade do ciclo e retorna-se para a fase de observação, passo 2.

ACT

Passo 7: Padronização da solução.

Por fim, é criado um processo padronizado para o problema não acontecer novamente, baseado nas mudanças ocorridas durante a fase *DO* e que foram avaliadas positivamente na fase *CHECK*. (SANTOS & DAMY-BENEDETTI, 2021) Com o intuito de facilitar a adaptação dos colaboradores ao novo processo, pode-se recorrer ao *Poka Yoke* para evitar a ocorrência de defeitos. Para garantir a execução do novo padrão é fulcral redigir um documento para entendimento dos envolvidos. Posteriormente, é crucial comunicar os novos padrões para que possam ser postos em prática por todos e da maneira correta. Além disso, deve-se verificar periodicamente o cumprimento do padrão, evitando assim que o problema apareça devido ao não cumprimento.(SANTOS & DAMY-BENEDETTI, 2021)

Passo 8: Conclusão.

Analisar os resultados do projeto, bem como, as etapas concluídas, revendo todo o processo de modo a retirar informações que possam ajudar num problema futuro.(Cardoso et al., sem data)

Concluiu-se que recorrer ao PDCA promove a melhoria contínua, sendo uma metodologia relevante e eficaz para atingir objetivos de forma consistente. O *Kaizen*, ao contrário das ferramentas anteriormente apresentadas, baseia-se em ações, onde as equipas desenvolvem e implementam soluções, inovam ou criam processos, não necessitando de investimentos avultados. (Oliani et al., 2016) De tal forma, que melhorias, mesmo que pequenas, são vantajosas para a organização. Segundo GIAGI (2023), *“está provado no mundo industrial, que não são os grandes problemas, tais como avarias esporádicas, que impedem a concretização de muitos objetivos, mas sim os pequenos quando somados.”* Efetivamente, são as pequenas inconveniências que aliadas à sua frequência impedem o perfeito funcionamento, tais como as micro paragens, a falta de ferramentas, a falta de treino, entre outros.(GIAGI, 2023)

2.3 Eficácia Geral do Equipamento (OEE)

Segundo Murça (2012), para se obter sucesso na implementação da TPM, é necessário medir, inicialmente, os processos e, no final, determinar quais os ganhos obtidos. Para isso, utilizam-se indicadores de desempenho, mais conhecidos como *Key Performance Indicators*, (KPI). Existem vários KPI para medir e avaliar o desempenho da eficácia da produção. (Soltanali et al., 2021) Segundo os autores, o OEE tem vindo a ser reconhecido como uma ferramenta importante para monitorizar e melhorar as capacidades de desempenho visando a implementação da produção *Lean*. Para Soltanali et al. (2021), esta ferramenta de medição foi introduzida primeiramente na TPM para atingir zero quebras e zero defeitos relacionados ao equipamento.

O OEE é um indicador que permite avaliar o desempenho geral, podendo ser utilizado num conjunto de equipamentos ou individualmente. Além disso, permite destacar a capacidade oculta da organização. Este indicador é uma das medidas mais eficazes para impulsionar a melhoria das instalações. (Ahmad et al., 2018)

O OEE consiste em três componentes: disponibilidade, desempenho e qualidade. Soltanali et al. (2021) referem que *“a principal vantagem do OEE em comparação com outros KPI é que une três fatores separados num único valor numérico, que é reconhecido como um indicador de desempenho geral.”* O OEE quantifica o desempenho de um sistema de produção quando comparado com a sua capacidade concebida durante o período de funcionamento.(Soltanali et al. 2021) Além de ser um indicador de desempenho, o OEE é utilizado para planeamento da capacidade, controlo do processo, melhoria do processo e cálculo dos custos das perdas de produção. (J. P. A. R. Da Silva, 2009).

Bamber et al. (2003) descreve que o OEE pode ser utilizado para diferentes fins, não se restringindo apenas à eliminação de perdas e melhoria da qualidade, pois serve também como medida de *benchmarking*, ajuda a entender diferenças entre linhas de produção, comparando os resultados e permite identificar a máquina que deve ser o foco da TPM. Além disso, permite identificar problemas nos equipamentos,

promovendo melhorias de processo e aumento da vida útil. O uso de métricas de OEE e o estabelecimento de um sistema de relatórios consistente ajudam a organização a concentrar-se nos parâmetros críticos para o seu sucesso.(Ahuja & Khamba, 2008) Além de permitir medir as perdas de uma máquina ou instalação de produção,Li et al. (2021), o OEE concentra-se em lidar com as seis grandes perdas que afetam, significativamente, a redução da eficiência do sistema de produção.(Gupta et al., 2001)

Na Figura 2 apresentam-se as seis grandes perdas e os objetivos de melhoria.

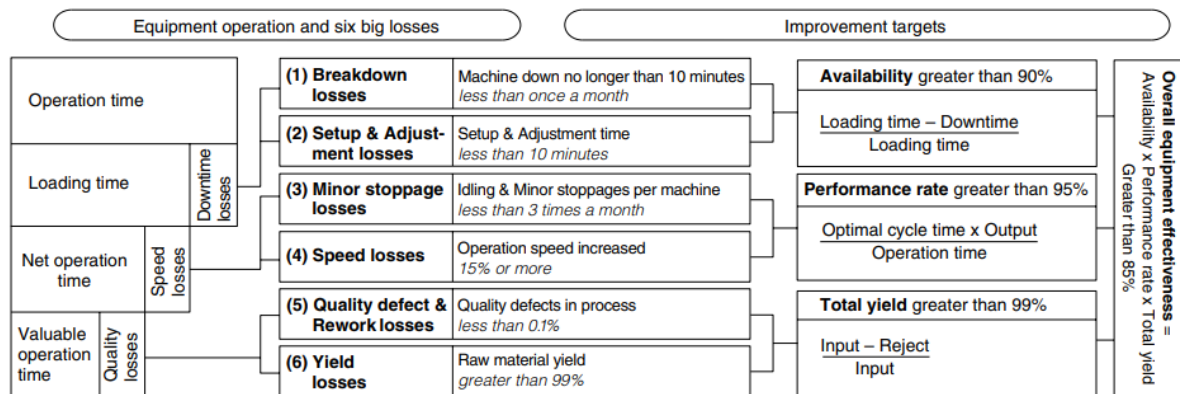


Figure 1.1 Six big losses and their improvement targets.¹

Figura 2. As seis grandes perdas e os seus objetivos de melhoria. (Tajiri & Gotoh, 1999)

- (1) **Perdas por avarias** são causadas por defeitos nos equipamentos e que necessitam de reparação. Estas paragens obrigam não só à paragem do equipamento e à utilização de peças de reposição, como também, à paragem de mão de obra. (Tajiri & Gotoh, 1999)
- (2) **Perdas de Setup e ajuste** são causadas por mudanças nas condições operacionais, tais como o início da produção ou turno, mudança de produto e condições de operação. (Tajiri & Gotoh, 1999)
- (3) **Perdas por micro paragens** são causadas por paragens de máquina, travamento e marcha lenta. Estas perdas só podem ser registadas através de instrumentos adequados. São consideradas micro paragens todas as pequenas paragens que não conseguem ser corrigidas dentro de 10 minutos. (Tajiri & Gotoh, 1999)
- (4) **Perdas de velocidade**, tal como o nome indica, deve-se ao facto do equipamento não funcionar à velocidade original ou teórica. Velocidades de operação mais elevadas provocam um aumento na frequência de defeitos de qualidade e pequenas paragens. Sendo assim, opta-se por operar a uma velocidade mais baixa do que seria esperada. (Tajiri & Gotoh, 1999)

(5) Perdas por defeitos de qualidade e retrabalho são causados por produtos fora de especificação ou produzidos com defeitos. Se possível deve-se retrabalhar, caso contrário, são rejeitados. Por vezes, opta-se pela designação “defeitos de qualidade no processo” de forma a distinguir de defeitos de qualidade, tais como, produtos sem procura ou produtos com defeitos produzidos durante as operações de inicialização e ajuste.(Tajiri & Gotoh, 1999)

(6) Perdas de rendimento são causadas devido a matéria-prima não utilizada ou desperdiçada.

O OEE é mensurado a partir da estratificação das seis grandes perdas, calculado através do produto dos índices de Disponibilidade, Desempenho e Qualidade, equação (1) (Nakajima, 1988)

$$OEE = \text{Disponibilidade} \times \text{Desempenho} \times \text{Qualidade} \quad (1)$$

As seis grandes perdas dos equipamentos relacionam-se com o cálculo do OEE. A perda por avaria (1) e perda por setup e ajuste (2) influenciam o índice de disponibilidade, a perda por micro paragens (3) e perdas de velocidade (4) afetam o índice de desempenho e por fim, perda por defeitos de qualidade e retrabalho (5) e perdas de rendimento (6) atuam no índice de qualidade.

A eliminação ou redução das perdas requer, não só, que a manutenção e produção colaborem na melhoria contínua como também outras áreas, qualidade e engenharia. (Busso & Miyake, 2013) Hansen (2006) refere que a identificação das perdas no processo é a atividade mais importante na elaboração do cálculo do OEE. O facto da empresa apresentar limitações para identificar perdas, impede que sejam restabelecidas as condições originais dos equipamentos, não se alcançando a eficiência global.(Lopes, 2022)

Nakajima (1988) propõe que ações de melhoria sejam divididas a partir da análise do indicador OEE por meio de ferramentas e gestão da qualidade como o diagrama de Pareto e o diagrama de causa e efeito. O diagrama de Pareto permite identificar os tipos de perdas que têm mais impacto no OEE, e o diagrama de causa e efeito ajuda a organização a determinar as principais causas do efeito, facilitando a sua identificação e eliminação. (Busso & Miyake, 2013) Além disso, para agilizar a implementação de ações de melhoria Bamber et al. (2003) destaca a importância do envolvimento de grupos multifuncionais de forma a cruzar *know how* sobre o processo.

O OEE apresenta algumas limitações como a dificuldade de definir e medir certos dados para o cálculo como o tempo de ciclo dos processos e micro paragens. (De Ron & Rooda, 2005). Segundo Busso & Miyake (2013), o OEE apresenta limitações no que diz respeito à perspetiva da orientação ao fluxo, uma vez que não considera de forma integrada as atividades, processos e funções encontrados ao longo da cadeia de produção. Em relação à eficiência interna, apresenta uma visão limitada, considerando apenas as paragens causadas por problemas de manutenção

e produção. O OEE não contempla a eficácia externa, não abrangendo perdas que afetam o fluxo de processo.

O desempenho do equipamento está relacionado com o tempo de ciclo e com as micro paragens. Desta forma, o desempenho é afetado pela redução da velocidade do equipamento devido, por exemplo, a alguma anomalia que obrigue o equipamento a operar com tempo de ciclo maior que o tempo padronizado. Além disso, pequenas paragens e interrupções devido ao mau funcionamento do equipamento condicionam o desempenho, podendo ser minimizadas recorrendo a manutenção preventiva. Este indicador pode ser calculado pela equação (2) ou equação (3).

$$\text{Desempenho} = \frac{\text{Tempo Líquido de Produção}}{\text{Tempo de funcionamento}} \quad (2)$$

$$\text{Desempenho} = \frac{\text{Tempo de ciclo} \times \text{Produção Total}}{\text{Tempo de funcionamento}} \quad (3)$$

O tempo de ciclo ideal é o tempo de ciclo mais rápido que o processo pode alcançar em circunstâncias ótimas. (Fonseca, 2017) Quando multiplicado pela produção total, obtém-se o tempo líquido de produção. Quando se define um tempo de ciclo ideal mais elevado que o tempo de ciclo real é expectável que o índice de desempenho atinga valores superiores a 100%. Este tipo de erros acontece quando se utiliza a fórmula simplificada de cálculo de OEE (equação 7).

Segundo Roser (2015), há três formas de definir o tempo de ciclo ideal:

1. Através do *Task Time*, isto é, a frequência com que uma peça ou componente deve ser produzido para responder à demanda dos clientes. (Sundar et al., 2014)
2. Usar o valor dado pelo fabricante da máquina,
3. Medir o tempo de ciclo.

Koch (2003) indica que é preferível ter um tempo de ciclo ideal mais baixo, mesmo que possa parecer um valor impossível de alcançar, de modo que o índice de desempenho não exceda os 100%, excedendo apenas se as especificações da máquina ou do produto mudaram.

Relativamente às paragens do equipamento, há uma interligação entre o índice de disponibilidade e desempenho. Para Fonseca (2017) há flexibilidade para se definir o limite entre uma perda de disponibilidade e uma perda de desempenho. A autora indica que uma boa regra é definir um tempo a partir do qual as paragens que forem inferiores a esse tempo são consideradas perdas de desempenho, tempo de

inatividade não registado, em que o operador tenta resolver a paragem, mas não a assinala. As paragens superiores a esse tempo pré-definido são consideradas perdas de disponibilidade, sendo que o operador não pode fazer nada para resolver a paragem e reporta o problema à manutenção. Não se espera que o operador registre todas as paragens, visto que iria gerar stress, contudo, quando se estudam as micro paragens é frequente que seja pedido ao operador para registar tudo e assinalar o motivo.(Fonseca, 2017)

A taxa de disponibilidade é usada para medir a perda devido ao tempo de inatividade, incluindo qualquer acontecimento que obrigue à paragem da produção, tal como avaria, falha do equipamento, substituição de peças, escassez de matéria-prima entre outros.(Zhu, 2011) Se a recolha de dados for manual, considera-se apenas o acontecimento que pare a produção planeada por um tempo considerável, por exemplo 10 minutos, para o operador apontar uma razão. Posto isto, é importante ter um código das falhas para que seja registado no OEE a causa da paragem da máquina. (Fonseca, 2017)A autora refere ainda que a principal razão para se medir o OEE é reduzir o tempo perdido na produção e conhecendo-se o motivo é mais fácil de corrigir.

Para estudar a disponibilidade do equipamento pode-se recorrer a um diagrama de Pareto das paragens de modo a conhecer as mais frequentes e significativas do equipamento. As paragens numa linha de produção causam não só perda de produtividade como também problemas de qualidade nos produtos.(Soltanali et al., 2021)Além disso, podem-se utilizar indicadores como o MTTR e o MTBF, que nos indicam, respetivamente, o tempo médio de reparo e o tempo médio entre falhas.

O cálculo da disponibilidade é obtido pela seguinte equação:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo de funcionamento}}{\text{Tempo planeado}} \quad (4)$$

A taxa de qualidade é a razão entre o total de peças ok e o total de peças produzidas, ou seja, total de peças ok e total de peças nok. Neste parâmetro é necessário focar em defeitos, retrabalho e defeitos no arranque. O retrabalho é considerado um desperdício, uma vez que consome mais recursos para obter o mesmo output. Desta forma, deve-se determinar a causa do problema, de forma que a longo prazo não haja necessidade de recorrer ao retrabalho. Posto isto, pode-se recorrer ao PDCA, para garantir que o problema foi solucionado. A filosofia 6 sigma permite avaliar quantas falhas ou defeitos o processo possui, determinar quais os procedimentos a adotar para se eliminar essas falhas e atingir a meta zero defeitos e por fim, prevenir os defeitos recorrendo à utilização de ferramentas estatísticas. Assim, foca-se na eliminação do desperdício, defeitos e na variabilidade dos processos.

Este indicador pode ser calculado através da equação (5) ou pela equação (6).

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Tempo de Produção OK}}{\text{Tempo Líquido de Produção}} \quad (5)$$

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Produção OK}}{\text{Produção Total}} \quad (6)$$

De forma simplificada,

$$\text{OEE} = \frac{\text{Total de peças OK} \times \text{Tempo de ciclo ideal}}{\text{Tempo planeado}} \quad (7)$$

Baseando-se nas experiências e resultados obtidos pelas empresas vencedoras do prémio TPM Award, (Nakajima, 1988) apresenta como valor de referência do OEE 85%, sendo que as empresas que ganharam o prémio obtiveram um valor superior. Para se atingir a meta do OEE definido pelo *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM), o valor de referência mundial de disponibilidade tem de ser superior 90%, o de desempenho superior a 95% e o de qualidade superior a 99%. Vorne (2023) refere que o importante não é fixar-se no valor absoluto (85%), mas sim na capacidade de melhorar esse número. Conforme apresentado por Zhou et al. (2020), para se atingir o OEE de classe mundial de 85%, deve-se começar por identificar e medir as 6 perdas do processo e encontrar as causas raiz das perdas.

Para se implementar um sistema OEE é necessário avaliar as necessidades, definir objetivos e definir um plano. “*A implementação e a monitorização do OEE induz vários benefícios, tais como: identificação de perdas e a sua quantidade, redução do tempo de paragem total, utilização do equipamento, aumento da produtividade, melhoria dos resultados na qualidade e redução de custo.*” (Šajdlerová et al., 2020) Zhou et al. (2020) apresentam outras vantagens como a eliminação do armazenamento e compilação manual de dados e a capacidade de fornecer informações de funcionamento em tempo real. No caso de fábricas com linhas automáticas ligadas a sistemas informáticos de controlo de processo, dever-se-á encarar o investimento em programadas informáticos dedicados ao OEE ou ao desenvolvimento de um programa OEE no próprio sistema de controlo. Em unidades fabris com equipamentos discretos utilizados por operadores e células de montagem, deve-se implementar um sistema baseado em registos manuais em papel, complementados com ferramentas de cálculo como folhas de cálculo do Excel. A partilha dos resultados do OEE, bem como a sua evolução temporal e o acompanhamento das ações corretivas e de melhoria, deverá ser visível junto dos equipamentos.

Contudo, por vezes o OEE é aplicado incorretamente ou é mal interpretado, devido às diferenças na definição do OEE, mais concretamente nos detalhes. As diferenças na definição do OEE devem-se, segundo Jasiulewicz-Kaczmarek & Piechowski, (2016), à área de implementação (máquina única, linha de produção), ao que se considera perda planeada e perda não planeada e às características específicas da indústria, por exemplo ao tipo de produção: produção discreta, por lotes e de processo.

3 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

3.1 Grupo ERT

A ERT-Têxtil Portugal SA é uma empresa multinacional portuguesa, localizada em São João da Madeira. Foi fundada em 1992, começando por ser uma pequena empresa de prestação de serviços de laminação de têxteis para revestimento de calçado. Em 2000 entra no setor automóvel e é a partir de 2006 que inicia a atividade da *ERT Group Automotive*, havendo uma expansão de produção da marca ERT a nível global. A principal área de negócio é a fabricação de componentes têxteis para interior de automóveis (Figura 3).

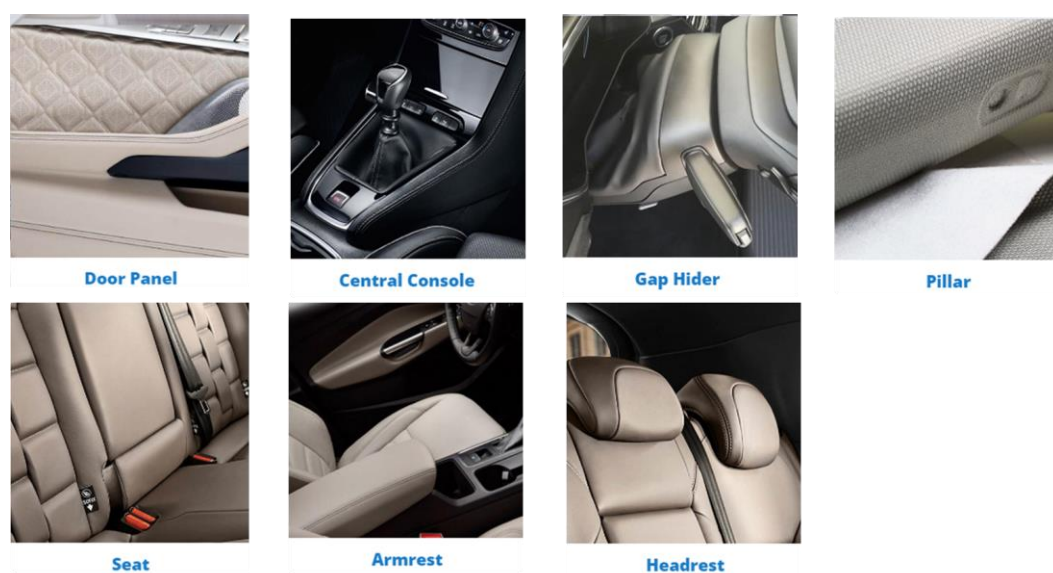


Figura 3. Componentes de interior de automóveis (adaptado de ERT Têxtil, 2023)

O grupo ERT expandiu-se por diferentes países: México, Marrocos, China, Espanha, República Checa, Polónia e Roménia. Atualmente em Portugal conta com seis unidades localizadas em São João da Madeira. A ERT 1 e a ERT 8 são responsáveis pela laminação, a ERT 3 é responsável pelo revestimento, a ERT 4 é utilizada como armazém, bem como a ERT 5 e na ERT 7 efetua-se o corte, a costura e o revestimento. Em 2022, o grupo já era constituído por mais de 1100 colaboradores e com um volume de negócios acima dos 100 milhões de euros. (ERT Têxtil, 2023)

O grupo ERT é certificado pela norma ISO 9001- Sistema de Gestão da Qualidade e pela norma IATF 16949 - Sistema de Gestão da Qualidade para a produção automóvel que definem e estabelecem condições, regras e procedimentos de trabalho na empresa. É certificada também pela norma ISO 14001- Sistema de Gestão Ambiental visando melhorar o seu desempenho ambiental. (ERT Têxtil, 2023) Além disso, todos os produtos laminados são certificados de acordo com o

OEKO - TEX Standard – Sistema de certificação para a indústria têxtil que verifica se o produto foi testado quanto a substâncias nocivas, é assim um sinal de confiança para o cliente e alta segurança do produto.(Citeve, 2023)

A ERT Têxtil tem como missão “*ser uma empresa de referência da inovação empresarial, ambicionando assim uma melhoria contínua da gestão dos recursos, dos resultados, da qualificação das pessoas e da utilização do conhecimento no sentido de gerar o efeito da inovação.*”

Relativamente, à visão pretende “*continuar com a aplicação de valor na cadeia produtiva, no sentido de oferecer produtos com o máximo valor acrescentado e nesse sentido desenvolver uma relação de parceria com os principais clientes, levando a uma maior fidelização dos mesmos.*” (ERT Têxtil, 2023)

3.2 Processo Produtivo

Na ERT são utilizadas as seguintes tecnologias, apresentadas na figura seguinte.



Figura 4. Tecnologias utilizadas na ERT (adaptado de ERT Têxtil (2023))

Na ERT 1 procede-se à laminação e, posteriormente, à inspeção para se identificarem defeitos. Os materiais têxteis são laminados antes de serem bobinados e embalados, para que possam ser submetidos a outros processos de fabrico. Uma das matérias primas que é obrigatório usar é uma espuma podendo a outra variar entre tecido, malha, TNT, napa e espuma. A espuma é responsável pela adesão dos diferentes tecidos, pois quando submetida a condições ideais de pressão e temperatura durante um determinado período apresenta adesão.

A *flamebond* é uma tecnologia por combustão, é uma laminação por chama viva que derrete a espuma de PUR como forma de aderir essa espuma a um substrato adicional. (Vicente, 2013) A *hotmelt* não depende do próprio material para atuar como adesivo, utilizando a fusão de adesivo de poliamida ou poliéster. Em vez disso, uma

substância adesiva separada é aquecida antes de ser distribuída uniformemente por rolos pelo material. Após a laminação, o material não é apenas inspecionado como são testadas amostras em laboratório.

Os defeitos existentes são assinalados para que sejam facilmente identificados nos processos seguintes. De seguida, são expedidos para a ERT 7, onde se irá proceder ao corte do material, à costura e/ou revestimento.

O responsável pelo planeamento do corte da ERT 7 comunica por email as Ordens de Fabrico (OF) ao armazém que as coloca no sequenciador lectra ix6_1, lectra ix6_2 e laser, Figura 5. O armazém fica responsável por colocar a MP necessária no local de abastecimento, mediante o destino da OF.

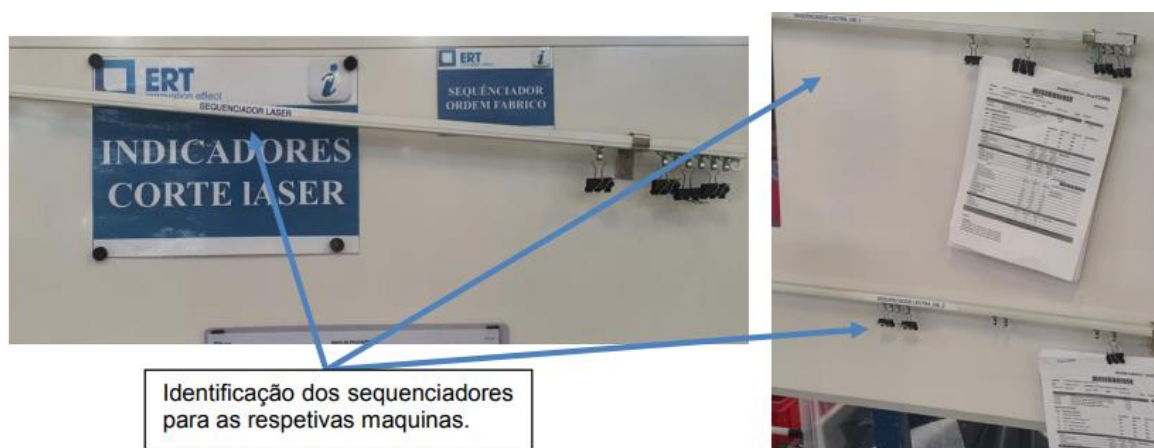


Figura 5. Sequenciador das Lectras e máquina Laser

A tecnologia de corte pode ser feita de duas formas: a laser ou por Controle Numérico Computadorizado (CNC). O CNC é um sistema de computador utilizado para controlar, automaticamente, ferramentas do equipamento pela interpretação de instruções computadorizadas, para produzir um determinado produto, como é o caso da Lectra (Figura 6).



Figura 6. Mesa de corte CNC (retirado de Lectra (2023))

Estas máquinas possuem vários benefícios como o aumento do desempenho, pois é possível cortar várias camadas de material rapidamente e garantir peças de corte da mais alta qualidade. (Lectra, 2020) Permitem otimização do material, custos operacionais reduzidos, aumento da produtividade, uma vez que têm parâmetros de corte pré programados. Além disso, possuem uma câmara de cabeça de corte integrada para localizar com precisão o ponto de partida e dispositivos anti erro integrados como detetar a quebra de lâmina. Também permitem gerir lotes de produção com trocas rápidas e flexíveis. (Lectra, 2023) O fabricante das máquinas apresenta, ainda, como vantagens a possibilidade dos fabricantes de automóveis produzirem facilmente pequenos lotes e grandes volumes para atender à variação da procura, minimizando o desperdício para alcançar o menor preço por peça cortada com *buffer* limitado ou inexistente entre as peças cortadas. (Lectra, 2020) Além do mais, para o fabricante responder às necessidades dos fabricantes automotivos na era da Indústria 4.0, o equipamento de corte da lectra integra centenas de sensores, de forma que estes gerem relatórios, análises e manutenção preditiva.

Antes de se proceder ao corte, é necessário estender o rolo no tapete. O estendedor realiza o estendimento do rolo com as especificações da OF (comprimento e número de folhas). Ao conjunto de folhas de material estendido dá-se o nome de **marcada**. Depois do material estendido, o tapete rola e o material passa para o processo seguinte, o corte, acompanhado com a respetiva OF, (Figura 7).

