

# **ESTUDO DO IMPACTO DE FERRAMENTAS LEAN NA PRODUTIVIDADE E SEGURANÇA NUMA EMPRESA TÊXTIL**

**RICARDO JORGE ALVES DE SOUSA**

novembro de 2020

# ESTUDO DO IMPACTO DE FERRAMENTAS LEAN NA PRODUTIVIDADE E SEGURANÇA NUMA EMPRESA TÊXTIL

Ricardo Jorge Alves de Sousa

**2020**

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

# ESTUDO DO IMPACTO DE FERRAMENTAS LEAN NA PRODUTIVIDADE E SEGURANÇA NUMA EMPRESA TÊXTIL

Ricardo Jorge Alves de Sousa

Estudante n.º 1111131

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação do Mestre/Especialista José Carlos Vieira de Sá.

**2020**

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Mestre/Especialista José Carlos Vieira de Sá, meu orientador acadêmico, o meu muito obrigado pelo acompanhamento sério e contínuo que me proporcionou, contribuindo com conhecimento, ideias e bastante motivação, motivação essa crucial em alguns momentos menos bons. Foi, sem dúvida, um gosto ter trabalhado consigo.

Ao Engenheiro Pedro Pádua Faria, meu orientador na empresa, um obrigado pela disponibilidade que demonstrou em ser um apoio face a qualquer obstáculo que eventualmente aparecesse no caminho.

À empresa Domingos de Sousa e Filhos, SA, agradeço pela oportunidade que me deu de realizar o estágio nas suas instalações e ter acesso aos seus equipamentos sem qualquer tipo de restrição. Agradeço acima de tudo a forma exemplar como fui tratado nesta organização, procurando sempre com que me sentisse acolhido e apoiado.

Aos meus pais, que, desde sempre, tudo fizeram para que tivesse as melhores condições possíveis no sentido de obter sucesso na minha vida pessoal e profissional. A eles, devo-lhes tudo.

página propositadamente em branco

## RESUMO

A presente dissertação, inserida no âmbito do 2º ano do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, tem como objetivo a melhoria do processo produtivo da secção tecelagem da empresa Domingos de Sousa & Filhos, SA recorrendo à aplicação de ferramentas *Lean* e o estudo do impacto que as implementações das referidas ferramentas possam refletir em termos de produtividade e segurança. A metodologia adotada para a realização da dissertação foi a “Investigação-Ação”.

Numa fase inicial é elaborada uma revisão bibliográfica com incidência, entre outros, no *Lean Manufacturing*, as ferramentas *lean* consideradas oportunas para o decorrer do projeto e a integração entre o *lean* e a segurança. Foram descritos e explorados os processos, não só a tecelagem, mas também processos a imediatamente a montante que se consideram pertinentes de ser aprofundados. No sentido de identificar os pontos de melhoria foram aplicadas diferentes ferramentas, tais como: diagrama do processo, VSM ou matriz de deslocamentos. Estudaram-se ainda dados sobre o processo recorrendo a bases de dados pré-existentes na empresa. Esta análise, permitiu identificar problemas no processo e associar a estes problemas propostas de melhoria recorrendo a ferramentas *lean*. As ferramentas aplicadas são: 5S, *Kanban*, Gestão Visual e *Standard Work*. Posteriormente à implementação das referidas ferramentas foi distribuído um questionário, aos colaboradores diretamente envolvidos nas melhorias, acerca do impacto que a implementação destas ferramentas *lean* tiveram ao nível da segurança.

A adoção das novas práticas refletiu-se em ganhos operacionais para a empresa, tais como a redução de 47% do tempo da paragem do tear para mudança de um rolo, a diminuição em 33% das paragens dos teares por faltas de teia, a redução de 93% no tempo de identificação da peça de controlo e a eliminação das movimentações diárias, na ordem dos 400 metros, percorridas pelo chefe da tecelagem. Relativamente à análise de dados do questionário acerca dos impactos na segurança decorrentes da aplicação das ferramentas *lean*, 73% dos colaboradores consideram terem existido melhorias ao nível do ambiente de trabalho, 27 % reconhecem melhorias ao nível dos fatores organizacionais e apenas 9% consideram que as características da força de trabalho melhoraram.

### PALAVRAS-CHAVE

*Lean, 5S, Kanban, Gestão Visual, Standard Work, SMED, Lean Safety*

página propositadamente em branco

## ABSTRACT

The present dissertation, within the scope of the 2nd year of the Master in Engineering and Industrial Management, aims to improve the production process of the weaving section of the company Domingos de Sousa & Filhos, SA using the application of Lean tools and the study of the impact that the implementations of these tools can reflect in terms of productivity and security. The methodology adopted to carry out the dissertation was the "Investigation-Action".

In an initial phase, a bibliographic review is elaborated, with an emphasis, among others, on Lean Manufacturing, the lean tools considered opportune for the course of the project and the integration between lean and security. The processes were described and explored, not only the weaving process, but also the processes upstream that are considered pertinent to be deepened. In order to identify the points of improvement, different tools were applied, such as: process diagram, VSM or displacement matrix. Data on the process were also studied using pre-existing databases in the company. This analysis made it possible to identify problems in the process and to associate these problems with improvement proposals using lean tools. The applied tools are: 5S, Kanban, Visual Management and Standard Work. Subsequent to the implementation of the aforementioned tools, a questionnaire was distributed to the employees directly involved in the improvements, regarding the impact that the implementation of these lean tools had on the security level.

The adoption of the new practices was reflected in operational gains for the company, such as the 47% reduction in the time the loom stopped for changing a roll, the 33% decrease in loom stops due to lack of web, the reduction 93% in the identification time of the control piece and the elimination of daily movements, in the order of 400 meters, covered by the weaving chief. Regarding the analysis of data from the questionnaire about the impacts on safety resulting from the application of lean tools, 73% of employees consider that there have been improvements in the work environment, 27% recognize improvements in terms of organizational factors and only 9% consider that characteristics of the workforce have improved.

### KEYWORDS

*Lean, 5S, Kanban, Visual Management, Standard Work, SMED, Lean Safety*

página propositadamente em branco

# ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS .....	IX
ÍNDICE DE TABELAS .....	XI
LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS.....	XIII
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Enquadramento e pertinência .....	1
1.2. Questão e objetivos de investigação.....	2
1.3. Opções metodológicas .....	2
1.4. Apresentação da empresa.....	3
1.5. Estrutura do trabalho .....	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1. <i>Lean Manufacturing</i> .....	7
2.2. <i>Lean Thinking</i> .....	8
2.3. Ciclo PDCA .....	9
2.4. 5W2H.....	10
2.5. Ferramentas Lean Manufacturing.....	11
2.5.1. <i>SMED</i> .....	11
2.5.2. 5 S's .....	12
2.5.3. <i>Standard Work</i> .....	13
2.5.4. <i>Visual Management</i> .....	14
2.5.5. <i>Value Stream Mapping</i> .....	15
2.5.6. <i>Kanban</i> .....	16
2.5.7. <i>One Point Lesson</i> .....	17
2.6. Integração entre o <i>Lean</i> e a Segurança – <i>Lean Safety</i> .....	17
2.7. Ferramentas de Estatística Exploratória .....	18
2.7.1. Alfa de Cronbach.....	18
2.7.2. Matriz de correlação de Spearman.....	18
3. MÉTODOS E APLICAÇÃO .....	19
3.1. Descrição dos processos.....	19
3.1.1. Urdissagem.....	19
3.1.2. Encolagem .....	21
3.1.3. Tecelagem .....	21
3.2. Fluxograma dos Processos de Fio para Teia.....	24
3.3. Análise Crítica do Processo.....	25
3.3.1. Diagrama do Processo.....	25
3.3.2. <i>Value Stream Mapping</i> .....	26
3.3.3. Matriz de Deslocamentos .....	27
3.3.4. Análise à Qualidade da Tecelagem .....	27

