



**ARIANA ALTENDORF
SOARES SILVA**

**MELHORIA DE MULTIPROCESSOS E ESTUDO
DO LAYOUT DA ÁREA PRODUTIVA NUMA
EMPRESA DE COMPONENTES TÊXTEIS**



**ARIANA ALTENDORF
SOARES SILVA**

**MELHORIA DE MULTIPROCESSOS E ESTUDO
DO LAYOUT DA ÁREA PRODUTIVA NUMA
EMPRESA DE COMPONENTES TÊXTEIS**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Mestre Miguel da Silva Oliveira, Professor Assistente Convidado do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

o júri

Presidente

Doutora Marlene Paula Castro Amorim
Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro

Doutor Luís Pinto Ferreira
Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto
Superior de Engenharia do Porto

Mestre Miguel da Silva Oliveira (Orientador)
Assistente Convidado da Universidade de Aveiro

Agradecimentos

Obrigada a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a concretização deste projeto.

Ao Engenheiro Edgar Bastos, pela paciência, motivação e partilha de conhecimentos fundamentais para o sucesso do projeto. A todos os colaboradores e técnicos da ERT Têxtil, especialmente, ao Pedro Filipe e ao Bruno Costa pela constante disponibilidade, carinho e apoio durante a minha integração na empresa.

Ao meu orientador da Universidade de Aveiro, o Professor Miguel Oliveira, pela simpatia, disponibilidade e sugestões prestadas ao longo desta jornada.

A todos os meus amigos, em especial à Mafalda Surrador, à Catarina Nunes, ao Rui Claro e à Beatriz Costa, pela força e motivação diária, mas mais importante, por contribuírem para os melhores anos da minha vida.

A toda a minha família pelo esforço, apoio e amor incondicional ao longo desta etapa. Obrigada por acreditarem em mim.

palavras-chave

Melhoria contínua, Lean, Gestão Visual, Layout.

resumo

Cada vez mais as empresas estão numa constante procura de excelência. Para tal, as empresas têm de ser capazes de melhorar constantemente os seus sistemas produtivos, removendo assim o maior número possível de atividades que geram desperdício. Uma aposta feita pelas empresas com vista a aumentar os seus níveis de eficiência passa pela melhoria contínua. O presente projeto incide sobre a implementação de ferramentas lean com vista a aumentar a eficiência dos processos e reduzir os desperdícios associados aos mesmos, numa empresa na indústria de componentes têxteis.

Primeiramente, foi analisada a situação inicial do armazém, através do mapeamento do fluxo e diagrama de spaghetti, e identificados os principais problemas. Face a esses problemas, foram estudadas possíveis melhorias com a ajuda das ferramentas lean como gestão visual, 5S e *standard work*. Os resultados das sugestões implementadas foram positivos e resultaram num melhor controlo visual, em diminuição do tempo associado a paragens de máquina, numa melhor organização da linha de produção e consequentemente numa redução de desperdícios.

keywords

Continuous improvement, Lean, Visual Management, Layout.

abstract

Nowadays, more and more companies are constantly looking for excellence. To this end, companies must be able to constantly improve their production systems, thus removing as many activities as possible that generate waste. A bet made by companies with a view to increasing their efficiency levels involves continuous improvement.

The present project focuses on the implementation of lean tools in order to increase the efficiency of the processes and reduce the waste associated with them, in a company in the textile components industry.

First, the initial situation of the warehouse was analyzed, through the flow mapping and spaghetti diagram, and the main problems were identified. In view of these problems, possible improvements were studied with the help of lean tools such as visual management, 5S and standard work.

The results of the implemented suggestions were positive and resulted in better visual control, decreased time associated with machine stops, better organization of the production line and, consequently, a reduction of waste.

Índice

1.	Introdução.....	1
1.1.	Motivação.....	1
1.2.	Contextualização do trabalho e principais objetivos	1
1.3.	Metodologia	2
1.4.	Estrutura do documento	3
2.	Enquadramento Teórico	4
2.1.	Lean Thinking	4
2.1.1.	Os Princípios Lean Thinking.....	6
2.1.2.	Os Sete Desperdícios	7
2.1.3.	Kaizen	9
2.1.4.	Gestão Visual.....	10
2.1.5.	Metodologia 5S	12
2.1.6.	Standard Work	13
2.1.7.	Diagrama de Spaghetti.....	14
2.1.8.	Mapeamento do Processo	15
2.2.	Layouts	15
2.2.1.	Layout por produto	16
2.2.2.	Layout por processo	17
2.2.3.	Layout posicional.....	18
2.2.4.	Layout celular	18
2.3.	Diagrama de Pareto.....	19
3.	Caso de estudo	21
3.1.	A empresa	21
3.2.	Processos produtivo.....	22
3.3.	Análise da situação inicial	28
4.	Apresentação e implementação de propostas de melhoria.....	31
4.1.	Paragens de máquina.....	31
4.2.	A procura pela caixa do projeto necessário na zona de incompletos.....	34
4.3.	Procura da amostra padrão no carrinho de amostras.....	36

4.4.	O supervisor controlar a produção dos operadores.....	39
4.5.	Zoneamento e Identificações.....	45
4.6.	Alteração do layout da costura automática.....	48
5.	Análise dos resultados obtidos.....	55
5.1.	Paragens de máquina.....	55
5.2.	Zona de incompletos.....	57
5.3.	Carrinho amostras padrão.....	58
5.4.	Objetivos triagem.....	59
5.5.	Delimitação do espaço e identificações.....	60
5.6.	Layout.....	60
6.	Conclusão.....	62
6.1.	Considerações finais e limitações.....	62
6.2.	Propostas de trabalhos futuros.....	63
7.	Referências.....	64
	Anexos.....	67
	Anexo A – Folha de produção antes da melhoria.....	68
	Anexo B – Quadro de produção após melhoria.....	69
	Anexo C – Análise do fluxo do corte têxtil.....	70
	Anexo D – Análise do fluxo da costura automática (2 agulhas).....	71
	Anexo E - Análise do fluxo da costura manual.....	71
	Anexo F - Análise do fluxo da costura automática (1 agulha).....	72
	Anexo G – Layout da costura 2ª opção.....	74
	Anexo H – Layout da costura 3ª opção.....	75
	Anexo I – Diagrama de spaghetti do material.....	76
	Anexo J – Diagrama de spaghetti da célula de costura automática.....	77
	Anexo K – Registo de paragens da máquina no sistema.....	78
	Anexo L – Folha de registo dos tempos de triagem.....	79
	Anexo M – Mapeamento do fluxo produtivo.....	80
	Anexo N – Continuação do mapeamento do fluxo produtivo.....	81

Lista de Figuras

Figura 1: Exemplo de Diagrama de Pareto.....	19
Figura 2: Organograma da empresa.....	22
Figura 3: Tecnologias utilizadas na empresa.....	23
Figura 4: Laminação a quente	23
Figura 5: Estender e corte do material.....	24
Figura 6: Peça cortada na máquina	24
Figura 7: Costura decorativa	25
Figura 8: Peça produzida no processo de revestimento.....	26
Figura 9: Fluxograma do processo produtivo.....	26
Figura 10: Exemplos de componentes fabricados	27
Figura 11: Excerto do mapeamento do processo produtivo.....	28
Figura 12: Registos em sistema das paragens.....	32
Figura 13: Pareto das paragens de máquina na semana 05/2020.....	33
Figura 14: Caixas dos incompletos depois da melhoria	36
Figura 15: Caixas dos incompletos no início	36
Figura 16: Etiqueta de identificação do material das amostras.....	37
Figura 17: Carrinho das amostras desorganizado	38
Figura 18: Carrinho das amostras organizado com etiquetas.....	38
Figura 19: Template criado para o Quadro de Produção Hora a Hora	41
Figura 20: Gráfico de tempos por projeto.....	43
Figura 21: Marcações de corredores e passagem de porta-paletes	46
Figura 22: Marcação e identificação das paletes	46
Figura 23: Identificação das mesas de triagem	47
Figura 24: Identificação da mesa de triagem no sistema.....	47
Figura 25: Layout atual da célula de costura automática	48
Figura 26: Fluxo das peças costuradas	49
Figura 27: Fluxo de uma peça costurada na máquina	50
Figura 28: Local das peças por costurar e costuradas.....	50
Figura 29: Percurso feito pelos diferentes operadores.....	51

Figura 30: Fluxo das peças desde o abastecimento até à expedição.....	52
Figura 31: Melhoria de layout escolhido.....	53
Figura 32: Gráfico do tempo por paragem em janeiro 2020	56
Figura 33: Gráfico do tempo por paragem em fevereiro 2020	56
Figura 34: Gráfico do tempo por paragem em março 2020	57

Lista de Tabelas

Tabela 1: Diferenças entre Produção em Massa e Produção Lean (Melton, 2005).....	5
Tabela 2: Características de um sistema de gestão visual eficaz (Tezel et al., 2009)	11
Tabela 3: Vantagens e desvantagens do Layout por Produto (Chikwendu, 2016)	17
Tabela 4: Vantagens e desvantagens do Layout por Processo (Chikwendu, 2016).....	17
Tabela 5: Vantagens e desvantagens do Layout Posicional (Chikwendu, 2016).....	18
Tabela 6: Vantagens e desvantagens do Layout Celular (Chikwendu, 2016).....	18
Tabela 7: Lista de motivos de paragem de máquina	32
Tabela 8: Dados das paragens de máquina na semana 05/2020.....	33
Tabela 9: Tabela de cores atribuídas a cada projeto	35
Tabela 10: Lista de etiquetas do material	37
Tabela 11: Objetivo de peças triadas por hora	40
Tabela 12: Tarefas do operador durante a triagem das peças	42
Tabela 13: Tempo de triagem para o projeto P87	42
Tabela 14: Tabela de tempos por projeto.....	43
Tabela 15: Lista de objetos da célula	49
Tabela 16: Tempos registados antes e após a organização das caixas	58
Tabela 17: Tempos registados antes e após a organização do carrinho.....	59

1. Introdução

1.1. Motivação

Cada vez mais as empresas estão numa constante procura por um melhor desempenho, devido à elevada competição entre a concorrência. Isto deve-se ao facto do mercado exigir uma resposta mais rápida às necessidades do cliente, uma maior qualidade e diversificação dos produtos com o acréscimo do preço apelativo. Para tal, as empresas têm de ser capazes de melhorar constantemente os seus sistemas produtivos, e, que estas melhorias se reflitam nos seus objetivos e estratégias adotadas.

Surge, então, a filosofia Lean como uma das técnicas mais eficazes de melhorar o desempenho da organização. Esta técnica consiste essencialmente na redução ou eliminação de desperdícios presentes nos sistemas produtivos, de maneira a baixar os custos de produção. São considerados como desperdícios todas as tarefas que não acrescentam valor ao produto final. Quando a organização se foca continuamente na redução/eliminação de desperdícios, esta pode reagir melhor às necessidades de seus clientes e produzir com níveis de desempenho mais eficientes (Ortiz, 2010).

1.2. Contextualização do trabalho e principais objetivos

Este projeto foi desenvolvido na ERT Têxtil Portugal, que pertence à indústria têxtil no ramo automóvel, localizada em São João da Madeira. Visto que, o mercado da indústria automóvel é um mercado onde existe uma elevada concorrência, também a ERT Têxtil Portugal procura incutir nos seus colaboradores a necessidade de melhoria constante dos seus processos produtivos com o objetivo de manter a sua competitividade no mercado. É neste contexto que surge o presente projeto de mestrado, de melhorias no armazém onde serão estudadas e aplicadas ferramentas e metodologias de Lean Manufacturing, numa perspetiva Kaizen, ou seja, numa perspetiva de melhoria contínua.

A sua realização surge com o objetivo de aumentar a eficiência no fluxo dos materiais e da informação, onde o principal problema do armazém consistia no tempo desperdiçado pelos operadores em tarefas desnecessárias ou movimentos dispensáveis, que consequentemente, aumentavam o tempo de produção. Para tal, seria necessário um estudo sobre quais são os

desperdícios presentes no armazém e analisar as melhores propostas, tendo em vista a redução ou eliminação dos mesmos.

Sendo assim, a realização deste trabalho tem como objetivos a apresentação de propostas de melhoria no layout de produção, como também a implementação da gestão visual do armazém (marcações, identificações, ect.) e a promoção da metodologia 5S.

1.3. Metodologia

A metodologia utilizada para alcançar os objetivos acima mencionados dividiu-se em 3 fases. Primeiramente foi feito um estudo da situação inicial através de observações às tarefas em cada posto e os seus tempos de produção, (mapeamento do processo, análise do fluxo e diagrama de spaghetti), como também, questionários informais aos colaboradores das células em questão. Esta análise, ao estado atual, serve de termo de comparação entre o estado futuro, ou seja, após serem implementadas as ações de melhoria.

De seguida, com os dados retirados das ferramentas de análise utilizadas, foram identificados os pontos de possíveis melhorias e estudadas possíveis soluções. Foi nesta etapa que foram aplicadas ferramentas lean, como nomeadamente a gestão visual, a metodologia 5S e o trabalho padronizado. Também foi estudada a alteração de um layout de produção (posto da costura automática), no entanto este não chegou a ser implementado.

Depois destas ferramentas serem implementadas, foi observado o seu impacto através da comparação entre o estudo feito inicialmente e os dados finais obtidos. Por último, foram apresentadas as conclusões do projeto, assim como, perspetivas futuras de trabalho.

1.4. Estrutura do documento

O presente projeto encontra-se dividido em 5 capítulos. O 1º capítulo diz respeito à introdução do projeto, onde são apresentados os principais objetivos, a motivação e a metodologia utilizada.

No 2º capítulo são apresentados os componentes teóricos relacionados com os temas em estudo e que suporta todo o projeto. Neste capítulo é abordada a filosofia lean e algumas das suas ferramentas e metodologias utilizadas ao longo do relatório.

O 3º capítulo foca-se em torno da empresa, com uma apresentação e análise dos processos produtivos da mesma. Para além disso, a identificação e estudo da situação inicial, onde são expostos os erros encontrados durante as observações.

No 4º capítulo são discutidos os problemas encontrados no capítulo anterior e procuradas soluções para os mesmos. Após encontradas e analisadas foram implementadas as melhorias mais benéficas para a empresa.

No 5º capítulo os resultados obtidos são analisados e comparados com a situação inicial.

No 6º e último capítulo, são feitas as conclusões de todo o trabalho desenvolvido, as suas limitações, assim como propostas de trabalho futuro.

2. Enquadramento Teórico

2.1. Lean Thinking

Durante o século XVIII deu-se, em Inglaterra, uma revolução industrial. Esta revolução trouxe grandes mudanças na indústria, que nessa altura se baseava em pequenas “oficinas” que forneciam para um pequeno grupo de clientes. A revolução industrial tornou-se global, em meados do século XIX, e fez com que as empresas com baixa produção tentassem dar resposta à crescente procura. Foi então, que apareceu Henry Ford, fundador da Ford Motor Company, com um novo sistema produtivo designado por “Produção em Massa”, tendo-se afirmado como um modelo para a indústria automóvel. Ford alinou as etapas de fabrico do produto segundo a sequência do processo e criou um sistema de fornecimento de componentes perfeitamente colocados ao lado da linha de produção. O problema deste sistema é que não era um fluxo contínuo.

Com a passagem da 2ª Guerra Mundial, parte das indústrias viram-se destruídas, o que levou a um aumento geral na procura de produtos para reconstruir e modernizar aquilo que foi destruído. No entanto, com pouca capacidade de resposta e aliada à escassez de recursos, as empresas viram-se obrigadas a melhorar a suas eficiências.

Foi então que, Kiichiro Toyoda e Taiichi Ohno inventaram o Toyota Production System (TPS) que se baseava numa série de inovações simples que tornavam o fluxo de produção contínuo. Isto ocorreu devido à necessidade de melhorar o sistema de produção e os produtos dentro da Toyota, pois esta mostrava baixa qualidade e não estava a conseguir fazer frente às empresas europeias e norte-americanas, que nessa altura lideravam os mercados e possuíam determinados recursos que a Toyota não possuía (Liker & Morgan, 2006). O principal objetivo do sistema era a eliminação do desperdício, sustentando um fluxo contínuo que não dependesse de longos ciclos produtivos, nem de elevados stocks para ser eficiente e, tendo sempre em mente a satisfação do cliente.

O TPS concluiu que, dimensionando corretamente as máquinas para o volume real necessário, alinhando as máquinas na sequência do processo, criando configurações rápidas para que cada máquina pudesse produzir pequenos volumes de variadas peças e tendo cada processo a notificar a cada etapa anterior sobre suas necessidades de material, seria possível

obter alta variedade, alta qualidade, menos defeitos e um rápido tempo de resposta para satisfazer as mudanças nos desejos dos clientes (Womack & Jones, 2003).

Segundo (Melton, 2005):

<u>Características</u>	<u>Produção em Massa</u>	<u>Produção Lean</u>
Ponto de partida	Henry Ford	Toyota
Técnicos	Profissionais pouco qualificados	Equipas de trabalhadores qualificados em todos os níveis da organização
Operadores	Trabalhadores não qualificados ou semiquilificados	Equipas de trabalhadores qualificados em todos os níveis da organização
Equipamento	Máquinas caras e com um único propósito	Sistemas manuais e automatizados que podem produzir grandes volumes com grande variedade de produtos
Métodos de produção	Grandes volumes do mesmo produto	Fazer produtos a pedido do cliente
Filosofia organizacional	Gestão assume responsabilidade	Empurrar a responsabilidade para os níveis abaixo na organização
Filosofia	Procura “bom o suficiente”	Procura a perfeição

Tabela 1: Diferenças entre Produção em Massa e Produção Lean (Melton, 2005)

2.1.1. Os Princípios Lean Thinking

A filosofia Lean encontra-se orientada para uma melhoria contínua dos processos e dos meios necessários para a promoção da mesma. Womack and Jones reconheceram os princípios como a receita para melhorar a eficiência do local de trabalho (Womack & Jones, 2003). Desta forma, pode-se dizer que esta filosofia tem como principal objetivo a eliminação de desperdício e a interação de etapas que acrescentam valor ao produto (Pepper & Spedding, 2010). Os cinco princípios, abaixo mencionados, foram os reconhecidos por Womack e Jones e são os seguintes:

Identificar o valor: Perceber e definir, na perspetiva do cliente, o que é e o que não é Valor. Sendo que o valor vai de encontro às necessidades dos clientes e ao preço que este está disposto a pagar (Hines, Francis, & Found, 2006). Existem muitas técnicas para perceber os desejos dos clientes, como entrevistas, questionários, pesquisas, informações demográficas, ect. Ao usar essas técnicas quantitativas e qualitativas, torna-se mais fácil descobrir o que os clientes desejam, como desejam que o produto e/ou serviço seja entregue e o preço que estão dispostos a pagar.

Definir a cadeia de valor: análise das diferentes atividades necessárias para a fabricação dos produtos ou serviços. Estas atividades podem estar divididas em três categorias: atividades que acrescentam valor; atividades que não acrescentam valor, no entanto, são fundamentais para a manutenção dos processos e qualidade; e as atividades que não tem qualquer valor associado, chamadas de desperdício.

Uma forma de fazer esta análise passa por utilizar a ferramenta Value Stream Mapping (VSM). O VSM fornece uma análise qualitativa real (se implementada corretamente); providencia o propósito do projeto, definindo o seu estado atual e o estado futuro desejado. Esse mapa do estado futuro vai ser então utilizado para desenvolver estratégias de melhoria direcionadas para o valor acrescentado (Pepper & Spedding, 2010).

Estabelecer um fluxo contínuo: definir um fluxo de materiais contínuo, sem interrupções, deslocações desnecessárias e stocks intermédio (Hines et al., 2006). Esta criação

tem como objetivo a redução dos tempos de fabrico dos produtos e processamentos de pedidos e inventários. Isto de maneira a que a empresa obtenha uma resposta mais rápida e eficaz às necessidades do mercado.

Produção Pull: sistema de produção em que apenas é produzido o que o cliente pretende, ou seja, deixar que sejam os clientes a comandar a produção. Este sistema está relacionado com a produção Just-in-Time, visto que são produzidas apenas as quantidades desejadas pelo cliente e no momento que o cliente pretende, evitando deste modo desperdícios que possam surgir do excesso de produção (Monden, 1940).

Procurar a Perfeição: este passo é considerado, muitas vezes, o mais importante. Com a implementação e interação dos princípios referidos anteriormente, os desperdícios escondidos no processo produtivo manifestam-se, o que facilita a eliminação dos mesmos (Womack & Jones, 2003). É importante incorporar a melhoria contínua e o Lean thinking dentro da cultura organizacional, visto que, uma organização deve procurar a constante eliminação de desperdícios e criação de valor. Ou seja, a busca da perfeição tem de ser vista como um caminho e não como um fim em si mesmo.

Os cinco princípios do Lean fornecem uma estrutura para a criação de uma organização eficaz e eficiente, onde as ineficiências são descobertas e eliminadas. Os princípios incentivam um melhor fluxo dos processos e o desenvolvimento de uma cultura de melhoria contínua. Ao pôr em prática todos os cinco princípios, a empresa pode permanecer competitiva, diminuir o custo dos negócios, aumentar a sua lucratividade, e por fim, aumentar o valor que é entregue aos clientes.

2.1.2. Os Sete Desperdícios

Durante o desenvolvimento da TPS, segundo Ohno, o passo preliminar para a aplicação do Sistema de Produção Toyota é identificar os desperdícios. Foram então criadas 7 categorias com o objetivo de ajudar os operadores e gestores a identificarem e distinguirem o tipo de desperdício, de forma a reduzi-los ou eliminá-los.