ORDEM FABRICO - EA2360452

2023/04/03

PAMP
23_0234A

Obs. OF: Subst. P041072 (REC) pela XP041646 (REV)

Cliente: Lear Corporation (UK) LTD (RED)

Ref.: C19032AD02B FOAM INSERT DIE CUT FRT CUSHION CENTRE TOPPER PAD

(Customer Ref): L0749132AB04 **Level:** **Qtd.:** 4 050,00 UN **Proj.:** L460

Nomenclatura de produção:		Consumo	(Consumo)	(STOCK A)	(STOCK Q)
INDP00148	CK GALIA CD 600*400*300MM(AMERICANA)	91,00		765,00	0
P190019	VELORO ADHESIVE LOOP BLACK50*20MM	16.362,00		76359,00	0
P250376	ETIQUETA EM TÉRMICO CAPASPECIAL 60*20	4.050,00		28726,00	0
XP041646	ESP NEV D45190R C2 15,0*1600MM	224,57		213,00	0

Operações ERTSOFT

Seq.	Operação ERTSOFT	Obrigatório	Gera PAT	Gera CQT	Quarentena (h)
5	Seguimento MP (910)	Não	Não	Não	0
30	E3 - Corte Prensa (321)	Sim	Não	Não	0
40	Tragem Corte (325)	Sim	Sim	Não	0
70	E3 - Etiqueta Tag (331)	Não	Não	Não	0

E3 - Corte Prensa (321) (Prensa 75T (5760TH)) - Processo

Nome	Mínimo	Nominal	Máximo	Valor Típico
Número de Folhas	1,00	1,00	1,00	
Plano Corte	0	0	0	LEAR-L460-FRT-785

Obs: Estender a espuma por cima do papel

O rolo de espuma tem que estar em cima na posição da frente (desenrolador)

	5,00	10,00	15,00
Velocidade de avanço			
Altura de subida	5,00	7,00	9,00
Comprimento	1590,00	1600,00	1610,00
Comprimento Plano (mm)	1575,00	1580,00	1585,00
Velocidade em X	80,00	90,00	100,00
Velocidade em Z	80,00	90,00	100,00
Altura do cortante (pressão)	90,00	105,00	120,00
ESTANTE 1	0	0	0

Estender um total de: folhas, em múltiplos do número de folhas definido nos parâmetros de máquina.
Total de peças a cortar:

Cortante

Descrição
Cortante INS_FRT_CUS_CNT_TPPR_PAD_L0749132AB04 (K000769)

Gabarito

Descrição
Gabarit FRT CUSHION CENTRE TOPPER PAD (0001719)
Geometria FRT CUSHION CENTRE TOPPER PAD (D19032AF)

Figura 7. Exemplo de OF do corte

O colaborador “lê” o código de barras da Ordem de Fabrico (OF), que possui todas as informações para o corte. De seguida, faz o reconhecimento dos 4 pontos da marcada para um corte rentável. Passado alguns instantes do corte da marcada, o colaborador necessita de confirmar as peças cortadas com o *gabarit*. O *gabarit* é uma ferramenta que ajuda a evitar a falha humana e garante a qualidade do produto, exemplo na Figura 8. É uma ferramenta *Poka Yoke*, que assegura a dimensão e a geometria correta da peça.



Figura 8. *Gabarit* de *Armrest* frontal (retirado de Neves (2021))

O processo de verificação com o *gabarit* é realizado três vezes durante o processo do corte da marcada, no início, no meio e no final do corte.

Finalizado o corte da marcada, o colaborador do corte procede ao embalamento e etiquetagem. O embalamento depende da peça, sendo sempre necessário material de acondicionamento como o plástico. Posteriormente, as caixas necessitam de ser etiquetadas conforme o seu destino: diretamente para o cliente ou para outro setor como a triagem ou a costura. No final do processo também é introduzido no sistema, ERTSOFT, o número de rejeitados, bem como, o respetivo motivo. Contudo, este processo não é padronizado nem fiável, variando de colaborador para colaborador.

No caso de prosseguir para a costura, o colaborador do corte transporta as caixas para o WIP da costura, que se encontra nas proximidades da costura automática. A costura pode ser realizada de forma manual ou automática. Na ERT encontram-se dois tipos de máquinas automáticas: Juki e KSL, apresentadas na seguinte figura. A KSL é uma CNC com cabeça rotativa e sistema de troca de modelo automático, enquanto que na Juki é a paleta¹ que se desloca.

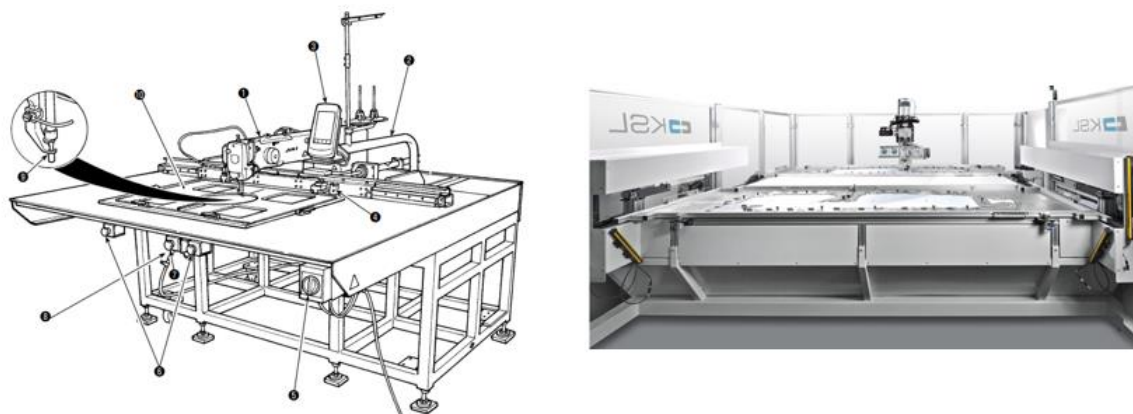


Figura 9. Máquinas de costura: à esquerda Juki (obtido de JUKI (2023)) e à direita KSL (obtido de KSL (2023))

Podem-se costurar duas tipologias de linha: funcional, que une peças e decorativa, para fins decorativos.

No caso das Juki, cada uma das peças é colocada na paleta e depois de fechada a paleta e acoplada na máquina, seleciona-se o respetivo programa e inicia-se o processo de costura. O programa é elaborado pelo técnico de processo, que define a trajetória da paleta e grava o programa num cartão de memória sendo depois inserido na máquina. Na Figura 10, apresenta-se um exemplo.

¹ Estrutura de suporte aonde se coloca a peça para costurar.



Figura 10. *Armrest* frontal na paleta para costurar (retirado de Neves, (2021))

Depois de terminado o processo, as peças costuradas são inspecionadas, verificando-se, por exemplo, os remates, espaçamentos entre linhas, dimensão da peça recorrendo-se ao *gabarit*. Em situações de falha de remate, o colaborador pode, dependendo do material, retrabalhar a peça. No caso da peça não estar conforme é considerada sucata, caso contrário é colocada no sítio definido, geralmente em montes de 20 peças. Posteriormente, procede-se ao embalamento com filme plástico e coloca-se em caixas. Quando a caixa se encontra completa, o colaborador necessita de ir ao sistema e imprimir a etiqueta de identificação. Estas caixas encontram-se numa paleta que quando estiver completa, irá ser deslocada para o armazém para ser enviada para o cliente.

3.3 Sistemas de Informação

A gestão da produção efetua-se recorrendo ao ERP da SAGE que permite dar prioridade, rastrear e gerir todos os aspetos da produção tal como, gerir a produção por encomenda, rastrear por lote, sublote. Para gerir a semana seguinte, o responsável do planeamento começa por verificar o tempo de corte disponível e o material em falta. Efetua-se a gestão de matéria prima para satisfazer as várias encomendas, e em caso de falta é efetuado o pedido. Em segundo lugar, verifica-se a prioridade de cliente, e por fim, a data de entrega, tendo em atenção a eficiência das máquinas e a gestão das matérias primas conforme os pedidos em atraso. Assim, a priorização da produção é feita atendendo ao cliente, ao tempo de corte e à data de entrega. Definida a ordem de prioridade, emitem-se as OF no ERP da SAGE, que são enviadas para o armazém. A OF segue juntamente com o material para o estendimento e de seguida para o corte. Antes da máquina proceder ao corte, o operador “pica” a OF, de modo a cortar conforme as especificações. A lectra possui um sistema que recolhe, automaticamente, dados de paragem e funcionamento, e compila-os num ficheiro CSV, conhecido por reports, Figura 11.

Trabalhos	Colocação	Requisito	Execução	Peças	Fuables	Artigos	Interrupção	Duração	CODA em	Mosaic	em Tempo	pa Corte	Posicional	Máquina	Início	Fim	Utilizador	Largura	Comprime	Comprime	Perímetro	Perímetro	Terminadi	Drills	Picas	Fora de produção
MOO2001	1	MOO2001	MOO2001	532	0	536	4	00:03:53	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:46:21	00:00:00	Lectra_jx6	*****	*****	3Turno	1,46	7,06	1,201	186,354	17,453	Sim	48	120	00:03:00
MOO2001	1	MOO2001	MOO2001	536	0	536	3	00:13:15	00:00:00	00:00:00	00:00:00	01:09:16	00:00:00	Lectra_jx6	*****	*****	3Turno	1,46	7,06	7,067	186,354	194,761	Sim	536	1360	00:00:00
MOO2001	1	MOO2001	MOO2001	532	0	536	4	00:05:25	00:00:00	00:00:00	00:00:00	01:08:45	00:00:00	Lectra_jx6	*****	*****	3Turno	1,46	7,06	7,069	186,354	193,307	Sim	532	1330	00:00:00
MOO2001	1	MOO2001	MOO2001	536	0	536	7	00:32:24	00:00:00	00:00:00	00:00:00	01:09:37	00:00:00	Lectra_jx6	*****	*****	3Turno	1,46	7,06	7,066	186,354	195,447	Sim	536	1349	00:00:00
MOO2001	1	MOO2001	MOO2001	616	0	616	3	00:02:01	00:00:00	00:00:00	00:00:00	01:11:36	00:00:00	Lectra_jx6	*****	*****	3Turno	1,46	6,612	6,616	183,376	191,689	Sim	616	1078	00:00:00
MOO2001	1	MOO2001	MOO2001	616	0	616	6	00:04:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	01:11:54	00:00:00	Lectra_jx6	*****	*****	3Turno	1,46	6,612	6,614	183,376	192,079	Sim	616	1084	00:00:00
MOO2001	1	MOO2001	MOO2001	612	0	616	7	00:07:01	00:00:00	00:00:00	00:00:00	01:10:55	00:00:00	Lectra_jx6	*****	*****	Initial	1,46	6,612	6,618	183,376	189,2	Sim	608	1064	00:00:00
MOO2001	1	MOO2001	MOO2001	616	0	616	3	00:01:29	00:00:00	00:00:00	00:00:00	01:11:44	00:00:00	Lectra_jx6	*****	*****	Initial	1,46	6,612	6,619	183,376	191,689	Sim	616	1078	00:00:00
MO200254	1	MO200254	MO200254	10800	0	5400	2	00:01:34	00:00:00	00:00:00	00:00:00	01:01:24	00:00:00	Lectra_jx6	*****	*****	Initial	1,48	4,072	4,085	253,18	299,147	Sim	1620	00:00:00	
MO200254	1	MO200254	MO200254	10800	0	5400	5	00:03:43	00:00:00	00:00:00	00:00:00	01:01:27	00:00:00	Lectra_jx6	*****	*****	Initial	1,48	4,072	4,083	253,18	299,399	Sim	1623	00:00:00	
22_0080-8	1	AMOSTRA	MO180304	450	0	450	6	00:02:19	00:00:00	00:00:00	00:00:00	01:13:46	00:00:00	Lectra_jx6	*****	*****	Initial	1,35	4,744	4,765	90,872	91,143	Sim	1200	00:00:00	
MO190464	1	MO190464	MO190464	1350	0	1350	4	00:16:35	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:27:45	00:00:00	Lectra_jx6	*****	*****	Initial	1,58	1,408	1,416	56,538	61,176	Sim	450	90	00:00:00

Figura 11. Amostra de um ficheiro do sistema da lectra

Todas as semanas, os ficheiros gerados são colocados numa pasta do sistema interno da ERT, onde se encontram organizados por mês e ano. Como é de notar, nos reports não é possível identificar os motivos de rejeição, posto isto recorre-se ao ERTSOFT para identificar as causas de rejeição e o número de rejeitados. O ERSOFT permite-nos saber também a produção.

Na costura, as máquinas não possuem um sistema automatizado de recolha de dados, sendo o colaborador que regista, manualmente, no registo de produção a produção, rejeitados, avarias e outras informações que considere relevantes. Normalmente, no final de um projeto o colaborador necessita de etiquetar a caixa, para isso necessita de “picar” a OF e inserir a produção e os rejeitados no ERTSOFT. Contudo, nem sempre que o turno termina, os colaboradores inserem a produção no sistema, uma vez que a caixa não está completa. Assim, o turno seguinte irá inserir essa produção apenas quando terminar de completar a caixa. Posto isto, optou-se por recolher os dados inseridos no registo de produção, visto que o colaborador regista a produção por hora. Relativamente aos rejeitados, são inseridos no final do turno devido à necessidade de limpar o posto de trabalho para o turno seguinte. Assim, apesar do ERTSOFT dar a conhecer a produção, esta não está corretamente associada ao turno. Apenas os rejeitados estão devidamente apresentados. Relativamente a tempos de paragens só são conhecidos os apresentados nos registos de produção. A gestão da manutenção é realizada no ManWinWin. No caso de haver avarias e haver necessidade de recorrer à manutenção, o supervisor realiza um pedido no ManWinWin.

Em suma, existem várias peças do sistema de informação que atuam separadamente, e com diferentes origens de dados, que nem sempre se encontram concordantes entre si.

4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

4.1 Diagnóstico da situação inicial e apresentação de sugestões de melhoria no setor de corte

O estágio iniciou-se no setor do corte tendo como objetivo calcular o OEE, por máquina, turno, dia e mês. Para isso, foi fulcral conhecer o processo, e essencialmente, estar presente para identificar oportunidades de melhoria ou desperdícios que devem ser eliminados. De seguida, é apresentada uma tabela resumo das sugestões de melhoria gerada através da observação frequente de situações que não acrescentam valor ao produto.

Tabela 2. Resumo das propostas de melhoria do corte

Tipo de perda	Descrição do problema	Proposta de melhoria
Deslocações		
Procurar <i>gabarit</i>	O <i>gabarit</i> nem sempre se encontra no local definido.	(1)
Consumíveis	Não há garantia que haja stock perto da máquina.	(1)
Material de embalagem	Nem sempre se encontra no local definido.	(1)
Embalamento	Transporte excessivo e movimentos não ergonómicos.	(2)
Etiquetagem	As máquinas de etiquetas não imprimem o mesmo tipo de etiquetas e não se encontram o mais perto possível do embalamento.	(3)
Picar amostra padrão	As amostras padrão encontram-se distantes do local necessário.	(4)
Esperas		
Devido à manutenção	A máquina está parada devido à espera da manutenção, por exemplo para limpeza.	(5)
Devido ao operador	A máquina está parada por falta de operador ou por falta de escoamento.	(6)
Paragem		
Troca de ferramentas	A chave para trocar ferramentas como lixa e faca nem sempre se encontra na máquina,	(7)

Tipo de perda	Descrição do problema	Proposta de melhoria
	aumentando assim o tempo de paragem da máquina e deslocação extra.	
Encravamento	A máquina para de funcionar afetando a produção e aumentando o tempo de paragem não planeado.	(8)
Procedimento incorreto		
OF complexa	OF pouco clara para o colaborador inexperiente.	(9)

Proposta de Melhoria nº1

Situação Inicial: O material de apoio necessário para a produção nem sempre se encontra no sítio definido, originando deslocações e transportes desnecessários, como, por exemplo, nas seguintes situações:

- O *gabarit* nem sempre se encontra no local definido, o que leva o colaborador a deslocar-se até à triagem para o procurar. No caso de se encontrar no local definido, no armário com várias gavetas, o colaborador não percebe facilmente qual o *gabarit* correto, visto que na mesma gaveta estão guardados vários *gabarits*, sendo alguns muito parecidos.
- Não há garantia de stock de consumíveis como *drills*² perto da máquina, aumentando o tempo de troca de ferramentas,
- Não há garantia de stock de plástico para embalar no local definido.

Objetivo: Melhorar a organização do material necessário, garantindo que se encontra no sítio definido de modo a minimizar deslocações e tempo de paragem.

Proposta de Melhoria: Para agilizar a procura do *gabarit* deve-se colocar no sítio definido depois de utilizado. Além disso, podem ser selecionados previamente os *gabarits* que serão necessários para o turno. De forma a tornar a procura mais clara, em cada gaveta poderia haver um arquivo com etiquetas para facilitar a localização do *gabarit*.

Para assegurar o stock de consumíveis perto da máquina, deve-se estudar a aplicação de cartões *Kanban*. Relativamente, ao plástico de embalagem que se encontra num local pré-determinado e pronto a usar, pode-se recorrer por exemplo a uma *checklist* no início/fim de turno. Esta função deve ser delegada aos colaboradores do estendimento, uma vez que possuem tempos mortos.

² Em português: broca, que é uma ferramenta de corte.

Proposta de Melhoria nº2

Situação Inicial: As caixas de empacotar encontram-se “longe” da máquina de corte, obrigando o colaborador a deslocar-se diversas vezes. Além disso, os movimentos são pouco ergonómicos.

Objetivo: Minimizar as deslocações para embalar peças cortadas e garantir posturas corretas.

Proposta de Melhoria: A caixa de empacotamento deve estar mais próxima através, por exemplo, de um sistema de roletes de caixas. Deve-se ainda formar os colaboradores acerca da ergonomia, dando a conhecer as principais regras para o bem-estar.

Proposta de Melhoria nº3

Situação Inicial: A máquina de etiquetas obriga a deslocações desnecessárias, devido à etiqueta de PA só ser impressa numa das lectra, obrigando o colaborador da outra máquina (lectra ix6_1) a deslocar-se.

Objetivo: Melhorar o processo de etiquetagem e, por conseguinte, minimizar as deslocações.

Proposta de Melhoria: Devem existir máquinas de imprimir etiquetas PA em ambas as lectras e devem-se colocar na bancada de trabalho, estando assim mais perto da zona de embalamento e no seguimento da deslocação do colaborador.

Proposta de Melhoria nº4

Situação Inicial: No estendimento, as amostras-padrão encontram-se distantes do computador.

Objetivo: Minimizar a deslocação efetuada para picar a amostra padrão.

Proposta de Melhoria: Deve-se colocar as amostras-padrão mais perto do computador.

Proposta de Melhoria nº5

Situação Inicial: As máquinas encontram-se paradas à espera da manutenção, por exemplo para efetuar a limpeza, devido ao corte de material com cola.

Objetivo: Agilizar o processo de manutenção, minimizando o tempo de paragem das lectras.

Proposta de Melhoria: Deve-se gerir a disponibilidade da manutenção com o corte da marcada de modo a reduzir o tempo de espera.

Proposta de Melhoria nº6

Situação Inicial: A máquina fica em espera devido à falta de abastecimento e/ou de expedição. A falta de expedição deve-se, essencialmente, à deslocação do colaborador a outro setor ou ao armazém para obter caixas para embalar.

Outra situação que pode ser melhorada é o início do corte assim que se acaba a OF anterior. Os colaboradores nem sempre trabalham na máxima eficiência devido à fraca motivação e por vezes devido à falta de formação e experiência.

Objetivo: Minimizar a espera da máquina e, consequentemente, o tempo de paragem por falta de abastecimento e escoamento.

Proposta de Melhoria: Deve-se criar uma sinergia entre o estendimento e o corte. O estendedor depois de terminar a sua tarefa deve estar atento ao Andon da Lectra de forma a auxiliar quando for necessário. Em caso de ser fulcral transportar as peças para outro setor ou deslocar-se para recolher caixas para embalar, deve-se verificar a disponibilidade do estendedor para ajudar o corte, evitando a paragem da máquina. Para que esta proposta seja exequível é fundamental fomentar o espírito de equipa e interajuda para evitar desentendimentos. Na mesma linha de pensamento, deve-se dar formação aos colaboradores acerca da importância de maximizar a eficiência da máquina.

Com o objetivo de minimizar o tempo de setup da máquina, iniciou-se a metodologia SMED, apresentada no **Apêndice I**, no qual se identificam as tarefas internas e a possibilidade de convertê-las em tarefas externas. Pela análise do respetivo apêndice infere-se que as atividades internas se devem, principalmente, a esperas e a deslocações, que podem ser reduzidas e/ou eliminadas. Além disso, concluiu-se que uma melhor organização, em termos de controlo de ferramentas, permitia melhorar a eficiência do turno seguinte. É de notar que o SMED não se encontra concluído, uma vez que falta a recolha de tempos que não foi possível efetuar. Posto isto, é recomendado concluir o SMED para verificar a redução dos tempos de setup.

Proposta de Melhoria nº7

Situação Inicial: Substituição de material ok devido à falta de comunicação entre os turnos sobre a troca de ferramentas da máquina. Além disso, a chave para trocar as ferramentas nem sempre se encontra no sítio pré-definido, levando o colaborador a deslocar-se e, em consequência, a aumentar o tempo de paragem da máquina.

Objetivo: Substituir as ferramentas da máquina quando é necessário, minimizam-se assim custos, deslocações e tempo de paragem.

Proposta de Melhoria: Deve haver um registo de troca de ferramentas: lâmina e/ou lixa para se substituir apenas quando necessário. Cada máquina deve ter uma chave, para que quando for necessário substituir alguma ferramenta na máquina (*drills*, lixa ou lâmina), o colaborador não necessite de se deslocar à outra máquina. Desta forma, reduzir-se-ia uma tarefa interna, uma vez que para se substituir a ferramenta, a

máquina necessita de estar parada. Na bancada de trabalho, poder-se-ia pendurar e identificar o material necessário para ser facilmente visualizado.

Proposta de Melhoria nº8

Situação Inicial: Máquina para devido a encravamento.

Objetivo: Minimizar paragens por falhas e avarias.

Proposta de Melhoria: Deve-se rever a política de manutenção e efetuar um estudo acerca do ciclo de vida do ativo.

Proposta de Melhoria nº9

Situação Inicial: A OF apresenta muitas informações que não são essenciais.

Objetivo: Agilizar o processo de leitura da OF.

Proposta de Melhoria: A OF deve apresentar informação concisa e de fácil interpretação, por exemplo, para se reconhecer, facilmente, a caixa de embalamento. Deve-se simplificar a OF para ser mais fácil e prático para o colaborador colocar as especificações na máquina.

4.2 Cálculo do OEE no corte

4.2.1 Recolha de dados

Os dados de produção são retirados do programa da máquina de corte todas as semanas e disponibilizados no servidor interno da empresa, contendo, num ficheiro Excel, os parâmetros apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Informação retirada das Lectra

Parâmetros	Descrição
Requisitos	Referência da marcada.
Peças	Total de peças esperadas por marcada.
Interrupções	Número de vezes que a máquina parou.
Duração	Duração total das interrupções.
CODA em espera	Máquina para de cortar visto que o tapete foi previamente bloqueado pelo

Parâmetros	Descrição
	colaborador e a máquina não pode avançar a marcada.
<i>Mosaic</i> em espera	Máquina parada para o reconhecimento dos 4 pontos.
Tempo para fotografia	Máquina parada para o reconhecimento dos 4 pontos por câmara.
Corte	Tempo que a máquina esteve efetivamente a cortar.
Posicionamento	Tempo para o posicionamento dos 4 pontos por laser.
Início	Data e hora que se iniciou a OF no setor do corte.
Fim	Data e hora que se finalizou a OF no setor do corte.
Utilizadores	Indicação do turno
Comprimento	Comprimento mínimo requerido.
Comprimento material	Comprimento da marcada depois do estendimento.
<i>Drills</i>	Quantidade de <i>drills</i> na marcada.
Fora de Produção	Quando a máquina está parada e se inicia a produção noutra turno.

Desta forma, é possível identificar não só a produção como também as paragens não programadas da máquina.

Para que a análise dos dados seja o mais real possível é necessário verificar a veracidade dos mesmos. Desta forma, realizou-se três seguimentos de produção em ambas as máquinas, tanto no turno 1 como no turno 2 e comparou-se com o que foi inserido no ERTSOFT. De seguida, compara-se o registo de produção observado (Figura 12) com o registo de produção no ERTSOFT (Figura 13). Apresenta-se no **Apêndice II** outro exemplo.

Artigo	Código da marcada	Produção OK	Defeitos
EA2214872	MO19011BFA1	1650	-
EA2214862	MO19011AXA	480	-
EA2214858	MO19011APB	300	11
EA2214861	MO19011APB	300	-
EA2214864	MO1911BBA	480	-

Figura 12. Registos de produção lectra ix6_1 turno 1 (obtidos pela observação)

Máquina	Data	Lote	Artigo	ArtigoCliente	DescricaoArt...	0000as0600	0600as1430	1430as2300	2300a...	Defeit...	Total Máquina/Dia
Lectra_ix6_1	2022/11/22	EA2214872	C19011BF02A	109033172-201	SAIL FORMA...	0.00	1650.00	0.00	0.00	0	1650.00
Lectra_ix6_1	2022/11/22	EA2214862	C19011AX02A	109033142-251	REAR LH P...	0.00	480.00	0.00	0.00	0	480.00
Lectra_ix6_1	2022/11/22	EA2214858	C19011AP02B	109033142-211	REAR LH P...	0.00	300.00	0.00	0.00	0	300.00
Lectra_ix6_1	2022/11/22	EA2214861	C19011AV02A	109033142-241	REAR LH P...	0.00	300.00	0.00	0.00	0	300.00
Lectra_ix6_1	2022/11/22	EA2214864	C19011BB02A	109033142-271	REAR LH P...	0.00	480.00	0.00	0.00	0	480.00

Figura Erro! Utilize o separador Base para aplicar 0 ao texto que pretende que apareça aqui.13.
Registos da lectra ix6_1 turno 1 introduzidos no sistema pelo colaborador (retirados do sistema interno da ERT: ERTSOFT)

Concluiu-se que os registos dos defeitos no ERTSOFT nem sempre coincidem com o observado, isto é o colaborador não introduziu os defeitos. Assim sendo, o controlo de produção efetuado permitiu evidenciar a falta de fiabilidade de alguns dados, bem como a causa para tal.

Cada máquina possui uma caixa vermelha para colocar os rejeitados, contudo por não ser prático nem sempre se utiliza. O colaborador necessita de se mover para retirar as peças cortadas, por vezes ao encontrar-se do lado oposto não facilita colocar os rejeitados na caixa para o efeito, sendo a principal causa para a taxa de defeitos não coincidir. Na eventualidade de se identificar na marcada defeitos durante o estendimento, o estendedor coloca uma fita cola de papel a identificar o defeito, no caso deste ser inferior a 40 cm, caso contrário corta essa seção. Como a fita é colocada longitudinalmente, e o colaborador consegue saber quantas peças corta por fila, infere o número de rejeitados, o que nem sempre corresponde à realidade. Contudo, esta “técnica” depende de turno para turno, não havendo padronização nesta tarefa. Depois de identificados os defeitos, o(s) colaborador(es) do processo do corte necessitam de triar as peças cortadas, verificando se a peça possui ou não fita cola ou se não se encontra ratada.