3.3.5. Análise às Paragens Produtivas Tecelagem .....	28
3.4. Identificação de Oportunidades de Melhoria .....	29
3.4.1. Paragens por Mudança de Rolos .....	29
3.4.2. Paragens por Falta de Teia .....	31
3.4.3. Tempos de <i>Setup</i> Elevados .....	32
3.4.4. Rastreabilidade Ineficiente da Peça de Controlo .....	34
3.4.5. Ineficiente Fluxo de Informação Urdissagem-Tecelagem.....	35
3.4.6. Produção Elevada de Não Conformidades.....	35
3.5. Propostas de Melhoria .....	35
3.5.1. <i>Standard Work</i> na Mudança de Rolos .....	35
3.5.2. <i>Kanban</i> de Produção de Teias.....	36
3.5.3. <i>SMED</i> Aplicado às Mudanças de Produção.....	37
3.5.4. Aplicação dos 5S na Sala da Tecelagem .....	39
3.5.5. Gestão Visual Relativa à Informação das Teias Urdidas .....	40
3.5.6. Autocontrolo de Qualidade – <i>Cheklis</i> t de Defeitos.....	41
3.6. Questionário <i>Lean Safety</i> .....	42
3.7. Plano de Ações 5W2H .....	42
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	45
4.1. Apresentação de Resultados .....	45
4.1.1. <i>Standard Work</i> na Mudança de Rolos .....	45
4.1.2. <i>Kanban</i> de Produção de Teias.....	46
4.1.3. <i>SMED</i> Aplicado às Mudanças de Produção.....	46
4.1.4. Aplicação de 5 S na Sala da Tecelagem.....	47
4.1.5. Gestão Visual Relativa à Informação das Teias Urdidas .....	47
4.1.6. Autocontrolo de Qualidade – <i>Cheklis</i> t de Defeitos.....	48
4.1.7. Resultados do Questionário <i>Lean Safety</i> .....	48
4.2. Discussão de Resultados .....	51
5. CONCLUSÃO .....	55
5.1. Conclusões Finais.....	55
5.2. Limitações e Investigação Futura .....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59
APÊNDICE A .....	63
APÊNDICE B .....	64
APÊNDICE C .....	65

página propositadamente em branco



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Domingos de Sousa & Filhos, SA .....	4
Figura 2 - Mapa de processos existentes na DSF .....	4
Figura 3 - Cinco Princípios do Lean Thinking (adaptado de JORGENCA - Blog Administração, 2020) 9	
Figura 4 - Ciclo PDCA (adaptado de Fluxo, 2020).....	10
Figura 5 - Exemplo de Gestão Visual ( <i>adaptado de Institute, 2020</i> ).....	15
Figura 6 - Exemplo de VSM (adaptado de El-Kilany, 2020) .....	16
Figura 7 - Exemplo de um quadro Kanban (adaptado de Voitto, 2020) .....	17
Figura 8 - Esquinadeira - A; Urdideira Seccional- B.....	20
Figura 9 - Armazenagem de órgãos- A; Armazenagem de teias - B.....	20
Figura 10 - Engomadeira .....	21
Figura 11 - Máquina de transporte de teias - A; Processo de amarrar teias - B .....	22
Figura 12 - Vista frontal de um tear - A; Vista traseira de um tear -B.....	23
Figura 13 - Fluxograma dos processos do fio .....	24
Figura 14 - VSM do processo.....	26
Figura 15 - Indicador mensal de não conformidades do ano de 2019.....	28
Figura 16 - Indicador do tempo produtivos e não produtivos dos teares em 2019 .....	28
Figura 17 - Diagrama de <i>Pareto</i> relativo às causas dos tempos não produtivos .....	29
Figura 18 - Código FA recebido pelo mudador de rolos -A; Mudança de um rolo -B .....	30
Figura 19 - Indicador das paragens por falta de teia.....	31
Figura 20 - Diagrama de Ishikawa relativo às paragens por falta de teia .....	32
Figura 21 - Armazenamento das peças de controlo na sala da tecelagem.....	34
Figura 22 - <i>Kanban</i> de produção - A; Programa informático de planeamento <i>Gantt</i> - B .....	36
Figura 23 - Antes e depois da implementação de 5S's na sala da tecelagem.....	40
Figura 24 - Quadro informativo das teias urdidas.....	41
Figura 25 - Indicador do tempo médio de paragem dos teares por rolo retirado.....	45
Figura 26 - Evolução do indicador das paragens dos teares por falta de teia .....	46
Figura 27 - Duração de mudanças de produção, em minutos, antes e depois de aplicar SMED.....	46
Figura 28 - Tempo médio necessário para identificar peça de controlo, antes e após 5S's.....	47
Figura 29 - Indicador das não conformidades na tecelagem .....	48
Figura 30 - Resultados médios das respostas ao questionário por dimensão da segurança.....	50
Figura 31 - Resultado médios das respostas ao questionário por dimensão por colaborador .....	51

página propositadamente em branco

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Armazenamento das pelias de controlo na sala da tecelagem (adaptado de Dinero, 2005) .....	13
Tabela 2 - Nível de consistência interna de a cordo com o alfa de Cronbach (adaptado de George & Mallery, 2019) .....	18
Tabela 3 - Funções e responsabilidades dos colaboradores da tecelagem .....	21
Tabela 4 - Inputs a inserir no tear no início de produção .....	23
Tabela 5 - Diagrama do processo .....	25
Tabela 6 - Matriz de deslocamentos .....	27
Tabela 7 - 5 Porquês referente ao tempo de paragem de teares por mudança de rolos .....	30
Tabela 8 - Análise às tarefas executadas durante uma mudança de produção .....	33
Tabela 9 - Projeção da metodologia SMED às mudanças de produção .....	37
Tabela 10 - <i>Checklist</i> das não conformidades na tecelagem .....	42
Tabela 11 - Plano de ações 5W2H.....	43
Tabela 12 - Output SPSS relativo ao alfa de Cronbach.....	49
Tabela 13 – Valor obtidos para os coeficientes de correlação de Spearman obtidos através do SPSS .....	49

página propositadamente em branco

## LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS

### Lista de Siglas

---

IA	Investigação-Ação
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
LM	<i>Lean Manufacturing</i>
LT	<i>Lead Time</i>
OPL	<i>One Point Lesson</i>
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of a Die</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
WIP	<i>Work in progress</i>

---

página propositadamente em branco

## 1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo, é pretendido dar-se uma visão bastante geral acerca do trabalho a desenvolver no seu todo.

Relativamente aos subcapítulos, estes dividem-se em: «Enquadramento e pertinência», «Questão e objetivos de investigação», «Opções metodológicas», «Apresentação da empresa» e «Estrutura do trabalho». Quanto ao subcapítulo «Enquadramento e pertinência» é descrito o enquadramento do trabalho, o porquê de ser uma questão com valor de ser desenvolvida/investigada. O subcapítulo «Questão e objetivos de investigação» prende-se com a apresentação da questão a investigar, assim como o que se esperam alcançar com o desenvolvimento do presente trabalho. Em relação ao subcapítulo «Opções metodológicas» são apresentados os métodos adotados nas diferentes etapas do trabalho, desde o seu início até ao seu término. No subcapítulo «Apresentação da empresa», é dada a conhecer a empresa na qual se vai desenvolver o projeto. Por último em «Estrutura do trabalho», são descritos todos os capítulos integrantes do presente projeto, assim como o seu conteúdo.

### 1.1. Enquadramento e pertinência

Nos dias de hoje a competitividade presente na indústria é feroz. Os clientes são cada vez mais exigentes, quer nos prazos de entregas ou *Lead Times* (LT), custo e qualidade do produto. O *Lean Manufacturing* é uma metodologia que propociona tudo isso.