Os desperdícios existem em qualquer organização, e mesmo quando não acrescentam valor ao produto final, podem fazer com que o cliente pague mais por este. A verdadeira melhoria na eficiência surge quando são eliminados todos os tipos de desperdícios (Baierle, Schaefer, & Moraes, 2018). As atividades que acrescentam valor são aquelas que transformam o produto à semelhança das características desejadas pelo cliente, portanto, todas as restantes são consideradas desperdício (Press, 2003).

Os sete desperdícios identificados por Ohno são os seguintes:

Excesso de Produção: um dos piores desperdícios que pode existir nas fábricas é o excesso de produção. Este desperdício tem origem na produção de quantidades desnecessárias quando não existem pedidos (Sternberg et al., 2013). Quando esta situação se verifica, matérias-primas e energia são consumidas sem que isso represente retorno financeiro para a empresa. A antecipação da produção ou a criação de stock para combater produções de peças defeituosas são as principais causas da produção excessiva (Press, 2003).

Espera: corresponde ao tempo passado por pessoas ou equipamentos à espera de algo, como por exemplo, que uma máquina automática termine o seu processo ou então falta de stock (Sternberg et al., 2013). Para além disto também pode ocorrer devido a outros problemas como: layouts, obstruções nos fluxos (avarias, defeitos de qualidade ou acidentes), atrasos nas entregas por parte dos fornecedores e balanceamento incorreto de processos.

Transporte: Transporte que não acrescenta qualquer transformação ao produto que o consumidor final queira comprar/pagar (Press, 2003). É um custo que deve ser sempre minimizado pois aumenta o tempo de fabrico durante o qual não é adicionado nenhum valor ao produto. Além disso, sempre que um produto é movido há o risco de ser danificado, perdido ou atrasado.

Processo: Sobreprocessamento ocorre quando é feito trabalho desnecessário numa peça, para além do que é pedido/exigido pelo cliente. Também inclui o uso de ferramentas ou equipamentos que são mais precisos, complexos ou caros, do que o absolutamente necessário. Este tipo de desperdício é geralmente originado por falta de formação dos operadores ou pela ausência de processos normalizados (Press, 2003).

Stocks: O stock esconde os problemas e ineficiências que possam existir no chão de fábrica. O stock em excesso gera diversos desperdícios, tais como, defeitos, mais transportes e movimentos. Qualquer que seja o tipo de stock, representa grandes quantidades de produto parado que por sua vez significa dinheiro parado, o que influencia negativamente nas operações da empresa (Baierle et al., 2018).

Movimento: relativo a movimentos de pessoas, que não são necessários para realizar uma operação. Existem algumas situações que são muito frequentes, como a movimentação para procurar uma ferramenta, ou então, movimentações entre componentes necessárias para executar uma tarefa (Sternberg et al., 2013).

Geralmente estes movimentos estão associados à má organização dos locais de trabalho, ao layout dos mesmos e à localização e posição de ferramentas e materiais.

Defeitos: este desperdício consiste na produção de materiais que têm de ser retrabalhados ou que são dados como sucata (Sternberg et al., 2013). A sucata e o retrabalho representam custos acrescidos, para além dos desperdícios relacionados com espera no posto seguinte, acrescentando o custo e lead time ao produto. Estes problemas devem-se muitas vezes à falta de sistemas de inspeção de qualidade ou triagem dos produtos, erros humanos, transporte e movimentação de material, etc.

2.1.3. Kaizen

Kaizen é uma palavra japonesa que significa melhoria, mudança para melhor ou melhoria contínua. As raízes das iniciativas de melhoria remontam para os anos de 1800, onde as administrações de várias empresas incentivavam os funcionários a exporem as suas ideias de melhorias, onde estes eram recompensados caso as ideias trouxessem mudanças positivas para a organização (Bhuiyan & Baghel, 2005). Essas mudanças podem ser vistas nas etapas do processo de fabrico, nas questões de produtividade, stocks ou controlo de qualidade.

Esta metodologia procura eliminar desperdícios de forma contínua e gradual, vendo os problemas como oportunidades, com o intuito de aumentar a produtividade. A melhoria contínua implica o envolvimento de todos os colaboradores e que estes percebam e se guiem pelos objetivos da organização. É também importante que todos sejam ouvidos e que as suas

opiniões sejam tidas em consideração, de maneira a demonstrar que todos são precisos numa cultura de melhoria contínua (Bessant, Caffyn, & Gallagher, 2001). Sugestões vindas de toda a organização, da linha de montagem até ao escritório do CEO, são examinadas e implementadas, se forem úteis.

Este sistema analisa uma empresa inteira com foco em diferentes áreas: qualidade, custos, logística, motivação da equipa, segurança, tecnologia e, mais recentemente, o meio ambiente. Examina todas as etapas do processo da empresa, desde os seus fornecedores até o cliente, procurando maneiras de simplificar, melhorar ou reduzir custos. Este conceito é a base fundamental para a boa implementação do Lean numa organização (Anvari, Zulkifli, & Yusuff, 2013).

Resumidamente, o Kaizen pode ser caracterizado pelos pontos mencionados abaixo:

- Não explicar o que não pode ser feito, encontrar uma maneira de como fazer;
- Realizar de imediato as boas propostas de melhoria;
- Corrigir o erro de imediato, no local;
- Identificar a causa raiz e não se limitar à resolução superficial dos problemas;
- Experimentar uma solução eficaz e só depois validar;
- Ter em conta que, a melhoria é infinita.

2.1.4. Gestão Visual

Dentro das organizações, a gestão visual é um sistema que tenta melhorar o desempenho da empresa conectando visão organizacional, valores fundamentais, objetivos e cultura com outros sistemas, tais como, processos de trabalho, elementos do local de trabalho e partes interessadas (Tezel, Koskela, & Tzortzopoulos, 2009).

Nos dias que decorrem, as organizações Lean dependem fortemente da gestão visual para identificar erros e desperdícios, reforçar padrões, garantir estabilidade e segurança no local de trabalho e partilhar informação sobre o estado atual da empresa com todas as partes envolvidas. Esta informação deve ser distribuída às pessoas certas, no tempo certo de maneira a aumentar o rendimento da organização (Eaidgah Torghabehi, Maki, Kurczewski, & Abdekhodae, 2016). Ou seja, os colaboradores precisam de saber o que é esperado deles (as pessoas tendem a aprender e processar mais informações quando estas são expostas

visualmente); e precisam de estar informados sobre o *status* da produção e as necessidades dos clientes (idealmente, todos devem poder avaliar rapidamente o *status* de uma situação).

O conceito de gestão visual engloba um conjunto de ferramentas e métodos que promovem a visualização da informação, criação de regras e a transparência entre os processos e as pessoas. Algumas destas ferramentas que fomentam a gestão visual são: 5S, diagramas de causa efeito, *kanban*, *heijunka box*, linhas limitadoras, quadros de sombra, etc. (Eaidgah Torghabehi et al., 2016). As aplicações destas ferramentas no chão de fábrica contribuem para a melhoria contínua (kaizen). Segundo (Tezel, 2009), um sistema de gestão visual eficaz tem as seguintes funções:

<u>Função</u>	<u>Definição</u>
Transparência	A capacidade de um processo produtivo (ou algumas partes) comunicar com as pessoas
Disciplina	Criar o hábito de manter os procedimentos corretos
Melhoria contínua	Um processo de inovação incrementado em toda a organização
Facilitação do trabalho	Tentativa de fisicamente e/ou psicologicamente aliviar os esforços das pessoas nas suas rotinas
Formação on-the-job	Aprender com a experiência ou integrar o trabalho com a aprendizagem
Dividir propriedades	Desapego psicológico a um objeto (material ou imaterial) Gestão para mudar a visão e criação de cultura
Gestão através de factos	Uso de factos e dados com base em estatísticas
Simplificação	Esforços constantes na monitorização, processamento, visualização e distribuição de informação por todos os colaboradores
Unificação	Criação de empatia dentro da organização através da partilha de informação

Tabela 2: Características de um sistema de gestão visual eficaz (Tezel et al., 2009)

Concluindo, é importante promover a gestão visual de forma a facilitar a comunicação entre todas as participantes da organização e auxiliar na tomada de decisão. Portanto, com a implementação desta metodologia deixa de existir a necessidade de procura pela informação (Moser & Santos, 2003).

2.1.5. Metodologia 5S

A metodologia 5S é uma técnica usada para manter a boa organização das ferramentas e dos postos de trabalho durante a criação de um ambiente Lean (Ho, 1999). Normalmente, esta é a primeira ferramenta a ser aplicada, visto que a sua implementação é fácil e com ganhos visíveis mais rápidos do que outras ferramentas.

Na cultura japonesa, cada palavra que compõe a técnica 5S significa o seguinte:

- Seiri - a vontade de alcançar uma meta;
- Seiton - colocar as coisas em ordem;
- Seiso - ganhar a estima e o respeito dos colegas e superiores;
- Seiketsu - manter a compostura;
- Shitsuke - construir e manter a autodisciplina.

Desta maneira, dá-se importância à cooperação no local de trabalho, à confiança, ao autocontrolo, à harmonia e à lealdade para com a organização (Jaca, Viles, Paipa-Galeano, Santos, & Mateo, 2014).

Analisando numa perspetiva mais aprofundada, as 5 palavras japonesas significam o seguinte:

Seiri(Eliminar) – Inicialmente é necessário separar o que é essencial do que causa distração/desconcentração durante as tarefas do processo. Depois de ter esta separação, é preciso eliminar tudo o que baixa a produtividade dos operadores durante a realização das atividades referentes ao posto de trabalho.

Seiton (Arrumar) – Consiste em organizar todo o material efetivamente necessário e a criação de um lugar específico para tornar mais fácil a procura desse material. É uma questão de perceber o quão rápido se pode obter as coisas que são necessárias e com que rapidez podem

ser guardadas. Apenas tomando a decisão sobre onde vai ser o local permanente das coisas, se torna o processo de procura mais rápido (Ho, 1999).

Seiso (Limpar) – Resume-se à limpeza diária do local de trabalho, realizadas pelos operadores. Para que esta limpeza ocorra é necessário abastecer o posto de trabalho com material de limpeza.

Seiketsu (Normalizar) – Esta é a etapa fundamental da implementação do 5S, que consiste na uniformização dos procedimentos de limpeza. A padronização combinada com a gestão visual permite obter/manter as condições padronizadas e uma rápida resposta ao desempenho dos processos (Ho, 1999).

Shitsuke (Respeitar) – O cumprimento de todos os aspetos acima mencionados, promovendo a autodisciplina, que será combinada com auditorias periódicas. É necessário fornecer formação/educação de forma a melhorar o nível moral que leva ao aumento da qualidade do trabalho e dos padrões do mesmo (Gapp, Fisher, & Kobayashi, 2008).

2.1.6. Standard Work

O Standard Work ou Standard Operations prevê que todos os colaboradores façam as tarefas da mesma maneira, isto é, executando as tarefas seguindo os mesmos procedimentos. Os três principais alvos da implementação desta ferramenta são: alcançar alta produtividade através de trabalho árduo (trabalho eficiente sem movimentos desnecessários); obter o balanceamento da linha entre todos os processos, em termos de tempo de produção; e que seja utilizado o número mínimo de unidades necessárias para que as operações padrão sejam executadas pelos trabalhadores (Monden, 1940). Esta ferramenta é relevante quando certas tarefas são repetidas frequentemente, e não atividades esporádicas.

Os objetivos principais da uniformização é a eliminação do muda (desperdício), através da diminuição da variabilidade de tempos em que o trabalho é executado, sem que para isso seja comprometida a qualidade dos produtos. A implementação desta ferramenta promove o alcance de uma melhoria contínua mais eficaz, visto que é mais fácil avaliar e melhorar um conjunto de tarefas que são desempenhadas de igual forma do que melhorar um conjunto de tarefas que são realizadas de forma aleatória.

Segundo (Suzaki, 2010), os objetivos de uma padronização bem definida são:

- Identificar e definir a sequência de tarefas a executar;
- Documentar essas atividades que proporcionam efetuar o trabalho de uma melhor forma e distribuir os documentos;
- Formar os trabalhadores para efetuarem as tarefas de acordo com o modelo definido como standard;
- Reduzir a instabilidade e aumentar a previsibilidade;
- Facilitar a comunicação entre todos os intervenientes e a resolução de problemas;
- Eliminar retrabalho, defeitos e problemas de segurança dos produtos.

2.1.7. Diagrama de Spaghetti

O diagrama de spaghetti é uma ferramenta Lean que consiste na análise dos trajetos feitos pelos colaboradores e/ou materiais durante os processos de produção. O mapeamento do processo permite visualizar as perdas de transporte/movimento tanto em metros percorridos como em tempo. Os passos para construir o diagrama são os seguintes:

Passo 1: Decidir o que é pretendido analisar, seja o fluxo de uma pessoa, material ou informação;

Passo 2: Desenhar o layout atual desse local e percorrer, de maneira contínua, com uma caneta, o trajeto percorrido pelo colaborador/material;

Passo 3: Definir adequadamente os metros percorridos e o tempo gasto durante o processo;

Passo 4: Analisar possíveis melhorias no layout e organização das máquinas e equipamentos, de maneira a diminuir as distâncias percorridas e o tempo despendido durante os percursos;

O objetivo deste diagrama é eliminar qualquer tipo de desperdícios através da identificação de movimentos ineficientes e áreas ineficazes, eliminação de funcionários dispensáveis e alteração na organização do layout da célula de trabalho. Refazendo o diagrama de spaghetti para a célula melhorada, se o número de linhas diminuir é sinal de que menos tempo será utilizado nas tarefas e menos metros serão percorridos, logo a eficiência será maior do que a inicial (Senderská, Mareš, & Václav, 2017).

2.1.8. Mapeamento do Processo

O Mapa do Processo é uma representação visual do fluxo produtivo da empresa. Esta ferramenta é utilizada com o objetivo de identificar todas as operações do processo e onde podem ser realizadas melhorias de maneira a aperfeiçoar o fluxo (Nyemba & Mbohwa, 2017). Para a realização do mapa, é necessário perceber quais são as atividades que transformam um conjunto de recursos (inputs) num conjunto específico de resultados (outputs).

O ponto inicial do mapa de processo é a primeira atividade após o ponto de partida e o final é a última atividade que dá lugar ao output final do processo. A sequência de atividades deve ser tão linear quanto possível e de acordo com o layout do processo. Os passos para a realização do mapeamento são os seguintes:

1. Identificar todas as etapas do processo
2. Listar os inputs e outputs do processo
3. Identificar os Outputs chave de cada etapa do processo
4. Identificar e classificar os Inputs chave de cada etapa do processo

Os Inputs podem estar divididos pelas seguintes categorias:

Controláveis: Variáveis de entrada, que podem ser modificadas para verificarem o seu efeito nas variáveis de saída do processo.

Ruídos: Variáveis de entrada que têm impacto nas variáveis de saída, que podem ser incontroláveis, difíceis de controlar, ou de custo elevado.

Padrão: Procedimentos padrão que descrevem como o processo é realizado e que identificam os fatores a monitorizar. Também são classificados como Padrão os inputs que quando alterados não afetam o processo.

2.2. Layouts

O layout é definido pela colocação das máquinas dentro de uma fábrica, de maneira a aproveitar a área da melhor forma, tendo em conta o espaço disponível entre os vários equipamentos e operadores. O layout determina a forma como operadores, materiais,

informações e clientes fluem através das operações. De acordo com a TPS, o layout das máquinas deve ser organizado de maneira a balancear as linhas de produção (Monden, 1940).

Segundo (Hasan, Sarkis, & Shankar, 2012) os objetivos a alcançar quando a implementação de um novo layout são:

- Minimizar o custo de manuseamento de material;
- Minimizar o tempo total de fabrico;
- Minimizar o investimento em equipamentos;
- Utilizar de forma eficaz o espaço disponível;
- Fornecer segurança e conforto aos funcionários;
- Aumentar a flexibilidade de operações;
- Facilitar o processo de fabrico

O desenho do layout tem um impacto significativo no desempenho de uma empresa e é uma área de pesquisa ativa há muitas décadas. Uma boa colocação das máquinas/pessoas contribui para a eficiência geral das operações e pode reduzir até 50% das despesas operacionais (Hasan et al., 2012).

Segundo (Chikwendu, 2016) existem três tipos de layouts pelos quais a produção é organizada: Layout por processo/funcional, Layout por produto/linear e Layout posicional fixa/posicional. O quarto tipo de layout ganhou ampla aceitação e é frequentemente considerado um layout híbrido, é o chamado de Layout celular.

2.2.1. Layout por produto

Neste tipo de layout, as máquinas são alinhadas de acordo com a sequência de tarefas realizadas no fabrico do produto. As máquinas mantêm-se fixas enquanto o material se movimenta. As máquinas e os equipamentos são agrupados, permitindo que o material flua sucessivamente, de maneira clara e fácil de controlar, de uma máquina para outra.

Vantagens	Desvantagens
Custos de manuseamento de material e tempos de produção reduzidos	Investimento em máquinas e equipamentos
Uso eficiente do espaço disponível	Avaria numa das máquinas provoca gargalos sérios
Pouca quantidade de WIP	Pouca ou nenhuma flexibilidade nos processos de produção
Custo de produção reduzido	Despesas gerais elevadas
Pode ser facilmente aprendido e gerido por operadores não qualificados	Operações monótonas
Sequência simplificada de operações	Mudanças no design do produto requerem alterações no layout

Tabela 3: Vantagens e desvantagens do Layout por Produto (Chikwendu, 2016)

2.2.2. Layout por processo

Neste layout, as máquinas são divididas por tipo e organizadas tendo em conta a operação que realizam, ou seja, são agrupadas por local as que executam operações semelhantes. É muito útil em situações em que o processo de produção é estruturado por lotes, onde diferentes produtos são organizados de forma a mudarem de uma área para outra, com base na sucessão de operações estabelecida anteriormente.

Vantagens	Desvantagens
Despesas gerais reduzidas	Alto inventário de WIP
Maior utilização das máquinas	Poucas operações e custo de manuseamento de material elevado comparado ao layout do produto
Incentiva a supervisão eficiente	Requer inspeção constante
Grande variedade de produtos	Elevado intervalo de interrupção
Maior flexibilidade	Requer operadores altamente qualificados
Baixo investimento de capital	Requer máquinas dispendiosas

Tabela 4: Vantagens e desvantagens do Layout por Processo (Chikwendu, 2016)

2.2.3. Layout posicional

Neste tipo de layout, as máquinas, equipamentos e trabalhadores são transportados para o local do produto a ser fabricado, enquanto o produto permanece parado.

Vantagens	Desvantagens
Muito flexível e predisposto a mudanças no design e processos de fabrico	Elevado investimento de capital
Economiza tempo e custos envolvidos em movimentos de trabalho de um local para outro	Requer grande quantidade de espaço disponível
Diferentes operações podem ocorrer em simultâneo	Longos períodos de produção e baixa quantidade produzida

Tabela 5: Vantagens e desvantagens do Layout Posicional (Chikwendu, 2016)

2.2.4. Layout celular

Este layout é uma mistura entre o funcional e o linear, daí ser um layout híbrido. Isto significa que todas máquinas/ferramentas necessárias para o fabrico dos produtos estão alocadas na mesma célula de trabalho. O layout da célula pode ser definido pela disposição adequada das máquinas e equipamentos, a fim de melhorar a constante e ininterrupta movimentação dos materiais e das ferramentas.

Vantagens	Desvantagens
Lead Time reduzido	Não é adequado para grande variedade de produtos
Tempo de set up diminui	Custo de set up aumenta
Stocks intermédios reduzidos	Requer mais máquinas
Reduz o desperdício de espaço da loja	Espaços de trabalho limitados

Tabela 6: Vantagens e desvantagens do Layout Celular (Chikwendu, 2016)

2.3. Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto é uma ferramenta da qualidade que consiste num gráfico de barras, onde cada barra representa a contribuição da causa para o problema em questão. O objetivo deste diagrama baseia-se em identificar as barras mais altas do gráfico, pois são essas que ocorrem em maior frequência e devem ser as primeiras a serem reduzidas ou eliminadas.

Segundo (Pereira & Requeijo, 2008), quando percebemos qual o problema que queremos analisar, o Diagrama de Pareto deve ser construído seguindo os seguintes passos:

- Definir o tipo de dados a recolher e o período de recolha;
- Recolher os dados;
- Organizar os dados recolhidos por categorias;
- Calcular a frequência relativa de cada categoria;
- Ordenar as frequências por ordem decrescente;
- Calcular as frequências acumuladas e traçar a curva desses valores.