4.2.2 Análise e tratamento de dados

Para se efetuar o cálculo do OEE foi necessário recorrer a um sistema de validação de forma a entender a origem dos dados, exposto sucintamente na Tabela 4. No

Apêndice III apresenta-se o sistema de validação para todos os componentes do OEE.

Tabela 4. Sistema de validação (parcial)

Componentes do OEE	Who	What	Where	How	When
Tempo de paragens planeadas	Ana Ferreira	Tempo de paragens esperado	ERTSOFT	Confirmação dos registos do sistema	Semanalmente
Tempo de paragens não planeadas	Pedro Filipe	Extração dos dados das Lectras relativos à duração das paragens não programadas	Reports encontram-se no sistema interno da ERT	Confirmação dos registos do sistema	Semanalmente
Tempo de funcionamento	Pedro Filipe	Extração dos dados das Lectras relativos ao início e ao fim das marcadas	Reports encontram-se no sistema interno da ERT	Confirmação dos registos do sistema	Semanalmente
Tempo de Produção OK	Pedro Filipe	Extração dos dados de produção de peças OK	ERTSOFT	Confirmação dos registos do sistema	Semanalmente
Tempo de Produção NOK	Pedro Filipe	Extração dos dados de produção de peças NOK	ERTSOFT	Confirmação dos registos do sistema	Semanalmente

Começando pelo cálculo da disponibilidade, verificou-se que o setor do corte apresenta três turnos, Turno 1 das 06:00 até 14:30, Turno 2 das 14:30 até 23:00 e o Turno 3 das 23:00 até 06:00, sendo assim possível conhecer o tempo de abertura. Para calcular o tempo planeado é necessário conhecer as pausas programadas de cada turno. Os turnos 1 e 2 contabilizam 50 minutos, distribuídos por duas pausas de 10 minutos cada e 30 minutos para a refeição. No turno 3, as pausas programadas são um intervalo de 10 minutos e 30 minutos para a refeição, totalizando 40 minutos de pausas. Posto isto, calculou-se tempo planeado de cada turno para cada dia da semana, como se verifica na tabela seguinte.

Tabela 5. Tempo de abertura e tempo planejado para cada turno

Turnos	Dia da semana	Tempo de abertura [h:min:s]	Tempo planejado [h:min:s]
T1, T2	1	00:00:00	00:00:00
T1, T2	2,3,4,5,6,7	08:30:00	07:40:00
T3	1	01:00:00	00:50:00
T3	2,3,4,5	07:00:00	06:20:00
T3	6	07:00:00	06:50:00
T3	7	00:00:00	00:00:00
Considerando dia de semana: 1-Domingo; 2-Segunda; 3-Terça; 4-Quarta; 5-Quinta; 6-Sexta; 7-Sábado			

O tempo de funcionamento, também conhecido por tempo líquido de produção, foi obtido diretamente dos reports da máquina que são importados do programa da mesma para o sistema interno da ERT, ERTSOFT. Posto isto, calculou-se a disponibilidade.

Para se calcular o desempenho, é necessário conhecer o tempo de ciclo de cada marcada. Este obteve-se tendo por base o tempo de corte e o número de peças cortadas. De modo a definir o tempo de ciclo ideal, começou-se por identificar o máximo, média e o mínimo valor de tempo de ciclo para cada marcada. De seguida, calculou-se o 1º Quartil, 3º Quartil, IQR, L bound, U bound, identificando-se de seguida os outliers que podem ser facilmente identificados através de diagrama de extremos e quartis. Depois de identificados foram removidos para não condicionar o valor de tempo de ciclo ideal. Desta forma, foi possível calcular o desempenho.

Em seguida, calculou-se o tempo de produção OK e NOK, através dos dados de produção obtidos pelo ERTSOFT e do respetivo tempo de ciclo definido para cada marcada. Assim, calculou-se a qualidade.

Por fim, obtêm-se o valor do OEE, pela multiplicação dos três parâmetros.

4.2.3 Desempenho

Na tabela seguinte, são apresentados os valores de desempenho de cada máquina entre janeiro e novembro de 2022, exceto março, uma vez que os reports não apresentavam o tempo de funcionamento relativo à totalidade deste mês. Desta forma, optou-se por não calcular o indicador para este mês.

Tabela 6. Valores do desempenho do setor do corte

	janeiro	fevereiro	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro
lectra ix6_1	65%	50%	64%	46%	60%	44%	33%	38%	59%	34%
lectra ix6_2	45%	69%	67%	56%	66%	60%	40%	49%	54%	42%

Apresenta-se, graficamente, os valores do desempenho na Figura 14. Verifica-se que o setor do corte apresenta valores de desempenho abaixo do valor de referência mundial (superior a 95%), não havendo nenhum mês em que se alcance o valor de referência. Os valores encontram-se, essencialmente, concentrados entre 40-60%.

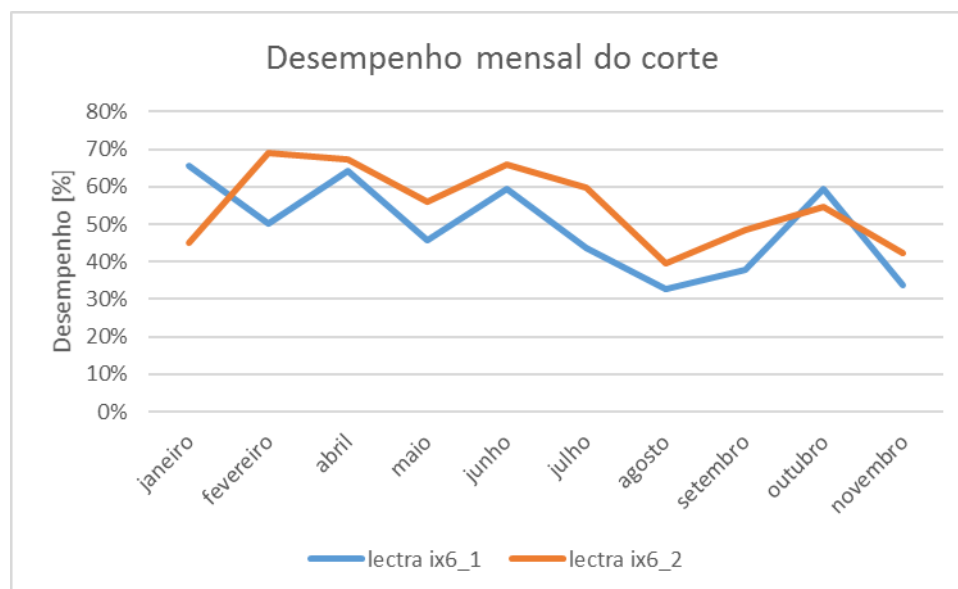


Figura 14. Desempenho do corte

Relativamente à comparação do desempenho de turnos, concluiu-se que o turno 1 apresenta 67%, seguido do turno 2 com 50% e por fim o turno 3 com 34%.

Comparando os valores da lectra ix6_1 e lectra ix6_2, conclui-se que a lectra ix6_2 apresenta, maioritariamente, valores mais satisfatórios em relação à lectra ix6_1. Uma das possíveis causas para o valor do desempenho estar abaixo do valor de referência é o funcionamento abaixo da velocidade especificada e verificação e regulação dos parâmetros da marcada. Em ambos os equipamentos, o mês de agosto foi o que apresentou um valor mais baixo em relação aos restantes meses do mesmo ano.

O desempenho do corte é afetado pela perda de velocidade e por micro paragens, por exemplo: encravamento do equipamento, espera devido a sistema operativo ser lento e verificação da peça (no início do corte é necessário retirar um monte de peças para verificar se está conforme o *gabarit-Poka Yoke*). Neste processo, enquanto o colaborador verifica a peça com o *gabarit*, a máquina encontra-se parada de forma que caso a peça não esteja conforme, não se proceda ao corte da marcada.

No cálculo do desempenho verificaram-se situações que afetam a fiabilidade dos dados recolhidos. Por exemplo, no mês de março em que não há dados completos

do funcionamento do setor, que comparando com os dados do ERTSOFT não coincide. Outra dificuldade sentida refere-se ao tempo de ciclo. Nos reports do equipamento é considerado a marcada, enquanto que nos dados do ERTSOFT se refere o artigo. Posto isto, nem sempre foi possível fazer a relação entre marcada e referência de artigo. Outro problema identificado é que condiciona a credibilidade dos valores apresentados é relativo à produção não ser inserida no sistema no respetivo dia. Desta forma, há situações de funcionamento da máquina sem produção e outras em que o tempo de produção é superior ao tempo de funcionamento.

4.2.4 Disponibilidade

Na Tabela 7, apresentam-se os valores de disponibilidade referentes a cada máquina em cada mês. Os meses de fevereiro e outubro apresentam valores superiores a 100% em ambas as máquinas. Esta situação pode ter como causas horas extras que não foram consideradas no estudo e o tempo de paragem planeado não obrigou à paragem da máquina, por exemplo os colaboradores intercalarem entre si os intervalos.

No estudo da disponibilidade não se incluíram horas extra nem paragens programadas sem ser as pausas para pequeno almoço/almoço/jantar e intervalos, o que condiciona, imediatamente, o valor da disponibilidade. Além disso, as paragens estudadas restringiram-se apenas às apresentadas nos reports. Para garantir a fiabilidade dos dados seria fulcral garantir o tempo planeado correto, bem como o acesso a todas as paragens do equipamento.

Tabela 7. Valores da disponibilidade do setor do corte

	janeiro	fevereiro	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro
lectra ix6_1	80%	105%	86%	97%	91%	102%	64%	99%	106%	90%
lectra ix6_2	86%	107%	84%	101%	92%	99%	83%	94%	101%	92%

Pela análise da Figura 15, infere-se que a disponibilidade da lectra ix6_1 e lectra ix6_2 é semelhante, havendo uma discrepância no mês de agosto, em que a máquina lectra ix6_2 apresenta 83% e a lectra ix6_1 apenas 64%. Observando o gráfico, verifica-se que o valor da disponibilidade no setor do corte está, maioritariamente, compreendido entre 80% e 100%, e que na maioria dos meses atinge-se o valor de referência (90%).

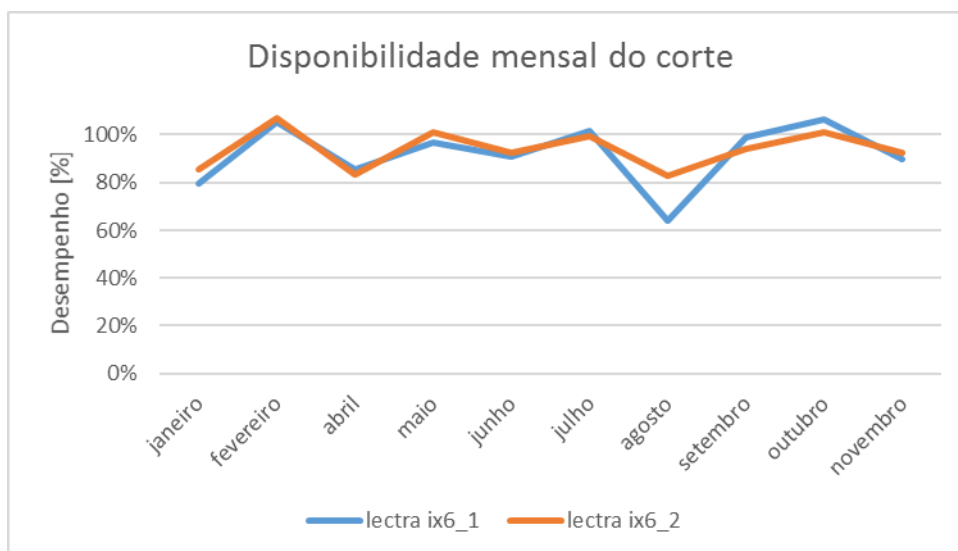


Figura 15. Disponibilidade do corte

Em relação à comparação entre turnos é de realçar o turno 1 que apresenta um valor superior a 100% devido, essencialmente, às paragens planeadas que não obrigam a paragem da máquina uma vez que, os intervalos são intercalados entre os colaboradores. De seguida, turno 2 com 93% e por fim o turno 3 com 83%.

O índice de disponibilidade é condicionado pelas perdas de disponibilidade, como: a máquina apresentar sinais de desgaste, tais como falhas e avarias frequentes, paragens por falta de material, de expedição e a paragens de setup e ajuste. Os tipos de setup podem-se subdividir em mudança de ferramentas, mudança das especificações do produto, mudança do material, “calibração” do ponto 0 e ajustes na máquina. Outras paragens identificadas podem ser devido a engenharia, manutenção, qualidade, paragens programadas, mudança de plástico, mudança de papel, mudança de drills, mudança de faca/lixas, calibração da máquina e falta de estendimento.

4.2.5 Qualidade

O índice da qualidade está relacionado com o número de peças ok em relação ao número de peças produzidas. Este índice calcula-se recorrendo aos dados inseridos no ERTSOFT, Figura 16, e aos dados da Lectra.

Artigo	ArtigoClie	Descricao	NomeClie	Lote	Sublote	Quantic	Status	MotivoRejeic	datacriacao	username	Operacao	Posto
C20023AD	C20023AD	ACC CENT	ERT - Unid	EA2119293	1	42	RP	Engelhas/vinc	04/01/2022 06:20	lectraix6	320	Lectra_ix6_2
C20023AD	C20023AD	ACC CENT	ERT - Unid	EA2119293	2	20	RP	Fim de rolo	04/01/2022 06:21	lectraix6	320	Lectra_ix6_2
C18059AA	8305469	ARMREST	Sas Eurost	EA2200068	1	27	RP	Fim de rolo	04/01/2022 10:07	lectraix6	320	Lectra_ix6_2
CAC08DLO	VSBHAJ01	Front Pan	Faurecia li	EA2200060	1	14	RP	Fim de rolo	04/01/2022 12:45	lectraix6	320	Lectra_ix6_1
CAC08HEC	1212600X	SLIDING P	Faurecia A	EA2200155	1	9	RP	Fim de rolo	04/01/2022 15:33	lectraix6	320	Lectra_ix6_1
CAC08HEC	1212600X	SLIDING P	Faurecia A	EA2200155	2	36	RP	Ratadas (fim	04/01/2022 15:33	lectraix6	320	Lectra_ix6_1
C17050AL	4501282V	FABRIC A-	Simoldes	EA2200155	1	150	RP	Ratadas (fim	04/01/2022 19:19	lectraix6	320	Lectra_ix6_1
C16032AE	L00148368	PLUS PAD	Lear Corp	EA2200065	13	19	RP	Geometria no	04/01/2022 20:39	lectraix6	320	Lectra_ix6_1
C17050AK	4501284V	FABRIC A-	Simoldes	EA2200155	1	40	RP	Emendas MP	05/01/2022 09:53	lectraix6	320	Lectra_ix6_1
C17050AK	4501284V	FABRIC A-	Simoldes	EA2200155	2	50	RP	Ratadas (larg	05/01/2022 09:53	lectraix6	320	Lectra_ix6_1
CAS14FXO	CP7030AA	FIXED APP	Faurecia S	EA2200278	1	20	RP	Fim de rolo	06/01/2022 06:32	lectraix6	320	Lectra_ix6_2
CAS14GAC	CP7037AA	FIXED APP	Faurecia S	EA2200284	1	10	RP	Fim de rolo	06/01/2022 06:47	lectraix6	320	Lectra_ix6_2
CAS14FYO	CP7031AA	FIXED APP	Faurecia S	EA2200282	1	10	RP	Fim de rolo	06/01/2022 07:42	lectraix6	320	Lectra_ix6_2
CAH41DM	B0004391	ARMREST	SMRC Aut	EA2200255	1	10	RP	Fim de rolo	06/01/2022 07:55	lectraix6	320	Lectra_ix6_1
C18059AA	8305467	ARMREST	Sas Eurost	EA2200255	1	18	RP	Fim de rolo	07/01/2022 07:39	lectraix6	320	Lectra_ix6_2

Figura 16. Dados acerca dos rejeitados do corte obtidos no ERTSOFT (parcial)

Pela Tabela 8, concluiu-se que ambas as máquinas, maioritariamente, atingem o valor de referência (99%).

Tabela 8. Valores da qualidade do setor do corte

	janeiro	fevereiro	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro
lectra ix6_1	100%	100%	100%	100%	99%	100%	100%	99%	100%	100%
lectra ix6_2	100%	100%	99%	100%	94%	99%	99%	97%	100%	100%

Na Figura 17, é visível que a lectra ix6_1 apresenta resultados mais satisfatórios que a lectra ix6_2. É de notar que no mês de junho e setembro, ambas as máquinas apresentaram uma quebra de qualidade.

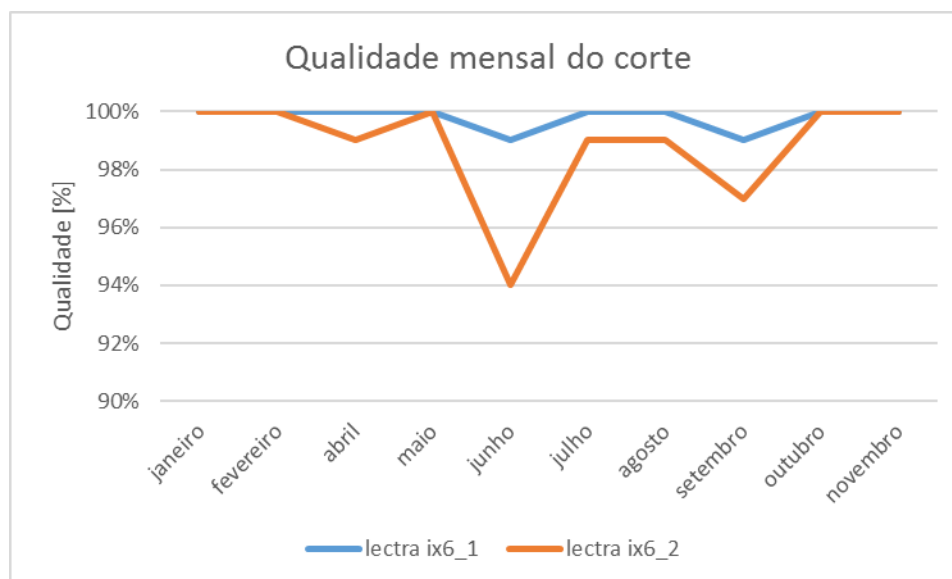


Figura 17. Qualidade do corte

Através dos dados retirados do ERTSOFT construiu-se a Tabela 9, representados no diagrama de Pareto da Figura 18, no qual se verifica que o fim de rolo assume uma grande percentagem dos defeitos das marcadas, cerca de 24% dos rejeitados é

devido a fim de rolo. Uma solução aplicada foi remover os fins de rolos no processo de estendimento. No que se refere a dimensional nok (grande), ratadas (largura da marcada), furação nok, ratadas (fim marcada), geometria nok, rasgos nok, dimensional nok (pequeno) deve-se, essencialmente, ao estado atual da máquina, sendo fundamental recorrer à manutenção para garantir a fiabilidade do equipamento. O dimensional nok pode estar relacionado com a tensão do material, e que no caso do fornecedor ser interno, ou seja, ERT 1, é necessário envolver o setor da laminação para determinar a causa. Contudo, pode depender das ferramentas da máquina que provocam variabilidade no tamanho das peças. Durante o estágio, foram várias as situações de retrabalho de modo a minimizar os rejeitados. Como já foi referido anteriormente, o retrabalho é um desperdício que deve ser reduzido e, se possível, eliminado. Assim sendo, seria importante analisar os rejeitados e mais importante, analisar a causa raiz, por exemplo através de diagrama de *Ishikawa*.

Tabela 9. Ocorrência e frequência dos motivos de rejeição no corte

Motivo de Rejeição	Quantidade	Frequência
Fim de rolo	11237	23,9%
Dimensional nok (grande)	8218	17,4%
Largura MP nok	7203	15,3%
Ratadas (largura marcada)	4006	8,5%
Marcas	3799	8,1%
Furação nok (furos abertos)	3289	7,0%
Ratadas (fim marcada)	2714	5,8%
Descolados	1480	3,1%
Geometria nok	1238	2,6%
Defeitos MP	882	1,9%
Emendas MP	671	1,4%
Fios puxados	459	1,0%
Furação nok (desviados)	298	0,6%
Paragens de máquina	296	0,6%
Testes máquina	263	0,6%
Ratadas (início marcada)	225	0,5%
Rasgos nok	220	0,5%
Engelhas/vincos	205	0,4%
Defeito assinalado	154	0,3%
Manchas	83	0,2%
Dimensional nok (pequeno)	50	0,1%
Tuillage	45	0,1%
Resíduos/sujidade	29	0,1%
Sentido corte errado	21	0,0%
Espuma rasgada	11	0,0%
Calaminas	1	0,0%

Para estudar a frequência dos diferentes tipos de defeitos apresenta-se um diagrama de Pareto, Figura 18.

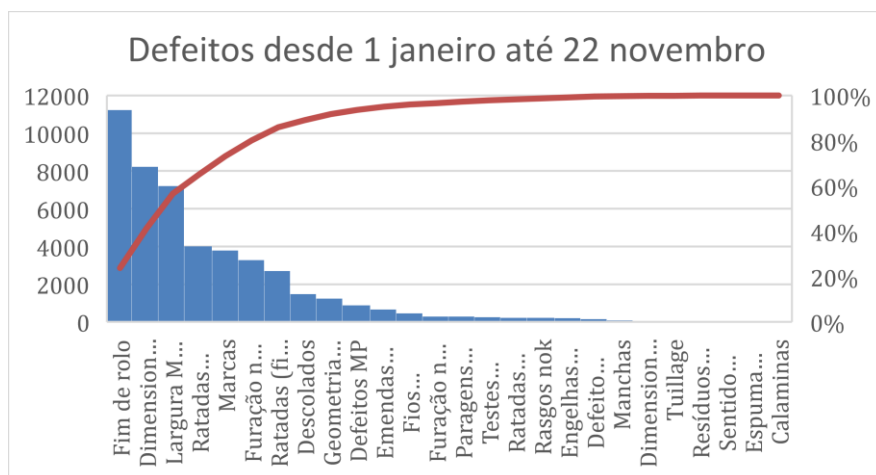


Figura 18. Diagrama de Pareto por tipos de defeitos no corte (desde 1 janeiro 2022 até 22 novembro 2022)

4.2.6 OEE

Os valores do OEE do corte relativamente ao ano 2022, entre janeiro e novembro apresentam-se na Tabela 10. No **Apêndice IV** expõem-se os valores do OEE mais detalhados.

Pela análise da Tabela 10, verifica-se que nenhuma das máquinas em nenhum mês alcançou o valor de referência mundial, estando o valor de OEE compreendido, maioritariamente, entre 40% a 60%.

Tabela 10. Valores de OEE do corte

	janeiro	fevereiro	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro
lectra ix6_1	52%	53%	55%	44%	53%	44%	21%	37%	63%	30%
lectra ix6_2	39%	74%	56%	57%	57%	59%	33%	45%	55%	39%

Na Figura 19, é possível visualizar a evolução dos parâmetros que constituem o OEE. O parâmetro que sofre menos oscilação é a qualidade, que se apresenta, geralmente, nos 100%, em ambas as máquinas. O desempenho é o parâmetro que apresenta valores mais dispersos. As micro paragens e perdas de velocidade são as principais causas para afetar, negativamente, este parâmetro.

Na lectra ix6_1, o parâmetro que condiciona, negativamente, o valor do OEE é o desempenho, que durante os 10 meses estudados não atingiu o valor expectável (>95%). De seguida, a disponibilidade, uma vez que nem todos os meses atingem o valor de referência (>90%). A qualidade é o parâmetro que corresponde, maioritariamente, ao valor de referência (>99%). O valor de OEE da lectra ix6_1 não alcançou o valor de referência mundial, ou seja, 85%.

Na lectra ix6_2 como ocorre na lectra ix6_1, o desempenho na lectra ix6_2 é o parâmetro que condiciona, negativamente, o valor do OEE, uma vez que nenhum dos meses apresenta valores superiores a 95%. Na maioria dos meses, a disponibilidade e a qualidade da lectra ix6_2 correspondem ao valor de referência.

A lectra ix6_2 apesar de apresentar valores de OEE mais satisfatórios que a lectra ix6_1, não alcança o valor de referência ($> 85\%$).

Assim, concluiu-se que é fundamental começar por melhorar o desempenho em ambas as máquinas do corte. Inicialmente, poder-se-ia reduzir pequenas paragens por falta de escoamento, por encravamento, por deslocações para adquirir material necessário para a troca de ferramentas, resultando, consequentemente, num aumento do valor de desempenho.



Figura 19. Evolução dos valores de disponibilidade, desempenho, qualidade e OEE da lectra ix6_1 e da lectra ix6_2

Quanto ao OEE de cada turno verifica-se que nenhum turno alcança o valor pretendido. O turno com valor mais elevado é o turno 1 com 67%, seguido do turno 2 com 46% e por fim o turno 3 com o valor mais baixo, 28%. O turno 1 apresenta valores mais satisfatórios uma vez que, apresenta colaboradores mais experientes e

que conseguem intercalar as pausas programadas, evitando a paragem da máquina. O turno 3 apresenta valores mais baixos provavelmente porque o tempo de resposta da manutenção é elevado comparativamente aos turnos 1 e 2.

4.3 Diagnóstico da situação inicial e apresentação de sugestões de melhoria no setor da costura

No seguimento do *gemba walk* foi possível determinar algumas atividades que geram desperdício e que podem ser eliminadas com ferramentas *Lean*. Na Tabela 11 identificam-se as sugestões consideradas prioritárias, apresentando-se as restantes no **Apêndice V**. Inicialmente, apresenta-se a situação inicial, em seguida, identifica-se o objetivo e por fim, apresenta-se uma proposta de melhoria. As ideias de melhoria a seguir apresentadas, derivaram não só da observação constante do processo, como também de conversas com os colaboradores.

Tabela 11. Resumo das propostas de melhoria da costura

Tipo de perda	Descrição do problema	Proposta de melhoria
Deslocações		
Procurar referências	O WIP nem sempre se encontra organizado, dificultando a tarefa de encontrar a referência pretendida.	(1)
Abastecimento da máquina, consumíveis e troca de agulha.	Deslocações ineficientes ao WIP, consumíveis e deslocar-se à procura de agulha.	(2)
Devido ao dispositivo de encher canela avariar	Dispositivo avariado, levando o colaborador a deslocar-se a outro.	(3)
Paragem		
Avárias e Falhas	As máquinas apresentam, frequentemente, falhas que se refletem em problemas de qualidade.	(4)
Tempo de setup		
Troca de projeto	Troca de projeto demorada, essencialmente, afinações, que geram ainda rejeitados.	(5)
Processos inadequados		

Tipo de perda	Descrição do problema	Proposta de melhoria
Recolha de poucos dados	O registo de produção não está padronizado, condicionando, fortemente, a informação apresentada.	(6)
Má organização dos registos	Como o sistema apresenta incongruências, recorreu-se aos registos de produção deparando-se com falta de organização.	(7)
Problemas na costura de determinadas referências	Quando uma referência apresenta problemas, não se corrige imediatamente, optando-se por não a costurar.	(8)
Triagem	O processo de triagem nem sempre é confiável, gerando desperdício: retriar.	(9)

Proposta de Melhoria nº1

Situação Inicial: O WIP da costura possui caixas que apesar de etiquetadas, nem sempre são rapidamente identificáveis obrigando o colaborador a procurar caixa a caixa. Esta situação ocorre frequentemente no WIP das Jukis e da KSL 1. O WIP da KSL 2 encontra-se ao lado da máquina e verificou-se que nem sempre há otimização do espaço, bem como há falta de organização, levando o colaborador a procurar por referências e verificar que não há stock. No WIP encontram-se paletes com poucas caixas que nem sempre estão completas, bem como caixas com a mesma referência em diferentes paletes. Em paralelo com o setor da costura, os colaboradores do setor do corte deslocam-se várias vezes ao setor da costura para recolher caixas vazias.