O *Lean Manufacturing* permite a produção de um qualquer produto utilizando menos recursos quando comprada com a produção em massa tradicional. Desta forma permite cortar nos custos, encurtar os *Lead Times* ao mesmo tempo que aumenta a eficiência dos processos e qualidade dos produtos (Modi & Thakkar, 2008).

Assim, e face a esta realidade, a Domingos de Sousa & Filhos numa decisão estratégica, decidiu criar um departamento de melhoria contínua que visasse propocionar à empresa uma otimização vertical dos seus processos. Foi nesse contexto que surgiu a oportunidade de integrar este projeto, ficando responsável pela melhoria da secção tecelagem e dando suporte também na secção urdissagem da empresa.

O *lean management* é atualmente um dos mais reconhecidos e mais utilizados conceitos de gestão da produção nas empresas. O *lean* cria uma cultura de trabalho na organização fazendo com que todos os seus participantes se interessem em elevar o nível de qualidade, redução de custo e tempos de entrega. Contudo, não existe muita informação acerca da influência das ferramentas *lean* no nível de segurança nas organizações produtivas (Ulewicz & Lazar, 2019).

Desta forma, e considerando que a segurança se insere num dos grandes pilares de qualquer indústria, perspetiva-se pertinente o estudo que as ferramentas *lean* possam representar ao nível de segurança.

A título de exemplo, se uma organização não possuir elevados níveis de segurança, poderá ocorrer que colaboradores rotinados numa certa tarefa tenham que ser substituídos por outros sem as mesmas habilidades, o que, por consequência, diminui a performance operacional da empresa, ou seja, indo um pouco contra aquilo que são os princípios do *lean*.

Desta forma, é perceptível que o *lean* e a segurança estão um tanto ou quanto interligados, sendo que sem segurança a implementação da filosofia *lean* tornar-se-á mais difícil.

## 1.2. Questão e objetivos de investigação

Sendo o presente trabalho uma integração entre a aplicação de ferramentas *lean* à indústria e o respetivo balanço do seu impacto para o ambiente, a questão de investigação que se pretende responder será “Quais os impactos operacionais e de segurança decorrentes da aplicação de ferramentas *lean* a uma empresa da indústria têxtil portuguesa?”.

Objetivo geral:

- Avaliar os impactos de produtividade e segurança decorrentes da implementação da filosofia *lean* numa empresa têxtil portuguesa;

Os objetivos específicos que se esperam completar no decorrer do presente trabalho são:

- Experimentar o estado atual da secção tecelagem;
- Identificação de oportunidades de melhoria na respetiva secção;
- Elaborar novos procedimentos que visem eliminar desperdícios;
- Criar e avaliar indicadores de desempenho relativos ao impacto operacional;
- Criar e avaliar indicadores de desempenho relativos ao impacto na segurança decorrente da aplicação de ferramentas *lean*;

## 1.3. Opções metodológicas

A metodologia adotada para a realização do presente trabalho é a Investigação-Ação.

A metodologia IA pode ser definida como “uma intervenção na prática profissional com a intenção de proporcionar uma melhoria” (Lomax, 1990).

*Whitehead*, um professor britânico, apresentou, numa primeira fase, em 1991, um modelo de IA com as seguintes características Coutinho et al. (2009):

- 1ª Fase** - Sentir ou experimentar um problema;
- 2ª Fase** - Imaginar a solução para o problema;
- 3ª Fase** - Pôr em prática a solução imaginada;
- 4ª Fase** - Avaliar o resultado das ações realizadas;
- 5ª Fase** - Modificar a prática à luz dos resultados;

O presente trabalho, e tendo por base os princípios enunciados pela referida metodologia, será dividido em cinco diferentes fases.

Numa primeira fase será experimentado o problema, isto é, dar-se-á o primeiro contacto com a realidade a encontrar na empresa, mais propriamente com a secção tecelagem, sendo desta forma identificados os problemas, neste caso desperdícios, que serão objeto de estudo nas fases

seguintes. A segunda fase consiste em imaginar soluções para os problemas que sejam identificados na fase anterior, ou seja, nesta fase serão desenvolvidas e propostas soluções que visem eliminar ou mitigar os desperdícios que sejam encontrados. Na fase seguinte serão postas em prática as soluções idealizadas, em forma de instruções de trabalho que visem modificar métodos de trabalho que se considerem inadequados. Será ainda entregue um questionário aos colaboradores envolvidos nas soluções aplicadas no sentido de auscultar a sua opinião ao impacto que as mesmas refletem em termos de segurança. Em seguida, na quarta fase, serão avaliados os resultados decorrentes propostas de solução aplicadas, esta avaliação por meio da criação de indicadores de desempenho que reflitam o antes e o depois em termos operacionais e de segurança. Na quinta e última fase, e face aos resultados obtidos no ponto anterior, serão modificadas as práticas por forma a obter continuamente um melhor resultado.

#### **1.4. Apresentação da empresa**

A Domingos de Sousa & Filhos, SA é uma empresa familiar, sediada em Gandarela, Guimarães, fundada em 1961 que tem a sua área de atuação no sector têxtil, mais concretamente na produção de felpos, como toalhas de banho, roupões ou toalhas de praia, entre outros.

Começou a sua atividade de uma forma artesanal, tendo no mercado nacional e nas antigas colónias portuguesas os seus maiores mercados.

A partir de 1974, como consequência dos seus bons resultados, a sua produção evoluiu no sentido vertical com o objetivo de ter um maior controlo do seu processo produtivo nas suas diferentes fases.

Em 1995, a Domingos de Sousa & Filhos, SA, iniciou vários projetos de desenvolvimento envolvendo o melhoramento, reestruturação e racionalização dos seus equipamentos, a implementação de um sistema de gestão da qualidade e a instalação de uma planta de cogeração para produção de energia.

Em 2018 teve um volume de faturação na ordem dos 20 milhões de euros, tendo os seus principais mercados a Espanha, Alemanha, Estados Unidos da América e Japão. Na Figura 1 é ilustrada a empresa.



Figura 1 - Domingos de Sousa & Filhos, SA

Relativamente à missão, visão e valores da Domingos de Sousa & Filhos, SA estes consistem em:

**Missão:** Desenvolver uma oferta que se diferencie pelo inovação e personalização, devido ao forte empenho na qualidade e flexibilidade, e através da auscultação dos clientes e suas necessidades, escolhendo assim as modalidades de oferta mais adequadas.

**Visão:** Ser reconhecida a nível mundial como uma referência de qualidade, inovação e fiabilidade no sector dos têxteis Lar

**Valores:** Eficiência, Honestidade, Inovação, Qualidade Responsabilidade.

Em seguida é apresentada a figura 2, a qual traduz o mapa dos processos existentes na DSF.

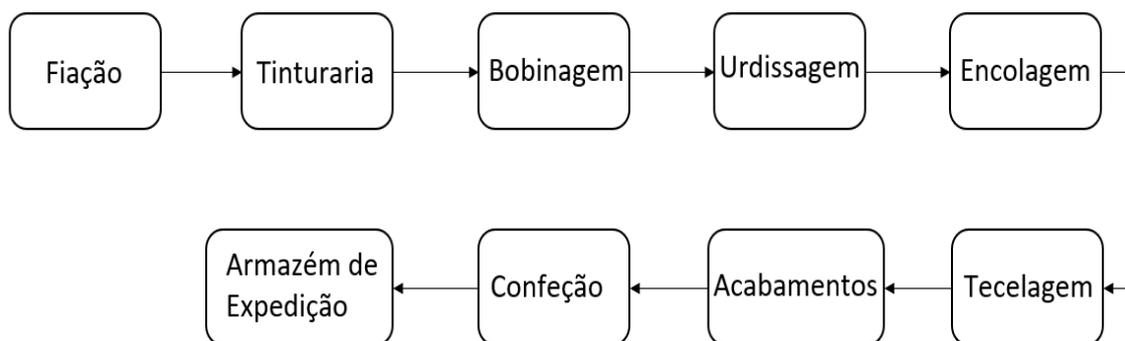


Figura 2 - Mapa de processos existentes na DSF

## 1.5. Estrutura do trabalho

O presente trabalho e excluindo a «Introdução», é constituído pelos seguintes capítulos: «Revisão bibliográfica» «Métodos e Aplicação» «Resultados e Discussão» e «Conclusão».