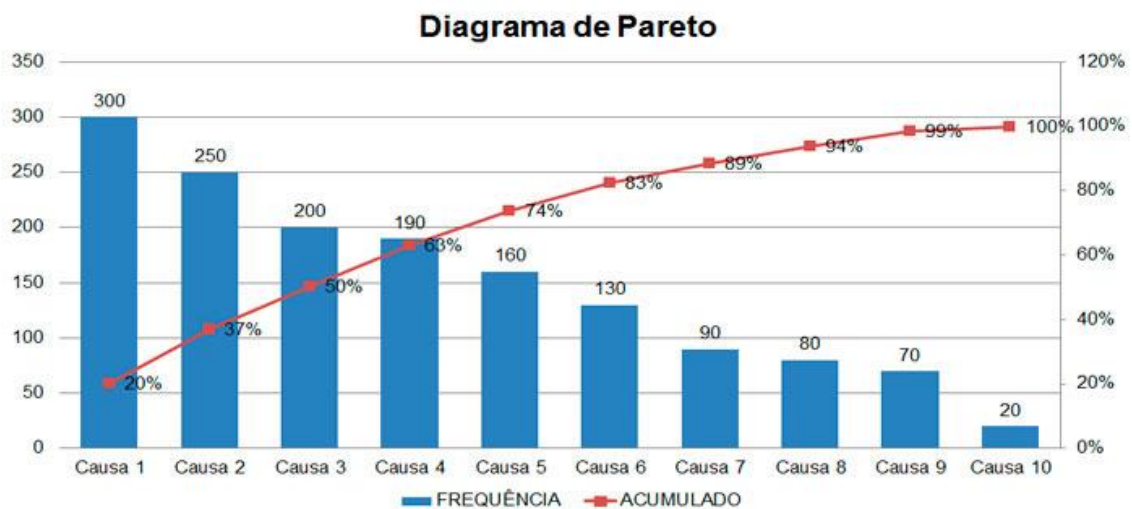


Figura 1: Exemplo de Diagrama de Pareto

3. Caso de estudo

3.1. A empresa

A ERT é uma empresa portuguesa onde a sua principal área de negócio é a fabricação de componentes para os interiores dos automóveis. A sede encontra-se situada em São João da Madeira, em pleno ambiente industrial com grande relevância para o setor automóvel.

Foi fundada em 1992, como uma pequena empresa de prestação de serviços de colagem (laminagem) de têxteis para revestimentos e forros de componentes de calçado. A indústria automóvel já tinha alguma tradição em Portugal e o investimento direto estrangeiro feito pela Ford-VW, com a instalação do projeto AutoEuropa em 1995 e, em 1996, a instalação da General Motors (GM), dinamizaram a expansão nacional do setor em unidades industriais para a produção e fornecimento de peças para motores, transmissão e travões, componentes elétricos e componentes com têxteis para o interior de veículos. O facto de se ter criado a necessidade de fornecer também componentes com têxteis gerou maiores oportunidades para as empresas com a especialização tecnológica da ERT.

Em 2000 a ERT inicia então a sua atividade de fornecimento de componentes têxteis laminados para o setor automóvel. Fruto das exigências para cumprir com os requisitos dos seus clientes e da necessidade de melhorar o nível organizacional, a empresa prepara e obtém em 2004 a certificação ISO 9001. Desde então os investimentos têm sido dirigidos para a área da tecnologia, que para aumentar a força competitiva da empresa em 2005, 2010 e 2011, respetivamente, introduziu tecnologias de corte, laminagem e costura.

Fruto do conseqüente crescimento, a ERT tem atualmente atividade industrial em Portugal, Espanha e Roménia e uma plataforma logística na Polónia. Este crescimento contribuiu para a expansão de vários negócios que deram origem à constituição do Grupo ERT. Desde 2010 a ERT é uma empresa de capital acionista com a designação de ERT Têxtil Portugal, S.A. Na atualidade, a ERT possui uma unidade industrial na República Checa e outra em Marrocos, alargando assim o seu espectro de clientes.

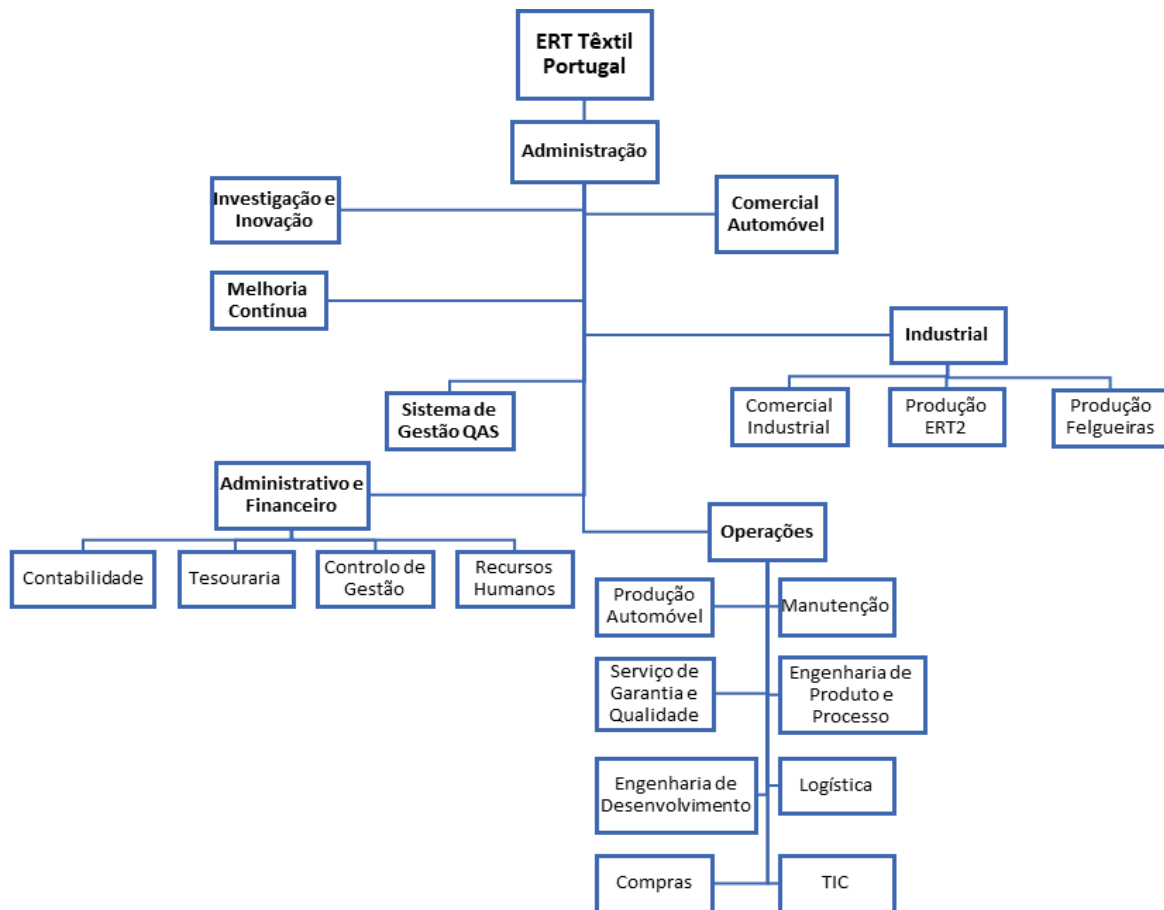


Figura 2: Organograma da empresa

3.2. Processos produtivo

A ERT é uma empresa de prestação de serviços de colagem de materiais flexíveis, por técnicas a quente (hotmelt/calandra), a frio (spray) e por chama (fusão de espumas). Com uma grande tendência para os interiores de automóveis, a empresa está preparada para o corte de materiais flexíveis, de que são exemplo maioritariamente os têxteis e o couro, mas também para a costura em painéis de porta, apoios de braço e assentos, e os acabamentos por alta-frequência e a termo moldagem.

A ERT especializou-se na transformação de uma grande variedade de materiais flexíveis, nomeadamente todo o tipo de têxteis 2D e 3D, como tecidos, malhas e não-tecidos, mas também têxteis revestidos, couros, lâminas de cortiça, membranas/filmes e espumas. O processo produtivo da empresa inicia-se com a laminação da matéria-prima, utilizando

técnicas de colagem a quente; e termina com a costura do material e o revestimento de uma peça plástica com o mesmo, como pode ser visto na Figura 3.

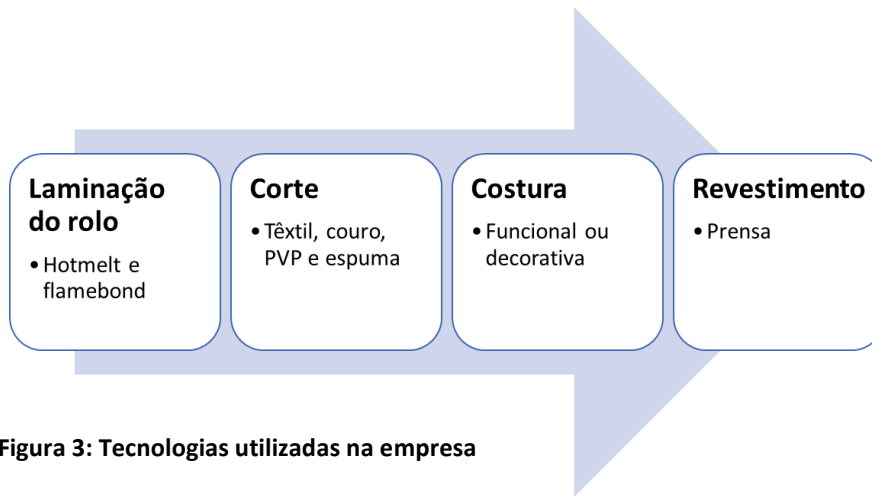


Figura 3: Tecnologias utilizadas na empresa

Laminação do rolo

A técnica mais utilizada durante esta etapa é a laminação a quente hotmelt (Figura 4). Durante esta etapa é aplicado um substrato a uma camada de tecido, mas para que tal aconteça é necessário que a aplicação seja feita com viscosidades baixas ou moderadas. A laminação por fusão a quente atinge essa viscosidade, derretendo o material desejado antes de aplicá-lo ao substrato. O substrato e a camada revestida são arrefecidos, passando sobre um rolo resfriado. Como não há líquido para remover, o processo é mais rápido que os equivalentes, à base de água ou solvente.



Figura 4: Laminação a quente

Corte Têxtil

Este processo é feito na máquina de corte automático Lectra. Esta máquina permite o carregamento dos *designs* feitos pré-produção, pelo departamento de engenharia, e alterações nos parâmetros antes ou durante o corte das peças. Os benefícios desta máquina passam pelo facto de ela ser uma plataforma aberta, que permite armazenar, modificar e partilhar alterações com o resto da equipa. Todos os materiais utilizados pela empresa são estendidos e cortados nesta máquina e só depois prosseguem para os restantes processos.



Figura 5: Estender e corte do material



Figura 6: Peça cortada na máquina

Costura

Após o corte das peças, estas passam para o processo de costura, que está dividido em duas técnicas: manual (funcional) ou automática (decorativa). A costura decorativa é utilizada para criar relevo ou desenho requerido pelo cliente, logo este tipo de costura resulta unicamente em elementos decorativos na superfície do tecido. Por outro lado, a costura manual é utilizada quando é necessário juntar duas peças e criar um design que seja essencial para o interior do carro, como por exemplo o apoio de cabeça.



Figura 7: Costura decorativa

Revestimento

Por último, o revestimento é a etapa final do processo que necessita que o material passe por todas as etapas anteriores. Durante esta etapa, a peça costurada e a peça plástica são revestidas por uma cola, que é ativada em altas temperaturas durante a passagem das mesmas por um forno. De seguida, essas peças são colocadas numa prensa automática, que une ambas as peças através de pressão.

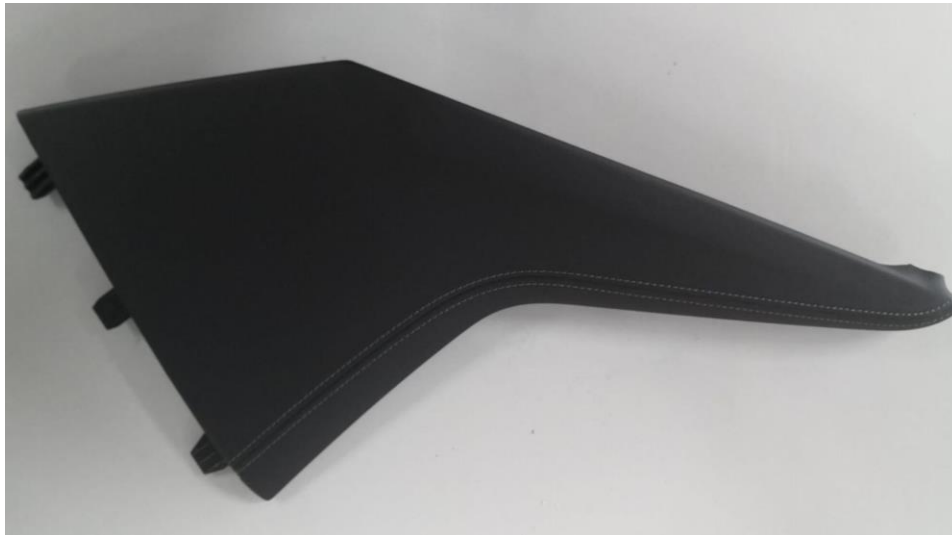


Figura 8: Peça produzida no processo de revestimento

É de salientar que nem todos os materiais passam pelo processo produtivo completo (Figura 9), alguns deles são apenas cortados e expedidos diretamente para o cliente, ou então, são apenas costurados após cortados.

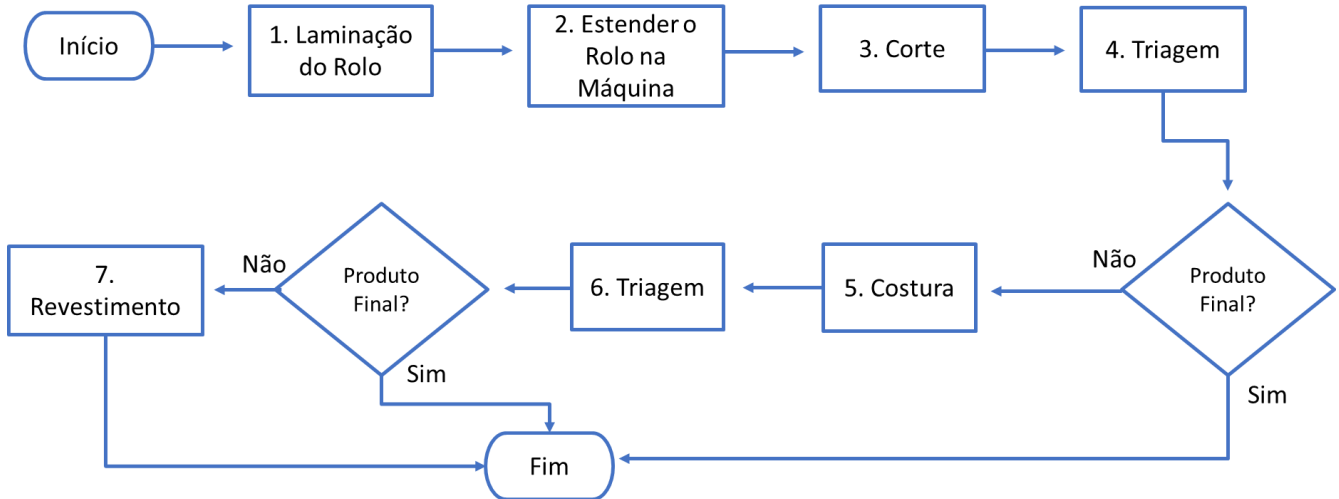


Figura 9: Fluxograma do processo produtivo

Apesar da empresa produzir outro tipo de componentes revestido por material para além do têxtil; os componentes têxteis mais fabricados são: revestimento de pilares, painéis de portas, assentos, encostos de cabeça, consola central, apoio de braço e gap hider.



Figura 10: Exemplos de componentes fabricados

A empresa é composta por 7 armazéns, no entanto, o presente projeto decorre no armazém dedicado aos componentes de automóveis, no qual são fabricados os produtos da figura acima. Estes componentes são revestidos com o têxtil produzido pela ERT e depois associados ao material produzido pela empresa cliente.

3.3. Análise da situação inicial

Durante este capítulo foi feita uma análise à situação atual do armazém, através da observação dos processos produtivos, de forma a identificar os problemas presentes durante os mesmos, ou relatados pelos colaboradores, e estudar possíveis soluções. Para tal, foram realizados: um mapeamento do fluxo produtivo (Anexo M e N), análise do mesmo e diagrama de spaghetti a diferentes células. O mapeamento do fluxo permite não só ver os desperdícios presentes ao longo do processo, mas também a sua fonte ou causa, de maneira a apontar e planear melhorias. Por outro lado, o diagrama de spaghetti foca-se em visualizar todas as perdas com movimentos e transportes durante o layout atual. Para a correta utilização destas ferramentas, as tarefas realizadas pelos operadores foram acompanhadas durante um mês, onde foram retirados dados sobre desperdícios de tempo/material e paragens de máquinas devido a causas espontâneas ou sistemáticas. Durante este mês, foram também colocadas questões sobre os motivos de desperdícios e paragens e possíveis melhorias ou soluções para obterem melhores resultados.

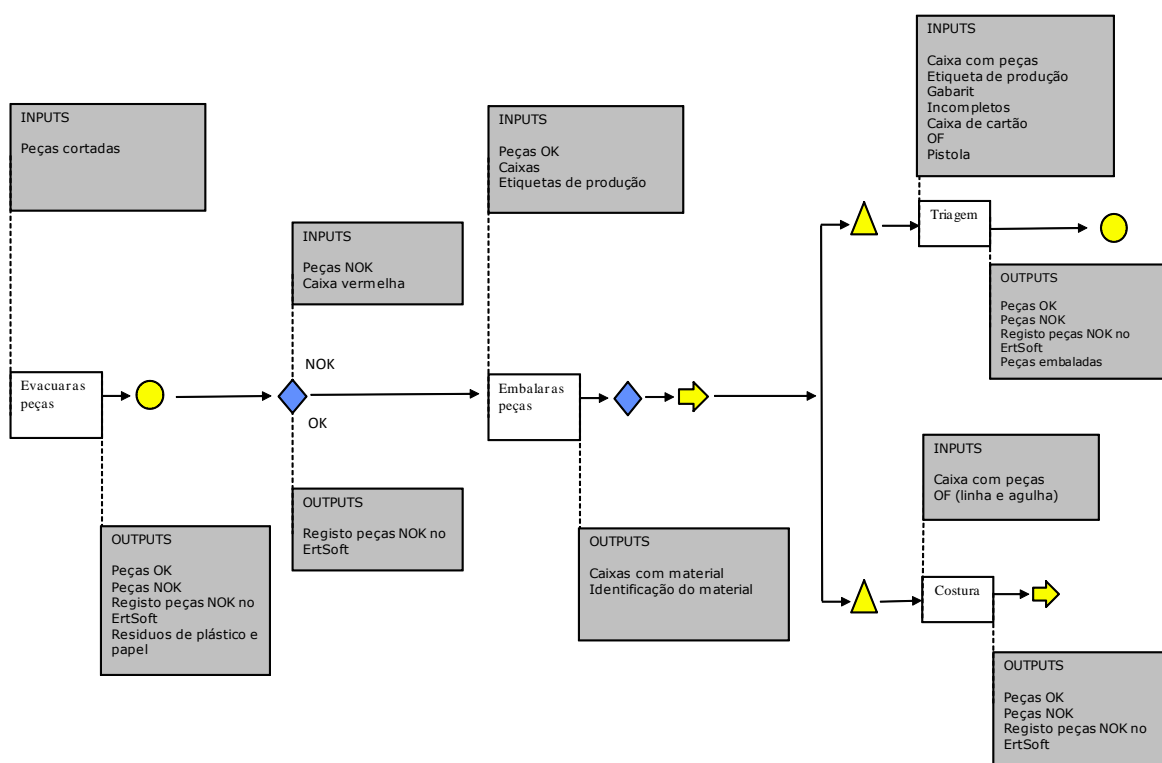


Figura 11: Excerto do mapeamento do processo produtivo

Após a realização do mapeamento do processo foi possível perceber quais eram os pontos críticos da cadeia e onde existiam desperdícios, de tempo ou de movimentos, que não acrescentavam valor para o cliente final. O mesmo foi analisado pelos diagramas de spaghetti (Anexo I e J) e análises do fluxo dos diferentes processos (Anexos C, D, E e F), onde ficaram registados os movimentos dos operadores/material e o tempo despendido durante os mesmos. Desta forma, foi de notar que os pontos mais relevantes para atuar eram:

- Layout do processo de costura automática. O layout da célula forçava a que as peças costuradas fossem colocadas no mesmo sítio das peças por costurar, o que originava troca e mistura de peças;
- Registo das paragens de máquina. Esta tarefa depende do operador que está a trabalhar na máquina. As paragens eram assinaladas numa folha de papel, que era entregue no dia seguinte à chefia. Ou então, não eram assinaladas, visto que não havia ninguém encarregue de o fazer naquele turno, o que tornava difícil perceber as causas e o número de ocorrência das paragens;
- Muitos movimentos durante a procura das caixas de peças. Estas caixas eram divididas por projeto, mas como não tinham uma “morada” atribuída, eram arrumadas da maneira mais fácil e conveniente, o que tornava o trabalho da pessoa seguinte, mais complicado e demorado;
- Carrinho com as amostras padrão desorganizado. O operador para validar a operação do corte de material necessita de encontrar a amostra padrão do mesmo. Visto que, o carrinho continha mais de 50 amostras desorganizadas, o operador demorava demasiado tempo a iniciar a operação de corte;
- Quadro de produção de difícil visualização e monitorização. De maneira a controlar a produção e perceber se esta estava acima ou abaixo do objetivo diário, os operadores tinham de preencher uma folha por mesa, hora-a-hora. Devido à fraca gestão visual do mesmo, o supervisor não sabia os valores de produção nem os motivos dos valores que se encontravam abaixo do objetivo;

Após a análise dos pontos de melhoria, a etapa inicialmente escolhida para atuar, foi a etapa de corte têxtil, isto porque, é um dos processos principais do armazém e é o ponto de partida de todos os produtos.