Objetivo: Minimizar as deslocações e reduzir o tempo gasto à procura das referências para costurar.

Proposta de Melhoria: O WIP das Jukis e KSL 1 deve estar identificado, seja por simbologia ou projeto, e haver um quadro no qual o colaborador facilmente saiba a posição da referência que procura. Desta forma, o processo seria mais rápido e mais prático o controlo de stock. Esta ideia de melhoria tem por base a gestão visual do material para abastecimento. Na KSL 2 para se agilizar a procura das referências sugere-se haver identificações no WIP, o que é facilmente concretizável, pois a máquina costura apenas quatro referências: (FRT RH, FRT LH, RR RH e RR LH). Assim, seria identificado, visualmente, o stock das quatro referências, não havendo necessidade de procurar por determinada referência e concluir que não há stock. Além disso, se houvesse maximização da ocupação das caixas, possivelmente, refletir-se-ia num aumento da eficiência das deslocações do setor do corte, ou seja, transportavam mais caixas em cada deslocação e, por conseguinte, minimizar-se-iam as deslocações

Na mesma linha de pensamento e em conversa com os colaboradores do setor da costura foi sugerido que as peças do lado esquerdo seriam separadas do lado direito na mesma paleta, i.e., as peças esquerdas seriam colocadas no lado esquerdo, e as peças direitas seriam colocadas no lado direito da paleta. Posto isto, seria facilmente identificado o lado de cada referência, uma vez que nem sempre se costura ambos os lados. Atualmente, esta tarefa já é efetuada por alguns colaboradores, contudo não está padronizada.

Proposta de Melhoria nº2

Situação Inicial: Os colaboradores deslocam-se várias vezes do seu posto de trabalho e, por vezes, não são eficientes. As principais deslocações devem-se:

- Abastecimento da máquina,
- Consumíveis,
- Substituir agulha, que nem sempre possui na sua máquina precisando de procurar nos postos de trabalho de outros colaboradores.

Há colaboradores que optam por trazer a caixa com peças a costurar para ser mais eficiente, contudo há quem opte por transportar poucas peças em cada deslocação. A tarefa de abastecimento por vezes leva à espera da máquina.

Objetivo: Reduzir deslocações e esforço físico dos colaboradores e, consequentemente, minimizar possíveis esperas da máquina.

Proposta de melhoria: No seguimento da proposta de melhoria nº1, supondo que a procura da referência está agilizada, o colaborador necessita de minimizar as deslocações. Posto isto, há duas soluções possíveis: transportar o máximo de peças possível sem afetar a saúde do colaborador ou optar por contratar um colaborador extra. Esta última sugestão carece de um estudo prévio de modo a justificar o investimento. Para maximizar a deslocação do colaborador e não afetar o mesmo, poder-se-ia possuir um carrinho que permitisse transportar pelo menos uma caixa. O ato de transportar uma caixa ou deslocar-se várias vezes para abastecer a máquina, iria ser substituído por menos deslocações e transportes mais eficientes. Posto isto, esperar-se-ia um aumento do rendimento do colaborador. Relativamente ao colaborador extra, este iria efetuar tarefas externas, como: abastecer as máquinas, trazer os cones de linha necessários para a mudança de projeto para junto das máquinas, tirar etiquetas de PA e embalar e mover a paleta de PA para o armazém. Estas tarefas apesar de se iniciarem com a máquina em funcionamento, frequentemente, consomem mais tempo que o tempo de ciclo, originando a paragem da máquina enquanto o colaborador acaba a tarefa. Outra possibilidade que poderia minimizar, esporadicamente, este desperdício seria envolver ativamente o supervisor nesta tarefa. Além disso, afetaria, positivamente, nas outras causas de deslocações. O supervisor, sempre que possível, teria a função de garantir que o material necessário se encontraria perto da máquina.

Relativamente à deslocação para adquirir uma nova agulha, esta deslocação é, frequentemente, uma tarefa interna que pode ser convertida em tarefa externa. Uma solução seria cada máquina ter pelo menos uma agulha para linha decorativa e outra para a funcional, eliminando a procura pela agulha e a respetiva paragem da máquina. O colaborador, no final do turno, devia assegurar o stock para o turno seguinte.

Proposta de melhoria nº3

Situação Inicial: A máquina de encher a canela da KSL 2 avariou, obrigando o colaborador a deslocar-se à máquina de encher a canela da KSL 1.

Em cada máquina, encontra-se um pequeno equipamento que enche a canela, Figura 20, facilitando o processo de troca de canela e reduzindo o tempo de paragem da máquina, uma vez que a canela é fulcral para a costura.

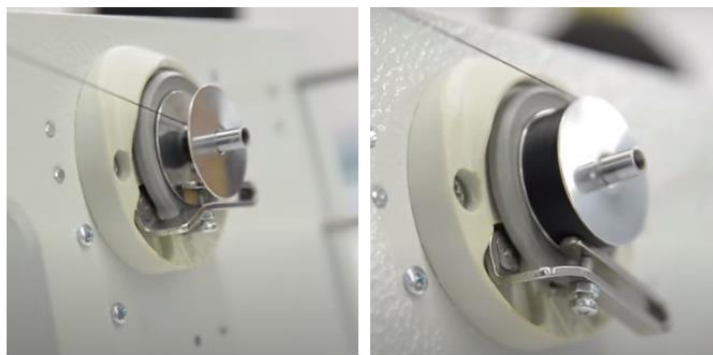


Figura 20. Aplicação do dispositivo de canela inferior

Esta deslocação adicional deveria ser rapidamente eliminada, contudo não se verificou, perdurando por várias semanas.

Foi contabilizado o tempo com a máquina operacional e comparado com o tempo com a máquina avariada e verificou-se uma perda de 21 minutos que corresponde a uma perda diária de 1.6% da produção devido a esta deslocação. Para garantir a coerência das medições foi considerado a abertura da porta como o início da contagem e o fecho da porta como o fim da contagem. O tempo da troca de canela com a máquina operacional, sendo que o colaborador abre a porta, remove a canela vazia, corta o fim de linha da outra canela cheia, remove a canela, coloca no sítio é de 10 segundos, e troca de canela com a máquina avariada 49 segundos. Durante um dia de trabalho, considerando 21,667 h de trabalho e considerando que se substitui a canela a cada 40 minutos, espera-se trocar, no mínimo, a canela 32 vezes. Este valor é uma estimativa, uma vez que, por vezes, consome-se mais linha da canela, que é visível nos remates e, ainda há situações de descontrolo, em que a máquina não avisa que a linha da canela está próxima do limite estabelecido. De acordo com as suposições acima mencionadas, a deslocação para ir encher a canela à outra máquina representa uma perda de 21 minutos por dia. Contabilizou-se o tempo de

costurar de uma paleta, isto é, doze peças e a troca de paleta, e demora cerca de 8 minutos e 20 segundos, corresponde a 30 peças que poderiam ser costuradas. Analisando, o impacto deste desperdício mensalmente, considerando um mês com 21 dias úteis, o impacto é perda de 441 min, que corresponde diminuição da capacidade em 635 peças, aproximadamente o objetivo do turno 1 ou turno 2 (653 peças). Em jeito de conclusão, este desperdício num mês corresponde, aproximadamente, ao turno 1 ou 2 não produzir durante um dia.

Objetivo: Reduzir deslocações devido avaria do dispositivo de canela de linha inferior.

Proposta de melhoria: Verificar a possibilidade de se adquirir um dispositivo de substituição pronto a usar, em caso afirmativo deve-se efetuar uma análise de viabilidade para verificar se os ganhos compensam o investimento. No caso de não compensar, deve-se ponderar adquirir mais canelas para minimizar as deslocações, uma vez que é um investimento menos avultado.

Proposta de melhoria nº4

Situação Inicial: As máquinas apresentam, frequentemente, falhas e avarias com necessidade de auxílio da manutenção.

Objetivo: Minimizar o tempo de paragem não planeado.

Proposta de melhoria: Uma forma de reduzir falhas nas máquinas pode ser recorrendo à ferramenta FMEA, *Failure Mode and Effects Analysis*, em português Análise de Modo e Efeito de Falha, sendo a base para construir um plano de manutenção preventiva. Assim, reduzia-se o tempo de paragem, custos de manutenção e aumentava-se a confiabilidade do equipamento. A longo prazo, poder-se-ia pensar em implementar sensores nas máquinas que permitissem efetuar manutenção preditiva. Este tipo de manutenção monitoriza por exemplo a temperatura do equipamento alertando, automaticamente, quando se ultrapassar o valor de referência. Desta forma, permitia prever falhas utilizando por exemplo, análise de vibração, termografia, entre outras.

Proposta de melhoria nº5

Situação Inicial: Quando o colaborador muda de projeto necessita de trocar de paleta, normalmente de linha de cone, canela e às vezes de agulha e de seguida afinar a máquina. Esta última tarefa é, por vezes, morosa e complicada e nem sempre o operador consegue efetuar de forma autónoma, sendo necessário auxílio da manutenção. O tempo que demora a afinar a máquina corresponde, não só, a perda de tempo, como é responsável por defeitos até se conseguir obter peças ok. Outro problema é que nem sempre as afinações iniciais e costurar peças ok é sinónimo que se encontrou os parâmetros ideais, sendo necessário voltar a alterar os mesmos. Na Ordem de Fabrico (OF), Figura 21, apresenta-se a gama, ou seja, o mínimo, nominal

e o máximo, dos parâmetros distância do calcador e tensão de linha. Contudo, há ainda a considerar outros parâmetros como a tensão da bobine, que como a tensão de linha, depende da perceção de cada um.

ORDEM FABRICO - EA2300764

2023/01/13

Cliente: SMRC Automotive Modules France SAS (3)

Ref.: S20021AF07C FRT MEDAILLON ALCANTARA LH SEW

(Customer Ref.) B2250129 Level: 1 Qtd.: 1 200,00 UN Proj.: P2QO

Nomenclatura de produção:		Consumo	(Consumo)	(STOCK A)	(STOCK B)
AAM09LN0413	THREAD FUNC CHARCOAL M40 0020ZSERAFII	5,211,50		25477,39	2000,00
C20021AF07B	FRT MEDAILLON ALCANTARA LH CUT	1,212,00		1829,00	0
P120073	LINHA MARVEL BLACK YARN A99340/3	1,830,12		32844,44	17500,00
P120177	THREAD AMIFIL 20/3 JET BLACKLIGHT FT87 AI	4,484,40		212095,86	4200,00
P250460	TAMPA 800*600*94MM	15,00		255,69	0
P250461	CX CD 800*600*200MM	15,00		201,69	0

Operações ERTSOFT

Seq.	Operação ERTSOFT	Obrigatório	Gera PA?	Gera CQ?	Quarentena (h)
5	Seguimento MP (910)	Não	Não	Não	0
40	E3 - Costura Automática (340)	Sim	Não	Não	0
50	E3 - Triagem Costura (327)	Sim	Sim	Não	0
60	Controlo Qualidade Final (920)	Não	Não	Não	0

E3 - Costura Automática (340) [Juki AMS-221 ENT5 (1) (SWM-0025)] - Processo

Nome	Mínimo	Nominal	Máximo	Valor Texto
Tipo de Agulha União	0	0	0	110 R
Tipo de Agulha Decorativa	0	0	0	140 R
Programa de Costura	0	0	0	KIT->96 / IND->103
Velocidade Costura	800,00	900,00	1000,00	
Tensão de linha	0	0	0	Manual
Distância do Calcador	1,00	1,50	2,00	KIT->96 / IND->103

E3 - Costura Automática (340) [Juki AMS-221 ENT5 (2) (SWM-0025)] - Processo

Nome	Mínimo	Nominal	Máximo	Valor Texto
Distância do Calcador	1,00	1,50	2,00	
Tensão de linha	0	0	0	Manual
Número de canelas	11,00	12,00	12,00	

Obs: Em situação normal deve trocar de canela a cada 12 peças costuradas.

Nome	Mínimo	Nominal	Máximo	Valor Texto
Velocidade Costura	800,00	900,00	1000,00	
Programa de Costura	0	0	0	KIT->96 / IND->103
Tipo de Agulha Decorativa	0	0	0	140 R
Tipo de Agulha União	0	0	0	110 R

Figura 21. OF da costura

Objetivo: Minimizar o tempo gasto na troca de projeto.

Proposta de melhoria: O tempo de *setup* pode ser minimizado com a proximidade de cones de linha funcional e decorativa, de paletes e do abastecimento, no posto de trabalho. Poder-se-ia ainda criar Kits de acordo com o projeto, com a respetiva linha, canela e paleta. No momento da troca de projeto seria mais prático deslocar-se apenas a um sítio e transportar todo o material necessário. Esta tarefa poderia ser desempenhada por outro colaborador ou pelo supervisor para que no momento de troca de projeto fosse o mais rápido possível.

Relativamente às afinações, seria vantajoso reunir a equipa de manutenção, colaboradores e responsável da produção para aplicar a metodologia SMED. O objetivo estabelecido foi que o tempo de setup fosse inferior a 10 minutos, com a intenção de minimizar o tempo necessário para mudança de projeto, aumentando, consequentemente, a produção e a qualidade. O estudo do SMED foi iniciado, mas não concluído, tendo sido identificadas apenas as tarefas internas que podem ser eliminadas, combinadas, reduzidas ou simplificadas e as tarefas externas, utilizando o sistema de uma paleta. Pela análise do **Apêndice VI**, identificou-se seis atividades que podem ser convertidas em tarefas externas (apresentadas a **negrito**) O tempo de setup pode ser minimizado, através da conversão das seguintes tarefas internas: abastecer a máquina com peças a costurar, deslocar-se para trocar paleta, deslocar-se para ir buscar o novo cone de linha, encher canela vazia, colocar peças na paleta

e colocar peça a costurar na paleta em tarefas externas. Com o sistema de duas paletes, as tarefas internas: abastecer máquina com peças a costurar, colocar peças na paleta e colocar peças a costurar na paleta, podem ser convertidas em tarefas externas. Na primeira costura, o supervisor podia preparar a paleta com as peças, sendo que depois de costuradas e verificadas seria o colaborador a preparar a segunda paleta. Deste modo, o tempo de paragem da máquina correspondia à troca das paletes e não ao tempo de retirar e colocar peças numa só paleta. Relativamente, às restantes tarefas internas que podem ser convertidas em externas, deslocar-se para trocar paleta, deslocar-se para ir buscar o novo cone de linha, encher canela vazia, poderiam ser convertidas em externas, por exemplo através do auxílio do supervisor, o que nem sempre é possível, ou contratando um colaborador para auxiliar. Esta última sugestão requer um estudo de viabilidade para saber se o investimento deve ou não ser realizado.

Proposta de melhoria nº6

Situação Inicial: O setor da costura, ao contrário, do setor do corte, não possui equipamentos com capacidade para guardar dados acerca do funcionamento do equipamento, havendo apenas registo em papel apresentado pelo colaborador. A precisão e exatidão dos dados não é padronizada, verificando-se, essencialmente, falta de dados precisos relativos a paragem da máquina. Além disso, a informação acerca da manutenção não é precisa nem completa, uma vez que os técnicos da manutenção atuam na máquina, sem haver pedido de manutenção. No caso do supervisor efetuar um pedido de manutenção, também não é possível saber o momento exato no qual o técnico de manutenção iniciou a reparação.

O registo de produção não só apresenta lacunas a nível de tempo de paragem, como há registos sem identificação da OF, projeto, referência, objetivo ou data, o que dificulta o processo de recolha de dados, como se apresenta na Figura 22. Em adição, na mudança de projeto e havendo rejeitados, o colaborador apenas indica os rejeitados no campo Total, obrigando à consulta no sistema para verificar a que projeto se refere.

O preenchimento da referência não é uniforme, havendo quem preencha com a referência do cliente e quem preencha com a referência do produto. Maioritariamente, a principal lacuna é em situações de produção abaixo do esperado não haver qualquer justificação, o que não contribui para uma melhoria contínua. No caso de haver avarias, nem todos os colaboradores utilizam o campo de avarias para apresentar o motivo e o tempo que a máquina se encontrou parada. Juntamente com este facto, os colaboradores não apresentam qualquer motivo para não cumprir os objetivos. Em conversa com os colaboradores foi possível concluir que se deve, essencialmente, à falta de controlo do preenchimento do registo de produção, sendo que eles consideram irrelevante justificar paragens ou motivo de defeitos. Além do mais, os colaboradores apresentam alguma reticência para a mudança. O principal motivo é o receio de aumentar a exigência resultando em mais trabalho.

TOTAL		426	255	1
Avarias:				
OBSERVAÇÕES:				
a)				
Objectivo	Produção	Rejeitados	OF	Referência
	11			
	22			
	23			
	35			
	40			
	74			
	26			
	30			
	12			
	213			
			b)	
				c)
Unidade: U7		Posto: JKI 25		
Turno: 4º turno		Operador: <u>Patricia Tavares</u>		
/ / 2023		Supervisor: <u>Patricia Tavares</u>		
d)				

Figura 22. Exemplos de não conformidades no registo da costura **a)** Produção muito abaixo do expectável (40%) sem qualquer justificação. **b)** Registo de produção sem qualquer indicação do que foi produzido. **c)** O campo de referência foi preenchido com a referência do cliente, em vez da peça. **d)** Registo de produção sem data.

No que concerne aos rejeitados, há situações que o colaborador não regista em papel, apenas no sistema. Assim, o processo de recolha de dados não está agilizado nem é fiável, sendo necessário consultar mais que um sistema para recolher dados e garantir a qualidade dos mesmos. Na figura seguinte é possível verificar um exemplo:

Unidade: U7 Posto: KSL 2
 Turno: 2º turno Operador Dora
 Dia: 08/03/2023 Supervisor Joana Fontes

HORAS	Objectivo	Produção	Rejeitados	QF	Referência
14:30/15:30	85	85			
15:30/16:30	85	85			
16:30/17:30	71	71			
17:30/18:30	85	85			
18:30/19:30	43	43			
19:30/20:30	85	85			
20:30/21:30	85	85			
21:30/22:30	71	71			
22:30/23:00	43	43			
TOTAL	653	659			

a)

DescricaoAr	Quantidade	MotivoRejeicao	datacriacao
SEW ARMREST	6	Remate nok	08-03-2023 22:22
SEW ARMREST	3	Testes máquina	08-03-2023 22:23
SEW ARMREST	10	Remate nok	08-03-2023 22:24
SEW ARMREST	3	Testes máquina	08-03-2023 22:25
SEW ARMREST	6	Remate nok	08-03-2023 22:51
SEW ARMREST	4	Testes máquina	08-03-2023 22:52
SEW ARMREST	8	Remate nok	08-03-2023 22:53
SEW ARMREST	4	Testes máquina	08-03-2023 22:53
	44		

b)

Figura 23. Comparação da folha de produção da costura com o sistema a) Folha de produção preenchida pelo colaborador b) Peças rejeitadas no dia 08/03/2023 na máquina KSL 2, 2º turno.

A consulta dos registos de produção, por vezes é confusa quando o operador habitual da máquina não a operava ou a máquina não funcionava. No caso da primeira situação, alocava-se um ou mais colaboradores menos experientes, e às vezes de outro setor, na máquina. Estes preenchiam o seu registo de produção, apresentando no campo da produção ou nas observações a alteração temporária do posto de trabalho, geralmente não indicando no campo máquina. Assim, no momento da consulta dos registos de produção, quando não se encontrava o registo da máquina de costura, era necessário analisar todos os registos para garantir que a máquina não tinha funcionado.

Objetivo: Melhorar a recolha de dados e padronizar o preenchimento do registo de produção.

Proposta de melhoria: De forma a motivar os colaboradores a apresentar mais dados modificou-se o registo de produção, como está apresentado no **Apêndice VII**, sendo estudado mais à frente nas ações de melhoria implementadas. De seguida, divulgou-se pelo setor da costura, visando padronizar o preenchimento do registo de produção. Para colmatar o desconforto à mudança e garantir a adesão dos colaboradores ao novo registo seria importante incentivar os colaboradores à melhoria e informar que melhorar não significa mais trabalho, mas tornar o desempenho tanto dos colaboradores como das máquinas mais eficiente.—A padronização dos registos de produção permitiria visualmente identificar se há disparidade entre a realidade e expectativa, tal como, através do campo observações e avarias poder-se-ia recolher informações acerca do equipamento. Para garantir o cumprimento do novo procedimento é necessário controlar. Desta forma, no momento de entregar o registo de produção ao supervisor, este deve conferir se está devidamente preenchido, caso contrário, questionar o colaborador. O supervisor deve ainda motivar os colaboradores a apresentar os principais problemas, de forma a poderem ser resolvidos o mais rapidamente possível. Os registos de produção seriam uma forma fácil e prática de conhecer o desempenho não só do equipamento, mas também do colaborador, uma vez que em situações de fraco desempenho e não

havendo qualquer paragem não programada, é necessário perceber a causa, podendo dever-se, por exemplo, à fraca motivação do colaborador. O registo de produção permitia assim reconhecer os colaboradores mais dedicados e motivar os restantes. O foco seria unir a equipa, visando um aumento da produtividade e minimizar e/ou eliminar qualquer desperdício. Desta forma, em caso de avaria do equipamento ou tempo ocioso, o colaborador teria a espontânea vontade de ajudar os colegas, tendo como foco um aumento do desempenho da equipa.

Para simplificar a consulta do registo de produção, uma sugestão é haver uma folha por máquina e não por pessoa. Para colmatar a falta de dados, a longo prazo, poder-se-ia instalar sensores nos equipamentos. Com isto, ter-se-ia acesso a informações detalhadas do tempo de funcionamento, do tempo de paragem, bem como a causa, e, de forma holística ao estado do ciclo de vida do ativo. Uma sugestão seria implementar *tags* NFC, *Near-Field Communication*, em forma de etiqueta adesiva no equipamento, sendo que a intervenção da manutenção seria comunicada imediatamente, inserindo informações acerca da avaria, desde o diagnóstico até à solução. Com isto, manter-se-ia informação em tempo real registada na base de dados do software de manutenção, permitindo criar um histórico das intervenções efetuadas pela manutenção na máquina. Por conseguinte, perante o mesmo problema tomar-se-ia uma decisão mais rápida e fundamentada. Ademais, o histórico das intervenções permitiria que, no caso do técnico de manutenção não ter experiência naquela máquina, compreenderia os principais problemas e saberia quais as soluções que anteriormente resultaram. As etiquetas NFC possibilitariam o acesso a toda a informação do equipamento, documentação e histórico de manutenção. Assim, seria uma opção versátil e económica para a gestão de ativos. Poder-se-iam tomar decisões mais fundamentadas acerca dos ativos, como: determinar quais os ativos que estão em fim de vida, e decidir se se deve manter, modificar ou alienar. Além de permitir conhecer em detalhe o desempenho do equipamento, iria permitir realizar manutenção condicionada em detrimento da corretiva. Esta proposta requer uma análise de viabilidade para analisar se é um investimento rentável.

Proposta de melhoria nº7

Situação Inicial: No decorrer do estágio, as folhas de registo de produção foram um pilar para o cálculo do OEE, uma vez que o sistema informático da empresa por vezes apresentava algumas lacunas. De tal forma que optou-se por recorrer, essencialmente, aos registos de produção para o cálculo do OEE diário, recorrendo apenas ao sistema informático para consultar informação essencial que se encontrava em falta, como a referência a costurar. O sistema, por vezes, apresentava falhas, não sendo possível retirar etiquetas PA ou dar entrada de defeitos no sistema. De seguida, apresenta-se um exemplo de incongruência do sistema com a realidade. Segundo a Figura 24, verifica-se que foram embaladas no turno da tarde (14:30h até às 23:00h) 200 peças, que comparando com o turno da manhã (06:00h até 14:30h) de 960 peças fica longe do expectável. Contudo, a forma de garantir que não é erro do sistema, é

através da consulta do registo de produção dos cinco colaboradores, que se encontram alocados na Juki 17, Juki 25, Juki 26, KSL 1 e KSL 2. O sistema apenas apresenta o número de peças no qual se retirou etiqueta PA, não representando a produção total do colaborador. A etiqueta PA é tirada no sistema quando se completa uma caixa, e devido a problemas no sistema por vezes só é tirada pelo turno seguinte.

Máquina	Data	Lote	Artigo	ArtigoCliente	DescriçãoArt...	0000a...	0600a...	1430a...	2300a...	Defeit...	Total
Juki AMS-221...	2023/01/31	EA2300764	S20021AF07C	B2250129	FRT MEDAIL...	0,00	0,00	80,00	0,00	0	80
Juki AMS-221...	2023/01/31	EA2300778	S20013AE07D	MY0198277...	SEW RR LH...	0,00	0,00	120,00	0,00	0	120
Juki AMS-221...	2023/01/31	EA2301342	S20021AE02D	B2250128	FRT MEDAIL...	0,00	400,00	0,00	0,00	0	400
KSL	2023/01/31	EA2301344	S20021AD05G	B2250135	FRT ACCOU...	0,00	240,00	0,00	0,00	0	240
KSL	2023/01/31	EA2301345	S20021AC05G	B2250136	FRT ACCOU...	0,00	240,00	0,00	0,00	0	240
Mesa Triage...	2023/01/31	EA2301489	S16038AH02A	1270895TTF	REAR PANE...	0,00	40,00	0,00	0,00	0	40
Mesa Triage...	2023/01/31	EA2301490	FAC08HV03C	1270895XSF	REAR PANE...	0,00	40,00	0,00	0,00	0	40

Figura 24. Consulta da produção da costura automática no ERTSOFT (efetuado 01/02/2023)

Além disso, podemos verificar que a identificação das máquinas no sistema é distinta da que se utiliza em chão de fábrica, ou seja, Juki 25, Juki 26 e Juki 17. Quanto à máquina KSL, não se sabe, imediatamente, se se refere à KSL 1 ou KSL 2, sendo necessário consultar a descrição do artigo para se inferir. Com isto, seria importante alterar os dados das máquinas no sistema de forma que a consulta dos dados fosse mais rápida e prática.

Outro problema relacionado com os registos de produção é não haver separação das folhas que são entregues ao supervisor, não havendo organização por setor, turnos ou mês. O principal motivo é a não utilização dos dados.

Objetivo: Melhorar a fiabilidade do cálculo do OEE, começando por organizar os registos de produção.