Na «Revisão Bibliográfica» é apresentado o conteúdo científico que sustenta a base teórica necessária ao desenvolvimento do presente projeto. Neste capítulo são abordados os conceitos *Lean Thinking*, *Lean Manufacturing*, ciclo PDCA, a integração do *Lean Safety* e ainda algumas ferramentas e metodologias que suportam a melhoria continua. As ferramentas *lean* exploradas são aquelas que se consideram com interesse para este trabalho.

Nos «Métodos e Aplicação» são, numa fase inicial, descritos os processos que se consideram convenientes a serem abordados, são eles: urdissagem, engomagem, tecelagem. Seguidamente é apresentado um fluxograma dos processos do fio, numa perspetiva de enquadrar todos os roteiros possíveis que o mesmo pode tomar de acordo com a especificidade da teia a produzir. Posteriormente elabora-se uma análise crítica do processo no sentido de diagnosticar a situação encontrada na secção tecelagem, recolhendo, desta forma, dados passíveis de indicarem oportunidades de melhoria. Assim sendo, e no seguimento da lógica anterior, são seguidamente exploradas as oportunidades de melhoria, no qual se discriminam situações que, de alguma forma, agregam a si desperdício. Após a identificação das oportunidades de melhoria são associadas a elas ferramentas *lean* que visem eliminar ou mitigar desperdícios, informação apresentada no subcapítulo “propostas de melhoria”. É ainda disponibilizado um plano de ações que agrega informações à implantação das propostas de melhoria tais como: responsável, data de atuação, onde será feito, entre outras. Por último, é apresentado o questionário a ser entregue aos colaboradores envolvidos, referente aos impactos na segurança que, na perspetiva dos mesmos, a implementação das ferramentas *lean* produziram.

Nos «Resultados e Discussão» são apresentados os resultados obtidos na sequência da aplicação das ferramentas *lean*, em cada oportunidade de melhoria identificada. Estes resultados são abordados em duas vertentes, a operacional e de segurança. Posteriormente são discutidos os resultados obtidos, explorando a sua relevância para a questão de investigação.

Na «Conclusão» são apresentadas as conclusões retiradas com o desenvolvimento da presente dissertação. Desta forma, são descritas as conclusões finais assim como as limitações encontradas e o trabalho futuro a desenvolver.

São ainda parte integrante deste trabalho, complementos, tais como: o «Resumo» (e «Abstract»), os índices e listas, bem como as «Referências Bibliográficas», os apêndices e os anexos.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é apresentado o conteúdo científico que sustenta a base teórica necessária ao desenvolvimento do presente projeto.

Aqui são abordados os conceitos *Lean Thinking*, *Lean Manufacturing*, ciclo PDCA, a integração o *Lean Safety* e ainda algumas ferramentas e metodologias que suportam a melhoria contínua. As ferramentas exploradas são aquelas que se consideram com interesse para a presente dissertação.

### 2.1. *Lean Manufacturing*

O termo *Lean Manufacturing*, foi inicialmente introduzido em 1990 com a publicação do livro “The Machine that changed the word” (Womack et al., 1990).

A melhor definição de LM é contrastar-la com a produção artesanal e produção em massa. Os produtores artesanais usam trabalhadores altamente habilitados e ferramentas simples mas bastante flexíveis, ao passo que os produtores em massa usam trabalhadores com habilidades muito específicas para desenhar e desenvolver produtos a serem produzidos por trabalhadores sem habilidades que produzem o item com auxílio a ferramentas caras e com um único propósito. O produtor lean combina as vantagens de uma produção artesanal com uma produção em massa enquanto evita o alto custo do primeiro e a rigidez do segundo (Womack et al., 1990).

O LM é uma filosofia que assenta na redução de desperdícios, melhoria contínua e consolidação da relação cliente-fornecedor através da entregas de produção de qualidade e dentro dos prazos de entregas acordados (Modi & Thakkar, 2008).

Desperdícios são normalmente referidos como atividades sem valor acrescentado ao produto, sendo reconhecidos pelos praticantes *lean* como os oito desperdícios. Taiichi Ono, um dos criadores do TPS, sugere que os desperdícios podem ter um peso até 95% de todos os custos de um produto em ambientes nos quais não existe a metodologia *lean* (Kilpatrick, 2003).

Ainda de acordo com Kilpatrick (2003), existem oito tipos diferentes de desperdícios, são eles:

- **Sobreprodução:** Produzir mais do que o cliente exige. Tudo aquilo que é produzido acima da quantidade requerida pelo cliente utiliza trabalho de valor e recursos materiais que poderiam de outra forma ser usados para responder a uma real solicitação do cliente.
- **Esperas:** Inclui esperas de material, informação, equipamentos, ferramentas, etc. A metodologia lean exige que tudo seja providenciado numa base *just-in-time* (JIT) – não tarde nem cedo, ou seja, no exato momento em que os recursos são necessários.
- **Transportes:** O material deve ser entregue no seu local de uso. Em vez das matérias primas serem enviadas do vendedor para uma localização de receção, processada, movida para um armazém e depois transportada para uma linha de produção, a filosofia *lean* exige que a matéria prima seja entregue diretamente na linha de produção, onde será usada.
- **Sobreprocessamento:** Um dos exemplos mais comuns deste tipo de desperdício é o *rework* (o produto deve ser produzido corretamente à primeira vez), inspeções são outro exemplo

de sobreprocessamento (o produto deve ser produzido usando processos de controle estatístico para eliminar ou reduzir o número de inspeções necessárias).

- **Inventário:** Relacionado com a sobreprodução, o inventário além de necessário para satisfazer a procura do cliente tem um impacto negativo no *cash flow*, ocupando espaço valioso dentro da organização.
- **Defeitos:** Produzir defeitos reflete-se em desperdício manifestado em quatro formas. Primeiramente, materiais são consumidos. Em segundo lugar, o trabalho necessário para produzir a não conformidade. Em terceiro lugar, o trabalho necessário para se fazer o retrabalho no sentido de corrigir o defeito. Por último, é necessário trabalho para resolver quaisquer reclamações que possam ser feitas pelo cliente.
- **Movimentação:** Movimentações desnecessárias são causadas por um fluxo de trabalho pobre, layout mal desenvolvido, mau serviço de limpeza e métodos de trabalho inconsistentes ou não documentados.
- **Subutilização das pessoas:** Inclui a subaproveitamento mental e habilidades físicas. Nas organizações onde não existe cultura lean apenas são reconhecidas a subutilização dos atributos físicos. Algumas das causas para a existência deste desperdício incluem – um pobre fluxo de trabalho, fraca cultura organizacional, práticas de recrutamento incorretas, falta ou inexistência de formação e uma alta rotação de colaboradores.

De acordo com Modi & Thakkar (2008) os **benefícios do LM** são:

- Redução de custos;
- Redução de LT;
- Redução de desperdício;
- Aumento da produtividade;
- Aumento da qualidade/Redução de defeitos;
- Redução do tempo de ciclo;
- Redução de atividades desnecessárias;
- Melhor utilização do espaço, equipamentos e trabalho dos colaboradores;
- Redução do Work in process;

## **2.2. Lean Thinking**

“Com a publicação do livro *“Lean Thinking”*, Womack & Jones (1996) evoluem o conceito de *Lean Manufacturing* para uma filosofia, com o objetivo de fazer mais com menos (menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço) enquanto ocorre uma aproximação cada vez maior às necessidades do cliente.” (Cruz, 2015, p. 5).