4. Apresentação e implementação de propostas de melhoria

4.1. Paragens de máquina

De maneira a standardizar o trabalho dos operários e diminuir o número de interrupções nas máquinas de corte, foi fundamental identificar os motivos de paragem e designar alguém para assinalar essas mesmas paragens.

Anteriormente, quando a máquina de corte parava, o supervisor ou operário, dependendo do turno, apontava num papel os motivos dessa paragem, para o caso de no dia seguinte alguém o questionar. Isto levava a que muitas vezes o papel se perdesse ou então que as paragens não fossem assinaladas, porque o supervisor não estava lá no momento, ou então por esquecimento. Para tornar a operação padronizada, optou-se por atribuir aos operadores das máquinas a função do registo das paragens, desta forma, o supervisor não tinha de estar presente para que as mesmas fossem assinaladas.

Com o intuito de tornar o procedimento mais prático e simplificado, foi criado um separador, no sistema da empresa, intitulado de “paragens de máquina” com as opções dos motivos pelos quais a máquina pudesse parar. Visto que se iniciou este parâmetro com as opções mais frequentes de interrupção, se por acaso, a máquina parasse por algum motivo que ainda não estivesse no sistema, este seria comunicado e colocado prontamente.

Existem duas máquinas de corte no armazém, portanto cada uma das máquinas possuiu um computador, com o sistema da empresa associado. Para identificar quais eram as opções que deviam ser colocadas na lista de motivos presentes no computador, foi feito um questionário informal aos operadores e supervisores para tentar perceber quais eram as causas de paragem mais frequentes e recentes. Após essa análise estes foram os dados obtidos:

Lista de Motivos	
P1- Preparação	P14- Ordem superior
P2- Paragem/Recomeço	P15- Falha de energia
P3- CODA Espera	P16- Evacuação
P4- Falta do Operador	P17- Manutenção Fornecedor
P5- Calibração da Máquina	P18- Paragem Programada
P6- Mudar Faca Lixas	P19- Mudança Plástico
P7- Abastecimento Tardio	P20- Mudança Drill
P8- Falta de Planeamento	P21- Peq. Almoço/Almoço/Jantar/Lanche
P9- Falta de Material na Máquina	P22- Falta de Matéria-Prima
P10- Engenharia	P23- Mudança de Papel
P11- Manutenção	P24- Falta de Parâmetros
P12- Qualidade	P25- Falta de Ar Comprimido
P13- Formação	

Tabela 7: Lista de motivos de paragem de máquina

Sempre que a produção fosse interrompida, o operário tinha de selecionar no sistema que a máquina se encontrava parada e o seu motivo, como pode ser visto no Anexo K. O sistema por sua vez, calculava o tempo desde que foi assinalada paragem de máquina até ao momento em que assinalaram máquina em atividade (Figura 12).

Com este novo parâmetro, qualquer pessoa com acesso ao sistema podia descarregar os dados dos motivos, segundo a máquina de corte pretendida e no espaço de tempo pretendido.

nomePC	Motivo	Início	Fim	Duração	Operador	opera...
Lectra_ix6_2	P10 - ENGENHARIA	04-02-2020 15:12:...	04-02-2020 15:57:...	00:45:25	Lectra IX6	320
Lectra_ix6_1	P20 - MUDANÇA DRILL	04-02-2020 15:42:...	04-02-2020 15:43:...	00:01:11	Lectra IX6	320
Lectra_ix6_1	P20 - MUDANÇA DRILL	04-02-2020 19:12:...	04-02-2020 19:13:...	00:01:28	Lectra IX6	320
Lectra_ix6_1	P1 - PREPARAÇÃO	04-02-2020 19:13:...	04-02-2020 19:15:...	00:01:46	Lectra IX6	320
Lectra_ix6_2	P20 - MUDANÇA DRILL	04-02-2020 19:16:...	04-02-2020 19:18:...	00:02:47	Lectra IX6	320
Lectra_ix6_2	P6 - MUDAR FACAS LIXAS	04-02-2020 19:18:...	04-02-2020 19:21:...	00:02:27	Lectra IX6	320
Lectra_ix6_2	P6 - MUDAR FACAS LIXAS	04-02-2020 19:22:...	04-02-2020 19:59:...	00:37:03	Lectra IX6	320
Lectra_ix6_1	P20 - MUDANÇA DRILL	04-02-2020 21:33:...	04-02-2020 21:34:...	00:01:17	Lectra IX6	320
Lectra_ix6_1	P20 - MUDANÇA DRILL	05-02-2020 16:44:...	05-02-2020 16:45:...	00:00:58	Lectra IX6	320
Lectra_ix6_2	P22 - FALTA DE MATÉRIA PRIMA	05-02-2020 22:36:...	05-02-2020 22:44:...	00:08:13	Lectra IX6	320
Lectra_ix6_2	P10 - ENGENHARIA	06-02-2020 10:50:...	06-02-2020 10:54:...	00:03:45	Lectra IX6	320
Lectra_ix6_1	P5 - CALIBRAÇÃO DA MAQUINA	06-02-2020 15:05:...	06-02-2020 15:10:...	00:04:54	Lectra IX6	320
Lectra_ix6_1	P23 - MUDANÇA DE PAPEL	06-02-2020 16:40:...	06-02-2020 16:44:...	00:03:28	Lectra IX6	320
Lectra_ix6_1	P6 - MUDAR FACAS LIXAS	06-02-2020 18:28:...	06-02-2020 18:39:...	00:10:52	Lectra IX6	320
Lectra_ix6_1	P19 - MUDANÇA PLÁSTICO	06-02-2020 19:39:...	06-02-2020 19:40:...	00:01:12	Lectra IX6	320
Lectra_ix6_1	P20 - MUDANÇA DRILL	06-02-2020 19:41:...	06-02-2020 19:50:...	00:09:51	Lectra IX6	320
Lectra_ix6_2	P6 - MUDAR FACAS LIXAS	06-02-2020 19:57:...	06-02-2020 20:02:...	00:05:13	Lectra IX6	320
Lectra_ix6_1	P9 - FALTA DE ESTENDIMENTO	07-02-2020 12:48:...	07-02-2020 12:51:...	00:02:32	Lectra IX6	320
Lectra_ix6_1	P20 - MUDANÇA DRILL	07-02-2020 14:37:...	07-02-2020 14:41:...	00:04:02	Lectra IX6	320
Lectra_ix6_1	P10 - ENGENHARIA	07-02-2020 14:41:...	07-02-2020 14:47:...	00:05:17	Lectra IX6	320

Figura 12: Registos em sistema das paragens

Como o registo era procedido anteriormente, não havia uma base de dados com as causas mais frequentes e a sua percentagem de ocorrência. Por esta razão, nunca foi realizado um estudo de como diminuir ou eliminar paragens mais frequentes, ou prevenir aquelas de fácil prevenção. Com este sistema, começou a ser feita uma análise semanal onde se calculava a ocorrência de cada motivo de paragem e o tempo despendido na mesma, durante aquela semana, como pode ser visto na Tabela 8.

Motivos	Tempo	Nº de ocorrências	%	% acumulada
P6 - MUDAR FACA LIXAS	00:50:51	11	27,50%	27,50%
P11 - MANUTENÇÃO	02:40:30	6	15,00%	42,50%
P9 - FALTA DE ESTENDIMENTO	00:28:04	6	15,00%	57,50%
P10 - ENGENHARIA	00:26:49	3	7,50%	65,00%
P23 - MUDANÇA DE PAPEL	00:15:58	3	7,50%	72,50%
P20 - MUDANÇA DRILL	00:03:48	3	7,50%	80,00%
P13 - FORMAÇÃO	00:30:02	2	5,00%	85,00%
P19 - MUDANÇA PLÁSTICO	00:10:21	2	5,00%	90,00%
P18 - PARAGENS PROGRAMADAS	00:10:06	1	2,50%	92,50%
P15 - FALHA DE ENERGIA	00:07:54	1	2,50%	95,00%
P12 - QUALIDADE	00:01:51	1	2,50%	97,50%
P25 - FALTA DE AR COMPRIMIDO	00:01:43	1	2,50%	100,00%
TOTAL	05:47:57	40	100,00%	

Tabela 8: Dados das paragens de máquina na semana 05/2020

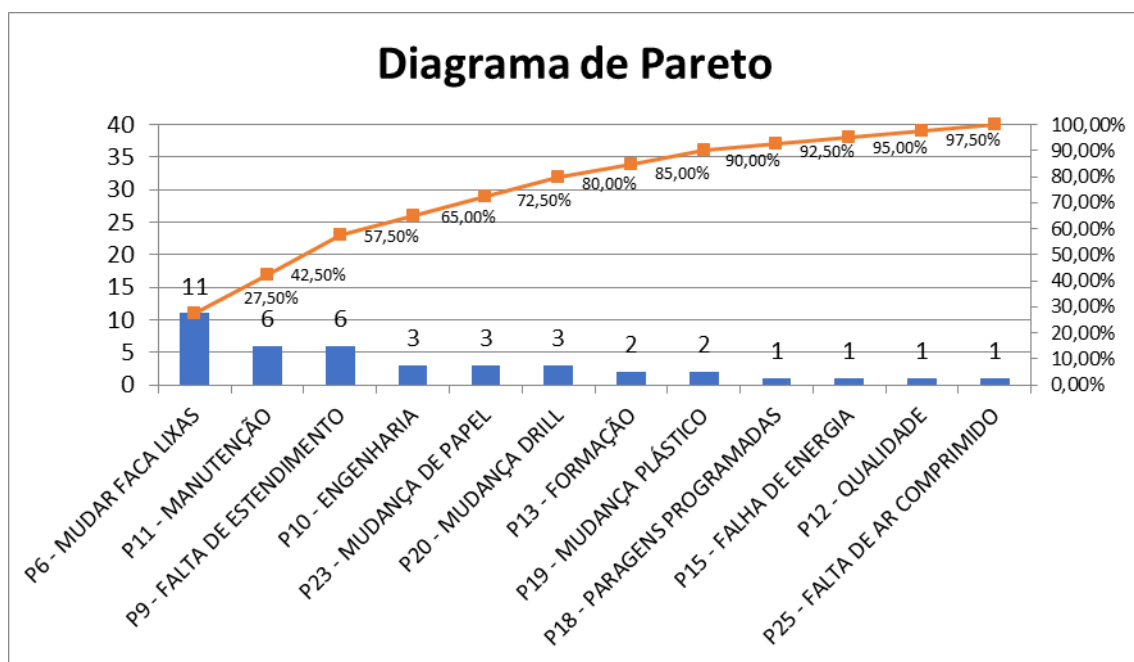


Figura 13: Pareto das paragens de máquina na semana 05/2020

Depois de realizado o Diagrama de Pareto para as paragens da semana desejada, torna-se mais intuitivo perceber quais foram as interrupções ocorridas em maior número e o tempo desperdiçado nas mesmas. Analisando a figura 13, a paragem mais habitual foi para mudar as facas da máquina de corte, no entanto, esta não foi a paragem mais demorada, mas sim a manutenção. Este diagrama era entregue, semanalmente, à chefia e daí eram escolhidas as interrupções de fácil prevenção, de maneira a diminuir a ocorrência das mesmas.

4.2. A procura pela caixa do projeto necessário na zona de incompletos

Após o corte das peças, estas são coladas nas caixas conforme a gama de embalagem e encaminhadas para o posto de triagem. Neste posto, as peças são separadas por peças OK e NOK (com defeito) e retiradas as NOK da embalagem, o que impede que as caixas prossigam para a zona de expedição, visto que não se encontram com o número de peças requeridas. Quando isto acontece, os operadores têm de se deslocar ao armazém, onde se encontra um corredor com caixas incompletas de peças, que podem utilizar para preencher a sua caixa atual. Inicialmente, as peças estavam organizadas em caixas de plástico iguais, com uma etiqueta de identificação branca, por vezes escrita à mão, e sem lugar pré-definido, que obrigava os operadores a lerem etiqueta a etiqueta.

A metodologia 5S foi utilizada durante esta melhoria, visto que propõe um espaço mais limpo e organizado. Ela foi escolhida devido à sua facilidade de implementação e obtenção de bons resultados de forma mais rápida do que outras ferramentas. Com isto o objetivo era diminuir os movimentos dos operadores durante a procura de materiais, facilitando a visualização dos mesmos, e consequentemente diminuir o tempo gasto durante os movimentos.

A proposta de melhoria passou pela criação de um padrão de identificação por cores para cada projeto, onde foram analisados quantos projetos se encontravam na zona de incompletos e quais deles se mantinham em produção e os que eram obsoletos, eliminando assim os que já não se encontravam a ser utilizados. Depois de obtidos os 14 projetos com caixas de incompletos, foi criado o padrão de identificação por cor como se pode ver na Figura 9.

Projeto	Cor do Projeto
865A TOYOTA	865A TOYOTA
VS20 TARAZONA	VS20 TARAZONA
M3_M4	M3_M4
SK326/1	SK326/1
SE370	SE370
SE270	SE270
SK326/0	SK326/0
AU326	AU326
P87	P87
P84	P84
BO2E-2018	BO2E-2018
P8X	P8X
K0	K0
P1UO	P1UO

Tabela 9: Tabela de cores atribuídas a cada projeto

Desta forma, quando o operador se desloca no corredor dos incompletos, têm apenas de procurar pela cor do projeto e dentro dessa cor a referência desejada. Antes da atribuição das etiquetas a cada caixa, foi aproveitado o facto do corredor estar a ser arrumado para limpar as caixas, dado que estas se encontravam com restos de etiquetas antigas. Após a limpeza, estas foram dispostas verticalmente por projeto, de maneira a facilitar o processo de procura, mas também para promover uma rotina de organização das mesmas.

Antes da arrumação do corredor, era utilizado, em média, durante o processo de procura e recolha do projeto e referência desejada, 70 segundos. Depois de serem atribuídas cores a cada projeto e um lugar pré-definido, este tempo diminuiu para 35 segundos. Com isto, não só o trabalho dos operadores ficou mais facilitado, como também permitiu que o corredor se mantivesse mais limpo e organizado.



Figura 15: Caixas dos incompletos no início



Figura 14: Caixas dos incompletos depois da melhoria

4.3. Procura da amostra padrão no carrinho de amostras.

Para reportar o consumo de matéria-prima durante o estender da mesma na máquina, é necessário o operador picar a ordem de fabrico, a etiqueta de produção presente no rolo e uma amostra padrão, com o objetivo de comparar a amostra com o material do rolo. O carrinho onde se encontram as amostras é composto por mais de 50 amostras, o que dificultava a procura de uma em específico. Como não havia um processo de recolha e reposição organizada, quando um operador tinha de voltar a colocar a amostra-padrão no carrinho, esta era colocada no local mais conveniente para ele. O que fazia com que a mesma amostra-padrão não estivesse sempre no mesmo local.

Para facilitar o processo e diminuir o tempo de procura, foi utilizada novamente a ferramenta 5S apoiada pela gestão visual, com vista a organizar o carrinho por categoria de amostras divididas por etiquetas de identificação. O primeiro passo a tomar foi arrumar o carrinho, de maneira a perceber se havia amostras desatualizadas ou então alguma amostra em falta. Como havia amostras padrão em falta, as mesmas foram solicitadas ao laboratório e colocadas no carrinho quando estivessem concluídas. Para criar as etiquetas de identificação (Figura 16), os operadores foram questionados sobre qual seria a melhor forma de organizar o

carrinho. Segundo a sugestão deles, foi criada uma lista (Tabela 10) com o nome do material ou tipo de projeto que lhes era mais conveniente e realmente utilizado no dia-a-dia.

<u>Etiquetas</u>	
VS20	TECIDOS
NAPA CRUA	NAPAS
L550	ESPUMAS+TNT
TOYOTA	ALCANTARA
PILARES	

Tabela 10: Lista de etiquetas do material

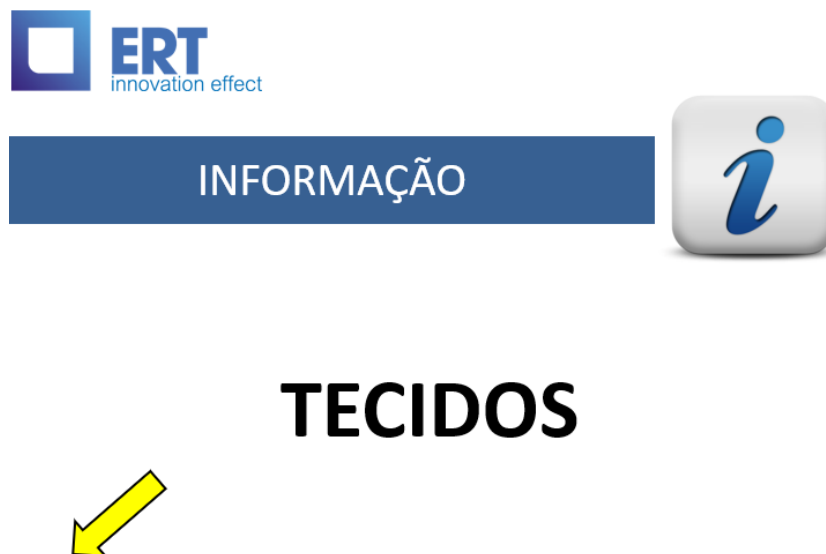


Figura 16: Etiqueta de identificação do material das amostras

Inicialmente os cabides com as amostras padrão encontravam-se dispostos aleatoriamente sem uma norma de organização visual, ordenação alfabética ou numérica. Consequentemente, uma etapa simples e imprescindível ao processo de corte, tornou-se num desperdício de tempo.



Figura 17: Carrinho das amostras desorganizado

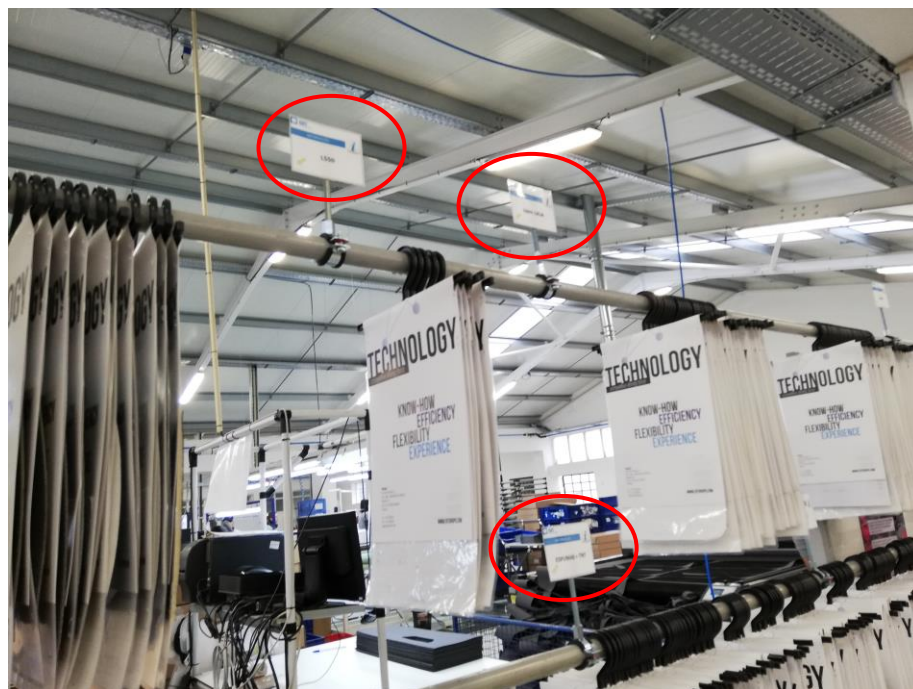


Figura 18: Carrinho das amostras organizado com etiquetas

Após a colocação das etiquetas com as respetivas identificações dos materiais, as varas com os cabides ficaram divididas por zonas com referências do mesmo tipo de material. Este passo tornou o processo de procura mais claro e rápido e permite aos operadores perceber sempre que alguma amostra se encontra no sítio errado.

Antes e depois da colocação das etiquetas, foram observadas as movimentações feitas pelos operadores e o tempo despendido na procura da amostra, e em comparação com os tempos retirados na situação inicial, um processo que antes demorava mais de 15 segundos, agora varia entre os 5 e 8 segundos.

4.4. O supervisor controlar a produção dos operadores.

Após o processo de corte das peças, estas passam para o posto da triagem onde as mesmas são triadas conforme o seu projeto. Neste posto, existia um objetivo a cumprir de número de peças por turno. Por este motivo, e para ajudar o supervisor na gestão dos números, cada operador tinha na sua bancada uma folha com o objetivo por hora e as peças triadas nessas mesmas horas (Anexo A). Visualmente esta folha não era a ideal devido aos seguintes aspetos:

- Obrigava o supervisor a dirigir-se a cada mesa e consultar a folha correspondente;
- Como o operador escrevia na folha com o marcador que tinha disponível, as cores não eram intuitivas;
- Quando o supervisor se encontrava mais sobrecarregado não verificava os registos, vistos que era uma tarefa que ocupava algum tempo de análise. Consequentemente, alguns operadores viam esta falha como uma oportunidade para não registarem os valores;
- Por vezes os dados acabavam por se apagar, porque a folha de registo não estava num local desimpedido de objetos;
- Não havia espaço para o operador justificar o valor abaixo do objetivo;

Em vista a facilitar esta tarefa e diminuir o tempo despendido, foi afixado um quadro 93x65cm à entrada do posto de triagem (Anexo B), com os campos para:

- Horas de produção (com intervalo para almoço/jantar e lanche), que eram apagadas no final de cada turno;

- O objetivo por cada hora;
- Peças triadas por cada mesa;
- Assinatura do supervisor a cada hora;
- Data atual do registo;

Durante a construção do quadro, foi feita uma análise para perceber se o objetivo por turno se mantinha e quais os objetivos por hora, visto que teriam de ser descontadas peças na hora de almoço/jantar e intervalos.