Proposta de melhoria: Os dados preenchidos no registo de produção são essenciais para a análise do desempenho e do cálculo do OEE. Sendo que quanto maior o volume de dados precisos e atualizados, mais o valor do OEE reflete a realidade. Uma forma de simplificar a recolha de dados seria implementar equipamentos, por exemplo tablets, que funcionassem como registo de produção e permitissem aceder ao ERTSOFT, para inserir a produção quando a caixa estiver completa e inserir rejeitados no final do turno. Assim, em vez do registo ser preenchido em papel seria preenchido digitalmente. Efetivamente, apresenta inúmeras vantagens como minimizar o tempo de espera e o tempo de paragem da máquina, dado que o colaborador inseria informação no seu dispositivo quando possível. Outra vantagem seria assegurar a recolha de dados realistas e em tempo real relativos aos tempos de paragens e de produção. Porém esta solução apresenta condicionantes, dado que

requer um investimento em equipamentos eletrônicos. Atualmente, o setor da costura não apresenta grandes investimentos tecnológicos, possuindo apenas um computador para cinco postos de trabalho, no qual o colaborador pode retirar etiqueta PA e introduzir rejeitados no sistema. Pode-se inferir que por vezes o colaborador tem de esperar pela sua vez, ou em certos casos deslocar-se novamente ao computador pois o sistema está lento ou não é possível retirar a etiqueta PA ou introduzir rejeitados. Esta proposta de melhoria iria não só reduzir ou eliminar desperdícios de espera e de movimentação do colaborador, além de se obter um valor de OEE realista. Outro investimento sugerido seria inserir um sistema automático de recolha de dados para automatizar o OEE. A recolha de dados como velocidade e paragens do equipamento quando efetuada manualmente ou semi automatizada gera incertezas nas medições. As incertezas devem-se a perdas não reportadas tais como, micro paragens ou perdas de velocidade, erros devido ao fator humano e a falhas no processo de recolha de dados. Assim, as práticas convencionais geram limitações no processo de recolha de dados. Posto isto, o sistema automático possibilitaria a disponibilidade imediata dos dados e garantia a fiabilidade dos mesmos. Por conseguinte, permitiria monitorizar o desempenho dos equipamentos e tomar ações corretivas. Inicialmente, poder-se-ia começar por implementar um sensor de deteção de paragem de máquina, sendo o colaborador responsável por indicar o motivo.

Para solucionar a falta de organização dos vários registos entregues ao supervisor, dever-se-ia organizar os registos por setor, turnos e do mais recente para o mais antigo, agilizando assim a consulta dos mesmos.

Proposta de melhoria nº8

Situação Inicial: Não há aproveitamento total do equipamento nem do colaborador. Há situações em que não se trabalha na capacidade máxima devido à falta de matéria-prima ou a problemas de qualidade de uma referência na paleta. Com isto, opta-se por não costurar a peça dessa referência para não provocar defeitos, afetando o desempenho. Relativamente ao aproveitamento do colaborador pode ser aprimorado, através da polivalência. Em situações de falta de colaborador, é alocado na máquina outro, que nem sempre se sente apto, seguro e eficiente para atingir os objetivos, de tal forma que pode gerar desinteresse acerca da produção.

Objetivo: Melhorar o aproveitamento de recursos com o foco de tornar o processo eficaz e eficiente.

Proposta de melhoria: Em caso de ocorrência de defeitos numa referência específica dever-se-ia identificar e tentar eliminar ou reduzir a causa raiz. Por exemplo, o remate apresenta-se abaixo do limite dos *drills*, este problema poder-se-ia resolver modificando o programa. A inatividade em tomar uma ação, aumenta a probabilidade de ocorrência do defeito. Além disso, a organização deve focar na polivalência de forma que a substituição do colaborador não afete a produção expectável.

Proposta de melhoria nº9

Situação Inicial: O processo de triagem nem sempre é confiável, havendo situações de retriagem. Os colaboradores iniciantes nem sempre estão familiarizados com todas as especificações para classificar a peça como OK, podendo afetar a confiança do cliente.

Objetivo: Minimizar retriagem e custos de não qualidade

Proposta de melhoria: Deve-se alargar o período de formação, garantindo que o colaborador conhece todos parâmetros para aceitar ou rejeitar a peça. Posto isto, a empresa eliminaria um desperdício, a retriagem, bem como, custos futuros como a subcontratação de uma equipa de qualidade.

Algumas sugestões apresentadas são ambiciosas, uma vez que exigem o envolvimento das várias partes e um controlo rigoroso de forma a garantir a continuidade, não tendo sido concretizáveis durante o estágio. Contudo, pode-se começar por dar formação aos colaboradores, no sentido de melhorar a eficiência no trabalho e promover a sua motivação.

Em jeito de conclusão, o setor da costura apresenta lacunas em termos de dados de disponibilidade, que podem ser minimizados com investimentos em sensores. Desta forma, seria possível haver uma monitorização do tempo de paragem, uma maior precisão dos dados possibilitando tomar decisões fundamentadas com o objetivo de evitar paragens. A disponibilidade é afetada por falhas, avarias, setups e afinações. O desempenho depende do tempo de ciclo e do tempo de funcionamento, afetando o total de peças produzidas. Define-se como tempo de ciclo, o tempo que uma peça demora a estar acabada, deste modo, pode apenas ser melhorado através da alteração do programa. Contudo o desempenho do equipamento está relacionado com o desempenho do colaborador, uma vez que o número de peças produzidas não depende, exclusivamente, do equipamento como também da motivação e agilidade do colaborador. No decorrer do estágio foram várias vezes identificadas perdas de desempenho, seja por micro paragens da máquina ou por redução da velocidade. Além disso, é de realçar esperas pela manutenção que afetam o tempo de funcionamento, pois a máquina encontra-se parada. Em relação à qualidade, a principal causa é a perda de qualidade na mudança de projeto e defeitos e retrabalhos, havendo situações em que se costuram peças com dimensional nok, esperando que a tensão de linha da costura e o tempo de quarentena levem a peça a ter dimensões ok.

4.4 Cálculo do OEE na costura

Como já foi mencionado anteriormente, o setor do estágio passou do corte para a costura, e por isso, a recolha de dados na costura é limitada apenas a 3 meses (fevereiro, março e abril). Ao contrário do setor do corte, os dados do setor da costura não são tão precisos e completos, tendo sido a principal dificuldade na análise dos mesmos, uma vez que nem sempre os registos de produção são bem preenchidos. Outra condicionante é a falta de registos de determinados dias, não sendo possível apurar o motivo, se se deve a paragem planeada ou não planeada, por exemplo devido a avaria ou se não trabalhou em determinados dias. Nas situações em que não há qualquer registo foi considerado que o tempo planeado é zero, ao invés de assumir a situação mais provável: o equipamento encontra-se avariado. O principal objetivo é não influenciar o valor das paragens não planeadas e não condicionar o indicador de disponibilidade.

4.4.1 Recolha de dados

O cálculo do OEE foi efetuado recorrendo ao registo de produção, preenchido manualmente em papel, e ao sistema, ERTSOFT. Como já foi referido anteriormente, o estudo iniciou-se com a exportação de dados de produção do sistema e comparação com a realidade, por exemplo, consulta dos registos de produção e observação do processo. O objetivo é garantir que os dados que se encontram no sistema são fiáveis para se efetuar um estudo fidedigno. Concluiu-se que o ERTSOFT pode apresentar algumas incongruências relativamente à produção, optando-se por consultar os registos de produção preenchidos pelo colaborador.

Na Tabela 12 são apresentados os campos presentes no registo de produção.

Tabela 12. Apresentação e descrição dos campos do registo de produção da costura

Campos	Descrição
Produção	Número de peças conformes.
Rejeitados	Número de peças não conformes.
Objetivo	Número de peças que se espera costurar num determinado período de tempo, tendo em conta o projeto.
OF	Ordem de Fabrico.
Referência	Referência da peça a costurar.

Campos	Descrição
Avaria	Em caso de avaria, o colaborador deve preencher o campo com a informação que considere relevante.
Observações	O colaborador pode apresentar informação que considere relevante. Em casos de baixo desempenho, é uma forma do colaborador apresentar justificação.

Os dados dos registos de produção são tratados para se calcular os componentes do OEE, ou seja, tempo planeado, paragens programadas, paragens não programadas, tempo de funcionamento, tempo de produção OK, tempo de produção nok, produção (peças ok) e defeitos. De seguida, calcula-se a disponibilidade, desempenho, qualidade, e por fim, o OEE.

Relativamente à disponibilidade, calculou-se o tempo de funcionamento, tempo planeado e as paragens planeadas. As paragens planeadas do turno da manhã (turno 1) e do turno da tarde (turno 2) totalizam 50 min, considerando duas pausas de 10 min cada e pausa para a refeição de 30 min. O turno da noite (turno 3) totaliza 40 min, pausa de 10 min e pausa para a refeição de 30 min. Quanto ao turno do fim de semana (turno 4) o total é 60 min, contabilizando 3 pausas de 10 min e 30 min para refeição. Resumidamente, as paragens planeadas nos dias úteis são 140 min, e no fim de semana são 60 min. As paragens não planeadas foram recolhidas dos registos de produção, calculando-se assim o tempo de funcionamento. De seguida, procedeu-se ao cálculo do desempenho, no qual através dos objetivos considerados pela empresa, inferiu-se o tempo de ciclo, apresentado na tabela seguinte.

Tabela 13. Cálculo do tempo de ciclo da costura tendo por base os objetivos estabelecidos pela empresa

			JUKIS		
Projeto	KSL 1	KSL 2	P2QO	OV51	ZAFIRA
Objetivo /h	80	85	54	66	80
Tempo de ciclo	0,75	0,71	1,11	0,91	0,75

A produção total, peças ok e peças nok foram recolhidas dos registos de produção. Posteriormente, calculou-se a qualidade e por fim, o valor do OEE para cada máquina.

4.4.2 Disponibilidade

A disponibilidade é condicionada pelas paragens, sejam planeadas ou não planeadas. Na costura, como no corte, os colaboradores do turno 1 e do turno 2, têm direito a 50 minutos de intervalo. O turno 3 têm direito a 40 minutos e o turno 4 a 60 minutos. É de notar, que os intervalos não são obrigatórios e que por vezes os colaboradores não utilizam o tempo total, afetando, positivamente, a disponibilidade. Isto pode dever-se a três situações: avarias que provocam atrasos na produção da carga; pedido do cliente ser superior ao esperado, obrigando as máquinas a trabalhar na sua capacidade máxima, sem paragens ou ao trabalho dos colaboradores em formação, que “cobrem” os intervalos.

Na Tabela 14 apresenta-se os valores da disponibilidade, graficamente, representados na Figura 25. Verifica-se que a Juki 26 e a KSL 2 apresentam uma disponibilidade superior em abril do que no início do estudo, em fevereiro, enquanto que na Juki 25 e na KSL 1 ocorre o contrário.

Tabela 14. Valores da disponibilidade da costura

	fevereiro	março	abril
Juki 25	99%	98%	97%
Juki 26	93%	94%	97%
KSL 1	97%	100%	92%
KSL 2	94%	89%	95%

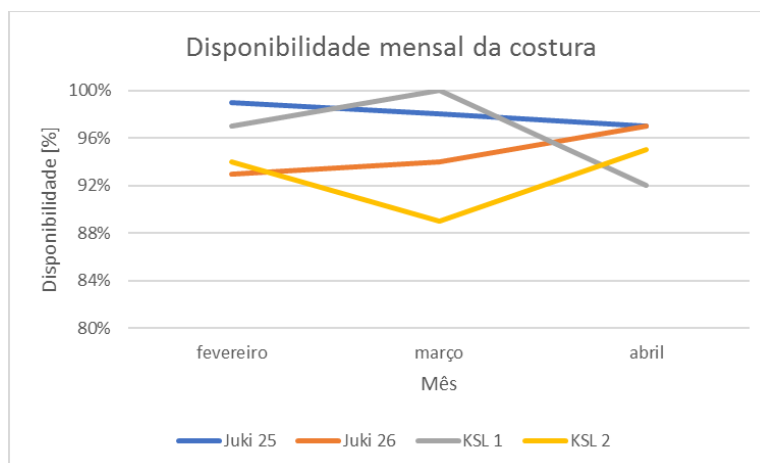


Figura 25. Evolução da disponibilidade da costura

As paragens planeadas devem-se, essencialmente, à troca de referência e projeto, e consequentemente, a afinações, abastecimento, troca de agulha/linha/canela e confirmação das especificações da peça com o *gabarit* e medição dos remates no início do turno. Com menos frequência, verificam-se paragens devido a formações.

Quanto a paragens não planeadas, espera pela manutenção e espera de peças de reserva condicionam, negativamente, a disponibilidade da máquina. As causas das paragens não planeadas documentadas nos registos de produção apresentando-se na figura seguinte.

Causas das paragens não planeadas relatadas pelos colaboradores	
Remates nok que levam a ajustes do programa pela engenharia	Parafusos soltos
Calcador descentrado	Teste de novas paletes com a engenharia
Calcador solto	Falta de colaborador
Substituição da bobina	Organizar posto de trabalho antes de começar a trabalhar
Afinações devido a costura irregular	Falha no corte de linha
Ajustes no tensor de mola e ajustes de tensão	Irregularidade da paleta
Problemas na linha como, retira linha não retorna à posição inicial no final de cada costura	Pedal de arranque não funciona
Fuga de ar no vácuo	Máquina com temperatura elevada
Substituição de componentes da máquina, por exemplo, lâmina, agulhas, molas de tensão	Excesso de linhas na viela
Desenfia linha o que pode provocar enrolamento dentro da máquina originando bloqueio total da máquina	Limpeza e substituição das peças
Erros no programa	Agulha de costura incorreta

Figura 26. Causas apresentadas no registo de produção da costura

Outra paragem não planeada relatada pelo turno 1 é a falta de organização do turno 3, que poderia ser facilmente resolvida recorrendo à metodologia 5S. O turno da noite não abastece a máquina, não troca o cone de linha vazio, não limpa a mesa, nem tira PA. Desta forma, o turno da manhã começa por organizar o local de trabalho, ao invés de começar a produção. Esta situação poderia ser resolvida com a contratação de um supervisor para o turno da noite.

Na Tabela 15 apresenta-se a disponibilidade dos turnos. Verifica-se que o turno 1 da Juki 26 é o que apresenta o menor valor de disponibilidade em comparação com os restantes turnos das quatro máquinas, e que o turno 2 da respetiva máquina apresenta o valor máximo de disponibilidade (100%). Esta discrepância deve-se à falta de informação de paragem do turno 2, que em vez de afetar o índice de disponibilidade do equipamento, afeta a produção. Analisando a disponibilidade da KSL 1 e da KSL 2, a KSL 2 apresenta valores mais baixos. Uma possível causa são as avarias que, por vezes, obrigam a manutenção externa, por parte do fabricante do equipamento. Além disso, o valor da disponibilidade da KSL 2 do turno 3 é o mais baixo devido ao setor da manutenção trabalhar de prevenção à noite.

Tabela 15. Disponibilidade de cada turno na costura

	Disponibilidade			
	Juki 25	Juki 26	KSL1	KSL2
T1	99%	87%	96%	92%
T2	99%	100%	98%	95%
T3	98%	97%	99%	90%
T4	94%	96%	91%	-

A principal condicionante acerca da precisão dos valores acima apresentados deve-se ao facto que nem todos os colaboradores indicam o tempo e/ou motivo da paragem não planeada, essencialmente da manutenção. Além disso, relativamente ao tempo de setup não há qualquer valor referência, e depende da sensibilidade do colaborador para ajustar os parâmetros da máquina, sendo variável de colaborador para colaborador. Com a implementação do novo registo de produção será possível criar um valor de referência para as mudanças de setup. Na análise dos dados não se consideraram valores padrão para troca de setup, sendo o tempo de setup relatado pelo colaborador considerado uma paragem não planeada devido aos problemas que apresentou na afinação da máquina. Os colaboradores relatam normalmente problemas nas afinações no registo de produção, quando não se atinge o objetivo nessa hora. Para se obterem valores de disponibilidade precisos e reais seria relevante criar uma lista codificada com as principais paragens. Na Tabela 16 apresenta-se uma sugestão com os principais motivos de paragens, sendo possível ao colaborador assinalar o motivo e a duração da paragem.

Tabela 16. Sugestão de codificação para paragens não programadas do equipamento da costura

<u>Código</u>	<u>Descrição/Componente</u>	<u>Código</u>	<u>Descrição/Componente</u>
A1	<u>Abastecimento</u>		Parafusos
A2	<u>Afinações</u>		Pedal de arranque
AP1	<u>Ajustes de programa</u>		Programa errado
A2	Avaria		Retira linha
	Agulha partida ou errada		<u>Espera</u>
	Bloqueio da máquina	EM1	Manutenção
	Calcador descentrado e/ou solto	E2	Engenharia
	Corte de linha	E3	Material
	Fuga de ar	O1	<u>Falta de operador</u>
	Lâmina de corte	M1	<u>Mudança de projeto</u>

<u>Código</u>	<u>Descrição/Componente</u>	<u>Código</u>	<u>Descrição/Componente</u>
	Linha na viela	M2	<u>Mudança de lado</u>
	Molas de tensão	L	<u>Limpeza</u>
	Palete irregular	T1	<u>Testes de máquina</u>

4.4.3 Desempenho

O desempenho é afetado por perdas de velocidade. Esta ocorre de forma a minimizar avarias na máquina e evitar rejeitados. Este parâmetro é condicionado por micro paragens, ou seja, pequenas paragens/interrupções devido ao mau funcionamento do equipamento. Além disso, dependendo do colaborador, o detalhe apresentado no campo das observações na folha de registo é diferente. Desta forma, a padronização da folha de registo seria uma mais valia para a fiabilidade dos dados. O desempenho varia também com a experiência do colaborador, que no início se encontra em formação com um colaborador mais experiente. Desta forma, é expectável que a falta de experiência se reflita na produção, uma vez que não responde, eficaz e eficientemente, a micro paragens.

Na Tabela 17 apresenta-se os valores do desempenho. Analisando a Figura 27, verifica-se que, geralmente, as máquinas apresentam um valor mais elevado em abril do que em fevereiro, sendo a KSL 2 a única a obter valores superiores ao de referência (95%). A KSL 1 diminui para 93% no mês de abril, devido a micro paragens, como palete ter bloqueado, perder as referências dos pontos, não cortar a linha, reiniciar a máquina, rutura de fio e erro no programa. O aumento do desempenho da Juki 25 e Juki 26 deveu-se à implementação do sistema de duas paletes, eliminando as micro paragens e atividades de setup indefinidas.

Tabela 17. Valores do desempenho da costura

	fevereiro	março	abril
Juki 25	86%	93%	93%
Juki 26	90%	88%	95%
KSL 1	95%	95%	93%
KSL 2	93%	96%	98%

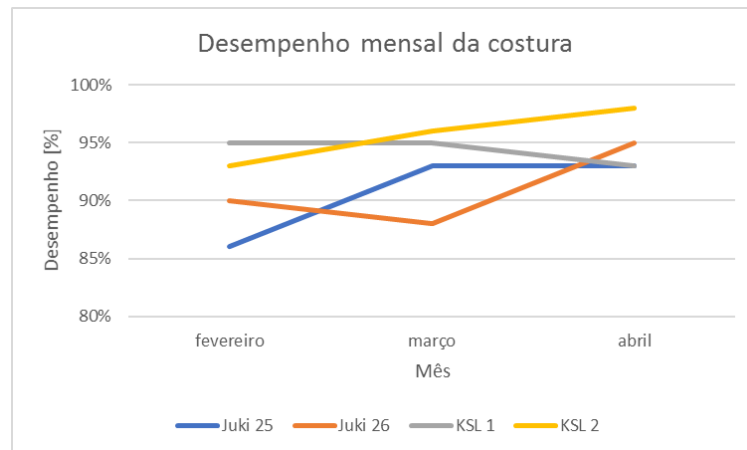


Figura 27. Desempenho da costura

No que se refere ao desempenho de cada turno, apresenta-se a Tabela 18. É de notar que o desempenho da Juki 26 no turno 4 é superior a 100%, devido ao tempo de ciclo considerado ser superior ao tempo de ciclo real, referente ao projeto Zafira, que é produzido, maioritariamente neste turno. Outro motivo é a utilização do sistema de duas paletes que permitiu reduzir o tempo de preparação e por isso é expectável aumentar a produção.

Quanto ao desempenho nos outros turnos, apresentada na Tabela 18, deve-se à entrada de novos colaboradores, essencialmente no turno 1 e no turno 2, uma vez que é, maioritariamente, nestes turnos que se efetua o período de formação.

Tabela 18. Desempenho de cada turno na costura

	Desempenho			
	Juki 25	Juki 26	KSL1	KSL2
T1	90%	84%	96%	96%
T2	83%	89%	90%	96%
T3	98%	92%	96%	94%
T4	96%	104%	97%	-

4.4.4 Qualidade

Na Tabela 19 apresentam-se os valores de qualidade da costura, graficamente, apresentados na Figura 28, verificando-se que os valores não variam significativamente.

Ambas as Jukis apresentam o mesmo valor durante os três meses. A KSL 1 apresenta valores acima ou igual ao valor de referência (99%). A KSL 2, apresenta um ligeiro decréscimo devido problemas no equipamento que afetam a qualidade da peça.

Tabela 19. Valores de qualidade da costura

	fevereiro	março	abril
Juki 25	98%	98%	98%
Juki 26	98%	98%	98%
KSL 1	100%	100%	99%
KSL 2	98%	96%	97%

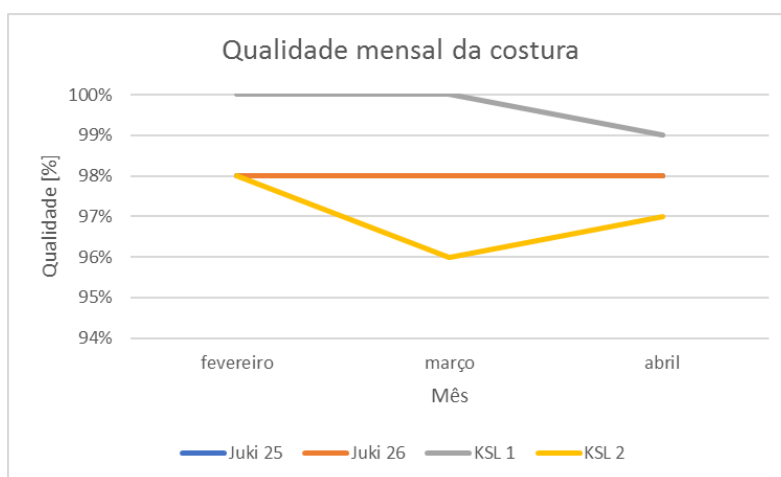


Figura 28. Qualidade da costura

Acerca da qualidade de cada turno, apresenta-se a Tabela 20. O turno 1 da Juki 25 e da Juki 26 apresentam valores mais baixos em comparação com os restantes turnos. As principais causas devem-se à falta de informação sobre rejeitados no registo de produção, problemas na máquina, troca de projeto que ocorre, maioritariamente, no turno 1. Em relação à KSL 1 e à KSL 2, a KSL 2 apresenta valores menos satisfatórios, tendo o turno 3 o valor mais baixo (95%) das quatro máquinas.

Tabela 20. Qualidade de cada turno na costura

	Qualidade			
	Juki 25	Juki 26	KSL1	KSL2
T1	96%	96%	99%	96%
T2	100%	99%	100%	100%
T3	99%	99%	99%	95%
T4	97%	98%	100%	-

Este índice está relacionado com a experiência do colaborador, uma vez que consegue evitar a produção de peças nok e que na ocorrência de defeitos, o colaborador deve tomar ações imediatas para eliminar as causas. Relacionado com a experiência do colaborador, está o processo de triagem, que nem sempre é confiável. Os colaboradores iniciantes nem sempre estão familiarizados com todas as especificações para classificar a peça como OK.

Para se estudar a frequência dos defeitos, construiu-se um diagrama de Pareto, Figura 29. Os dados foram obtidos pelo sistema, desde janeiro até março de 2023. Pela análise é facilmente perceptível que os remates nok, dimensional nok e marcas são os principais motivos que levam à rejeição. O remate nok está diretamente relacionado com a máquina, as marcas derivam não só da máquina, como da perda de óleo ou da sujeidade do tampo da mesa, ou de defeitos assinalados da matéria prima. Relativamente ao dimensional nok antes da peça ser costurada depende do processo de laminação, do estendimento e dos parâmetros do corte. No caso de ser rejeitada depois de costurada depende também da costura devido à tensão de linha.

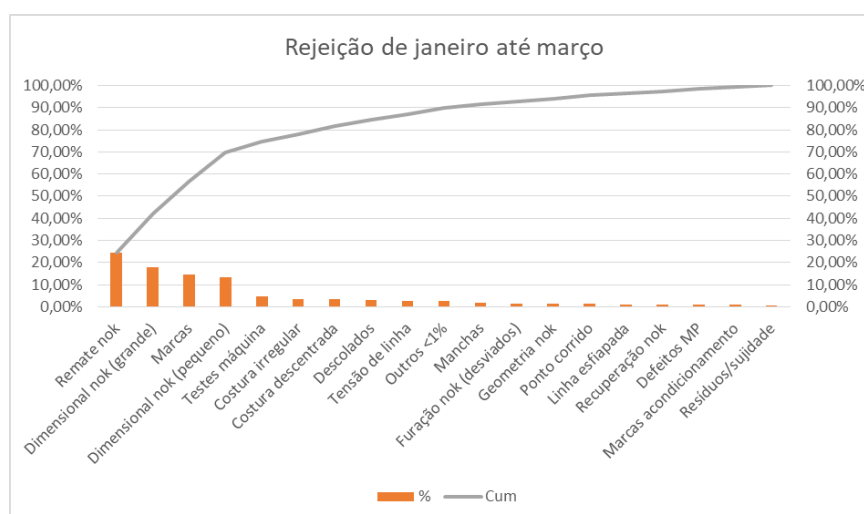


Figura 29. Diagrama de Pareto dos principais defeitos no setor da costura

Para identificar possíveis causas do produto com defeito construiu-se um diagrama de espinha de peixe, apresentada na Figura 30. Assim, a principal causa refere-se ao método e, posteriormente, ao material. Os parâmetros de afinação são abrangentes, o que inicialmente leva à rejeição de várias peças até se afinar a máquina. De seguida, quando a máquina apresenta variabilidade no defeito de uma determinada peça, opta-se por continuar a produzir. Caso continue a apresentar defeitos, a referência da peça é desativada, em vez de se recorrer à engenharia para inferir a causa. Outra causa integrada no método é não haver supervisor no turno da noite para auxiliar e monitorizar os colaboradores com o foco de minimizar os erros humanos como costurar com o programa, linha e/ou agulha errada, bem como, auxiliar o colaborador quando começar a produzir peças nok. Por fim, não haver uma rotina definida da troca de ferramentas pode levar à produção de peças nok. Quando se apresentam várias peças nok, o colaborador verifica o estado da agulha, acabando normalmente por a substituir e verificar se resolve o problema. Desta forma, se fosse definido uma rotina de substituição de agulha, esperar-se-ia uma redução de peças nok. Relativamente ao material, as peças antes de costurar, por vezes, apresentam dimensões nok que costuradas continuam a ser rejeitadas. Além disso, a matéria prima, por vezes, apresenta defeitos que impossibilitam a recuperação da peça. O estado das agulhas, como já referi anteriormente, afeta a costura, sendo fulcral garantir a existência de agulhas para substituir.