De acordo com Womack & Jones (1996) são cinco os passos que servem de estrutura para a filosofia *Lean Thinking*. São eles: especificar valor, identificar a cadeia de valor, criar fluxo contínuo, implantação de uma filosofia *pull* e perseguir a perfeição (ver figura 3).



Figura 3 - Cinco Princípios do Lean Thinking (adaptado de JORGENCA - Blog Administração, 2020)

Em seguida, com base em Womack & Jones (1996) são explorados os cinco princípios acima referidos.

- **Especificar valor:** Definir valor precisamente na perspectiva do consumidor final, nos termos de um produto específico, com capacidades específicas, entregue a um determinado preço e numa data específica.
- **Identificar a cadeia de valor:** Reconhecer toda a cadeia de valor para um determinado produto ou família de produtos e eliminar desperdícios. A cadeia de valor são todas as ações necessárias para trazer um produto através de três atividades críticas de qualquer negócio. São elas: definição do produto, gestão de informação e transformação de material.
- **Criação de fluxo contínuo:** Significa trabalhar em cada design, encomenda e produto continuamente desde o início até ao fim para que não existam esperas, tempo de inatividade e entre e sucata dentro dos processos.
- **Implementar um modelo de produção *pull*:** Deixar o cliente puxar o produto da cadeia de valor. Deste modo, eliminam-se desperdícios (*muda*) na forma de designs que já se encontram obsoletos, inventários de produto acabado, elaboração de sistemas de procura e registo de inventário e produtos sobrantes que já não têm procura.
- **Perseguir a perfeição:** À medida que as técnicas *lean* começam a ser aplicadas, ao longo da cadeia de valor algo bastante estranho começa a acontecer. Todos os envolvidos apercebem-se que não existe fim no processo de redução de esforço, tempo, espaço, custo e erros enquanto oferecem um produto ao cliente que é, cada vez mais, perto daquilo que o cliente realmente quer. Isto acontece por que os quatro princípios anteriores interagem entre eles num ciclo virtuoso.

### 2.3. Ciclo PDCA

O ciclo PDCA, tem a sua origem durante uma palestra de Dr. W. Edwards Deming em 1950, no Japão (Moen & Norman, 2006).

Esta metodologia é aplicada principalmente com o objetivo de promover melhorias em processos de qualquer natureza, com conseqüente manutenção de resultados. É um método auxiliar à tomada de decisão que pretende também, garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência e crescimento das organizações (Quinquiollo, 2002).

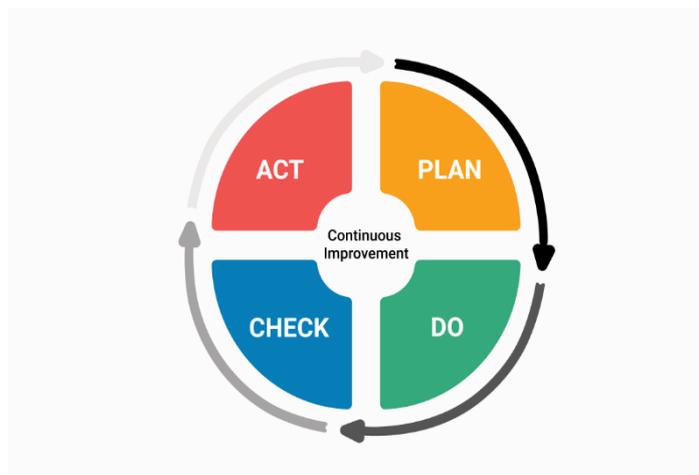


Figura 4 - Ciclo PDCA (adaptado de Fluxo, 2020)

#### 4 Fases do ciclo PDCA, segundo Kocik (2017) :

**P - Planear:** Este primeiro passo do ciclo PDCA está associado com o reconhecimento da possibilidade de mudanças, nomeadamente possíveis melhorias e o momento em que devem ser executadas. É a fase na qual se definem objetivos para as melhorias e se desenha um plano de ação que permitirá atingir o objetivo. É necessário identificar o problema, analisar as causas que causam o problema e, gerar soluções e definir um plano de implementação.

**D – Fazer:** Neste passo o plano desenvolvido com o propósito de fazer as mudanças no processo é implementado na organização. É posto em prática com o suporte e compreensão das chefias da organização.

**C – Analisar:** Neste terceiro passo procede-se à verificação e teste da validade da solução introduzida na organização, se esta teve os resultados adequados. As medições são feitas nesta fase e são comparadas com os valores guardados no plano.

**A - Atuar:** Esta fase está ligada com a aplicação das soluções implementadas. Quando estas soluções são provadas, elas são consideradas a norma e levam à standardização e monitorização das atividades.

## 2.4. 5W2H

“A ferramenta 5W2H consiste em uma série de perguntas direcionadas ao processo produtivo e permite identificar as rotinas mais importantes, detetando seus problemas e apontando soluções”(Lisbôa & Godoy, 2012).

“O método 5W2h consiste numa ferramenta de análise cujo objetivo é direcionar a discussão em um único foco, evitando a dispersão das ideias. É uma ferramenta útil em duas situações distintas

de análise: (a) Verificação da ocorrência de um problema, e (b) Elaboração de um Plano de Ação” (Coletti et al., 2010).

Na aplicação dos 5W2h, são respondidas 7 perguntas fundamentais.

Segundo Coletti et al. (2010), as perguntas e respectivos significados são as seguintes:

- **WHAT** – (O QUÊ?): definem-se as tarefas que serão realizadas seguindo o plano de execução. “O quê será feito?”;
- **WHEN** – (QUANDO?): estabelece-se um cronograma detalhado dos prazos para o cumprimento das tarefas. “Quando será feito?”;
- **WHO** – (QUEM?): determinam-se quais serão as pessoas responsáveis pelas tarefas. “Quem fará?”;
- **WHERE** – (ONDE?): define-se em que local as tarefas serão realizadas. “Onde será feito?”;
- **WHY** – (PORQUÊ?): significa a razão pela quais as tarefas devem ser executadas. “Porque será feito?”;
- **HOW** – (COMO?): *traça-se as maneiras mais racionais e econômicas de executar as tarefas. “Como será feito?”;*
- **HOW MUCH** – (QUANTO CUSTA?): *determina-se quais serão os custos para a realização das tarefas. “Quanto custa o que será feito?”.*

## 2.5. Ferramentas Lean Manufacturing

A aplicação do *Lean Manufacturing* (LM) é suportada por um conjunto de ferramentas, cada uma delas com uma abordagem específica em diferentes contextos, ainda assim, todas elas têm como propósito a eliminação dos desperdícios e a promoção da melhoria contínua da organização.

Neste subcapítulo será feita uma contextualização às diferentes ferramentas *lean* que se considerem ser objeto de interesse no decorrer presente projeto.

### 2.5.1. SMED

Nascido em 1950 pelas mãos de Shigeo Shingo enquanto desenvolvia um estudo de melhoria para a *Toyota Industries*, o SMED, acrónimo para *Single-Minute Exchange of a Die* refere-se à teoria e técnicas para se executarem operações de *setup* em menos de dez minutos. Ainda que nem todos os *setup*'s possam ser reduzidos a menos de dez minutos, mesmo nesses casos, reduções de tempos dramáticas são possíveis (Shingo, 1985).

Segundo RMali e Inamdar (2012), existem dois tipos de tarefas que podem ser realizadas durante a operação de *setup*, são elas:

- **Operações Internas** – Tais como montagem ou remoção de moldes, tarefas que apenas podem ser executadas com a máquina parada.

- **Operações Externas** – Tais como transporte de moldes antigos para armazenamento ou transporte de novos moldes para a máquina, tarefas que podem ser executadas com a máquina em funcionamento.

O SMED segue uma metodologia que (Shingo, 1985) descreve por 4 fases.