O objetivo deste quadro passa por permitir que o supervisor visualize intuitivamente a produção de cada operador e quando esta se encontra abaixo ou acima do ideal. Quando a produção for abaixo do desejado, esse número e a justificação são escritos com marcador vermelho; quando o número de peças triadas for acima do objetivo, este número é escrito com marcador verde. Isto permite que o supervisor tenha a produção controlada e se por algum motivo, a produção estiver abaixo do esperado, este consiga perceber atempadamente e corrigir a sua causa.

Para a construção do quadro foi necessário estudar o objetivo de peças por turno (Tabela 11), portanto o mesmo valor foi questionado à chefia. O objetivo de peças foi então estipulado em 3450 peças/turno. Como os operadores faziam todos os intervalos à mesma hora, não existia produção, logo essas horas não foram colocadas no quadro. O quadro encontra-se dividido por 6 mesas de triagem, apesar de nem todos os turnos terem as 6 mesas em produção, era fulcral para um deles.

Peças Triadas / Turno	3450
Peças Triadas Por Hora Completa	450
Peças Triadas Por Hora c/ Intervalo	375

Tabela 11: Objetivo de peças triadas por hora

Quadro de Produção Hora a Hora

Dia: _____

Horas	Mesa Triagem 1		Mesa Triagem 2		Mesa Triagem 3		Assinatura
	Produção Atual/Planeada	Problemas/Causas	Produção Atual/Planeada	Problemas/Causas	Produção Atual/Planeada	Problemas/Causas	
14h30-15h30	450		450		450		
15h30-16h30	450		450		450		
16h40-17h30	375		375		375		
17h30-18h30	450		450		450		
18h30-19h30	450		450		450		
20h-21h	450		450		450		
21h10-22h	375		375		375		
22h-23h	450		450		450		

Figura 19: Template criado para o Quadro de Produção Hora a Hora

Com a implementação do quadro, e após uma semana de uso, foi perceptível que o objetivo geral de peças definido não era o mais indicado. O problema deste objetivo geral é que não se aplicava a peças mais difíceis de triar, visto que o processo de triagem era demorado, o que tornava a produção baixa em relação ao objetivo. Então o próximo passo foi atribuir um objetivo a cada projeto, de maneira a que a produção ideal fosse mudando conforme o projeto que estava a ser triado no momento, diminuindo assim o objetivo de produção, e consequentemente, o registo de peças abaixo do esperado.

Para combater isto, estava a ser realizado um estudo de tempos de triagem para cada projeto (Anexo L). Para este estudo foi necessário obter os tempos de abastecimento do posto, triagem das peças e embalagem das mesmas. Para determinar estes tempos foi necessário:

1. Escolher um operador que tenha experiência na tarefa;
2. Estabelecer um método de trabalho para cada tarefa a ser medida e procurar validar esse método com um responsável e superior nessa atividade;
3. Utilizar um cronómetro e registar os tempos das tarefas em papel.

De forma a manter esta informação organizada, foi criado um ficheiro com informações sobre: o nome do projeto; a referência; os tempos associados a todas as tarefas necessárias desde o momento em que o posto é abastecido até ao momento do embalagem das peças; a gama de embalagem; o tempo de triagem por caixa; o tempo de ciclo, e por

último, o objetivo por hora de cada projeto. Na Tabela 13, temos o exemplo desse ficheiro para o projeto P87.

Projeto	Referência	Soma dos Tempos das Tarefas (s)	Gama de Embalagem	Tempo de Triagem por Caixa (s)	Tempo de Ciclo (s)	Objetivo Hora
P87	C16022AB01B	630	50	630	$\frac{630}{50} = 13$	$\frac{3600}{13} = 277 \text{ Peças}$

Tabela 12: Tempo de triagem para o projeto P87

Por caixa no sítio	Filmar
Pôr peça na mesa	Buscar manga
Estender Filme	Pôr manga na caixa
Tempo triar gama de embalagem	Pôr peças na caixa e fechar
Contar Peças	Marcar peças com caneta
Pôr peças na bancada	Limpar lixo dos drills

Tabela 13: Tarefas do operador durante a triagem das peças

Na Tabela 12, estão mencionadas as diversas tarefas que operador faz, dependendo da referência, desde o momento que abastece o posto até ao embalamento das peças.

Quando este estudo estivesse terminado, a intenção seria disponibilizar um documento pelos supervisores, com nome do projeto, referência e o nº esperado de peças triadas/hora de maneira a eles organizarem os projetos hora-a-hora conforme a produção necessária a triar nesse dia e poderem colocar no quadro o objetivo específico de um determinado projeto.

Visto que, em muitos casos havia perdas de tempo com situações desnecessárias, foram também registados esses tempos, de maneira a construir um gráfico (Figura 20), para mais tarde servir de ferramenta de análise para eventuais melhorias.

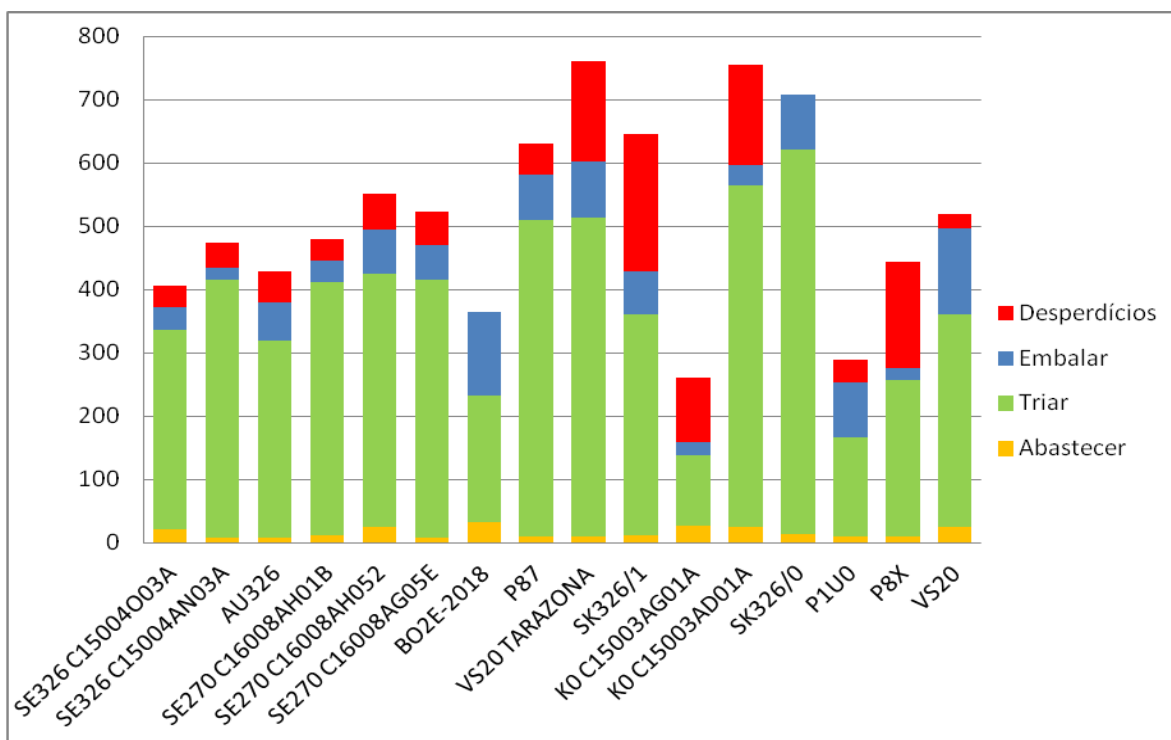


Figura 20: Gráfico de tempos por projeto

Projeto	SE326 C15004O03A	SE326 C15004AN03A	AU326	SE270 C16008AH01B	SE270 C16008AH052	SE270 C16008AG05E	BO2E-2018	P87
Abastecer	21	8	8	12	25	8	32	10
Triar	316	408	312	400	400	407	200	500
Embalar	35	18	60	33	70	56	132	72
Desperdícios	34	40	48	34	56	52	0	48

Projeto	VS20 TARAZONA	SK326/1	K0 C15003AG01A	K0 C15003AD01A	SK326/0	P1U0	P8X	VS20
Abastecer	10	11	27	24	13	10	9	24
Triar	504	349	110	540	608	157	248	336
Embalar	88	68	22	32	88	86	18	136
Desperdícios	159	218	101	160	0	36	169	24

Tabela 14: Tabela de tempos por projeto

Este gráfico tem como dados do eixo horizontal os nomes dos projetos e as respectivas referências, e dados do eixo vertical os tempos correspondentes para abastecer (amarelo), triar a quantidade de peças por gama de embalagem (verde), embalar as mesmas e (azul), por

último, desperdícios (vermelho). Dentro da categoria desperdícios foram registados, até ao momento, tempos como:

- **A procura do gabarit da referência a ser triada.** Como a secção dos mesmos não se encontrava muito organizada, a procura do gabarit tornava-se mais demorada;
- **A contagem de peças para embalar de acordo com a gama de embalagem.** Este é um aspeto que não tem como objetivo eliminar, visto que é necessário ter a certeza do número de peças a embalar, mas sim reduzir. Visto que, as mesas já são abastecidas com as peças colocadas por gama de embalagem, o tempo despendido a contar as mesmas não deveria ser tão elevado.
- **O embalamento das peças quando é necessário filme.** Este procedimento foi observado em vários operadores e foi de notar que o operador com mais experiência fazia o processo de maneira diferente e também mais rápido.
- **Limpar lixo dos drills.** Este é um problema que tem de ser resolvido durante o processo de corte. Quando os drills estão mal furados é sinal de que as lâminas da máquina não estão bem afiadas, portanto é necessária uma manutenção mais periódica. Devido a este aspeto os operadores, durante a triagem, têm de recorrer ao retrabalho, o que causa um aumento do tempo despendido;
- **Aquisição de manga.** Para o embalamento de certas referências é necessário que a caixa de cartão seja envolvida em manga, por isso, o operador precisa de se deslocar ao local de armazenamento da manga e recortar a quantidade que acha necessária. Como a manga não se encontra perto do posto de triagem e o operador só precisa dela no final da mesma, ele acaba por ir apenas buscar o necessário quando inicia o embalamento da gama de embalagem. Isto faz com que o operador se desloque várias vezes e utilize demasiado tempo, quando a quantidade a triar de uma determinada referência for grande.

4.5. Zoneamento e Identificações

De maneira a diferenciar as zonas de trabalho (células de produção, armazéns, zonas de manutenção, corredores, ect.), foi implementado o zoneamento no armazém. Antes de iniciar o processo, foi essencial:

- Eliminar marcações prévias;
- Organizar o material da célula e retirar o desnecessário;
- Identificar o fluxo das peças e das pessoas;
- Definir e traçar os contornos das células;
- Adquirir o material necessário: material de limpeza (para facilitar a aderência da fita ao chão), fita métrica, fita adesiva, marcadores e tesoura;
- Preparar identificações para serem colocadas em altura, se possível, ou então no chão, com a designação da zona;

Foi então utilizada uma fita zebrada para identificar as zonas de passagem dos porta-paletes e fita azul para todas as células de produção, de armazenamento, stocks e corredores. Os benefícios desta ferramenta passam por clarificar os fluxos das peças/pessoas e incentivar o respeito dos standards. Um aspeto a melhorar seria, no futuro, não utilizar fita adesiva, mas sim tinta, visto que o porta paletes é utilizado em vários locais do armazém e rompe a fita muito facilmente.

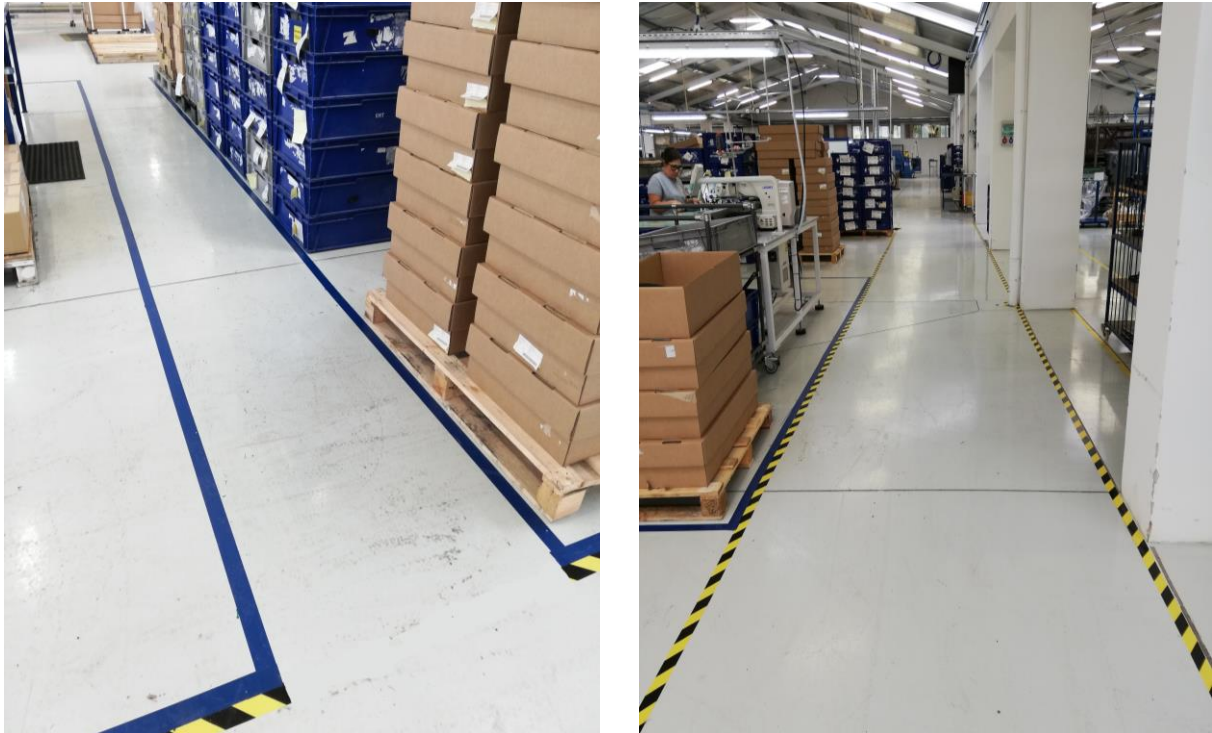


Figura 21: Marcações de corredores e passagem de porta-paletes

Outro aspeto melhorado foram as identificações de equipamentos e áreas de trabalho. Isto permite, visualmente, perceber logo onde se encontra a ferramenta/posto de trabalho que estamos à procura, como também manter as ferramentas/objetos no seu local pré-definido.



Figura 22: Marcação e identificação das paletes



Figura 23: Identificação das mesas de triagem

No caso da figura acima, para além da identificação suspensa de cada mesa do posto de triagem, desde a mesa nr.1 à nr.6, essa mesma identificação ficou associada informaticamente. Sempre que uma referência é embalada, o operador precisa de imprimir uma etiqueta de produção. Quando as mesas foram identificadas por número, foi pedido ao departamento de informática que associasse os números das mesas onde as etiquetas são impressas para que o operador a possa seleccionar a desejada. Desta forma, sempre que fosse necessário questionar o responsável de uma determinada etiqueta de produção, bastava deslocar-se ao número indicado na mesma.

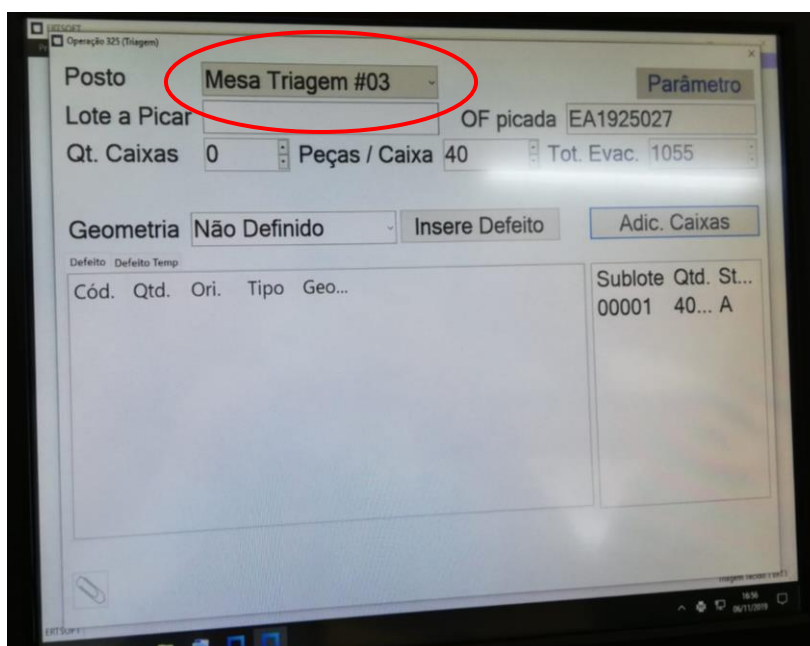


Figura 24: Identificação da mesa de triagem no sistema

4.6. Alteração do layout da costura automática

Nesta fase, foram feitas análises aos dados obtidos durante o diagrama de spaghetti (Anexo J) e a análise de fluxo (Anexo F), de maneira a elaborar uma proposta de melhoria ao layout atual da costura automática. Após as observações ao processo, foi de notar que esta célula era a que mais necessitava de melhorias, pois para além do fluxo confuso das peças, muitos erros eram cometidos com trocas de referências. O primeiro passo tomado foi atualizar o ficheiro do layout atual do processo, visto que, o mesmo se encontrava desatualizado nos documentos da empresa, o que permitiu uma aprendizagem da ferramenta utilizada pela organização, e também do processo de medição e desenho.

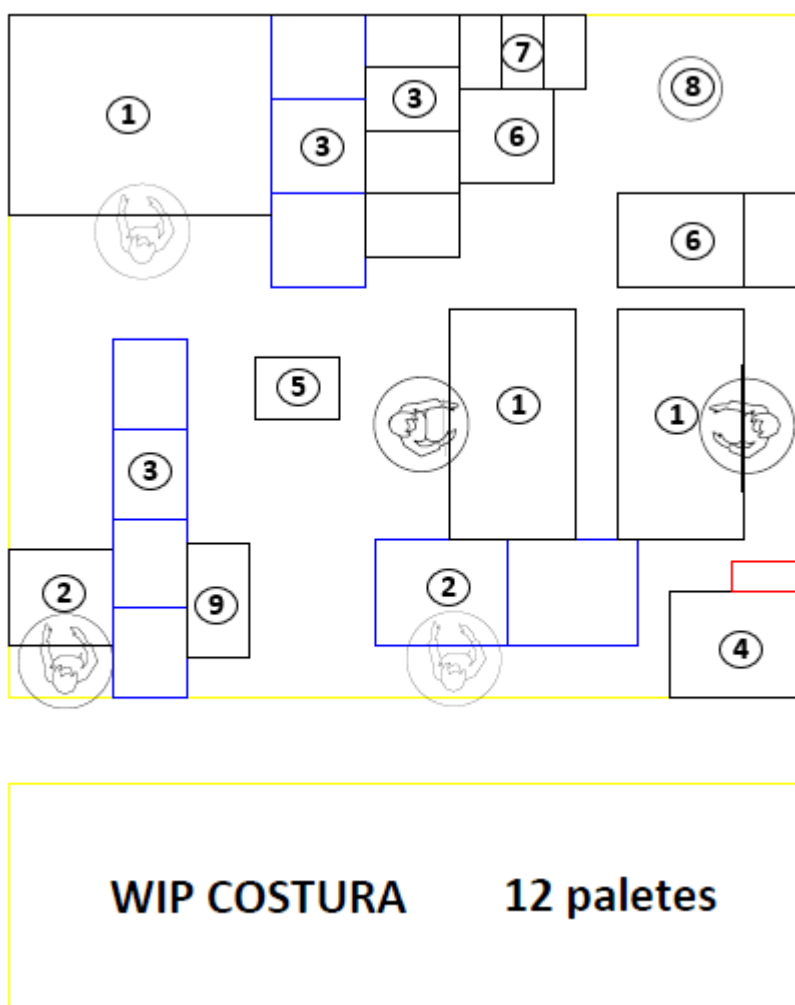


Figura 25: Layout atual da célula de costura automática

1- Máquina de costura	6- Mesa de apoio
2- Mesa de triagem	7- Carrinho com paletes de costura
3- Racks	8- Quadro de produção
4- Palete por triar	9- Carrinho com amostras
5- Computador	

Tabela 15: Lista de objetos da célula

Como já foi mencionado, a primeira etapa para a elaboração de uma nova proposta, consistiu na observação do processo e todos os fluxos externos e internos associados à célula (Figura 26). Desta análise, surgiu um diagrama de spaghetti (Anexo J), onde se encontram todos os movimentos feitos pelos operadores que participam no processo, desde o momento de abastecimento até à expedição.