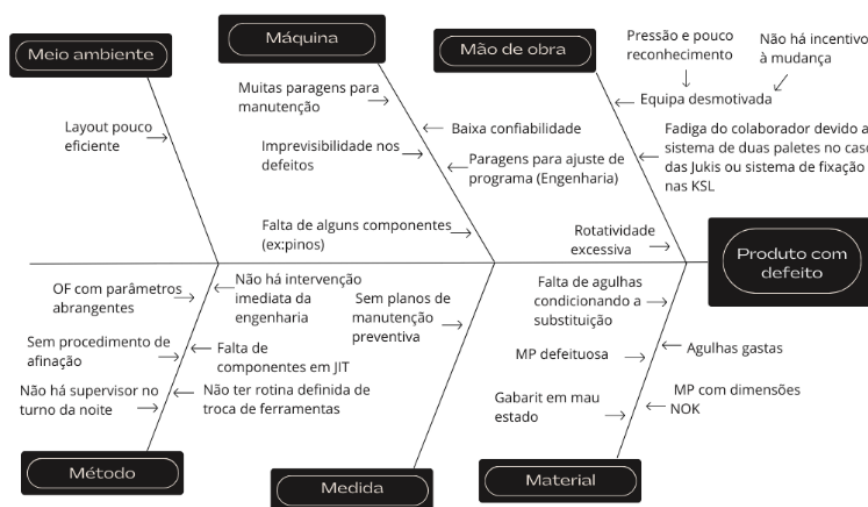


Figura 30. Diagrama de Causa e Efeito dos defeitos na costura

4.4.5 OEE

Os valores do OEE mensais de cada máquina são apresentados na Tabela 21, apresentando-se no **Apêndice VIII** os valores de cada turno e máquina nos três meses (fevereiro, março e abril). No respetivo apêndice apresenta-se valores superiores a 100%, por exemplo o valor do turno 4 no mês de fevereiro. O motivo

é o tempo de ciclo estabelecido pela empresa do projeto Zafira ser superior ao tempo de ciclo real. Este valor deve-se a 89% da produção ser relativo ao projeto Zafira, onde normalmente se produz mais que o objetivo estabelecido.

Tabela 21. Valores do OEE da costura

	fevereiro	março	abril
Juki 25	84%	89%	89%
Juki 26	82%	81%	90%
KSL 1	92%	94%	85%
KSL 2	86%	82%	91%

Na Figura 31 apresenta-se a evolução da disponibilidade, desempenho e qualidade nas diferentes máquinas e como afetam o valor do OEE mensalmente. Analisando a seguinte figura, é de salientar que a Juki 25 apresenta um acréscimo do desempenho, não havendo grandes variações na disponibilidade e na qualidade. Quanto à Juki 26, há um acréscimo da disponibilidade e do desempenho, mantendo-se constante a qualidade. Quanto à KSL 1 verifica-se, em geral, um decréscimo da disponibilidade, desempenho e qualidade. O desempenho da KSL 2 aumentou, gradualmente, enquanto que a qualidade diminui e a disponibilidade aumentou residualmente. Quanto ao valor do OEE houve um aumento, generalizado, de fevereiro para abril. O valor de OEE do setor da costura encontra-se dentro dos valores de referência mundial, sendo a KSL 2 a máquina com um valor mais elevado (91%), seguida da Juki 26, Juki 25 e, por fim, KSL 1. O aumento do desempenho e da disponibilidade permitiu atingirem-se valores de referência mundial, uma vez que a qualidade se manteve, praticamente, inalterada durante os três meses.

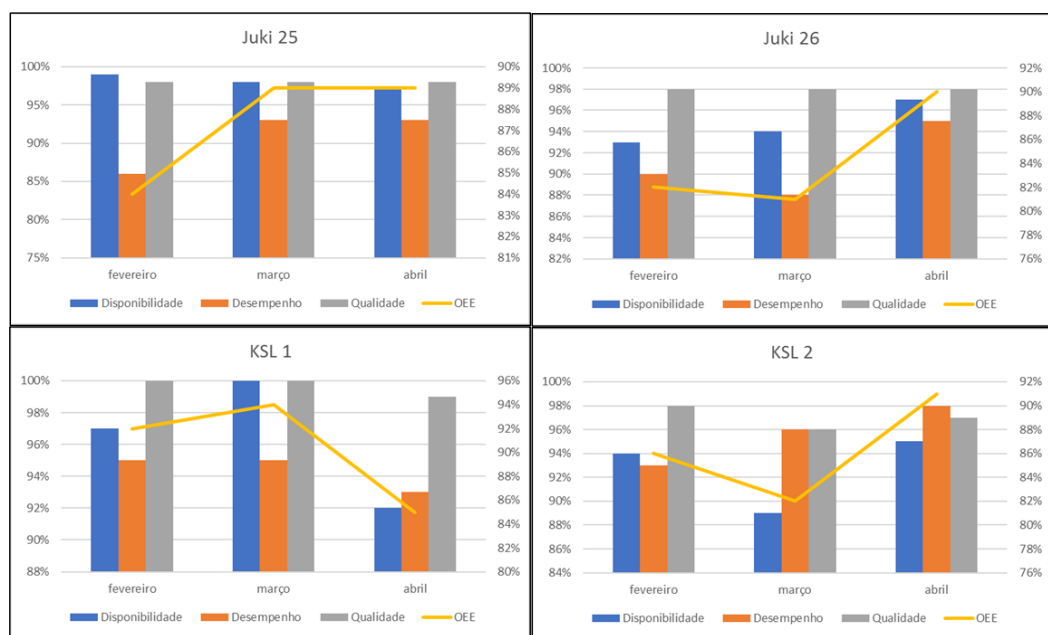


Figura 31. Evolução dos valores de disponibilidade, desempenho, qualidade e OEE da costura durante fevereiro, março e abril.

4.5 Ações de melhoria implementadas em chão de fábrica

4.5.1 Alteração do programa de costura

Ao longo do estágio foi possível acompanhar a implementação de algumas ações de melhoria com o objetivo de aumentar a capacidade do processo. Uma das melhorias começou por ser implementada na KSL 2 visando a diminuição do tempo de ciclo, através da alteração do programa de costura, Figura 32.

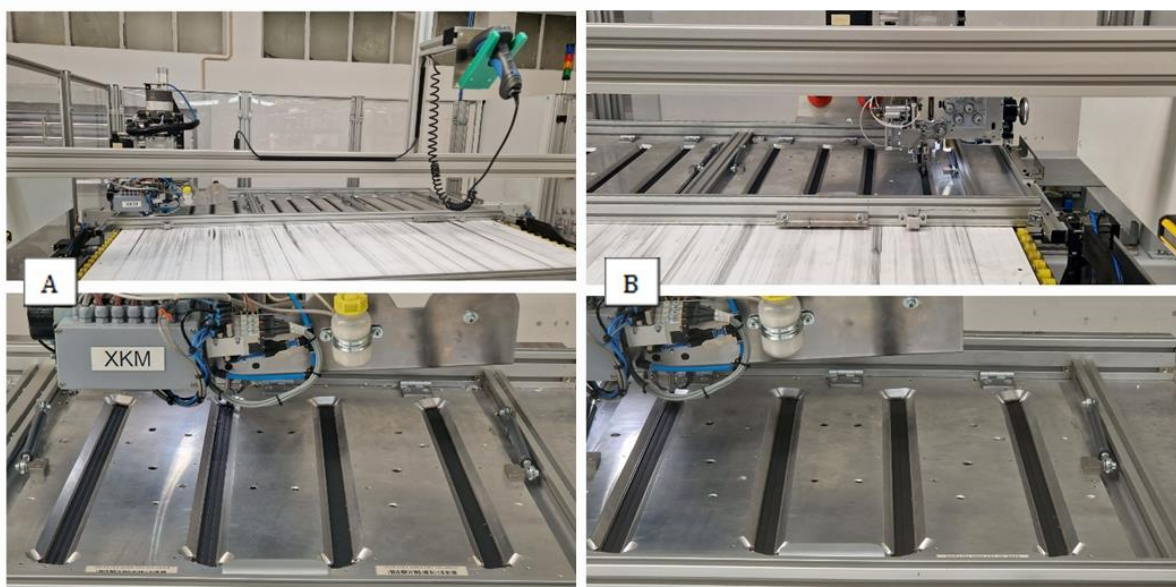


Figura 32. Mudança de programa, da imagem A) Programa antigo no qual costura peça a peça, da esquerda para a direita, para imagem B) Programa novo, costura a linha funcional primeiro, da esquerda para a direita, e depois linha decorativa do ninho³ á direita para o ninho á esquerda.

A situação inicial da costura é a máquina deslocar-se do parque⁴ para o lado esquerdo, começando por costurar a linha funcional (representada a preto) e de seguida a linha decorativa (representada a cinza), peça a peça, deslocando-se do ninho esquerdo para o direito. Identifica-se que a deslocação inicial é desnecessária, uma vez que não costura e pode ser eliminada. Com isto, o novo programa elimina a deslocação inicial, costurando do ninho direito para o ninho esquerdo. Começa por costurar todas as linhas funcionais, e no fim da paleta, ou seja, no último ninho esquerdo, começa a costurar a linha decorativa até chegar ao último ninho do lado direito. Finalizada a costura, a cabeça da máquina desloca-se para o parque, procedendo-se, de seguida, à troca de paleta.

Para garantir a precisão nas medições, foi definido como início o momento que se inicia a troca de paleta, e como fim, o momento que a cabeça da máquina para no parque. Concluiu-se que uma paleta, ou seja, o conjunto das doze peças, que estão divididas por três ninhos, demora 8 minutos e 20 segundos a ser costurada. O programa foi alterado pelo fabricante da máquina, sendo acompanhado pela equipa de engenharia e qualidade de modo a verificar a qualidade das peças. Na Tabela 22 apresentam-se as melhorias alcançadas. Depois de aprovado, o novo tempo de costura de uma paleta (novo programa) é 6 minutos e 46 segundos, verificando-se, imediatamente, uma redução de 1 minuto e 34 segundos do tempo de costura de

³ Conjunto de quatro peças, representado na imagem A e B. Ao conjunto de três ninhos dá-se o nome de paleta.

⁴ Designação atribuída ao sítio que a máquina se encontra parada quando há troca de paleta ou para resolver alguma anomalia na máquina.

uma paleta, ou seja, uma melhoria de 19%. Em consequência, há um aumento de 433 peças por dia, o que representa um aumento em 23% da capacidade da máquina.

Tabela 22. Análise da melhoria efetuada na KSL 2

	Tempo de costura de 1 paleta (12 peças)		[peças/h]
	[min]	[min]	
Situação Inicial	08:20	8,333	86
Novo programa	06:46	6,767	106

Melhorias:

Diminuição tempo	01:34	[min]
	19%	
Aumento capacidade	20	[peças/h]
	433	[peças/dia]
	23%	

4.5.2 Implementação de duas paletes no processo de costura das Juki

Outra melhoria implementada advém do acompanhamento do processo de costura das Jukis. A partir da análise inicial das atividades do estudo SMED, apresentado no Apêndice VI, analisou-se todas as atividades do colaborador, “dissecando” o tempo despendido pelo colaborador no processo. Pela observação, rapidamente se identificou que o tempo de preparação da paleta era uma tarefa interna que podia ser convertida em tarefa externa. Posto isto, foi construída mais uma paleta para alguns projetos para que esta possa ser abastecida enquanto a máquina costura. Em consequência, minimiza o tempo de paragem da máquina, uma vez que, só se procede apenas à troca de paleta e não ao tempo de remover as peças costuradas, tempo de colocar as peças a costurar e do tempo gasto em deslocações. Na tabela seguinte, é apresentado o tempo de costura e preparação de cada projeto, comparando com uma paleta e com duas. É de notar que o projeto mais beneficiado com esta implementação é o P2QO Alcântara, com a maior redução do tempo de preparação e aumento da capacidade.

Tabela 23. Melhorias na capacidade e no tempo de preparação, utilizando uma paleta ou duas paletes em cada projeto.

Projeto	Tempo com 1 paleta [s]	Tempo com 2 paleta[s]	Redução do tempo de preparação [%]	Aumento da capacidade [%]
OV INSERTS	75	67	11%	10 %
ZAFIRA	137	120	12%	15%
P2QO ALCANTARA	101	86	15%	17%

Contudo, o sistema de duas paletes ainda não se encontra concluído, uma vez que nem todos os projetos possuem duas paletes.

4.5.3 Alteração do layout da costura

Para se implementar o sistema de duas paletes foi necessário modificar o *layout* das Jukis, devido ao seu tamanho e à necessidade de trocar de paletete. A situação inicial do *layout* apresenta desperdícios: deslocamentos, apresentadas a vermelho na Figura 33. Considerando que a máquina está em funcionamento e o colaborador espera pela peça ser costurada, os movimentos e deslocamentos são os seguintes:

Passo 1- Quando a máquina termina a costura o colaborador abre a paletete e retira a(s) peça(s) costuradas,

Passo 2- O colaborador desloca-se para a mesa de apoio, onde pousa as peças que serão de seguida, verificadas com o *gabarit*, cortadas as pontas e, se necessário, queimadas,

Passo 3- O colaborador desloca-se para a caixa de MP, para abastecer a máquina,

Passo 4- O colaborador desloca-se da MP para a máquina, sendo iniciada de seguida a costura,

Passo 5- Enquanto a máquina está em funcionamento, o colaborador desloca-se para a mesa de apoio para triar e finalizar a peça costurada,

Passo 6- Quando a peça estiver triada o colaborador desloca-se para a mesa de PA, para embalar,

Passo 7- O colaborador desloca-se para a frente da máquina. Repetindo-se assim o processo.

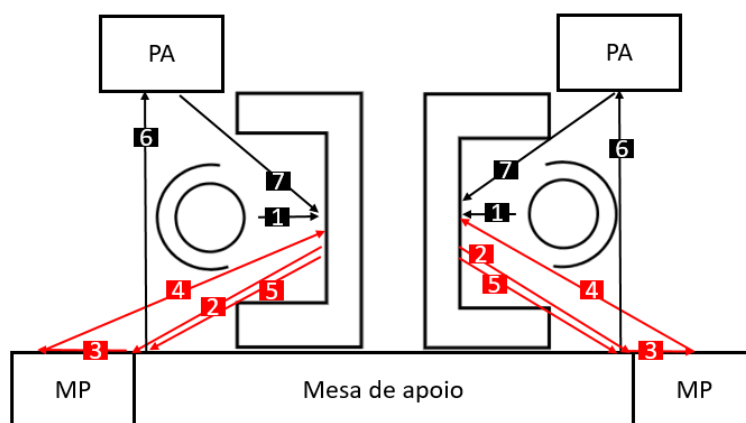


Figura 33. Layout da situação inicial das Jukis

Este procedimento não é uniforme para todos os colaboradores, uma vez que alguns deles conseguem minimizar deslocamentos, por exemplo, possuindo as peças para costurar perto da paletete e substituindo imediatamente as peças costuradas por peças a costurar executando, de seguida, o programa. Depois é que se deslocam com as

peças costuradas para a mesa de apoio. Considerando que o colaborador se encontra à frente da máquina com as peças para abastecer, o procedimento deveria ser o seguinte:

Passo 1- Quando a máquina termina a costura o colaborador abre a paleta e retira a(s) peça(s) costuradas,

Passo 2- O colaborador substitui as peças, pondo de seguida a máquina a funcionar,

Passo 3- O colaborador desloca-se para a mesa de apoio para triar e finalizar a peça,

Passo 4- O colaborador desloca-se para a mesa de PA para embalar a peça,

Passo 5- O colaborador desloca-se para a MP para pegar nas peças a costurar,

Passo 6- O colaborador desloca-se para a frente da máquina com as peças a costurar verificadas.

Apesar de haver a redução de um passo, o procedimento adotado por alguns colaboradores, minimiza o tempo de preparação da paleta e, por conseguinte, o tempo da paragem da máquina, além de se reduzir as deslocações do colaborador.

A alteração do layout deveu-se à implementação do sistema de duas paletes. Contudo, não foi possível eliminar todos os desperdícios. O principal motivo deveu-se ao pouco espaço disponível no setor da costura, não tendo sido possível otimizar o *layout* sem modificar o *layout* de outro setor.

Na Juki 25, a mesa de MP serve para abastecer a máquina com matéria prima, para trocar de paleta, triar e finalizar peças. Depois das peças costuradas estarem finalizadas, o colaborador desloca-se para a mesa de PA, para embalar. A Juki 26 difere da Juki 25, uma vez que a mesa de MP é utilizada para troca de paleta e substituição de peças e possui uma mesa de apoio, que serve para triar, finalizar a peça e embalar. O colaborador desloca-se, de seguida, para a mesa de PA. Pela análise da Figura 34, verifica-se que o colaborador alocado à Juki 26 desloca-se mais que o colaborador da Juki 25, devido a deslocar-se à mesa de apoio, por exemplo para confirmar a peça com o *gabarit*.

Para minimizar as deslocações e o tempo de paragem, apresenta-se o procedimento mais indicado. Considerando que o colaborador se encontra à frente da máquina, quando termina a costura,

Passo 1- O colaborador troca as paletes e põe a máquina a costurar,

Passo 2- O colaborador desloca-se para a mesa de MP, retirando as peças costuradas e abastece a paleta,

Passo 3- Se possível cortar e queimar pontas nesse local, no caso da Juki 26 pode ser necessário deslocar-se até a mesa de apoio para usar o *gabarit*,

Passo 4- O colaborador desloca-se com as peças ok para a mesa de PA,

Passo 5- O colaborador desloca-se para a frente da máquina e aguarda que a costura acabe.

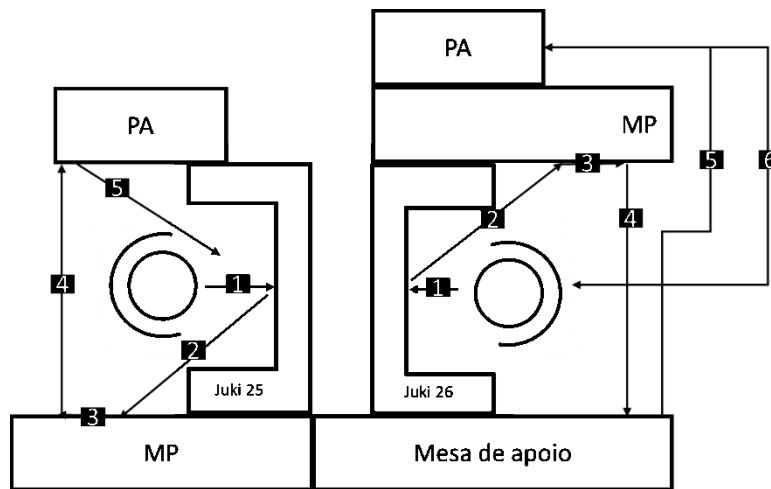


Figura 34. Layout da situação futura das Jukis

O procedimento apresentado não se encontra padronizado, diferindo de colaborador para colaborador. Há colaboradores que trabalham sempre com as duas paletes, enquanto outros não. Há colaboradores que abastecem a segunda paleta enquanto a máquina está em funcionamento, (tarefa externa), enquanto outros, com a máquina parada, (tarefa interna).

4.5.4 Alteração do registo de produção

Tendo como objetivo a disponibilidade e fiabilidade dos dados da produção, mais concretamente, o tempo de paragem e o motivo, procedeu-se à alteração do registo de produção. Na figura seguinte apresenta-se a alteração do registo de produção das Jukis.

Situação Inicial

Indicador Produtividade

Unidade: U7 Posto: _____

Turno: 1º turno Operador: _____

Dia: / / 2023 Supervisor: Liliana Andrade

HORAS	Objetivo	Produção	Rejeitados	OF	Referência
06:00/07:00					
07:00/08:00					
08:00/09:00					
09:00/10:00					
10:00/11:00					
11:00/12:00					
12:00/13:00					
13:00/14:00					
14:00/14:30					
TOTAL					

Avarias:

OBSERVAÇÕES:

Situação Futura

Indicador Produtividade Juki

Unidade: U7 JUKI 25

Turno: 1º turno JUKI 26

Dia: / / 2023 Operador: _____

Supervisor: _____

HORAS	Projeto	Objetivo	Produção	Rejeitados	OF	Referência
06:00/07:00						
07:00/08:00						
08:00/09:00						
09:00/10:00						
10:00/11:00						
11:00/12:00						
12:00/13:00						
13:00/14:00						
14:00/14:30						
TOTAL						

Rejeitados	Quantidade	Paragens	Tempo
Remate nok		Afinações por:	
Tensão de linha		Ponto corrido	
Ponto corrido		Linha esfiapada	
Ponto falso		Ponto solto	
Fim de canela		Costura desviada	
Geometria NOK			
Linha esfiapada			
Costura descentrada		Troca de Projeto	Tempo
Descolados		→ OV P/C	
Costura irregular		→ OV Alcantara	
Largura costura nok		→ P100	
Linha torcida		→ ZAFRA	
Recuperação nok		→ P200	
Marcas		→ P200 Alcantara	
TOTAL			

Observações:

PO3MAN08 REV00 de 27-09-2023
Classificação: Uso Interno

Figura 35. Alteração do registo de produção das Jukis

No **Apêndice VII** apresenta-se a situação inicial e a situação futura, ou seja, o novo registo de produção para todas as máquinas. Contudo, o novo registo não responde a todos os problemas, não permitindo saber, com precisão, o tempo alocado em cada projeto, ou seja, durante uma hora de trabalho o colaborador produziu x peças, nem saber quantas correspondem ao projeto A e quantas correspondem ao projeto B. Para colmatar esta limitação, o colaborador poderia preencher o horário de início e de fim do projeto, ao invés de apresentar a produção por hora.

Com o intuito do novo registo de produção ser preenchido corretamente e da mesma forma por todos os colaboradores, foi dada uma breve explicação das alterações bem como, da sua relevância. Além disso, foi dada uma formação aos colaboradores relativamente ao OEE, começando por evidenciar a correlação entre perdas e OEE. Deu-se ênfase à necessidade de informar o motivo e apresentar uma estimativa de tempo das pausas não planeadas no registo de produção. Além disso, reforçou-se a ideia de que perdas como deslocações e esperas afetam o valor deste indicador, sendo fulcral minimizá-las.

5 CONCLUSÕES

O objetivo do estágio foi analisar e melhorar o cálculo do OEE, bem como fazer e implementar propostas de melhoria com recurso a metodologia *Lean*, começando por identificar e reconhecer a situação inicial e os principais desperdícios. Como proferido por Drucker, “*o que pode ser medido pode ser melhorado*”, sendo assim, a utilização de indicadores como o OEE, possibilitaria a identificação de perdas e oportunidades de melhoria.

As propostas realizadas no setor do corte focaram-se em identificar desperdícios, essencialmente deslocações, esperas e paragens que afetam o valor do OEE. Estes desperdícios podem ser resolvidos melhorando a organização, garantindo que o material se encontra no local certo, e otimizando o *layout*, de forma que o material se encontre o mais perto do sítio onde irá ser usado.

No setor do corte, o processo de análise de dados foi mais árduo e mais preciso visto que, os dados são recolhidos, automaticamente, pelo sistema operativo da máquina. O cálculo do tempo de ciclo foi a principal dificuldade encontrada e que condiciona os valores do desempenho. Além disso, não ter informações detalhadas acerca das paragens não planeadas, influenciou a fiabilidade dos dados da disponibilidade. A qualidade foi afetada pela não consideração de todos os defeitos. Para melhorar a fiabilidade e rigor no cálculo do OEE deve-se informar os colaboradores da necessidade de introduzir corretamente o número de defeitos. O OEE do corte apresenta valores inferiores ao valor de referência, apesar disso nenhuma das propostas apresentadas foi implementada ou testada na prática.

No setor da costura a principal dificuldade sentida e que afetou os valores foi a falta de dados, bem como tempos de setup elevados e afinações que afetam, negativamente, a disponibilidade do equipamento. Este setor apresenta pouco desenvolvimento tecnológico condicionando fortemente o volume de dados recolhido. Os dados da costura foram retirados do registo de produção preenchido pelo colaborador, que nem sempre apresentava precisão. Posto isto, a implementação do novo registo de produção serve de base para a recolha de mais dados, essencialmente do tempo e do motivo da paragem. Os valores da disponibilidade baseiam-se, exclusivamente, nos registos de produção preenchidos pelos colaboradores. De forma a acompanhar a evolução tecnológica seria importante a empresa ter acesso a dados em tempo real para não só aplicar uma manutenção condicionada, em detrimento da corretiva, como para solucionar falhas e avarias imediatamente, minimizando desperdícios. Para melhorar a disponibilidade, deve-se determinar em que fase do ciclo de vida os equipamentos se encontram e tomar ações para garantir o bom funcionamento dos mesmos. Para minimizar os tempos de espera do equipamento pela manutenção, seria importante e relevante estudar a criticidade de todos os ativos da empresa, de forma que quando ocorram, simultaneamente, vários pedidos de manutenção haja uma priorização, ou seja atuar, primeiramente, no ativo cuja paragem corresponda a uma maior perda.

No desempenho é necessário redefinir o tempo de ciclo do projeto Zafira, uma vez que apresenta um tempo de ciclo teórico superior ao tempo de ciclo real. Além disso, para tornar o cálculo do desempenho fiável seria importante recorrer à tecnologia, para que através da velocidade da costura se inferir o objetivo. A qualidade é, essencialmente, afetada pela mudança de projeto da máquina que provoca defeitos. Deste modo, é necessário incluir a equipa da manutenção para se determinarem parâmetros mais restritos.

Em resumo, o setor da costura apresenta pouca fiabilidade dos dados, sendo antes demais fulcral padronizar o registo de produção para recolher dados importantes como o tempo de paragem. De seguida, deve-se organizar os registos de produção para facilitar a procura e em seguida, comparar a produção expectável com o real. Para conhecer os principais problemas e ouvir as sugestões dos colaboradores, realizar um *brainstorming*. Analisar os registos de produção e ouvir os colaboradores é o ponto de partida para o processo de melhoria contínua.

As ações implementadas no setor da costura obtiveram resultados, como é visível no valor do OEE. Além disso, todas as máquinas de costura ultrapassaram o valor de referência, exceto a KSL 1 que igualou.

Para garantir o cumprimento das ideias de melhoria, seria importante ter uma equipa multidisciplinar, havendo uma sinergia dos diferentes setores, desde informáticos a supervisores de produção, caso contrário, torna-se difícil mudar os processos atuais. De seguida, deve-se definir e alinhar objetivos de forma a serem claros, realistas e alcançáveis. No caso da costura, deve-se começar por rever os objetivos de cada projeto. Depois, formar os colaboradores para a necessidade de registar as paragens não planeadas, para que o objetivo seja ajustado ao tempo de funcionamento e não ao tempo planeado, bem como realizar *brainstorming* com os colaboradores, de forma a identificar problemas e oportunidades. Por fim, analisar todas as informações recolhidas, planejar e desenvolver uma estratégia para alcançar metas, elaborar ações para cada meta estabelecida, verificar se está a ser cumprido e, se necessário, identificar e executar ações corretivas.

O presente trabalho integra, essencialmente, a fase de análise e propostas de melhoria: estuda o estado atual, identificando desperdícios e elaborando uma estratégia para os solucionar. O estágio permitiu analisar a eficácia geral do setor do corte e da costura, identificando alguns desperdícios que podem ser eliminados com ferramentas *Lean*. Relativamente, às ações implementadas na costura foi possível estudar o seu impacto na produção. A alteração do registo de produção não se encontrava completamente implementada no final do estágio. Posto isto, o objetivo não foi concretizado completamente, uma vez que muito dos desperdícios identificados não foram reduzidos e/ou eliminados. Algumas das sugestões apresentadas seriam de difícil aplicação no decorrer do estágio, pois carecem de mudanças morosas e que envolvem não só a produção, como a engenharia ou informática. Além disso, algumas propostas requerem investimentos avultados, sendo fulcral realizar uma análise de viabilidade para verificar se os possíveis ganhos

compensam face ao investimento. A meu ver, uma das dificuldades deve-se ao receio da mudança por parte de alguns colaboradores e à falta de trabalho em equipa, visto que a melhoria contínua é um processo demorado que deve envolver todos os colaboradores. Desta forma, é necessário incutir na organização a filosofia *Lean*, começando por se analisar a situação inicial e a realizar pequenas mudanças que, no futuro, geram grandes resultados.