- **Fase 0 – Distinguir Tarefas Internas das Tarefas Externas** – Em operações tradicionais de *setup*, operações internas e externas são confusas. Operações que poderiam ser executadas externamente são realizadas como operações internas. Desta forma, aquando da implementação do SMED, o executante deve estudar as condições do chão de fábrica com grande detalhe. Filmar a operação é um método bastante bom para recolher a informação necessária.
- **Fase 1 – Separar Tarefas Internas e Tarefas Externas** - É surpreendente perceber a frequência com que operações externas são realizadas como operações internas. Se fizermos um esforço científico para tratar as operações do *setup* como operações externas o máximo possível, então as operações internas podem usualmente ser reduzidas entre 30%-50%.
- **Fase 2 – Converter Tarefas Internas em Tarefas Externas** – Esta fase envolve duas noções importantes, são elas: reexaminar as tarefas de *setup* para verificar alguma tarefas que possa estar mal-assumida como operações internas e ainda, descobrir maneiras de converter estas operações em tarefas externas.
- **Fase 3 – Reduzir todos os aspetos da operação de *setup*** – Apesar de ser possível a realização de um *setup* em menos de dez minutos convertendo as operações internas em externas, isto não é verdade na maioria dos casos. Por esse facto devemos concentrar esforços para reduzir os elementos internos e externos da operação de *setup*.

### 2.5.2. 5 S's

A ferramenta 5's foi desenvolvida no Japão por Sakichi Toyoda, Kishiro Toyoda and Taiichi Ohno em 1960 (Ohno, 1988).

Esta ferramenta procura alcançar um espaço de trabalho limpo e organizado com o propósito de manter um ambiente de excelência organizacional (Ho, 1999).

Segundo Oliveira et al. (2017), este método assenta nos seguintes cinco passos:

- **Seiri** – Consiste na remoção de tudo aquilo que é considerado desnecessário. O espaço de trabalho apenas deve ter aquilo que é considerado necessário para realização das atividades.
- **Seiton** – Deve haver um lugar para tudo, e tudo deve estar no seu lugar. Identificação rápida e visual das áreas e ferramentas poupam tempo e facilitam os processos.
- **Seizo** – Um espaço de trabalho limpo é essencial. Reduz o risco de acidentes e auxilia na inspeção dos produtos.

- **Seiketsu** – Por forma a otimizar os primeiros três S's, standards devem ser criados e seguidos.
- **Shitsuke** – O último passo consiste no desenvolvimento de um método que assegure que a técnica 5S é seguida. Tal requer disciplina e foco. Usualmente, auditorias são conduzidas no sentido de assegurar a sustentabilidade da metodologia.

A metodologia 5 S pode trazer inúmeros benefícios a uma qualquer empresa. Os que mais se notabilizam são: maximização da eficiência; redução de defeitos; melhoria da segurança dos postos de trabalho (Hunglin, 2011).

Segundo Ho (1999), muitas empresas de sucesso, de este a oeste, já incluíram muitas rotinas da metodologia 5 S sem sequer terem conhecimento da existência desta metodologia como uma técnica formalizada.

### 2.5.3. Standard Work

Trabalho estandardizado consiste num conjunto de procedimentos de trabalho (uma rotina standard), focada em estabelecer os melhores métodos e sequências para cada processo e cada trabalhador (Team, P.P.D., 2002).

O trabalho estandardizado é produto do programa *Job Methods*, estes programas foram desenvolvidos pelos Estados Unidos durante a segunda guerra mundial em face da necessidade de dotar os seus trabalhadores mais proficientes na produção de navios.

O desenvolvimento do programa *Job Methods*, teve por base um método científico desenvolvido por Charles Allen antes da 1ª guerra mundial. Desta forma foi possível conferir a este programa um padrão (ver tabela 1) (Ballard & Feng, 2008).

Tabela 1 - Armazenamento das pelias de controlo na sala da tecelagem (adaptado de Dinero, 2005)

Passos	Instrução de Trabalho	Métodos de trabalho	Relações de Trabalho	Método Científico
1	Preparar o trabalhador	Decompor o trabalho	Recolher os factos	Observação: Definir o problema e seus parâmetros
2	Apresentar a operação	Questionar cada detalhe	Pesar e decidir	Hipótese: Sugerir uma possível explicação ou solução
3	Experimentar o resultado	Desenvolver um novo método	Tomar ações	Testar: Recolher informação e testar a hipótese
4	Acompanhamento	Aplicar o novo método	Verificar Resultados	Resultados: Interpretar os resultados do teste para determinar se a hipótese está correta

				<p>Conclusão: Formular uma conclusão que outros possam avaliar independentemente. (Começar novamente o processo)</p>
--	--	--	--	--

Segundo Emiliani (2008) o trabalho estandardizado, se aplicado corretamente, pode trazer inúmeras vantagens, tais como:

- O estabelecimento de pontos de referência a partir do quais é possível melhorar continuamente;
- O controlo do processo;
- Redução da variabilidade;
- O melhoramento da qualidade e flexibilidade;
- Estabilidade;
- A predição de anomalias;

#### **2.5.4. Visual Management**

“A ferramenta de gestão de processos de forma visual foi desenvolvida pelos praticantes do *Lean* como um auxiliar de comunicação sendo uma ferramenta bastante útil no sentido de dirigir as operações e processo em tempo real” (Parry & Turner, 2006).

Segundo Oliveira et al. (2017), gestão visual consiste em meios de comunicação rápidos e intuitivos. Existem variados sistemas de gestão visual, tais como, quadros informativos, espaços delimitados e instruções de trabalho. O seu objetivo é reduzir erros e outras formas de desperdício, dando aos trabalhadores uma ferramenta que lhes permita gerir o seu ambiente de trabalho.

De seguida é apresentado, na figura 5, um exemplo da aplicação gestão visual, neste caso, no sentido de expor os indicadores mensais.



Figura 5 - Exemplo de Gestão Visual (adaptado de Institute, 2020)

### 2.5.5. Value Stream Mapping

O *Value Stream Mapping* (VSM) é uma ferramenta que auxilia visualização e entendimento do fluxo de materiais e informação, ao longo do percurso que o produto percorre na cadeia de valor. VSM significa fazer o seguimento do caminho de produção de um qualquer produto desde o fornecedor até ao cliente, sendo que, durante esta análise é cuidadosamente desenhada uma representação visual de todos os processos envolvidos no fluxo do material e informação (Rother & Shook, 2003).

Ainda segundo o mesmo autor, antes de se iniciar o VSM, e considerando a diversidade de produtos produzidos em muitas empresas, uma família de produtos deve ser escolhida. Uma família de produtos é um grupo de produtos que passam sob processos e equipamentos similares.

“A utilização do VSM ajuda na identificação das fontes de desperdício, fornece uma linguagem comum para análise e facilita o entendimento das conexões do fluxo de material. É ainda um método eficaz no cálculo do *lead time*, tempos de *setup* e outros indicadores, de uma forma que permite ao responsável visualizar claramente a performance do sistema” (Oliveira et al., 2017).