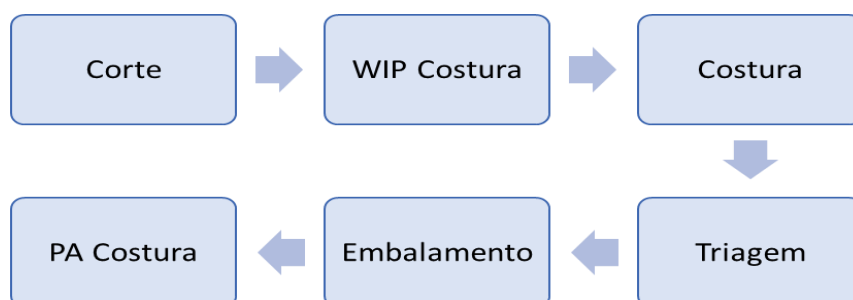


Figura 26: Fluxo das peças costuradas

Primeiramente, um dos aspetos a apontar foi o facto de existir uma mesa para mais um operador, outrora usado, mas que depois de questionado aos supervisores, não iria estar em produção futuramente. Visto que esta mesa de triagem e a sua área para WIP, ocupavam espaço útil da célula, seriam das primeiras coisas a serem eliminadas para a proposta de layout. Para além desta mesa, outros objetos não estavam a ser utilizados, como por exemplo: um carrinho com amostras e uns racks que eram demasiado compridos e não eram utilizados na sua totalidade.

Outro aspeto, provavelmente o mais importante, era o fluxo das peças nas máquinas de costura à direita no layout (Figura 27). Esta tarefa era a que trazia mais problemas ao processo da costura, visto que na ausência de um fluxo contínuo das peças, havia mistura de peças esquerdas com direitas, ou então, troca de referências (Figura 28).

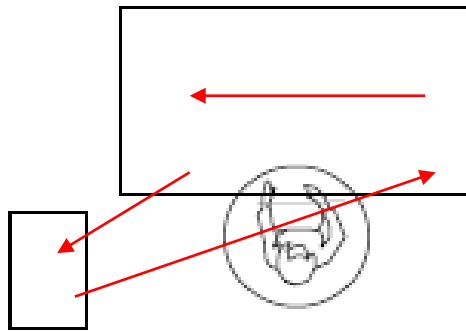


Figura 27: Fluxo de uma peça costurada na máquina



Figura 28: Local das peças por costurar e costuradas

O fluxo ideal das peças seria da esquerda para a direita, estando as peças por costurar à esquerda e as peças costuradas à direita, mas o mesmo não se verifica. O mesmo também não se verificava na terceira máquina, mas esta era uma exceção, devido ao braço fixo da mesma, que não permitia que o lado esquerdo da mesa fosse ocupado. No caso das duas máquinas mencionadas primeiramente, as peças encontram-se dispostas na mesma mesa de apoio, separadas apenas por 20cm. Esta é uma situação em que facilmente ocorre erros, visto que muitas referências eram praticamente iguais, ou a diferença estava apenas na cor da linha costurada.

O mesmo problema era evidente na mesa de triagem. As peças costuradas por cada mesa eram colocadas à direita do posto, na paleta de peças por triar, o que impedia que o trabalho fluísse da esquerda para a direita, como é suposto. Para além disso, o facto da paleta estar colocada na zona mais favorável para umas das mesas, fazia com que os operadores das restantes mesas percorressem uma maior distância para colocar as peças na paleta.

A última possível situação de melhoria estudada, foi a distância entre a zona de WIP da costura e a zona de abastecimento das máquinas (Figura 29). Sempre que os operadores terminavam a referência em produção e necessitavam de uma nova, precisavam de se deslocar pelo menos 5 metros até à zona de WIP e voltar para a sua mesa pelo caminho que não era necessariamente o mais curto ou rápido, mas sim, o mais desimpedido de obstáculos.

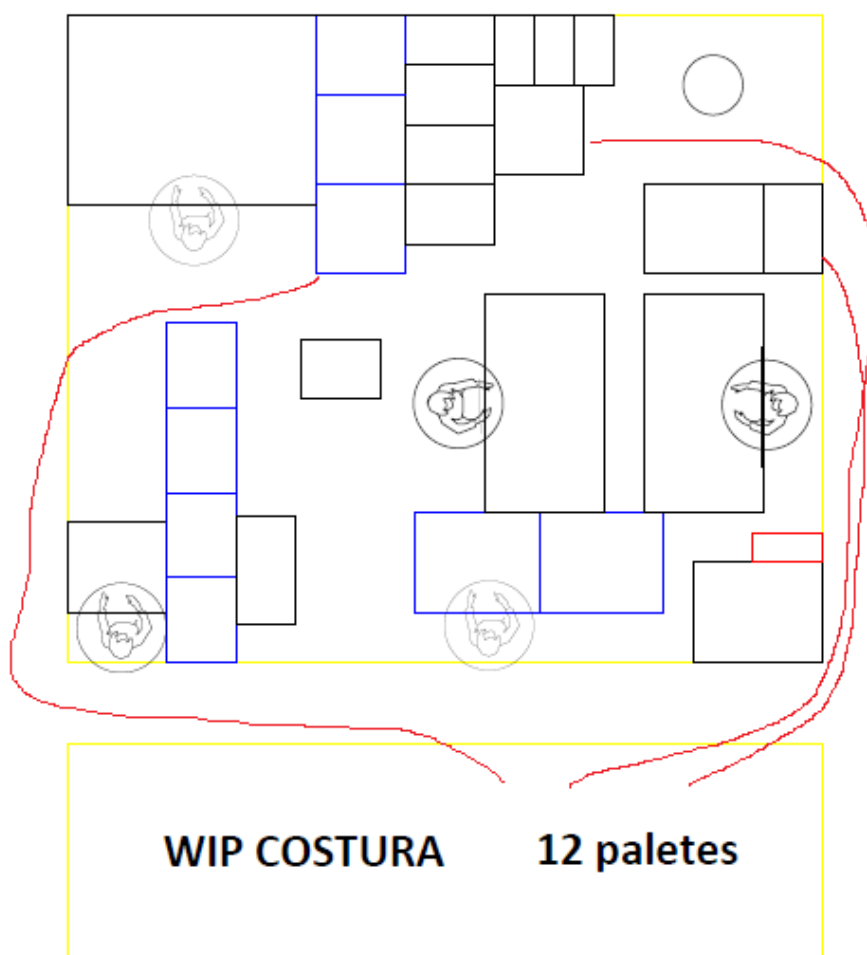


Figura 29: Percurso feito pelos diferentes operadores

Resumidamente, os aspetos a melhorar no layout atual são:

- Mesas e objetos que não são utilizados e estão a ocupar espaço;
- Mistura de peças, devido ao mau fluxo das mesmas;
- Elevadas distâncias percorridas devido à má organização da célula

Tendo estes aspetos em consideração e mantendo as limitações da área atual, foram apresentadas 3 propostas para um futuro layout (Figura 31, Anexo G e H). Após estudadas as propostas, o layout nº 1 foi o escolhido (Figura 31), pois eliminou ou diminuiu algumas das situações mencionadas acima, no entanto não chegou a ser implementado.

Analisando o layout da Figura 31, todas as máquinas de costuras foram organizadas de maneira a promover um fluxo contínuo, onde as mesmas são alimentadas pelo lado esquerdo e evacuadas pelo lado direito, com exceção da máquina à esquerda, que não o permite. Desta forma e com a adição de duas mesas de apoio de cada lado das máquinas, ou então as racks que estavam em excesso, é de esperar que não haja mistura ou troca de referências.

Todos os caminhos encontram-se desobstruídos de objetos desnecessários, como a mesa de triagem, os racks demasiado compridos e o carrinho de amostras que não era utilizado. Isto facilita os movimentos dos operadores e o transporte das peças que proporciona um abastecimento da paleta de peças por triar mais fácil e rápido, visto que a mesma foi colocada num sítio estratégico, onde todos os operadores precisam de percorrer uma distância idêntica.

Por último, a zona de WIP foi colocada no lado oposto ao anterior, de maneira a facilitar o processo de abastecimento da máquina, com vista a diminuir o tempo dos movimentos dos operadores e por sua vez, o tempo de transporte das caixas consideravelmente pesadas.

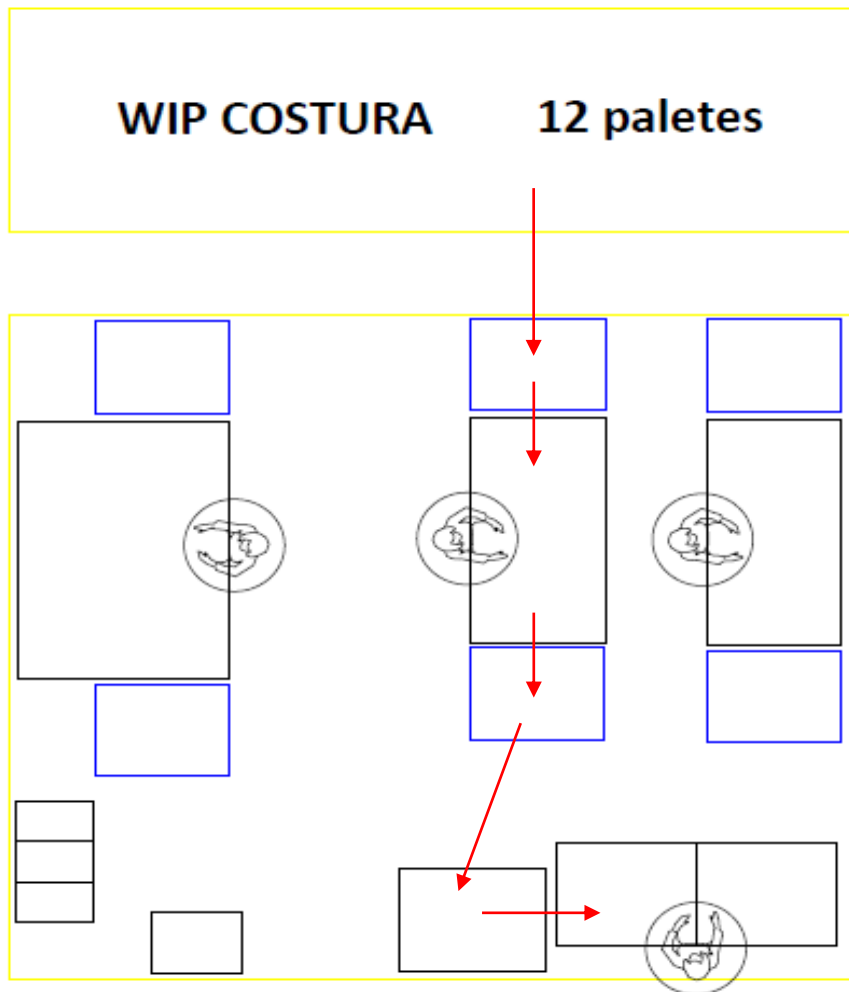


Figura 31: Melhoria de layout escolhido

5. Análise dos resultados obtidos

Neste capítulo são analisadas, individualmente, as propostas implementadas, através de uma comparação entre o estado inicial e o estado obtido com as propostas, de maneira a perceber o impacto das melhorias e perceber se os objetivos foram alcançados.

Antes de fazer uma análise mais detalhada, foi de notar que todas as propostas implementadas tiveram um impacto positivo no decorrer do processo produtivo, no entanto, muitas delas não são melhorias quantificáveis, portanto são mais complicadas de demonstrar o progresso.

5.1. Paragens de máquina

Anteriormente à implementação do registo das paragens em sistema, o mesmo era feito numa folha de papel, ou então não chegava a ser registado. Isto acontecia porque não havia uma pessoa estipulada para o fazer, e o mesmo não era exigido por parte da chefia. Portanto, não existia base de dados com os motivos das paragens e as suas ocorrências, o que dificultava o estudo das suas causas.

Após a implementação do registo em sistema, já são permitidas análises diárias/semanais/mensais, conforme o desejado, utilizando os dados os dados no intervalo de tempo pretendido. Ou seja, qualquer pessoa que tenha acesso ao sistema da empresa pode identificar as paragens e procurar diminuir as suas ocorrências. Esta ferramenta também serviu de apoio ao cálculo da eficiência das máquinas, visto que, a base de dados contém o motivo da paragem, a sua duração e o número da máquina.

A análise dos dados durante as reuniões semanais fez com que começasse a existir muito mais acompanhamento por parte dos responsáveis do processo. De acordo com o solicitado pelos mesmos, foi feito um estudo semanal das paragens e este era analisado durante uma reunião com todos os departamentos da unidade. Nos gráficos abaixo, estão compilados os dados semanais de cada mês, desde o início da implementação da ação, janeiro, até ao término do estágio, segunda semana de março.

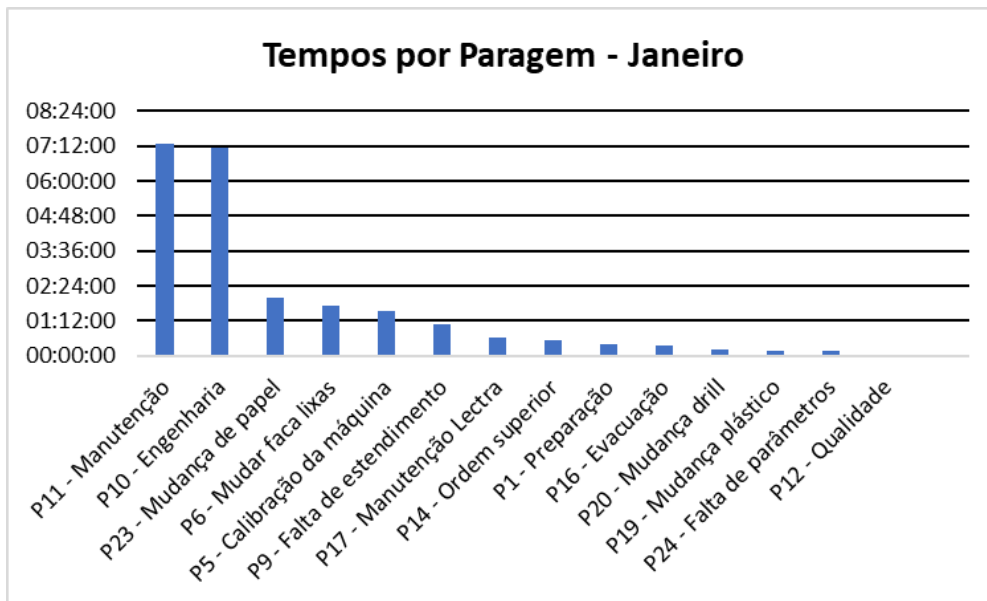


Figura 32: Gráfico do tempo por paragem em janeiro 2020

Após a análise mensal de janeiro, foi de notar que as causas que levavam a um maior tempo de paragem, estavam associadas ao Departamento de Manutenção e ao Departamento de Engenharia do Processo. Os dados foram apresentados aos departamentos em questão e foi pedido que planeassem ações para diminuir o tempo despendido. O tempo total de paragens para o mês de janeiro aproximava-se das 23 horas e 15 minutos.



Figura 33: Gráfico do tempo por paragem em fevereiro 2020

No mês de fevereiro, após implementadas as ações de cada departamento, o tempo das paragens mais frequentes diminuiu, e por consequência, o tempo total despendido em paragens diminuiu 8 horas, passando agora para 15 horas e 13 minutos.

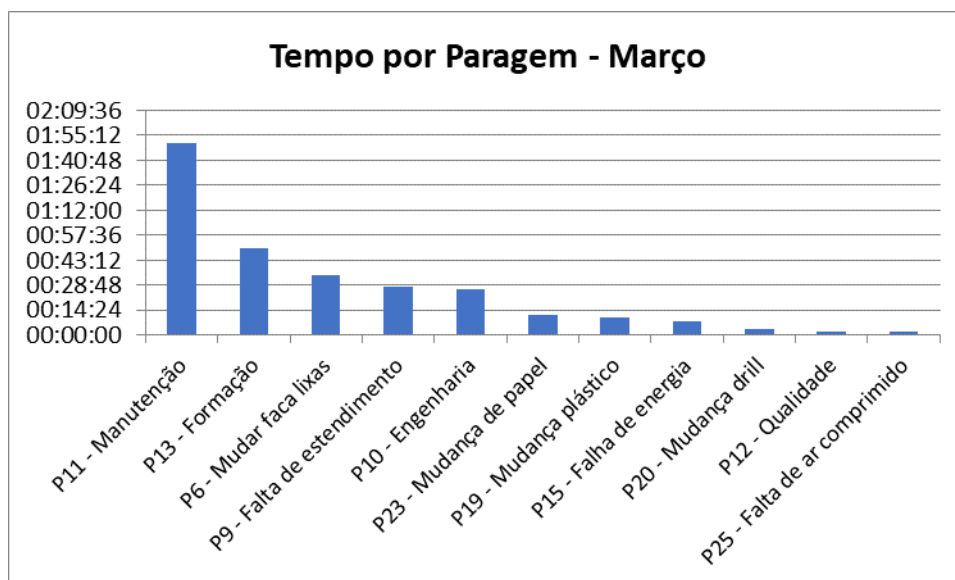


Figura 34: Gráfico do tempo por paragem em março 2020

Por último, o gráfico do mês de março, com os dados apenas das duas primeiras semanas. Apesar da informação estar reduzida a metade, a tendência seria a diminuição do tempo utilizado em paragens, devido às ações implementadas pelos departamentos e ao empenho por parte dos colaboradores das máquinas, que prestavam especial atenção à falta de papel, plástico e facas. O tempo despendido em paragens no mês de março foi de 4 horas e 47 minutos.

Com a implementação desta melhoria, foram criadas práticas que antes não existiam. O acompanhamento por parte dos responsáveis do processo, o empenho por parte dos colaboradores e a procura de soluções por parte dos departamentos aumentaram em prol da diminuição de perdas.

5.2. Zona de incompletos

A procura por uma referência na zona dos incompletos, era uma tarefa que despendia demasiado tempo durante o processo de triagem das peças. Anteriormente, os operadores não tinham forma de saber onde se encontrava a caixa da referência desejada, visto que as

caixas mudavam frequentemente de sítio após serem utilizadas, ou eram colocadas no sítio mais conveniente. Este foi um dos primeiros aspetos a melhorar, porque para além de atrasar a produção, fazia com que muita gente se reunisse no corredor, o que levava a uma confusão acrescida.

Após aplicada a metodologia 5S, através limpeza e arrumação de todo o material necessário, foi implementada a gestão visual. Para tal, foi atribuída uma identificação por cores a cada referência, que facilita a procura da mesma. Desta forma, não só diminui as deslocações dos operadores, como também reduziu os tempos associados, eliminando assim desperdícios que não acrescentam valor ao produto. Na tabela 16, estão expostos os tempos recolhidos durante a observação do processo de procura e recolha da referência, antes e após a implementação da melhoria.

Tempos registados antes	Tempos registados após
98	28
64	45
77	33
61	37
59	29
80	41
52	30
Média Total: 70	Média Total: 35

Tabela 16: Tempos registados antes e após a organização das caixas

5.3. Carrinho amostras padrão

Nesta etapa foram aplicadas também as ferramentas 5S e gestão visual. Após a organização do carrinho e as etiquetas de identificação colocadas, o operador necessita de menos tempo para encontrar a mostra que necessita. Esta organização teve um impacto no

tempo de preparação de Setup, visto que a amostra era essencial para o início de produção, e o carrinho era compostos por inúmeras amostras que atrasavam o processo.

Com a aplicação dos 5S e da gestão visual, os operadores passam a reduzir movimentações que não acrescentam valor e demoram menos tempo a encontrar a amostra pretendida. Na tabela 17, encontram-se os tempos recolhidos durante a observação do processo de procura e recolha da amostra desejada, antes e após a implementação da melhoria.

Tempos registados antes	Tempos registados após
19	7
11	5
18	6
14	6
15	8
Média Total: 15	Média Total: 6

Tabela 17: Tempos registados antes e após a organização do carrinho

5.4. Objetivos triagem

Visivelmente, esta foi das propostas com mais envolvimento por parte dos operadores. Apesar de ser uma tarefa já praticada pela ferramenta anterior, a mesma não era feita diariamente visto que ninguém analisava os resultados. Dado o facto deste novo quadro ser de grande dimensão, que permite que qualquer pessoa, seja externa ou interna, observe os resultados de cada operador, tornou o alcance do objetivo numa competição saudável.

Para além desta vantagem, os supervisores têm a oportunidade de manter a produção sob controlo e serem avisados sempre que a mesma se encontrar abaixo do objetivo, devido a algum defeito persistente. Este aspeto é relevante, visto que o quadro é preenchido de hora a hora, portanto se ocorrer algum problema na hora anterior o supervisor tem tempo para corrigir o mesmo na hora atual.

O resultado final esperado para esta melhoria seria alterar o objetivo geral para um objetivo por projeto, de forma a não haver uma discrepância de valores quando algum projeto mais demorado ou mais rápido estivesse a ser triado. Como esta ação não chegou a ser implementada, o ficheiro incompleto foi entregue à chefia para ser atualizado e executado futuramente.

5.5. Delimitação do espaço e identificações

A implementação do zoning no chão de fábrica trouxe benefícios para todos os que usufruem do mesmo, e até mesmo para a produção. Através desta ferramenta, tornou-se mais fácil identificar o fluxo das peças e das pessoas; retirou-se o material inútil à zona e reorganizou-se o restante material; e por último, atribui-se a cada célula de produção a sua área definida. Em adição, as identificações colocadas em postos de trabalho, objetos e zonas de WIP, trouxeram uma melhor percepção para novos trabalhadores e pessoas externas à fábrica.

5.6. Layout

Dentro dos layouts propostos, o escolhido foi o referido na figura 31, visto que apresentava mais benefícios para o processo produtivo da célula. Apesar de não ter sido implementado, podem ser analisadas as seguintes vantagens caso tivesse acontecido:

- Redução das distâncias percorridas pelos operadores dentro da célula;
- Desocupação da área por todos os objetos/mesas que não estavam a ser utilizados, o que permite um transporte seguro das peças;
- Melhor fluxo dos materiais e dos operadores;
- Processo de abastecimento facilitado, visto que as caixas são pesadas e os operadores não necessitam de percorrer a distância do layout atual;
- Separação física das peças costuradas e por costurar;

6. Conclusão

Durante o desenvolvimento deste projeto foram aprofundados conhecimentos sobre ferramentas e ferramentas da melhoria contínua, que permitiram pôr em prática tudo aquilo que aprendi na teoria.