REFERÊNCIAS

- Ahmad, N., Hossen, J., & Ali, S. M. (2018). Improvement of overall equipment efficiency of ring frame through total productive maintenance: a textile case. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94(1-4), 239-256. <https://doi.org/10.1007/S00170-017-0783-2/METRICS>
- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Total productive maintenance: Literature review and directions. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 25(7), 709-756. <https://doi.org/10.1108/02656710810890890/FULL/XML>
- Almeida, A. L. F. de. (2015). *Metodologia Lean manufacturing no processo produtivo de capas para assentos de automóvel* [Universidade de Aveiro]. <https://ria.ua.pt/handle/10773/15287>
- Alves, A. C., Sousa, R. M., Carvalho, D., Moreira, F., & Lima, R. M. (2011). *Benefits of lean management : results from some industrial cases in Portugal* [Universidade do Minho]. <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/18873>
- Antunes, H. M. A. B. da Silva. (2011). *Lean manufactory* [FEUC]. <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/17823>
- Bamber, C. J., Castka, P., Sharp, J. M., & Motara, Y. (2003). Cross-functional team working for overall equipment effectiveness (OEE). *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 9(3), 223-238. <https://doi.org/10.1108/13552510310493684/FULL/XML>
- Berger, A. (1997). Continuous improvement and kaizen: Standardization and organizational designs. *Integrated Manufacturing Systems*, 8(2), 110-117. <https://doi.org/10.1108/09576069710165792/FULL/XML>
- Bhadury, B. (2000). Management of productivity through TPM. *Productivity*, 41(2), 240-251.
- Bhamu, J., & Singh Sangwan, K. (2014). Lean manufacturing: literature review and research issues. *Article in International Journal of Operations & Production Management*. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315>
- Busso, C. M., & Miyake, D. I. (2013). Análise da aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica. *Production*, 23(2), 205-225. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132012005000068>
- Cabral, R. (2019). Ser inteligente na era da manutenção inteligente. *Revista da manutenção*, 142/143, 46-48.
- Cakmakci, M. (2008). Process improvement: performance analysis of the setup time reduction-SMED in the automobile industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 41, 168-179. <https://doi.org/10.1007/s00170-008-1434-4>

- Campos, V. F. (2013). *Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia* (9.^a ed.).
- Cardoso, A. T., de Quadros, I. L., de Moura, J. M., Paulo, M. R., & da Silva, N. P. (sem data). *O ciclo PDCA para a melhoria da qualidade dos serviços de consulta em uma unidade de saúde de Belém do Pará*. Obtido 9 de Dezembro de 2023, de https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos10/216_O%20ciclo%20PDCA%20para%20a%20melhoria%20da%20qualidade%20dos%20servicos%20de%20consulta%20em%20uma%20unidade%20de%20Belem%20do%20Para.pdf
- Citeve. (2023). *Certificação de produtos e processos*. https://www.citeve.pt/produtos_e_servicos/certificacao_de_produtos_e_processos
- Costa, E., Braganca, S., Sousa, R., & Alves, A. (2013). Benefits from a SMED application in a punching machine. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 7(5), 379–385. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.1088518>
- Da Silva, J. P. A. R. (2009). *OEE- A forma de medir a eficácia dos equipamentos*. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35121320/OEE_forma_de_medir_eficacia_equipamento-Rev1-libre.pdf?1413277935=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DOEE_A_FORMA_DE_MEDIR_A_EFICACIA_DOS_EQUI.pdf&Expires=1702125699&Signature=QN7ND5uEYoJHVcKxKeo9rjQYOWt0xe3pVMW4cTtqOqsTVPEpCE7p5aB898U2FmzhBFx-2FPPoLXILrmFKjt~68FtDGgCtRpE2p~0~rJ3c~8o0vKx8k4Gl5ZTVZmztOHYdHbcWtDNdvkuPB~XQCaJJs nk2BW9jOdu1xr~OQp9UE83cqonAl3dEYUv6gfVFJeu2ZhMcSDCO4RPgqGRZ9m65vXvWO6wKMZ75eqOiZL1F8bOSjHWVWnvgU3zgTC9B8cK0-2WDp
- De Ron, A. J., & Rooda, J. E. (2005). Equipment effectiveness: OEE revisited. *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*, 18(1), 190–196. <https://doi.org/10.1109/TSM.2004.836657>
- Dossenbach, T. (2006). Implementing total productive maintenance. *Wood and Wood Products*, 111(2), 29–32.
- Drucker, P. (sem data). *O que pode ser medido por ser melhorado*. Obtido 6 de Dezembro de 2023, de <https://www.pensador.com/frase/MTYyMzQ5Ng/>
- ERT Têxtil. (2023). <https://www.ertgrupo.com/en/>
- Fernandes, N. M. G. (2020). *A melhoria dos processos baseado em princípios Lean numa organização : caso de estudo*. <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/12453>
- Fonseca, A. C. R. (2017). *OEE-Aplicação transversal do indicador de gestão a empresa multinacional de componentes automóveis*. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/106088/2/202924.pdf>
- GIAGI. (2023). <https://www.giagi.pt/data/fileBIB20131320434.pdf>
- Gupta, R. C., Sonwalkar, J., & Chitale, A. K. (2001). Overall equipment effectiveness through total productive maintenance. *Prestige Journal of management and Research*, 5(1), 61–72.

- Hansen, R. C. (2006). *Eficiência global dos equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros.* . Bookman.
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations and Production Management*, 17(1), 46–64.
<https://doi.org/10.1108/01443579710157989/FULL/XML>
- Howell, G. (1999). What is Lean construction. *Proceedings IGLC*, 7, 1–10.
<http://www.leanconstruction.org/>
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key To Japan's Competitive Success* (McGraw-Hill Education, Ed.; 1.^a ed.).
- Jain, A., Bhatti, R., & Singh, H. (2014). Total productive maintenance (TPM) implementation practice: a literature review and directions. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(3), 293–323. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2013-0032/FULL/XML>
- Jasiulewicz-Kaczmarek, M. gorzata, & Piechowski, M. (2016). Practical Aspects of OEE in Automotive Company – Case Study. *Proceedings of the 2016 International Conference on Management Science and Management Innovation*, 213–218.
<https://doi.org/10.2991/MSMI-16.2016.51>
- Jones, D. T., & Womack, J. P. (2016). *The Routledge Companion to Lean Management*. Routledge. [https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=kDolDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=Jones,+D.+T.,+%26+Womack,+J.+P.+\(2016\).+The+evolution+of+lean+thinking+and+practice.+The+Routledge+companion+to+lean+management,+8,+3.+&ots=wb2_0_rayJ&sig=iv-jjTzZiTeDUQ5FAT6cSrnlVW0&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=kDolDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=Jones,+D.+T.,+%26+Womack,+J.+P.+(2016).+The+evolution+of+lean+thinking+and+practice.+The+Routledge+companion+to+lean+management,+8,+3.+&ots=wb2_0_rayJ&sig=iv-jjTzZiTeDUQ5FAT6cSrnlVW0&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- JUKI . (2023). <https://www.juki.co.jp/en/>
- Junior, R. G. P., Inácio, R. H., Silva, I. B. da, Hassui, A., & Barbosa, G. F. (2022). A novel framework for single-minute exchange of die (SMED) assisted by lean tools. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 119, 6469–6487.
<https://doi.org/10.1007/s00170-021-08534-w>
- Koch, A. (2003). *OEE Industry Standard 2003: Defining OEE for Optimal Loss Visualization*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- KSL. (2023). <https://www.pfaff-industrial.com/en/portfolio/cnc-units-and-automation/cnc-units/kl-110-airbag-ksl>
- Kumar, C. S., & Panneerselvam, R. (2007). Literature review of JIT-KANBAN system. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 32(3–4), 393–408.
<https://doi.org/10.1007/S00170-005-0340-2/METRICS>
- Lectra. (2020, Setembro 30). <https://www.lectra.com/en/library/product-resources-vector-auto>
- Lectra. (2023). <https://www.lectra.com/en/products/vector-auto>

- Li, X., Liu, G., & Hao, X. (2021). Research on Improved OEE Measurement Method Based on the Multiproduct Production System. *Applied Sciences* 2021, Vol. 11, Page 490, 11(2), 490. <https://doi.org/10.3390/APP11020490>
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development. *Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5–20. <https://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>
- Lopes, T. (2022). *Aplicação da metodologia OEE, na análise de produtividade do processo de grampeamento de pacotes de estatores de aço*. <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/28941>
- Mattos, F. B. de M. (2013). A utilização do método PDCA para a melhoria dos serviços de empreiteiras em obras de edificações. Em G. Balint, B. Antal, C. Carty, J.-M. A. Mabieme, I. B. Amar, & A. Kaplanova (Eds.), *Uniwersytet śląski* (Vol. 7, Número 1). <https://doi.org/10.2/JQUERY.MIN.JS>
- Mayatra, M., Chauhan, M. N. D., & Trivedi, M. P. (2015). A literature review on implementation of Lean Manufacturing Techniques. *International Journal of Advance Research*, 1(4), 4–10.
- McCarthy, D., & Willmott, P. (2001). *TPM : A Route to World Class Performance*. Reed Educational and Professional Publishing Ltd. [https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=5BDWaiOnSogC&oi=fnd&pg=PR7&dq=Willmott,+P.,+%26+McCarthy,+D.,+\(2001\).+TPM+:+A+Route+to+World+Class+Performance.+Em+D.+M.+Peter+Willmott,+TPM+:+A+Route+to+World+Class+Performance.+&ots=cvKbHM_DnS&sig=eer7_z2hXvcocJfnBRrxK15s8wg&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=5BDWaiOnSogC&oi=fnd&pg=PR7&dq=Willmott,+P.,+%26+McCarthy,+D.,+(2001).+TPM+:+A+Route+to+World+Class+Performance.+Em+D.+M.+Peter+Willmott,+TPM+:+A+Route+to+World+Class+Performance.+&ots=cvKbHM_DnS&sig=eer7_z2hXvcocJfnBRrxK15s8wg&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Mcintosh, B. ;, Cohen, I. K. ;, & Sheppy, B. (2014). Illusion or delusion-Lean management in the health sector Item Type Article. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 27(6), 482–492. <http://hdl.handle.net/10454/6628>
- Murça, V. A. de A. (2012). *Aplicação da filosofia lean na área da manutenção* [ISEL]. <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/2173>
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Productivity Press.
- Neves, J. F. C. L. das. (2021). *Industrialização da produção de componentes para a indústria têxtil automóvel* [FEUP]. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/135102/2/484898.pdf>
- Nguyen, V., Nguyen, N., Schumacher, B., & Tran, T. (2020). Practical Application of Plan–Do–Check–Act Cycle for Quality Improvement of Sustainable Packaging: A Case Study. *Applied Sciences* , 10(18), 6332. <https://doi.org/10.3390/APP10186332>
- Ohno, T. (1988). Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Em *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Taylor and Francis. <https://doi.org/10.4324/9780429273018/TOYOTA-PRODUCTION-SYSTEM-TAIICHI-OHNO>

- Oliani, L. H., José Paschoalino, W. J., & de Oliveira, W. (2016). Ferramenta de melhoria contínua KAIZEN. *Revista Científica UNAR*, 12(1), 57–67.
<https://doi.org/10.18762/1982-4920.20160005>
- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through «Lean Tools»: An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082–1089. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2017.09.139>
- Pienkowski, M. (2014). Waste Measurement Techniques For Lean Companies. *Internactional Journal of Lean Thinking*, 5(1), 9–24. <http://blog.toyota.co.uk/muda-muri-mura-toyota-production-system>
- Radnor, Z. J., Holweg, M., & Waring, J. (2012). Lean in healthcare: the unfilled promise? *Social science & medicine*, 74(3), 364–371.
<https://doi.org/10.1016/J.SOCSCIMED.2011.02.011>
- Rewers, P., Trojanowska, J., & Chabowski, P. (2016). Tools and methods of Lean Manufacturing-a literature review. *Proceedings of 7th international technical conference technological forum*, 135–139.
<https://www.researchgate.net/publication/308171328>
- Ribeiro, S. D. M. (2011). *Leanness na manutenção aeronáutica: o caso FAP [ISEL]*.
<https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/1130>
- Robinson, C. J., & Ginder, A. P. (2020). *Implementing TPM*. Productivity Press.
<https://doi.org/10.4324/9781003075547>
- Rodrigues, R. M., & Freitas, R. R. de. (2019). Implementation of the SMED tool for continuous improvement in a process of format exchange in the tissue paper industrial plant: A Bibliometric analysis. *Research, Society and Development*, 8(2), 89–97. <https://doi.org/10.33448/RSD-V8I2.705>
- Roser, C. (2015). *How to Measure Cycle Times - Part 1 | AllAboutLean.com*. How to Measure Cycle Times. <https://www.allaboutlean.com/measure-cycle-time-part-1/>
- Šajdlerová, I., Schindlerová, V., & Kratochvíl, J. (2020). Potential and Limits of OEE in the Total Productivity Management. *Advances in Science and Technology. Research Journal*, 14(2), 19–26. <https://doi.org/10.12913/22998624/113617>
- SANTOS, M. M., & DAMY-BENEDETTI, P. de C. (2021, Janeiro 14). Sistemas e métodos de gerenciamento na busca incessante pela melhoria contínua e excelência operacional. *Revista Científica Unilago*, 1(1).
<http://189.112.117.16/index.php/revista-cientifica/article/view/586>
- Sayer, N. J., & Williams, B. (2015). *Lean para Leigos*.
- Schoeder, D. M., & Robison, A. G. (1991). America's Most Successful Export to Japan: Continuous Improvement Programs. *Sloan Management Review*, 32(3).
<https://www.proquest.com/openview/a448e93b49b12aa7a617a04f03959fb5/1?pq-origsite=gscholar&cbl=26142>

- Scoville, R., & Little, K. (2014). *Comparing Lean and Quality Improvement*.
<https://www.med.unc.edu/neurosurgery/wp-content/uploads/sites/460/2018/10/IHIComparingLeanandQIWhitePaper.pdf>
- Serrat, O. (2017). The Five Whys Technique. Em *Knowledge Solutions*. Springer, .
https://doi.org/10.1007/978-981-10-0983-9_32
- Shimbun, N. (1989). *Poka-Yoke: Improving Product Quality by Preventing Defects*. Productivity Press. [https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=hR_8U1z6d_oC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Shimbun,+N.+K.+\(1989\).+Poka-Yoke:+Improving+product+quality+by+preventing+defects.+Em+N.+K.+Shimbun,+Poka-Yoke:+Improving+Product+Quality+by+Preventing+Defects+\(pp.+15-23\).&ots=k0PdYLRNaE&sig=A5xlAtwLjTtre4V9l4yhGD5DvMg&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=hR_8U1z6d_oC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Shimbun,+N.+K.+(1989).+Poka-Yoke:+Improving+product+quality+by+preventing+defects.+Em+N.+K.+Shimbun,+Poka-Yoke:+Improving+Product+Quality+by+Preventing+Defects+(pp.+15-23).&ots=k0PdYLRNaE&sig=A5xlAtwLjTtre4V9l4yhGD5DvMg&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Shingo, S. (1985). A Revolution in Manufacturing : The SMED System. Em *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9781315136479>
- Silva, A. P., Morgado, T. L. M., & Navas, H. V. G. (2015). Filosofia Lean na Linha 2000. *Revista da Manutenção*, 124, 52–54.
- Silva, G. P. dos S. P. da. (2022). *Metodologias Lean aplicadas à indústria farmacêutica* [EM]. <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/43034>
- Singh, B., Garg, S. K., & Sharma, S. K. (2011). Value stream mapping: literature review and implications for Indian industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* , 799–809. <https://doi.org/10.1007/s00170-010-2860-7>
- Soltanali, H., Khojastehpour, M., & Torres Farinha, J. (2021). Measuring the production performance indicators for food processing industry. *Measurement*, 173, 108394. <https://doi.org/10.1016/J.MEASUREMENT.2020.108394>
- Sugai, M., McIntosh, R. I., & Novaski, O. (2007). Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. *Gestão & Produção*, 14(2), 323–335. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2007000200010>
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system. *The international Journal of Production research*, 15(6), 553–564. <https://doi.org/10.1080/00207547708943149>
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheesh Kumar, R. M. (2014). A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2014.12.341>
- Suzaki, K. (1987). *New Manufacturing Challenge: Techniques for Continuous Improvement*. The Free Press.
- Suzaki, K. (2010). *Gestão de Operações Lean: Metodologias Kaizen para a melhoria contínua* (1.ª ed.). Mansores : LeanOp Press.

- Swanson, L. (2001). Linking maintenance strategies to performance. *International Journal of Production Economics*, 70(3), 237–244. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(00\)00067-0](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(00)00067-0)
- Tajiri, M., & Gotoh, F. (1999). *Autonomous Maintenance in Seven Steps: Implementing TPM on the Shop Floor - Fumio Gotoh - Google Livros*. Productivity Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9781315137971>
- Ulutas, B. (2011). An application of SMED methodology. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*, 5(7). <https://www.researchgate.net/publication/286968724>
- Vicente, C. A. V. (2013). *Acompanhamento da Avaliação de Desempenho Ambiental e Otimização de Processos de Tratamento de Efluentes Industriais da Borgstena Textile Portugal [ISPV]*. <https://www.proquest.com/openview/2ec85f0b7ce4fc8ba716978bcd44729a/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>
- Vorne. (2023). *World-Class OEE*. <https://www.oee.com/world-class-oee/>
- Wahab, A. N. A., Mukhtar, M., & Sulaiman, R. (2013). A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions. *Procedia Technology*, 11, 1292–1298. <https://doi.org/10.1016/J.PROTCY.2013.12.327>
- Walton, M., & Deming, E. W. (1986). *The Deming Management Method*. Dodd, Mead & Company.
- Wee, H. M., & Wu, S. (2009). Lean supply chain and its effect on product cost and quality: a case study on Ford Motor Company. *Supply Chain Management*, 14(5), 335–341. <https://doi.org/10.1108/13598540910980242>
- Womack, J. (2006). *MURA, MURI, MUDA?* https://sixsigma.fi/wp-content/uploads/2014/02/Womack_MURA-MURI-MUDA.pdf
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free Press. <https://books.google.pt/books?id=2eWHaYiNrgC&printsec=copyright&hl=pt-PT#v=onepage&q&f=false>
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. T. (2007). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production*. [https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=9NHmNCmDUoC&oi=fnd&pg=PR7&dq=ames+P.+Womack,+D.+T.+\(2007\).+The+Machine+That+Changed+the+World:+The+Story+of+Lean+Production+-+Toyota%27s+secret+weapon+in+the+global+car+wars+that+is+now+revolutionizing+world+industry.+&ots=UicudoU6ic&sig=x0uqhflOHCjbT1PtNqMOu8b_XE&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=9NHmNCmDUoC&oi=fnd&pg=PR7&dq=ames+P.+Womack,+D.+T.+(2007).+The+Machine+That+Changed+the+World:+The+Story+of+Lean+Production+-+Toyota%27s+secret+weapon+in+the+global+car+wars+that+is+now+revolutionizing+world+industry.+&ots=UicudoU6ic&sig=x0uqhflOHCjbT1PtNqMOu8b_XE&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Zhou, J., Wang, Y., & Chua, Y. Q. (2020). Machine OEE Monitoring and Analysis for a Complex Manufacturing Environment. *Proceedings of the 15th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications, ICIEA 2020*, 1413–1418. <https://doi.org/10.1109/ICIEA48937.2020.9248351>

Zhu, X. (2011). Analysis and improvement of enterprise's equipment effectiveness based on OEE. *International Conference on Electronics, Communications and Control, ICECC 2011 - Proceedings*, 4167–4171.
<https://doi.org/10.1109/ICECC.2011.6067706>

APÊNDICES

Apêndice I- Início do estudo do SMED no corte

Cenário atual				Análise ECRS				Cenário de melhoria			
								Responsável		Descrição	
Descrição das atividades de setup	Setup	E	C	R	S	IT	ET	Colaborador	Supervisor		
Inserir os parâmetros de corte na máquina e posicionar máquina	IT					X		X			
Espera da Manutenção	IT						X	X	X	Melhorar a gestão da manutenção, de modo a reduzir o tempo de espera da manutenção.	
Substituição da lâmina, lixa e <i>drills</i>	IT			X		X		X		Recorrendo a uma <i>checklist</i> para saber se o turno anterior substituiu as ferramentas.	
Máquina parada para retirar as últimas peças	IT			X			X	X		Agilizar o processo de embalagem para retirar todas as peças enquanto a máquina está em funcionamento.	
Espera de material do estendimento	IT	X					X	X		Garantir que existe sempre uma marcada a seguir à que está a ser cortada.	
Validação da lâmina	IT					X		X		<i>Checklist</i> com informação das ferramentas da máquina para se saber o momento exato da substituição.	
Deslocar o material de embalagem para mais perto da máquina	IT						X	X		Inicialmente, colocar marcada a cortar e de seguida preparar o embalagem.	
Alocação do colaborador noutro setor	IT, ET						X		X	Melhorar a gestão de recursos humanos, evitando que a máquina fique sem colaborador.	
Quando se substitui a lâmina e lixa nem sempre se leva a chave para desapertar/apertar	IT	X					X	X		Quando for necessário substituir a lâmina e/ou lixa levar chave para desapertar/apertar,	

Cenário atual				Análise ECRS				Cenário de melhoria			
								Responsável		Descrição	
Descrição das atividades de setup	Setup	<u>E</u>	<u>C</u>	<u>R</u>	<u>S</u>	<u>IT</u>	<u>ET</u>	Colaborador	Supervisor		
										antes de parar a máquina.	

Legenda: E: Eliminate; C: Combine; R: Reduce; S: Simplify; IT: Internal Time; ET: External Time.

Apêndice II -Validação dos registos em papel com registos informáticos do setor do corte

Artigo	Código da marcada	Produção OK	Defeitos
EA2214870	MO19011AYA	391	13
EA2214873	M001602AAE	802	15
EA2214923	M0020013acd1	224	22
EA2214925	MOO20013AFD2-150pc	98	20

Figura II. 1- Registos de produção do corte (obtidos pela observação)

Máquina	Data	Lote	Artigo	ArtigoCliente	DescricaoArt...	0000as0600	0600as1430	1430as2300	2300a...	Defe...	Total Máquina/Dia
Lectra_ix6_1	2022/11/22	EA2214870	C19011AY07A	109033161-268	REAR RH P...	0,00	0,00	391,00	0,00	0	391,00
Lectra_ix6_1	2022/11/22	EA2214873	C16102AA02E	4500841V000	PILAR A LH ...	0,00	0,00	802,00	0,00	0	802,00
Lectra_ix6_1	2022/11/22	EA2214923	C20013AC05D	C20013AC05D	CUT FRT L...	0,00	0,00	224,00	0,00	0	224,00
Lectra_ix6_1	2022/11/22	EA2214925	C20013AF06D	C20013AF06D	CUT RR RH...	0,00	0,00	98,00	0,00	0	98,00

Figura II. 2- Registos introduzidos no sistema pelo colaborador (obtidos no ERTSOFT)

Assim sendo, verifica-se que os registos dos defeitos no ERTSOFT não coincidem com o observado. O colaborador não introduziu defeitos.

20/02/2020

SEGUIMENTO DA PRODUÇÃO

FABRICA

22/01/2020

ÁREA

DATA: 22/01/2020

PROD	Prod	Temp	SETUP	Intervalo	Auxílio	Comentários
00:00						
00:05						
00:10						
00:15						
00:20						
00:25						
00:30						
00:35						
00:40						
00:45						
00:50						
00:55						
01:00						
01:05						
01:10						
01:15						
01:20						
01:25						
01:30						
01:35						
01:40						
01:45						
01:50						
01:55						
02:00						
02:05						
02:10						
02:15						
02:20						
02:25						
02:30						
02:35						
02:40						
02:45						
02:50						
02:55						
03:00						
03:05						
03:10						
03:15						
03:20						
03:25						
03:30						
03:35						
03:40						
03:45						
03:50						
03:55						
04:00						
04:05						
04:10						
04:15						
04:20						
04:25						
04:30						
04:35						
04:40						
04:45						
04:50						
04:55						
05:00						
05:05						
05:10						
05:15						
05:20						
05:25						
05:30						
05:35						
05:40						
05:45						
05:50						
05:55						
06:00						
06:05						
06:10						
06:15						
06:20						
06:25						
06:30						
06:35						
06:40						
06:45						
06:50						
06:55						
07:00						
07:05						
07:10						
07:15						
07:20						
07:25						
07:30						
07:35						
07:40						
07:45						
07:50						
07:55						
08:00						
08:05						
08:10						
08:15						
08:20						
08:25						
08:30						
08:35						
08:40						
08:45						
08:50						
08:55						
09:00						
09:05						
09:10						
09:15						
09:20						
09:25						
09:30						
09:35						
09:40						
09:45						
09:50						
09:55						
10:00						
10:05						
10:10						
10:15						
10:20						
10:25						
10:30						
10:35						
10:40						
10:45						
10:50						
10:55						
11:00						
11:05						
11:10						
11:15						
11:20						
11:25						
11:30						
11:35						
11:40						
11:45						
11:50						
11:55						
12:00						
12:05						
12:10						
12:15						
12:20						
12:25						
12:30						
12:35						
12:40						
12:45						
12:50						
12:55						
13:00						
13:05						
13:10						
13:15						
13:20						
13:25						
13:30						
13:35						
13:40						
13:45						
13:50						
13:55						
14:00						
14:05						
14:10						
14:15						
14:20						
14:25						
14:30						
14:35						
14:40						
14:45						
14:50						
14:55						
15:00						
15:05						
15:10						
15:15						
15:20						
15:25						
15:30						
15:35						
15:40						
15:45						
15:50						
15:55						
16:00						
16:05						
16:10						
16:15						
16:20						
16:25						
16:30						
16:35						
16:40						
16:45						
16:50						
16:55						
17:00						
17:05						
17:10						
17:15						
17:20						
17:25						
17:30						
17:35						
17:40						
17:45						
17:50						
17:55						
18:00						
18:05						
18:10						
18:15						
18:20						
18:25						
18:30						
18:35						
18:40						
18:45						
18:50						
18:55						
19:00						
19:05						
19:10						
19:15						
19:20						
19:25						
19:30						
19:35						
19:40						
19:45						
19:50						
19:55						
20:00						
20:05						
20:10						
20:15						
20:20						
20:25						
20:30						
20:35						
20:40						
20:45						
20:50						
20:55						
21:00						
21:05						
21:10						
21:15						
21:20						
21:25						
21:30						
21:35						
21:40						
21:45						
21:50						
21:55						
22:00						
22:05						
22:10						
22:15						
22:20						
22:25						
22:30						
22:35						
22:40						
22:45						
22:50						
22:55						
23:00						
23:05						
23:10						
23:15						
23:20						
23:25						
23:30						
23:35						
23:40						
23:45						
23:50						
23:55						
24:00						

PROD	Prod	Temp	SETUP	Intervalo	Auxílio	Comentários
00:00						
00:05						
00:10						
00:15						
00:20						
00:25						
00:30						
00:35						
00:40						
00:45						
00:50						
00:55						
01:00						
01:05						
01:10						
01:15						
01:20				</		

Figura II. 3-Seguimento parcial da produção da lectra ix6_1 em 22/11/2022

Artigo	Código da marcada	Produção OK	Defeitos
EA2214877	MOOAR01CAF	300	16
EA2214878	MOOAR01BZF	300	-

Figura II. 4- Registos de produção do corte (obtidos pela observação)

Máquina	Data	Lote	Artigo	ArtigoCliente	DescricaoArt...	0000as0600	0600as1430	1430as2300	2300a...	Defeit...	Total Máquina/Dia
Lectra_ix6_2	2022/11/22	EA2214877	CAR01CA01E	4500004	MED AV G U...	0,00	0,00	300,00	0,00	16	300,00
Lectra_ix6_2	2022/11/22	EA2214878	CAR01BZ01E	4500006	MED AV D U...	0,00	0,00	300,00	0,00	0	300,00

Figura II. 5-Informação introduzida no sistema pelo colaborador (obtidos no ERTSOFT)

Registos no ERTSOFT estão em conformidade com o observado.