Em seguida, na figura 6, é apresentado um exemplo de um VSM

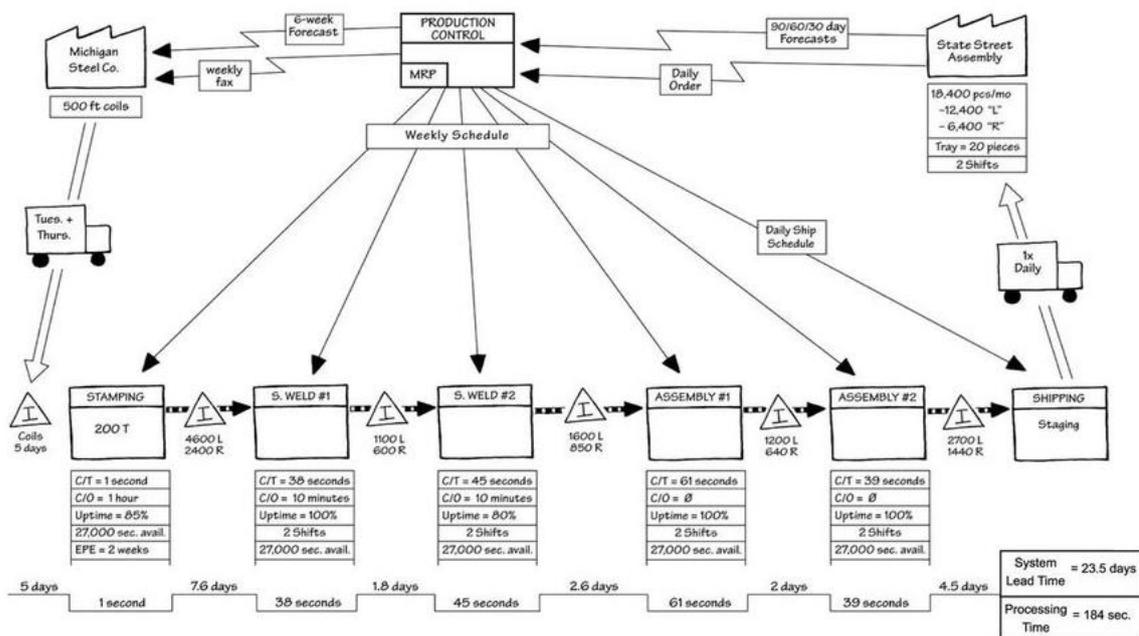


Figura 6 - Exemplo de VSM (adaptado de El-Kilany, 2020)

### 2.5.6. Kanban

*Kanban*, de acordo com Kilpatrick (2003), é um método para manter um fluxo de material de forma ordenada. Os cartões *Kanban* são usados para indicar encomendas de materiais, quanto material é necessário e onde deverá ser entregue.

O conceito deste método consiste em promover o restabelecimento de stock de materiais apenas quando necessários, por meio de emissão ou recepção de sinais, normalmente em forma de cartões. No sentido de assistir esta prática, supermercados e *Mizusumachi* são utilizados. O primeiro são estruturas que armazenam componentes de produtos de forma organizada. O segundo é um veículo de transporte que abastece as linhas de montagem com os componentes que estas necessitam dos supermercados (Oliveira et al., 2017).

De seguida, na figura 7, é ilustrado um exemplo de um quadro *kanban*.

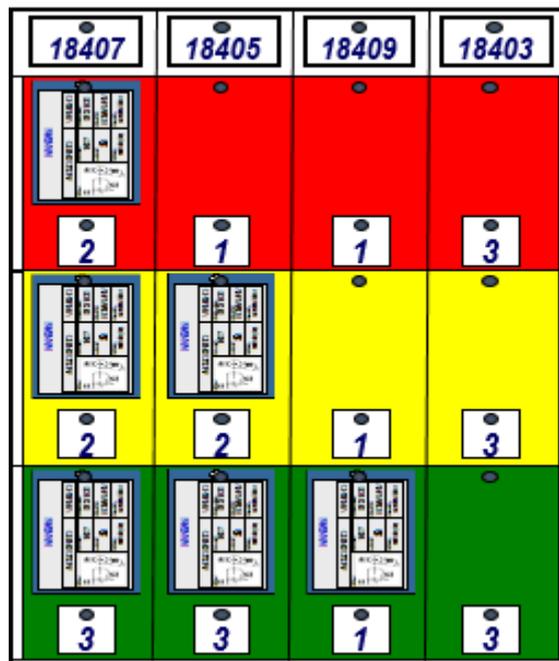


Figura 7 - Exemplo de um quadro Kanban (adaptado de Voitto, 2020)

### 2.5.7. One Point Lesson

Segundo Szwedzka & Kaczmarek (2017), o uso de OPL é um suporte técnico para operadores de máquinas. As lições são instruções de uma página que determinam o melhor método de ações para resolver um determinado problema da melhor maneira possível. As OPL's promovem a estabilidade e continuidade dos processos, partilha de conhecimento de operações avançadas, na forma de instruções de uma só página.

### 2.6. Integração entre o *Lean* e a Segurança – *Lean Safety*

A taxa de acidente de trabalho no setor produtivo é superior à média de todas os outros tipos de organizações, necessitando de estudos de segurança. A segurança ocupacional pode ser medida através de diferentes abordagens. O clima de segurança, uma medida preditiva de segurança, estuda as percepções dos trabalhadores sobre a segurança do seu local de trabalho (Srinivasan et al., 2016).

Segundo Murray et al. (2010), a filosofia *lean* já provou o seu potencial em melhorar a produtividade de um negócio e reduzir as suas perdas. Contudo, a relação entre o *lean* e a segurança ainda não é claramente entendida. *Lean* e segurança devem ser compatíveis. Ambos ambicionam melhorar processos e ambos são contra perigos e acidentes. A segurança por definição e o *lean* pelo dinheiro despendido em reivindicações de compensações, considerado um desperdício. No sentido em que o *lean* e a segurança têm um objetivo comum de redução de desperdício, existem naturalmente oportunidades onde ambos se podem integrar.

Num estudo levado a cabo por Cordeiro et al. (2020), a aplicação de ferramentas *lean*, tais como: 5S's, gestão visual e *One Point Lesson* resultaram na percepção da melhoria do ambiente de trabalho por parte de 83,4% dos colaboradores.

## 2.7. Ferramentas de Estatística Exploratória

Neste subcapítulo são abordadas ferramentas de estatística exploratória consideradas objeto de interesse no desenvolvimento da presente dissertação. São exploradas diferentes temáticas, tais como: Alfa de Cronbach e matriz de correlação de Spearman.

### 2.7.1. Alfa de Cronbach

Segundo Tavakol & Dennick (2011), o alfa de Cronbach foi desenvolvido para fornecer uma medida da consistência interna de um conjunto de itens. O seu valor numérico varia entre 0 e 1. A consistência interna descreve até que ponto todos os itens que compõem um determinado conjunto medem o mesmo conceito. Seguidamente é apresentada a tabela 2, onde se pode observar os diferentes níveis de consistência interna em função do alfa de Cronbach obtido.

Tabela 2 - Nível de consistência interna de acordo com o alfa de Cronbach (adaptado de George & Mallery, 2019)

Valor de alfa	Consistência interna
Menor que 0,5	Inaceitável
Igual a 0,5	Pobre
Igual a 0,6	Questionável
Igual a 0,7	Aceitável
Igual a 0,8	Bom
Igual a 0,9	Excelente

### 2.7.2. Matriz de correlação de Spearman

Segundo George & Mallery (2019), idealmente quando as variáveis não seguem uma distribuição normal o teste de correlação de Spearman é o mais adequado. Uma correlação é frequentemente designada como correlação bivariada para designar a correlação entre duas variáveis, em oposição a relações entre mais de duas variáveis. O coeficiente de correlação de Spearman pode assumir um valor entre -1 e +1. Quando a correlação assume o valor de +1, assume-se uma correlação positiva perfeita, isto é, quando o valor de uma variável aumenta a outra também vai aumentar e vice-versa. Por outro lado, se o valor de correlação assumir o valor de -1, assume-se uma correlação negativa perfeita, isto é, as variáveis estão relacionadas de forma inversamente proporcional.