6.1. Considerações finais e limitações

As ferramentas utilizadas durante a realização do projeto foram as metodologias lean, pois são utilizadas com o objetivo de eliminar desperdícios, em termos de tempo, material e movimentos, que eram aspectos a melhorar para a organização.

Desde o início do projeto foram surgindo problemas, relatados pelos operadores, para os quais foram procuradas soluções, mas apenas algumas implementadas, visto que não se consideravam benéficas para a empresa. Este envolvimento por parte dos operadores, fez com que a prática da melhoria contínua fosse promovida em toda a organização, uma vez que viam o seu contributo na apresentação e resolução de problemas.

Durante uma primeira fase de análise, foi necessário perceber o processo desde a entrada da matéria-prima até a expedição do produto. Para além disto também foram observadas todas as tarefas adjacentes ao processo, desempenhadas pelos operadores mais experientes e pelos relativamente recentes, de maneira a encontrar possíveis diferenças entre as práticas dos mesmos. Após estas observações e conversas informais com diferentes operadores, foram reconhecidos os problemas que estes têm de lidar diariamente e que necessitam de melhoramento.

Após a fase de análise, passou-se para a fase de estudo e implementação das propostas de melhoria, onde estas foram acompanhadas para perceber se havia resistência por parte dos operadores ou alguma limitação.

Todas as mudanças feitas na reorganização das caixas e do carrinho foram bem bem-recebidas por parte dos operadores, uma vez que veio facilitar o seu trabalho. A utilização da ferramenta 5S, durante a reorganização dos locais mencionados acima, foi muito importante, visto que ajudou a descobrir o problema raiz e a manter a situação melhorada.

Contudo, verificou-se que, na ação implementada nas paragens da máquina, os utilizadores das máquinas de corte mostraram resistência à mudança, especialmente os mais antigos. Este aspeto já era de esperar, uma vez que os operadores já estavam habituados ao procedimento antigo e não viam benefícios no procedimento proposto. Apesar disso, com o passar do tempo, os operadores foram se habituando às novas práticas e percebendo que as mesmas traziam benefícios não só para a empresa, mas também para cada um deles, visto que essas paragens assinaladas entravam no cálculo das eficiências das máquinas.

De uma forma geral, os resultados das ações implementadas mostram um impacto positivo e uma diminuição de desperdício, quer seja de tempo ou movimentos. Apesar destas melhorias, muitas mais precisam de ser estudadas e implementadas para que o máximo de desperdício seja eliminado.

6.2. Propostas de trabalhos futuros

Após a observação dos problemas durante a realização deste projeto, só alguns destes foram alvo de estudo e melhoria. Deste modo, em seguida encontram-se propostas de trabalho futuro:

- Implementação do layout escolhido para a costura e estudar um novo layout para algumas células do armazém, porque através da observação do fluxo dos materiais foram encontrados alguns problemas com a colocação das máquinas de corte ou costura, que aumentam a quantidade de transportes e movimentos feitos pelos operadores;
- No processo da costura, realização de um estudo das referências presentes em WIP, visto que durante a análise do fluxo do processo, os responsáveis foram questionados sobre a quantidade das mesmas e ninguém sabia o valor exato. Após o estudo fazer um dimensionamento do supermercado e adquirir racks para organizar as caixas por referência, e colocar as mais consumidas com melhor visibilidade;
- Terminar o estudo de tempos de triagem de cada projeto e fornecer o documento a todos os supervisores;
- Após analisar o cálculo da eficiência das máquinas de corte, percebeu-se que o mesmo era feito utilizando apenas a disponibilidade e não avaliando a performance e a

qualidade do processo. Este era um aspeto a remodelar, dado que induz em erro quando são analisadas as eficiências de cada máquina;

- Aplicar a ferramenta 5S a todo o armazém, com o intuito de garantir a limpeza e organização do local de trabalho;

7. Referências

- Anvari, A., Zulkifli, N., & Yusuff, R. M. (2013). A dynamic modeling to measure lean performance within lean attributes. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 66(5–8), 663–677. <https://doi.org/10.1007/s00170-012-4356-0>
- Baierle, I., Schaefer, J., & Moraes, J. (2018). *Conceitos do Sistema Toyota de Produção propostos por Shingo e Ohno e sua aplicabilidade atual nas organizações*. (September), 0–8. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/327634491_Conceitos_do_Sistema_Toyota_de_Producao_propostos_por_Shingo_e_Ohno_e_sua_aplicabilidade_atual_nas_organizacoes
- Bessant, J., Caffyn, S., & Gallagher, M. (2001). Evolutionary model of continuous improvement behaviour. *Technovation*, 21(2), 67–77. [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(00\)00023-7](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(00)00023-7)
- Bhuiyan, N., & Baghel, A. (2005). An overview of continuous improvement: From the past to the present. *Management Decision*, Vol. 43, pp. 761–771. <https://doi.org/10.1108/00251740510597761>
- Chikwendu, C. (2016). PLANT LAYOUTS' ANALYSIS AND DESIGN. *International Journal of Advanced Engineering Technology E-ISSN*, 6.
- Eaidgah Torghabehi, Y., Maki, A. A., Kurczewski, K., & Abdekhodae, A. (2016). Visual management, performance management and continuous improvement: A lean manufacturing approach. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(2), 187–210. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2014-0028>
- Gapp, R., Fisher, R., & Kobayashi, K. (2008). Implementing 5S within a Japanese context: An integrated management system. *Management Decision*, 46(4), 565–579. <https://doi.org/10.1108/00251740810865067>
- Hasan, M. A., Sarkis, J., & Shankar, R. (2012). Agility and production flow layouts: An analytical decision analysis. *Computers and Industrial Engineering*, 62(4), 898–907. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2011.12.011>
- Hines, P., Francis, M., & Found, P. (2006). Towards lean product lifecycle management: A framework for

- new product development. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(7), 866–887.
<https://doi.org/10.1108/17410380610688214>
- Ho, S. K. M. (1999). 5-S practice: The first step towards total quality management. *Total Quality Management*, 10(3), 345–356. <https://doi.org/10.1080/0954412997875>
- Jaca, C., Viles, E., Paipa-Galeano, L., Santos, J., & Mateo, R. (2014). Learning 5S principles from Japanese best practitioners: case studies of five manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 52(15), 4574–4586. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.878481>
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The toyota way in services: The case of lean product development. *Academy of Management Perspectives*, Vol. 20, pp. 5–20.
<https://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 662–673.
<https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Monden, Y. (1990). *TOYOTA Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time* (4th ed.). Flórida: CRC Press.
- Moser, L., & Santos, A. Dos. (2003). *EXPLORING THE ROLE OF VISUAL CONTROLS ON MOBILE CELL MANUFACTURING: A CASE STUDY ON DRYWALL TECHNOLOGY*. Retrieved from <http://www.cesec.ufpr.br/~asantos>
- Nyemba, W. R., & Mbohwa, C. (2017). Process Mapping and Optimization of the Process Flows of a Furniture Manufacturing Company in Zimbabwe Using Machine Distance Matrices. *Procedia Manufacturing*, 8, 447–454. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.057>
- Ortiz, C. (2010). Kaizen vs. Lean: Distinct but related. *Metal Finishing*, 108(1), 50–51.
[https://doi.org/10.1016/S0026-0576\(10\)80011-X](https://doi.org/10.1016/S0026-0576(10)80011-X)
- Pepper, M. P. J., & Spedding, T. A. (2010, January 1). The evolution of lean Six Sigma. *International Journal of Quality and Reliability Management*, Vol. 27, pp. 138–155.
<https://doi.org/10.1108/02656711011014276>
- Pereira, Z., & Requeijo, J. (2008). *QUALIDADE: Planeamento e Controlo Estatístico de Processos* (Prefácio, Ed.).
- Press, P. (2003). *Identifying Waste For The Shopfloor*. Nova Yorque: Productivity Press.
- Senderská, K., Mareš, A., & Václav, Š. (2017). Spaghetti diagram application for workers' movement analysis. *UPB Scientific Bulletin, Series D: Mechanical Engineering*, 79(1), 139–150. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/316634571_Spaghetti_diagram_application_for_workers_movement_analysis

Sternberg, H., Stefansson, G., Westernberg, E., af Gennäs, R. B., Allenström, E., & Nauska, M. L. (2013, January). Applying a lean approach to identify waste in motor carrier operations. *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 62, pp. 47–65.

<https://doi.org/10.1108/17410401311285291>

Suzaki, K. (2010). *Metodologias Kaizen Para a Melhoria Contínua* (LeanOp Press, Ed.).

Tezel, B., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2009). *The functions of visual management*.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking*. Simon & Schuster, Inc.

Anexos

Anexo A – Folha de produção antes da melhoria

Objetivos Triagem								
	Mesa #1	Objetivo Peças	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	
Turno 1	06:00 - 07:00	450	500	Sabin 2300	VS 20 200	Mistral 840	SE 370	
	07:00 - 08:00	450	220	Sabin 840	VS 20 240	500	SE 370	
	08:00 - 09:00	450	300	Sabin 390	SE 270	360	878	
	09:00 - 10:00	450	-K 326 180	Sabin 560	SE 270	VS 20 200	SE 370	
	10:00 - 11:00	450	SE 326 320	400	XFOH 177 160	SE 326 200	878	
	11:00 - 12:00	450	SE 326 470	PO 320	PI 250	SE 326 200	878	
	12:00 - 13:00	450	SE 326 600	PO 200	PI 250	SE 326 200	878	
	13:00 - 14:00	450	VS 20 310	SE 200 884-40	SE 326 400	SE 326 320	878	
	14:00 - 14:30	225						
	14:30 - 15:00	450			210 - Cal			
	15:00 - 16:00	450			400 - "			
	Turno 2	16:00 - 17:00	450			400 - "		
17:00 - 18:00		450			210 - "			
18:00 - 19:00		450			878			
19:00 - 20:00		450			4			
20:00 - 21:00		450			4			
21:00 - 22:00		450			4			
22:00 - 23:00		225			400 *			
23:00 - 00:00		450						
Turno 3		00:00 - 01:00	450					
		01:00 - 02:00	450			← 1 milagre		
	02:00 - 03:00	450						
	03:00 - 04:00	450						
	04:00 - 05:00	450						
	05:00 - 06:00	450						

Anexo B – Quadro de produção após melhoria

Dia: 6/07/20

ERT
innovation effect

Quadro de Produção Hora a Hora

Horas	Mesa Triagem 1		Mesa Triagem 2		Mesa Triagem 3		Assinatura
	Produção Atual/Planeada	Problemas/Causas	Produção Atual/Planeada	Problemas/Causas	Produção Atual/Planeada	Problemas/Causas	
14h30 - 15h30	240 / 450	ERT kitchen B02E	300 / 450	ERT kitchen	480 / 450		
15h30 - 16h30	120 / 450	B0E	140 / 450	B02E	480 / 450		
16h40 - 17h30	140 / 375	B02E ERT kitchen	140 / 375	B02E ERT kitchen	280 / 375	B02E	
17h30 - 18h30	300 / 450		400 / 450		200 / 450		
18h30 - 19h30	150 / 450		200 / 450		100 / 450		
20h - 21h	250 / 450		150 / 450		220 / 450		
21h10 - 22h	240 / 375	B02E Simolada	202 / 375	B02E Simolada	240 / 375	Simolada	
22h - 23h	240 / 450		360 / 450		360 / 450		

Horas	Mesa Triagem 4		Mesa Triagem 5		Mesa Triagem 6		Assinatura
	Produção Atual/Planeada	Problemas/Causas	Produção Atual/Planeada	Problemas/Causas	Produção Atual/Planeada	Problemas/Causas	
14h30 - 15h30	480 / 450		100 / 450	formação ERT kitchen	400 / 450		
15h30 - 16h30	480 / 450		300 / 450	4	600 / 450		
16h40 - 17h30	240 / 375	B02E	240 / 375		480 / 375		
17h30 - 18h30	100 / 210 / 450		240 / 450		480 / 450		
18h30 - 19h30	180 / 450		240 / 450		480 / 450		
20h - 21h	160 / 450		120 / 450		480 / 450		
21h10 - 22h	320 / 375	Simolada	200 / 375		480 / 375		
22h - 23h	240 / 450		40 / 450		580 / 450		

Anexo C – Análise do fluxo do corte têxtil

Company Name HERE		Flow analysis									
Product					Date:						
Process: Corte têxtil		process from		Corte		analyzed by:					
Site:		process to		Expedição		___/___					
	Operation ○	Idle ⊃	Transport ➔	Control ◇	Stock ▽	Throughput time Qty / supply per day	Performance process operation time / throughput time	Observations			
Current											
Proposed											
Progress											
Nº	Description of Operation	Quantity parts	Surface m²	Duration s	Distance m	Operation	Idle	Transport	Control	Stock	Observations (frequency, batch size, container...)
1	Levar rolo do armazém para a máquina			35	50	○	⊃	➔	◇	▽	
2	Colocar rolo no berço e retirar plástico			21	2	○	⊃	➔	◇	▽	
3	Estendimento					○	⊃	➔	◇	▽	Tempo depende da referência
4	Controlar a "1ª peça"	3				○	⊃	➔	◇	▽	
5	Evacuar as peças					○	⊃	➔	◇	▽	
6	Colocar peças na caixa				1,5	○	⊃	➔	◇	▽	Quantidade é a gama de embalagem
7	Transporte palete para WIP Corte			20	10	○	⊃	➔	◇	▽	
8	Palete no WIP Corte					○	⊃	➔	◇	▽	16 referências em WIP/ O tempo depende da referência
9	Transportar peças para triagem			22	8	○	⊃	➔	◇	▽	
10	Triar					○	⊃	➔	◇	▽	Depende da referência
11	Transportar peças para zona de embalagem			5	1	○	⊃	➔	◇	▽	
12	Tirar etiqueta e colocar na caixa			74		○	⊃	➔	◇	▽	
13	Transportar pelas para PA corte			2	15	○	⊃	➔	◇	▽	
14	Peças no PA					○	⊃	➔	◇	▽	3 referências em PA
(SUB) TOTAL		3		179	88						

Anexo D – Análise do fluxo da costura automática (2 agulhas)

Company Name HERE		Flow analysis									
Product						Date:					
Process Costura automática 2 agulhas process from						Corte têtil				analyzed by:	
Site:						process to				Costura	
	Operation ○	Idle ⊃	Transport →	Control ◇	Stock ▽	Throughput time Qty / supply per day	Performanc e process operation time/ throughput time		Observations		
Current											
Proposed											
Progress											
Nº	Description of Operation	Quantity parts	Surface m²	Duration s	Distance m	Operation ○	Idle ⊃	Transport →	Control ◇	Stock ▽	Observations (frequency, batch size, container...)
1						○	⊃	→	◇	▽	Fluxo igual ao do corte têtil
2	Transportar caixa para WIP costura automática			27	55	○	⊃	→	◇	▽	
3	Caixa em WIP costura automática					○	⊃	→	◇	▽	4 referência em WIP
4	Procurar pela referência no WIP			10		○	⊃	→	◇	▽	
5	Transportar caixa para zona de abastecimento			7	9	○	⊃	→	◇	▽	
6	Costurar					○	⊃	→	◇	▽	Tempo depende da referência
7	Tirar etiqueta de defeito			45	5,5	○	⊃	→	◇	▽	Feito durante a costura
8	Levar peças para a triagem			6	4	○	⊃	→	◇	▽	
9	Triar					○	⊃	→	◇	▽	Tempo depende da referência
10	Transportar peças para PA				1,5	○	⊃	→	◇	▽	Meter peças na caixa conforme a gama de embalagem triada
11	Peças em PA					○	⊃	→	◇	▽	1 referência em PA até a paleta ficar completa
12	Tirar etiqueta de defeito a triagem			59	6	○	⊃	→	◇	▽	2 defeitos assinalados
13	Ir buscar porta-paletes			87	50	○	⊃	→	◇	▽	
14	Levar palete para a zona de expedição			125	75	○	⊃	→	◇	▽	
(SUB) TOTAL				366	206						

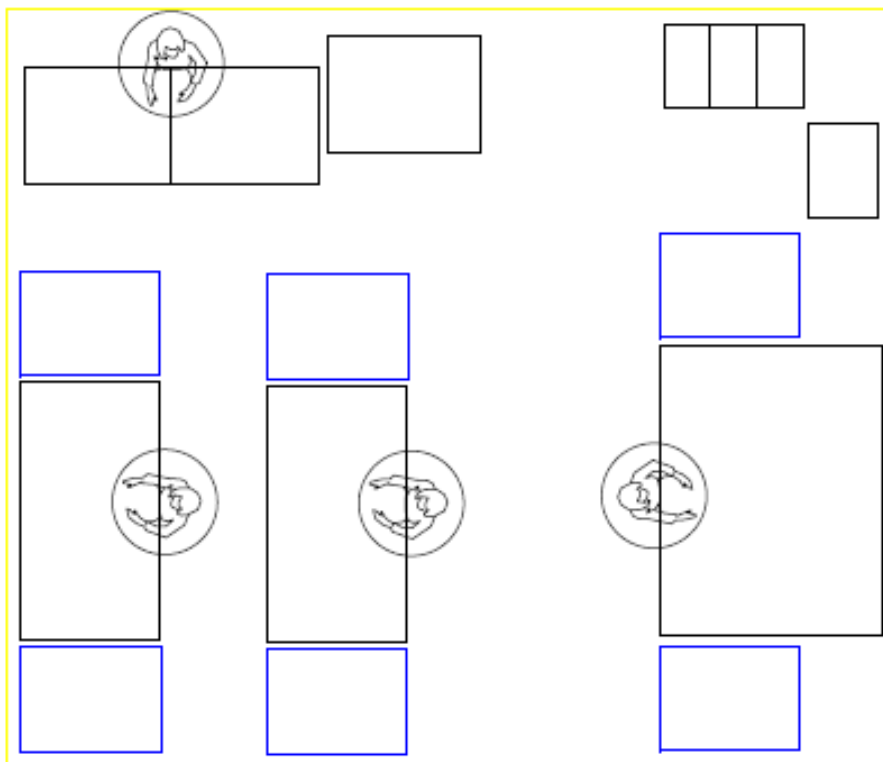
Anexo E - Análise do fluxo da costura manual

Company Name HERE		Flow analysis									
Product						Date:					
Process Costura manual			process from		Corte têtil			analyzed by:			
Site:		process to			Costura					___/___	
	Operation ○	Idle ⊃	Transport →	Control ◇	Stock ▽	Throughput time Qty / supply per day	Performanc e process operation time/ throughput time	Observations			
Current											
Proposed											
Progress											
Nº	Description of Operation	Quantity parts	Surface m²	Duration s	Distance m	Operation	Idle	Transport	Control	Stock	Observations (frequency, batch size, container...)
1						○	⊃	→	◇	▽	Fluxo igual ao do corte têtil
2	Transportar caixa para WIP costura automática			17	39	○	⊃	→	◇	▽	
3	Caixa em WIP costura automática					○	⊃	→	◇	▽	21 referências em WIP
4	Procurar pela referência no WIP			5		○	⊃	→	◇	▽	
5	Transportar caixa para zona de abastecimento			3	2	○	⊃	→	◇	▽	Depende da mesa de costura
6	Costurar					○	⊃	→	◇	▽	Tempo depende da referência
7	Caixa à espera de ser levada para a triagem			300		○	⊃	→	◇	▽	1 referência
8	Levar peças para a triagem			5	6	○	⊃	→	◇	▽	
9	Triar					○	⊃	→	◇	▽	Tempo depende da referência
10	Transportar peças para PA				2	○	⊃	→	◇	▽	Meter peças na caixa conforme a gama de embalagem triada
11	Peças em PA					○	⊃	→	◇	▽	2 referências
12	Ir buscar porta-paletes			17	10	○	⊃	→	◇	▽	
13	Levar palete para a zona de expedição			81	40	○	⊃	→	◇	▽	
14						○	⊃	→	◇	▽	
(SUB) TOTAL				428	99						

Anexo F - Análise do fluxo da costura automática (1 agulha)