	Prod	Parag Prog	SET UP	Anomali a org	Avaria	Comentários
14:50						22/11
15:00						
15:10						
15:20						
15:30						
15:40						
15:50						
16:00						
16:10						
16:20						
16:30						
16:40						
16:50						
17:00						
17:10						
17:20						
17:30						
17:40						
17:50						
18:00						
18:10						
18:20						
18:30						
18:40						
18:50						
19:00						
19:10						
19:20						
19:30						
19:40						
19:50						
20:00						

Figura II. 6-Seguimento da produção da lectra _ix6_2 em 22/11/2022

As paragens devem-se à verificação das primeiras peças com o *gabarit* e aguardar que CODA passe para modo automático.

Apêndice III - Sistema de validação dos dados do setor do corte

Componentes do OEE	Who	What	Where	How	When
Tempo total	Ana Ferreira	Tempo Total que a máquina pode funcionar		Confirmação dos registos do sistema	Diariamente
Tempo planeado	Ana Ferreira	Tempo que se espera que a máquina funcione.	Controlo de Produção	Confirmação dos registos do sistema	Diariamente
Tempo de paragens planeadas	Ana Ferreira	Tempo de paragens esperado.	ERTSOFT	Confirmação dos registos do sistema	Semanalmente
Tempo de produção planeado	Ana Ferreira	Tempo possível de produção.	ERTSOFT	Confirmação dos registos do sistema	Diariamente

Componentes do OEE	Who	What	Where	How	When
Tempo de paragens não planeadas	Pedro Filipe	Extração dos dados das Lectras relativos à duração das paragens não programadas	Reports na pasta: \\10.19.157.141\fs_ert\ERT\Departamento Producao\ERT7\ERT7 Corte Têxtil\Corte Lectra IX6\Eficiências Corte Têxtil\Dashboard Eficiencia Lectras	Confirmação dos registos do sistema	Semanalmente
Tempo de funcionamento	Pedro Filipe	Extração dos dados das Lectras ao início e ao fim das marcadas	Reports na pasta: \\10.19.157.141\fs_ert\ERT\Departamento Producao\ERT7\ERT7 Corte Têxtil\Corte Lectra IX6\Eficiências Corte Têxtil\Dashboard Eficiencia Lectras	Confirmação dos registos do sistema	Semanalmente
Tempo líquido de produção	Pedro Filipe	Extração dos dados das Lectras relativo ao tempo que a máquina esteve efetivamente a produzir	Reports na pasta: \\10.19.157.141\fs_ert\ERT\Departamento Producao\ERT7\ERT7 Corte Têxtil\Corte Lectra IX6\Eficiências Corte Têxtil\Dashboard Eficiencia Lectras	Confirmação dos registos do sistema	Semanalmente

Componentes do OEE	Who	What	Where	How	When
Tempo líquido de produção	Pedro Filipe	Extração dos dados das Lectras relativo ao tempo que a máquina esteve efetivamente a produzir	Reports na pasta: \\10.19.157.141\fs_ert\ERT\ Departamento Producao\ERT7\ERT7 Corte Têxtil\Corte Lectra IX6\Eficiências Corte Têxtil\Dashboard Eficiencia Lectras	Confirmação dos registos do sistema	Semanalmente
Tempo de Produção OK	Pedro Filipe	Extração dos dados de produção de peças OK	ERTSOFT	Confirmação dos registos do sistema	Semanalmente
Tempo de Produção NOK	Pedro Filipe	Extração dos dados de produção de peças NOK	ERTSOFT	Confirmação dos registos do sistema	Semanalmente

Apêndice IV- Valores de OEE do corte

Mês: janeiro	Tempo planeado [min]	Tempo de funcionamento [min]	Disponibilidade [%]	TC x Produção Total [min x peça]	Desempenho [%]	Tempo Produção OK [min]	Tempo Produção NOK [min]	Qualidade [%]	OEE [%]
T1	9660	10021	104%	8206	82%	15696	47	100%	85%
T2	9660	8483	88%	5786	68%	5786	16	100%	60%
T3	8350	3503	42%	419	12%	419	3	99%	5%
Total	27670	22007	80%	14410	65%	21901	66,45	100%	52%
Mês: fevereiro	Tempo planeado [min]	Tempo de funcionamento [min]	Disponibilidade [%]	TC x Produção Total [min x peça]	Desempenho [%]	Tempo Produção OK [min]	Tempo Produção NOK [min]	Qualidade [%]	OEE [%]
T1	9200	10971	119%	6603	60%	6603	22	100%	72%
T2	9200	9460	103%	4410	47%	7497	16	100%	48%
T3	7920	7250	92%	2849	39%	2849	17	99%	36%
Total	26320	27681	105%	13862	50%	16950	55	100%	52%
Mês: abril	Tempo planeado [min]	Tempo de funcionamento [min]	Disponibilidade [%]	TC x Produção Total [min x peça]	Desempenho [%]	Tempo Produção OK [min]	Tempo Produção NOK [min]	Qualidade [%]	OEE [%]
T1	9660	8629	89%	6578	76%	6578	23	100%	68%
T2	9660	8168	85%	4638	57%	4638	9	100%	48%
T3	8330	6909	83%	3991	58%	3991	40	99%	47%
Total	27650	23706	86%	15207	64%	15207	72	100%	55%
Mês: maio	Tempo planeado [min]	Tempo de funcionamento [min]	Disponibilidade [%]	TC x Produção Total [min x peça]	Desempenho [%]	Tempo Produção OK [min]	Tempo Produção NOK [min]	Qualidade [%]	OEE [%]
T1	10120	12780	126%	6321	49%	6321	13	100%	62%
T2	10120	8356	83%	3468	41%	3468	3	100%	34%
T3	8730	6897	79%	3079	45%	3079	17	99%	35%

Total	28970	28033	97%	12867	46%	12867	32	100%	44%
Mês: junho	Tempo planeado [min]	Tempo de funcionamento [min]	Disponibilidade [%]	TC x Produção Total [min x peça]	Desempenho [%]	Tempo Produção OK [min]	Tempo Produção NOK [min]	Qualidade [%]	OEE [%]
T1	10120	9569	95%	8796	92%	8796	56	99%	86%
T2	10120	9486	94%	5947	63%	5947	27	100%	59%
T3	8680	7158	82%	857	12%	857	5	99%	10%
Total	28920	26214	91%	15600	60%	15600	88	99%	54%
Mês: julho	Tempo planeado [min]	Tempo de funcionamento [min]	Disponibilidade [%]	TC x Produção Total [min x peça]	Desempenho [%]	Tempo Produção OK [min]	Tempo Produção NOK [min]	Qualidade [%]	OEE [%]
T1	9660	10225	106%	7096	69%	65273	35	100%	73%
T2	9660	9997	103%	4952	50%	4952	36	99%	51%
T3	8380	7897	94%	198	3%	198	0	100%	2%
Total	27700	28119	102%	12246	44%	70423	72	100%	44%
Mês: agosto	Tempo planeado [min]	Tempo de funcionamento [min]	Disponibilidade [%]	TC x Produção Total [min x peça]	Desempenho [%]	Tempo Produção OK [min]	Tempo Produção NOK [min]	Qualidade [%]	OEE [%]
T1	10580	7606	72%	4075	54%	4075	24	99%	42%
T2	10580	8280	78%	2014	24%	2014	4	100%	21%
T3	9060	3479	38%	224	6%	224	0	100%	3%
Total	30220	19365	64%	6313	33%	6313	28	100%	21%
Mês: setembro	Tempo planeado [min]	Tempo de funcionamento [min]	Disponibilidade [%]	TC x Produção Total [min x peça]	Desempenho [%]	Tempo Produção OK [min]	Tempo Produção NOK [min]	Qualidade [%]	OEE [%]
T1	10120	10421	103%	5335	51%	5335	115	98%	52%
T2	10120	9496	94%	4166	44%	4166	14	100%	41%
T3	8710	8697	100%	1300	15%	1300	7	99%	15%
Total	28950	28614	99%	10801	38%	10801	136	99%	37%

Mês: outubro	Tempo planeado [min]	Tempo de funcionamento [min]	Disponibilidade [%]	TC x Produção Total [min x peça]	Desempenho [%]	Tempo Produção OK [min]	Tempo Produção NOK [min]	Qualidade [%]	OEE [%]
T1	9660	9849	102%	6873	70%	6873	31	100%	71%
T2	9660	9588	99%	7000	73%	7000	14	100%	72%
T3	8350	10021	120%	3648	36%	3648	32	99%	43%
Total	27670	29458	106%	17520	59%	17520	77	100%	63%
Mês: novembro	Tempo planeado [min]	Tempo de funcionamento [min]	Disponibilidade [%]	TC x Produção Total [min x peça]	Desempenho [%]	Tempo Produção OK [min]	Tempo Produção NOK [min]	Qualidade [%]	OEE [%]
T1	10120	9199	91%	4604	50%	4604	6	100%	45%
T2	10120	9477	94%	4024	42%	4024	28	99%	39%
T3	8680	7285	84%	96	1%	96	0	100%	1%
Total	28920	25962	90%	8723	34%	8723	34	100%	30%

Apêndice V- Identificação da situação inicial e sugestão de melhoria no setor da costura.

<u>Situação Inicial</u>	<u>Perdas</u>	<u>Descrição do problema</u>	<u>Sugestão de melhoria</u>	<u>Aplicação⁵</u>
Colaborador tem de comunicar ao supervisor a avaria da máquina para este pedir manutenção.	Perda por espera.	Quando a máquina avaria, o colaborador tem de comunicar ao supervisor, para que este contacte a manutenção. Contudo, nem sempre este se encontra perto, bem como, nem sempre a manutenção está disponível.	Comunicação direta da máquina para a equipa de manutenção.	Média
Há apenas um computador para cinco postos de trabalho.	Perda por espera.	O colaborador necessita lançar PA e rejeitados utilizando o ERTSOFT. Por vezes tem de esperar, pois o computador está a ser utilizado.	Instalar um tablet em cada posto de trabalho, podendo o registo de produção ser feito informaticamente, em vez de ser em papel. Podendo, futuramente, ser instalado um LCD com informações relevantes de cada setor (por exemplo, qualidade, desempenho, disponibilidade: máquina parada gera um alerta visual, facilidade de tomar ações no momento que a avaria ocorre).	Difícil

⁵ Legenda: **Fácil** quando possível de aplicar <6 meses; **Médio** quando possível de aplicar >6 meses <1 ano; **Difícil** quando possível de aplicar >1 ano

<u>Situação Inicial</u>	<u>Perdas</u>	<u>Descrição do problema</u>	<u>Sugestão de melhoria</u>	<u>Aplicação</u>
Quando se retira a peça costurada, palete fica apoiada na máquina, podendo cair se o colaborador não segurar.	Perda de desempenho.	No caso da palete não estar segura, o colaborador necessita de segurar com uma das mãos, o que não facilita a colocação da peça.	Colocar apoios para quando se abrir a palete esta não cair ou ser necessário o colaborador segurar.	Fácil
Deslocação do sítio da medição da peça (confirmar com o <i>gabarit</i>) para o embalamento.	Perda por movimentação.	O colaborador confirma as dimensões da peça com o <i>gabarit</i> num sítio e de seguida desloca-se para outro para embalar a peça. Assim, verifica-se uma deslocação que pode ser eliminada se o <i>layout</i> for modificado.	Alterar o <i>layout</i> do posto de trabalho. Sugestão de novo <i>layout</i> : Peça a costurar -> Máquina (retira peça e coloca nova) -> cortar pontas, queimar, confirmar com <i>gabarit</i> , medir remates, colocar no conjunto para embalar -> retirar peça da caixa de abastecimento-> Máquina (retira peça e coloca nova)	Difícil
Embalar peças costuradas, sendo posteriormente, retirado plástico no muro da qualidade.	Perdas por processamento.	Peças são embaladas com plástico no final da costura. Posteriormente, no muro da qualidade, será retirado o plástico, inspecionadas as peças e embaladas novamente com o mesmo filme plástico. Este nem sempre é reaproveitado, uma vez que depois de usado fica embaraçado.	Embalar apenas na fase final.	Média

<u>Situação Inicial</u>	<u>Perdas</u>	<u>Descrição do problema</u>	<u>Sugestão de melhoria</u>	<u>Aplicação</u>
Pinos grossos que não facilitam a colocação das peças na paleta. Verifica-se ainda falta de alguns pinos.	Perdas por processamento.	Pinos grossos dificultam a colocação das peças na paleta. Possibilidade de ter pinos mais finos, iria minimizar o tempo nessa tarefa. Verifica-se falta de pinos.	Trocar por pinos mais finos e inserir os que faltam.	Fácil
Mesa pouco ergonómica.	Possível Perda por falha humana (absentismo).	Mesa não ajustável à altura do colaborador, leva esforços que, futuramente, podem levar absentismo.	Mesa ajustável à altura do colaborador bem como a iluminação. Luz incide por cima do colaborador que ao verificar peça com o <i>gabarit</i> faz sombra.	Fácil
Caixas são construídas no chão	Possível Perda por falha humana (absentismo)	Má posição do colaborador que, no futuro, pode levar absentismo.	Mesa do posto de trabalho ter espaço disponível para montar a caixa, em vez de ser no chão. <u>Nota: Limitações de espaço</u>	Fácil
A manutenção executada nas máquinas é inserida no sistema da manutenção.	Possível Perda de Desempenho (por parte da supervisora)	Tarefa poderia ser realizada pela manutenção, em vez de ser pela supervisora da costura. Deste modo, o técnico da manutenção regista a atividade, bem como descrição do problema, observações e solução implementada.	Aplicar NFC nos equipamentos para os técnicos da manutenção registarem informações acerca do motivo da paragem.	Média

<u>Situação Inicial</u>	<u>Perdas</u>	<u>Descrição do problema</u>	<u>Sugestão de melhoria</u>	<u>Aplicação</u>
Caso o material de trabalho do colaborador estrague, não há substituição.	Perda por ferramentas.	A falta de ferramentas de trabalho compromete a qualidade do mesmo.	Cada supervisor guardar um corta pontas e isqueiro para facultar quando for necessário. Ao haver stock, evita a existência de “desculpas”.	Fácil
Quando se corta a linha ou remove a linha da canela que se vai substituir, a linha vai para o chão.	Perda de desempenho.	A existência de restos de linha no chão obriga a que no final do turno o colaborador demore mais tempo a limpar.	Aplicação de 5S: limpeza. Colocar um caixote do lixo perto do parque da máquina. Redução do tempo de limpeza no final do turno.	Fácil
No programa de costura das Jukis, a agulha move-se sem costurar.	Perda de desempenho.	Possibilidade de reduzir o tempo de ciclo.	Verificar se não é possível melhorar o programa, não sendo necessário a agulha voltar à posição inicial para costurar.	Difícil

Apêndice VI- Início do estudo do SMED na costura

Cenário atual		Análise ECRS		Cenário de melhoria							
								Responsável		Descrição	
Descrição das atividades de setup	Setup	E	C	R	S	IT	ET	Colaborador	Supervisor		
Abastecer a máquina com as peças a costurar	IT						X		X	Segundo os pedidos é possível saber se vai ser necessário mudar de projeto. Desta forma, colocar perto da máquina as peças a costurar.	
Deslocar-se para trocar palete	IT			X			X		X	Da mesma forma do abastecimento, colocar na mesa de apoio a paleta que será utilizada.	
Remover cones de linha	IT					X		X			
Deslocar-se para ir buscar o novo cone de linha	IT		X				X		X	A criação de Kits por projeto permitia conter o cone de linha funcional, decorativa e canela.	
Enfiar linha na máquina	IT					X		X			
Encher canela vazia	IT		X				X		X	Com a criação de Kits, o colaborador não necessitava de encher a canela e nalguns casos, retirar a linha para voltar a encher com outra linha.	
Colocar peças na paleta	IT						X	X		Através do sistema de duas paletes, esta tarefa é realizada com a máquina em funcionamento.	
Iniciar programa de costura	IT					X		X			
Remover peças costuradas	IT					X		X		No início da costura de um novo projeto, o colaborador para, propositadamente, a máquina para verificar se a costura está OK. Esta tarefa acontece mesmo utilizando o sistema de duas paletes.	
Inspecionar peça costurada recorrendo ao gabarit	IT					X		X			
Se for necessário, proceder a afinações	IT				X	X		X			
Colocar peça a costurar na paleta	IT						X	X		Depois de se verificar que a máquina está afinada, colocar a segunda paleta a costurar, previamente preenchida.	
Inspecionar	ET						X	X			
Cortar pontas da peça previamente costurada	ET						X	X			
Queimar pontas	ET						X	X			

Deslocar-se para colocar peça no monte para embalar	ET			X				X	X	
A deslocação poderia ser reduzida com alteração do layout, contudo há limitações de espaço.										

Legenda: E: Eliminate; C: Combine; R: Reduce; S: Simplify; IT: Internal Time; ET: External Time.

Apêndice VII – Alteração da folha de registo de produção Juki 25, Juki 26, KSL I e KSL II.

Situação Atual

ERT Indicador Produtividade

Unidade: U7 Posto: _____
 Turno: 1º turno Operador _____
 Dia: / / 2023 Supervisor: Uliana Andrade

HORAS	Objetivo	Produção	Rejeitados	OF	Referência
06:00/07:00					
07:00/08:00					
08:00/09:00					
09:00/10:00					
10:00/11:00					
11:00/12:00					
12:00/13:00					
13:00/14:00					
14:00/14:30					
TOTAL					

Aviã:

OBSERVAÇÕES:

POC/IMP REV00 de 27 de 2023
 Classificação: Uso Interno

Situação Futura

ERT Indicador Produtividade Juki

Unidade: U7 Posto: JUKI 25
 Turno: 1º turno Operador _____
 Dia: / / 2023 Supervisor: _____

HORAS	Projeto	Objetivo	Produção	Rejeitados	OF	Referência
06:00/07:00						
07:00/08:00						
08:00/09:00						
09:00/10:00						
10:00/11:00						
11:00/12:00						
12:00/13:00						
13:00/14:00						
14:00/14:30						
TOTAL						

Rejeitados	Quantidade	Parâmetros	Tempo
Remate nok		Afinações por:	
Tensão de linha		Ponto corrido	
Marca		Linha estirada	
Ponto corrido		Ponto solto	
Ponto falso		Costura desviada	
Fim de canela			
Geometria NOK			
Linha estirada			
Costura descentrada			
Descolados			
Costura irregular			
Alargura costura nok			
Linha torcida			
Recuperação nok			
Marcas			
TOTAL			

OBSERVAÇÕES:

POC/IMP REV00 de 27 de 2023
 Classificação: Uso Interno

ERT Indicador Produtividade KSL

Unidade: U7 Posto: KSL 2
 Turno: Operador _____
 Dia: / / 2023 Supervisor: _____

HORAS	Objetivo	Produção	OF
23:00/00:00			
00:00/01:00			
01:00/02:00			
02:00/03:00			
03:00/03:30			
04:00/05:00			
05:00/06:00			
TOTAL			

Rejeitados	Quantidade	Parâmetros	Tempo
Remate nok		Rutura de linha	
Tensão de linha		Ponto bloqueado	
Marca		Não corta linha	
Ponto corrido		Manutenção	
Ponto falso		Quebra de agulha	
Fim de canela		Afinações por:	
Perfuração NOK		Ponto corrido	
Geometria NOK		Linha estirada	
Linha estirada		Costura desviada	
Costura descentrada			
Descolados			
Costura irregular			
Alargura costura nok			
Linha torcida			
TOTAL			

OBSERVAÇÕES:

POC/IMP REV00 de 27 de 2023
 Classificação: Uso Interno

ERT Indicador Produtividade KSL

Unidade: U7 Posto: KSL 1
 Turno: Operador _____
 Dia: / / 2023 Supervisor: _____

HORAS	Objetivo	Produção	OF
23:00/00:00			
00:00/01:00			
01:00/02:00			
02:00/03:00			
03:00/03:30			
04:00/05:00			
05:00/06:00			
TOTAL			

Rejeitados	Quantidade	Parâmetros	Tempo
Remate nok		Rutura de linha	
Tensão de linha		Ponto bloqueado	
Marca		Não corta linha	
Ponto corrido		Manutenção	
Ponto falso		Quebra de agulha	
Fim de canela		Afinações por:	
Perfuração NOK		Ponto corrido	
Geometria NOK		Linha estirada	
Linha estirada		Costura desviada	
Costura descentrada			
Descolados			
Costura irregular			
Alargura costura nok			
Linha torcida			
TOTAL			

OBSERVAÇÕES:

POC/IMP REV00 de 27 de 2023
 Classificação: Uso Interno

Tabelas adicionais para melhorar a quantidade de dados:

Rejeitados	Quantidade	Parâmetros	Tempo
Remate nok		Afinações por:	
Tensão de linha		Ponto corrido	
Ponto corrido		Linha estirada	
Ponto falso		Ponto solto	
Fim de canela		Costura desviada	
Geometria NOK			
Linha estirada			
Costura descentrada		Troca de Projeto	Tempo
Descolados		→ OV PVC	
Costura irregular		→ OV Alcantara	
Alargura costura nok		→ P1U0	
Linha torcida		→ ZARIRA	
Recuperação nok		→ P2Q0	
Marcas		→ P2Q0 Alcantara	
TOTAL			

Rejeitados	Quantidade	Parâmetros	Tempo
Remate nok		Rutura de linha	
Tensão de linha		Paleta bloqueada	
Marcas		Não corta linha	
Ponto corrido		Manutenção	
Ponto falso		Quebra de agulha	
Fim de canela		Afinações por:	
Perfuração NOK		Ponto corrido	
Geometria NOK		Linha estirada	
Linha estirada		Costura desviada	
Costura descentrada			
Descolados			
Costura irregular			
Alargura costura nok			
Linha torcida			
TOTAL			

Apêndice VIII- Valores de OEE da costura

Juki 25	Tempo planeado [min]	Paragens não programadas [min]	Tempo de funcionamento [min]	Tempo Produção OK [min]	Tempo Produção NOK [min]	OEE
Mês: fevereiro	29350	210	29140	24588	518	84%
T1	9020	-	9020	6837	281	76%
T2	7820	-	7820	5819	-	74%
T3	7220	210	7010	6485	134	90%
T4	5290	-	5290	5447	103	103%
Mês: março	35250	860	34390	31400	611	89%
T1	11120	395	10725	9941	406	89%
T2	10620	165	10455	9228	-	87%
T3	8400	150	8250	8095	78	96%
T4	5110	150	4960	4136	127	81%

Juki 25	Tempo planeado [min]	Paragens não programadas [min]	Tempo de funcionamento [min]	Tempo Produção OK [min]	Tempo Produção NOK [min]	OEE
Mês: abril	28150	720	27430	25015	476	89%
T1	8150	-	8150	7353	250	90%
T2	8260	-	8260	6954	6	84%
T3	6460	-	6460	6463	54	100%
T4	5280	720	4560	4245	166	80%

Juki 26	Tempo planeado [min]	Paragens não planeadas [min]	Tempo de funcionamento [min]	Tempo Produção OK [min]	Tempo Produção NOK [min]	OEE
Mês: fevereiro	30540	2225	28315	25088	493	82%
T1	9300	1590	7710	5941	293	64%
T2	8280	-	8280	7337	51	89%
T3	7680	145	7535	6499	77	85%
T4	5280	490	4790	5311	72	101%

Juki 26	Tempo planeado [min]	Paragens não planeadas [min]	Tempo de funcionamento [min]	Tempo Produção OK [min]	Tempo Produção NOK [min]	OEE
Mês: março	33515	2045	31470	27223	436	81%
T1	10405	1565	8840	7258	223	70%
T2	9260	15	9245	8173	52	88%
T3	8780	380	8400	7716	46	88%
T4	5070	85	4985	4076	115	80%
Mês: abril	27650	804	26846	24970	417	90%
T1	8140	600	7540	6221	217	76%
T2	7750	84	7666	6643	81	86%
T3	6460	120	6340	6054	39	94%
T4	5300	-	5300	6052	80	114%

KSL 1	Tempo planeado [min]	Paragens não planeadas [min]	Tempo de funcionamento [min]	Tempo Produção OK [min]	Tempo Produção NOK [min]	OEE
Mês: fevereiro	25865	660	25205	23794	59	92%
T1	9805	30	9775	9307	50	95%
T2	6900	60	6840	6329	3	92%
T3	7950	30	7950	7545	6	95%
T4	1210	570	640	614	-	51%
Mês: março	28840	130	28710	27202	92	94%
T1	11640	55	11585	11150	51	96%
T2	5560	75	5485	4871	-	88%
T3	8360	-	8360	8004	32	96%
T4	3280	-	3280	3177	9	97%
Mês: abril	19170	1585	17585	16305	132	85%
T1	7360	1185	6175	5710	37	78%

KSL 1	Tempo planeado [min]	Paragens não planeadas [min]	Tempo de funcionamento [min]	Tempo Produção OK [min]	Tempo Produção NOK [min]	OEE
T2	3720	220	3500	3054	-	82%
T3	6110	180	5930	5643	81	92%
T4	1980	-	1980	1898	14	96%

KSL 2	Tempo planeado [min]	Paragens não planeadas [min]	Tempo de funcionamento [min]	Tempo Produção OK [min]	Tempo Produção NOK [min]	OEE
Mês: fevereiro	24205	1573	22632	20706	417	86%
T1	9450	1003	8847	7923	225	84%
T2	8295	180	8115	7739	4	93%
T3	6460	390	6070	5044	188	78%
T4	-	-	-	-	-	-
Mês: março	23355	2626	20729	19073	797	82%
T1	10160	1181	8979	8115	467	80%
T2	7875	885	6990	6631	6	84%

KSL 2	Tempo planeado [min]	Paragens não planeadas [min]	Tempo de funcionamento [min]	Tempo Produção OK [min]	Tempo Produção NOK [min]	OEE
T3	5320	560	4760	4327	324	81%
T4	-	-	-	-	-	-
Mês: abril	22150	1015	21135	20168	545	91%
T1	7720	120	7600	7087	252	92%
T2	8330	135	8195	8088	-	97%
T3	6100	760	5340	4993	293	82%
T4	-	-	-	-	-	-