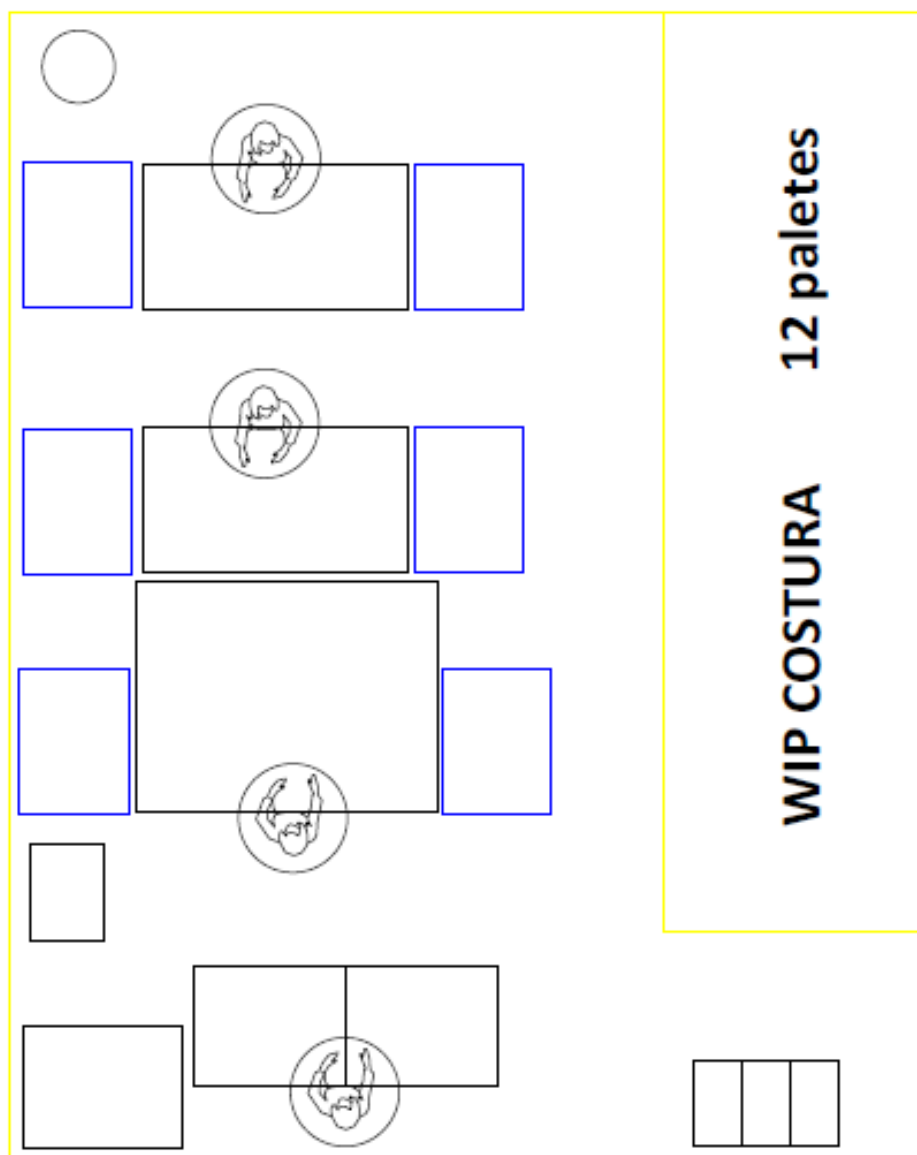
Company Name HERE		Flow analysis									
Product						Date:					
Process Costura automática 1 agulha process from						Corte têxtil				analyzed by:	
Site:						process to				Costura	
	Operation ○	Idle ⊃	Transport →	Control ◇	Stock ▽	Throughput time Qty / supply per day	Performanc e process operation time/ throughput time	Observations			
Current											
Proposed											
Progress											
Nº	Description of Operation	Quantity parts	Surface m²	Duration s	Distance m	Operation	Idle	Transport	Control	Stock	Observations (frequency, batch size, container...)
1						○	⊃	→	◇	▽	Fluxo igual ao do corte têxtil
2	Transportar caixa para WIP costura automática			23	40	○	⊃	→	◇	▽	
3	Caixa em WIP costura automática					○	⊃	→	◇	▽	16 referência em WIP
4	Procurar pela referência no WIP			18		○	⊃	→	◇	▽	
5	Transportar caixa para zona de abastecimento			6	5	○	⊃	→	◇	▽	
6	Costurar					○	⊃	→	◇	▽	Tempo depende da referência
7	Tirar etiqueta de defeito			22	19	○	⊃	→	◇	▽	Feito durante a costura
8	Levar peças para a triagem			3	1,5	○	⊃	→	◇	▽	
9	Triar					○	⊃	→	◇	▽	Tempo depende da referência
10	Transportar peças para PA				1	○	⊃	→	◇	▽	Meter peças na caixa conforme a gama de embalagem triada
11	Peças em PA					○	⊃	→	◇	▽	1 referência em PA até a paleta ficar completa
12	Tirar etiqueta de defeito a triagem			17	20	○	⊃	→	◇	▽	
13	Ir buscar porta-paletes			107	55	○	⊃	→	◇	▽	
14	Levar palete para a zona de expedição			111	60	○	⊃	→	◇	▽	
(SUB) TOTAL				307	202						

Anexo G – Layout da costura 2ª opção

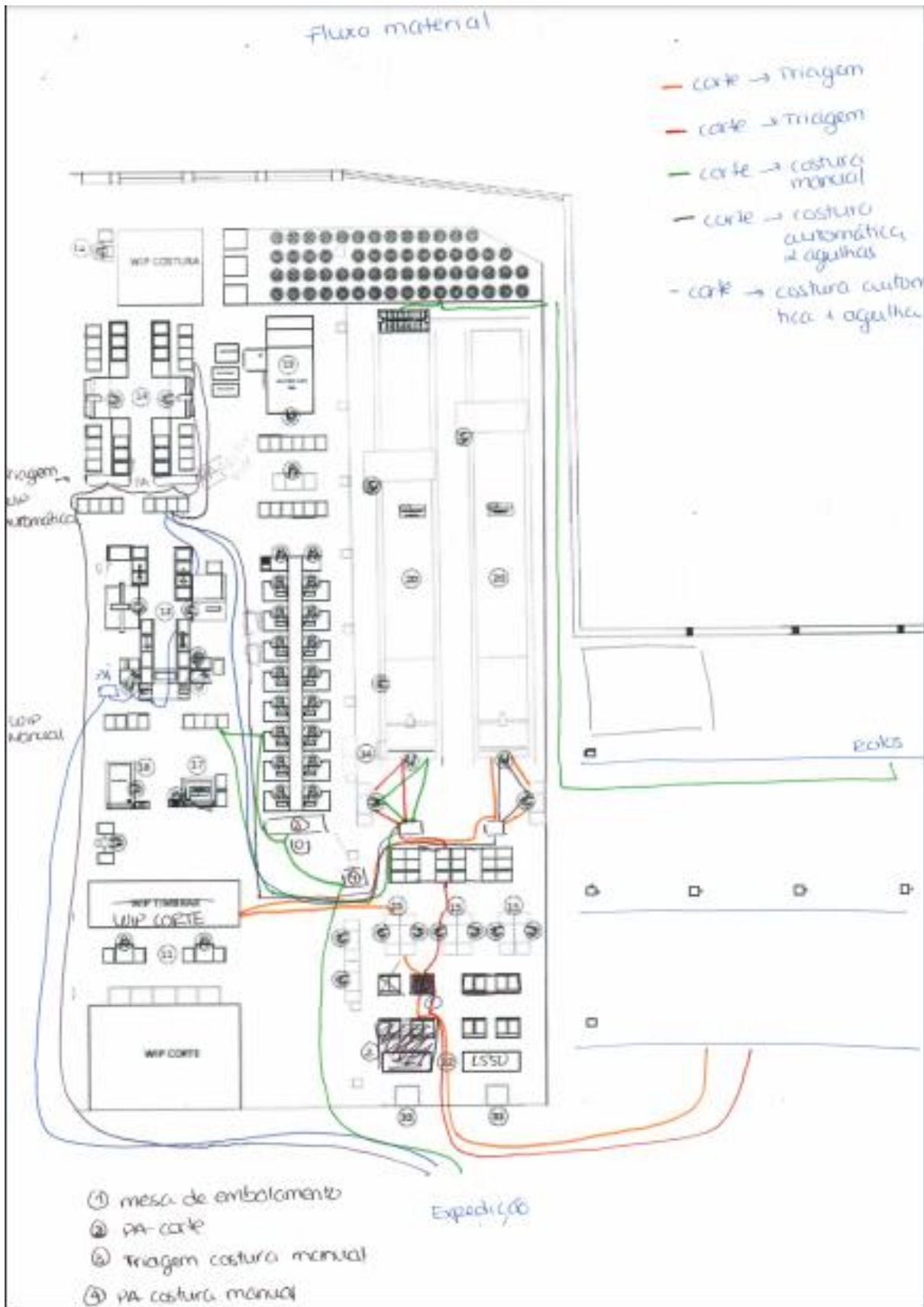


WIP COSTURA 12 paletes

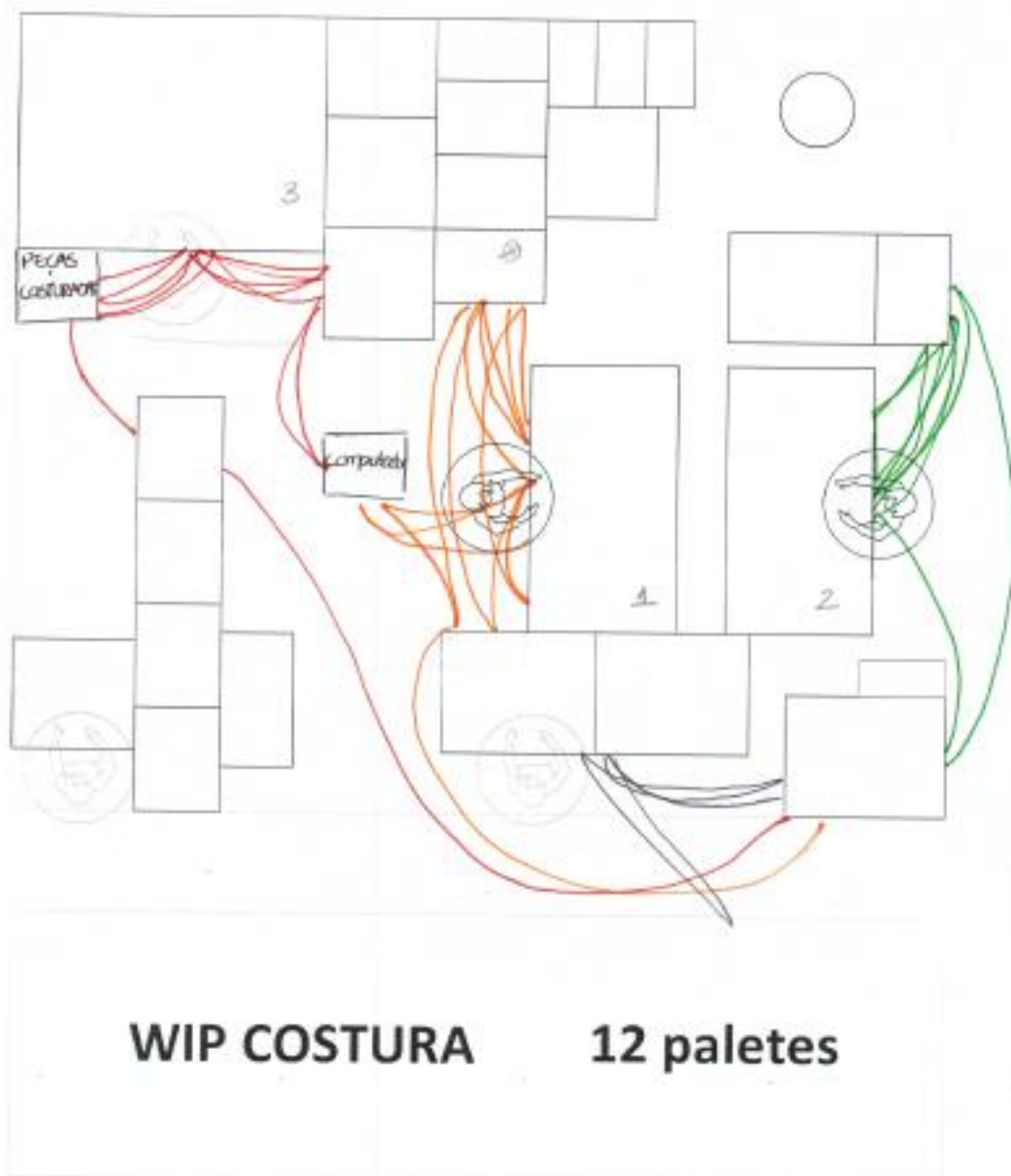
Anexo H – Layout da costura 3ª opção



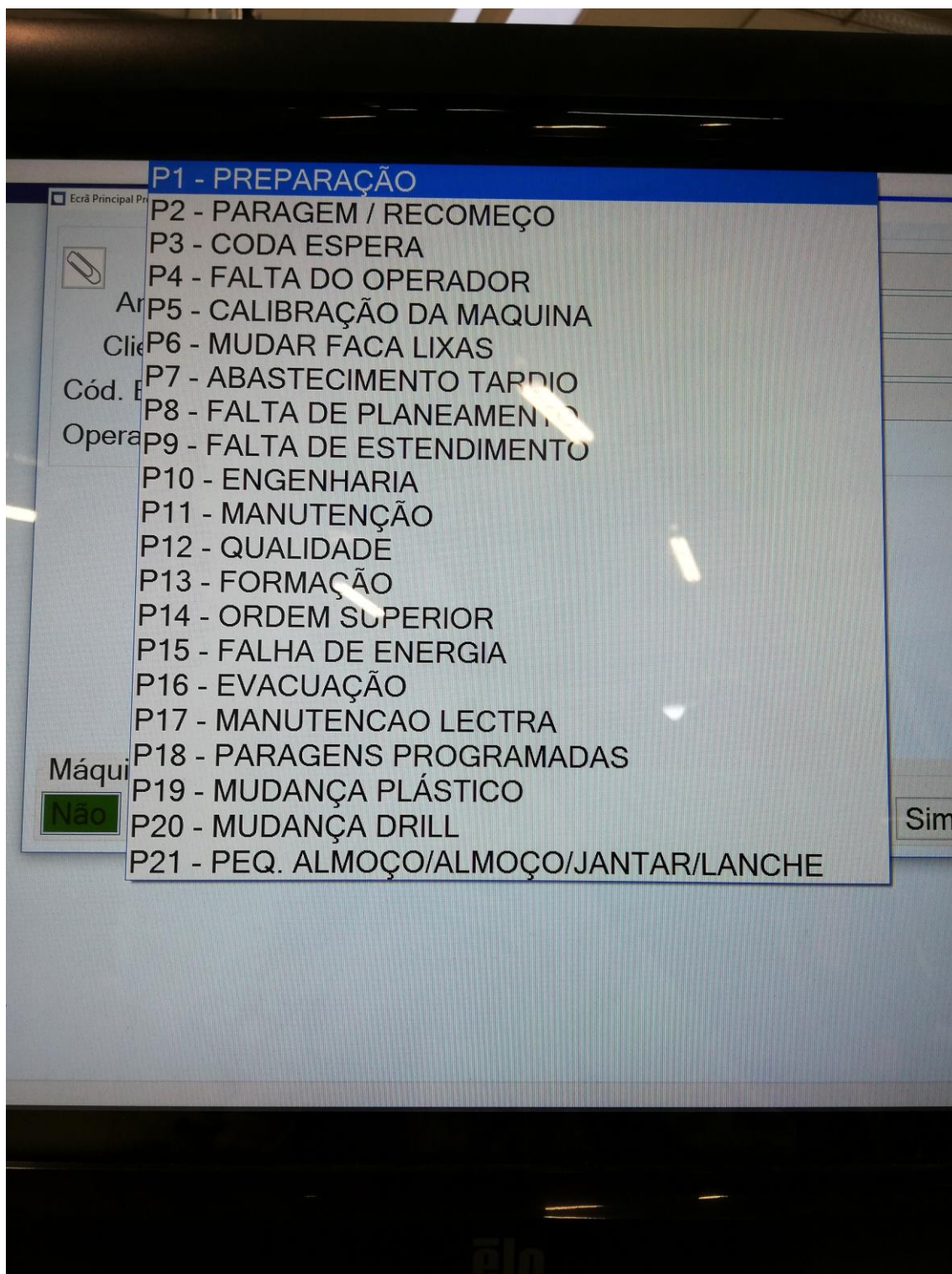
Anexo I – Diagrama de spaghetti do material



Anexo J – Diagrama de spaghetti da célula de costura automática



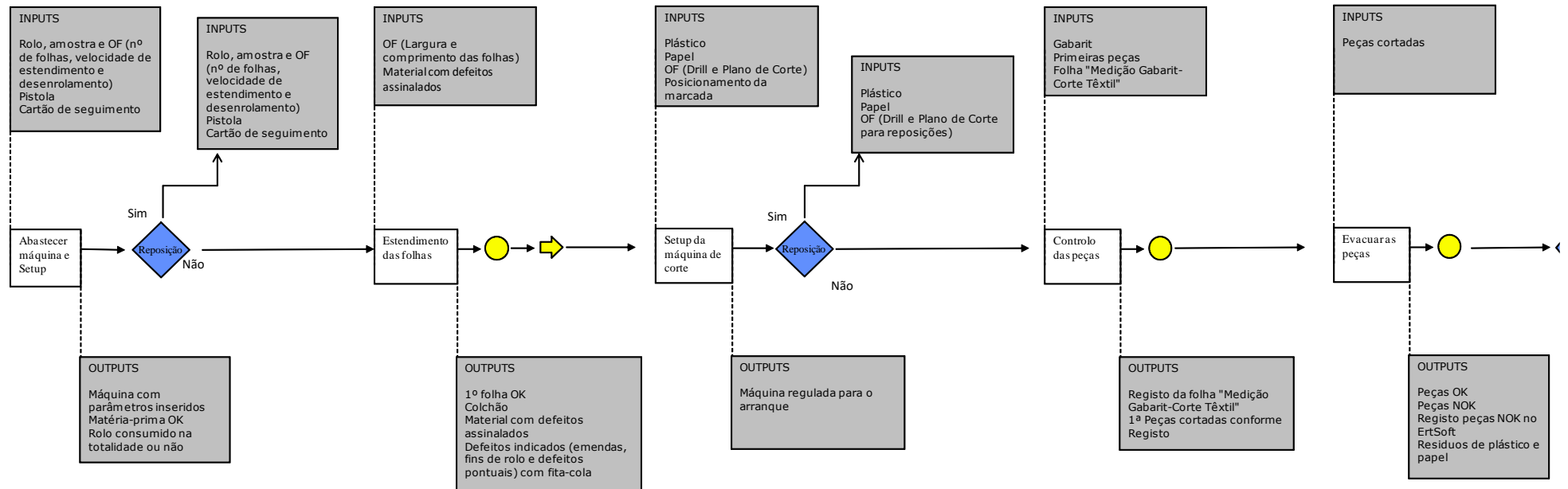
Anexo K – Registo de paragens da máquina no sistema



Anexo L – Folha de registo dos tempos de triagem

Projeto	SE326	SE326	AU326	B78	SE270			B02E-2018	P87	VS20 Tarazona	SK326/1	K0		SK326/0	P1U0	P8X	VS20
Referência	C15004O03A	C15004AN03A	C17050AJ01A	CAA55AW06C	C16008AH01B	C16008AH052	C16008AG05E	C18017AB03	C16022AB01B	CAC08HD01A	C15005AEO4D	C15003AG01A	C15003AD01A	C16094AK01C	C16034AL01B	C15054AB02B	
Medir com o gabarit		00:00:08	00:00:12				00:00:07			00:00:17	00:00:16				00:00:07	00:01:41	00:00:16
Por caixa no sítio	00:00:09					00:00:09								00:00:07			00:00:10
Pôr peça na mesa	00:00:12	00:00:08	00:00:12	00:00:08	00:00:12	00:00:16	00:00:08	00:00:32	00:00:10	00:00:10	00:00:11	00:00:27	00:00:24	00:00:06	00:00:10	00:00:09	00:00:14
Estender Filme						00:00:22	00:00:24				00:00:22				00:00:36		
Tempo triar gama de embalagem	00:05:16	00:06:40	00:06:12	00:05:12	00:06:40	00:06:40	00:06:40	00:03:20	00:08:20	00:08:07	00:05:33	00:01:50	00:09:00	00:10:08	00:02:30	00:04:02	00:05:20
Contar	00:00:24	00:00:24	00:00:30	00:00:42	00:00:34	00:00:34	00:00:28			00:00:11	00:00:36	00:01:30	00:02:40			00:01:14	00:00:24
Pôr peças na bancada			00:00:06	00:00:06								00:00:11					
Filmar				00:00:48		00:00:58	00:00:48	00:01:52	00:00:52	00:01:25	00:00:44			00:01:16	00:01:13		00:01:56
Buscar manga	00:00:10	00:00:16	00:00:14														
Pôr manga na caixa	00:00:23	00:00:10	00:00:10		00:00:22												
Pôr peças na caixa e fechar	00:00:12	00:00:08	00:00:22	00:00:12	00:00:11	00:00:12	00:00:08	00:00:20	00:00:20	00:00:03	00:00:24	00:00:22	00:00:32	00:00:12	00:00:13	00:00:18	00:00:20
Marcar peças com caneta									00:00:48								
Limpar lixo dos drills										00:02:28	00:02:40						
Gama de Embalagem	100	100	120	130	100	100	100	100	50	40	100	100	300	160	50	140	80
Tempo de Triagem por Caixa	0:06:46	0:07:54	0:07:58	0:07:08	00:07:59	00:09:11	00:08:43	00:06:04	00:10:30	00:12:41	00:10:46	00:04:20	00:12:36	00:11:49	00:04:49	00:07:24	00:08:40
Tempo de Ciclo	0:00:04	0:00:05	0:00:04	0:00:03	00:00:05	00:00:06	00:00:05	00:00:04	00:00:13	00:00:19	00:00:06	00:00:03	00:00:03	00:00:04	00:00:06	00:00:03	0:00:07
Objetivo Hora	900 Peças	720 Peças	900 Peças	1200 Peças	720 Peças	600 Peças	720 Peças	900 Peças	277 Peças	190 Peças	600 Peças	1200 Peças	1200 Peças	900 Peças	600 Peças	1200 Peças	515 Peças

Anexo M – Mapeamento do fluxo produtivo



Anexo N – Continuação do mapeamento do fluxo produtivo