## 3. MÉTODOS E APLICAÇÃO

Neste capítulo são, numa fase inicial, descritos os processos que se consideram convenientes a serem abordados, são eles: urdissagem, engomagem, tecelagem. Seguidamente é apresentado um fluxograma dos processos do fio, numa perspetiva de enquadrar todos os roteiros possíveis que o fio pode tomar de acordo com a especificidade da teia a produzir. Posteriormente elabora-se uma análise crítica do processo no sentido de diagnosticar a situação encontrada na secção tecelagem, recolhendo desta forma dados passíveis de indicarem oportunidades de melhoria. Assim sendo, e no seguimento da lógica anterior, oportunidades de melhoria é o subcapítulo seguinte, no qual se discriminam situações que de alguma forma agregam a si desperdício. Após a identificação das oportunidades de melhoria são associadas a elas ferramentas *lean* que visem eliminar ou mitigar desperdícios, informação apresentada no subcapítulo “propostas de melhoria”. É ainda disponibilizado um plano de ações que agrega informações à implantação das propostas de melhoria tais como: responsável, data de atuação, onde será feito, entre outras. Por último, é explorado o questionário a ser entregue aos colaboradores envolvidos, referente aos impactos na segurança que, na perspetiva dos mesmos, a implementação das ferramentas *lean* produziram.

### 3.1. Descrição dos processos

Neste subcapítulo são abordados os processos urdissagem, encolagem e tecelagem. Não obstante da secção no qual se desenvolveu o presente projeto ser a tecelagem, considerou-se pertinente explorar a também a urdissagem e encolagem, ainda que de forma não tão exaustiva, visto serem processos imediatamente a montante da tecelagem sendo até identificados no ambiente têxtil como processos de pré-tecelagem.

São aprofundados os fluxos de materiais nestas secções, os colaboradores e suas funções, assim como são retratadas as operações de transformação de cada um destes setores.

#### 3.1.1. Urdissagem

É na urdissagem que se produzem as teias de fio que irão alimentar os teares. Existem dois diferentes tipos de urdissagem, são eles: urdissagem direta e urdissagem seccional. Na urdissagem seccional a teia é urdida às secções, sendo este tipo de urdissagem vocacionada para produzir teias constituídas por fios de diferentes cores. Na urdissagem direta só é possível a produção de teias com apenas uma cor, ainda que apresente o benefício de não existir a repassagem da teia para um órgão, urdindo diretamente para o mesmo.

No processo de urdissagem, a operação de transformação é executada com recurso a dois equipamentos distintos. Abaixo apresenta-se a figura 8, representativa dos dois equipamentos, a esquinadeira (A) e urdideira (B).

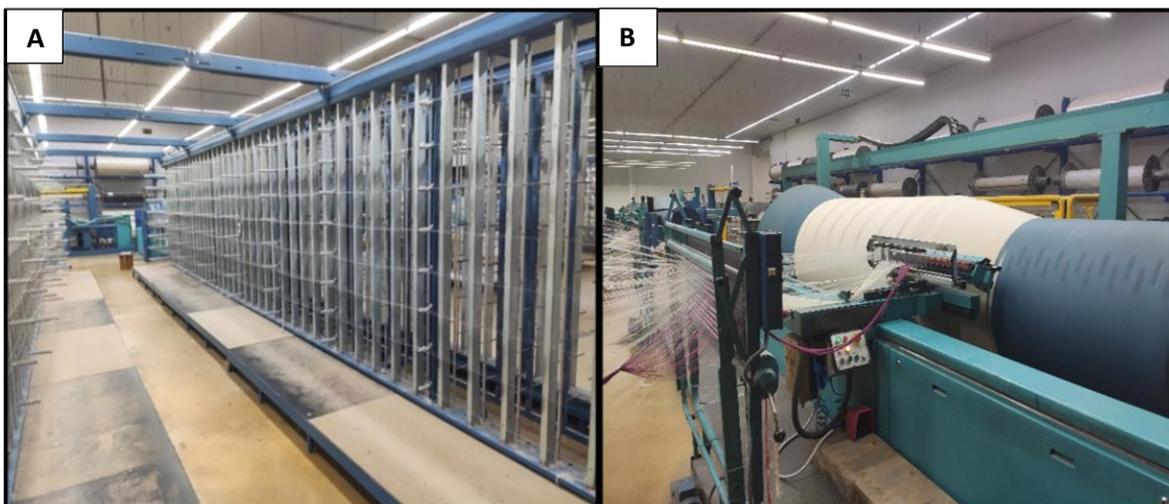


Figura 8 - Esquinadeira - A; Urdideira Seccional- B

A esquinadeira é um equipamento constituído por suportes horizontais, onde são colocadas as bobinas do fio que constitui a teia a urdir. A empresa possui seis esquinadeiras, cinco delas com capacitadas para urdissagem seccional e uma apenas para urdissagem direta. Relativamente às urdideiras, a empresa conta com quatro urdideiras, três delas para urdissagem seccional e uma para urdissagem direta. Sempre que a teia a urdir tenha duas ou mais cores, o abastecimento da esquinadeira deve respeitar uma carta de urdissagem, isto é, uma sequência de abastecimento pré-definida por forma a reproduzir o desenho/padrão que se projetou para a peça.

Após a esquinadeira estar abastecida, os fios, submetidos à mesma tensão, são transferidos da mesma para a urdideira por meio de rotação do tambor da urdideira. Finalizada esta operação, é iniciada a operação de repassagem. A repassagem consiste em transferir a teia do tambor da urdideira para um órgão, ilustrados na figura 9 - A. Este processo, refira-se, é apenas referente à urdissagem seccional, visto que, como já havia sido referido, na urdissagem direta a teia, de uma só cor, é urdida diretamente para o órgão que dará entrada no tear.

Nesta fase, a teia, já transferida para o órgão, está pronta a ser utilizada pela tecelagem, sendo que, se não for necessária no preciso momento em que é terminada, procede-se ao seu armazenamento em local próprio – ver figura 9 - B.

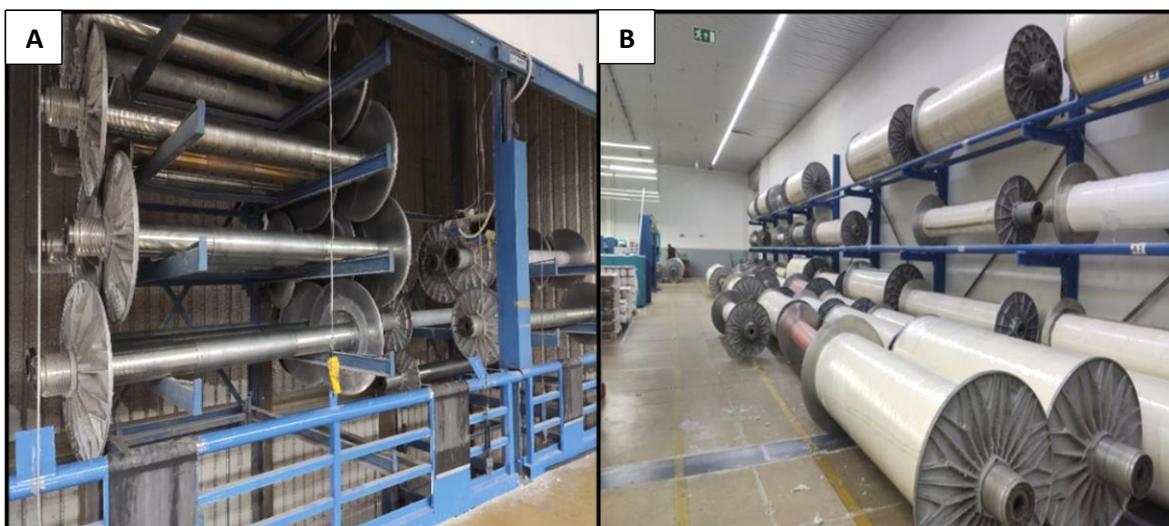


Figura 9 - Armazenagem de órgãos- A; Armazenagem de teias - B

### 3.1.2. Encolagem

A Encolagem é um processo no qual o fio é banhado numa solução de produtos químicos a alta temperatura, conferindo-lhe obter maior consistência, elasticidade e suavidade. Desta forma, quando sujeito às forças mecânicas impostas pelo tear, fio terá menor tendência a quebrar reduzindo assim o número de quebras de fio e consequentemente aumentando a produtividade das máquinas.

Seguidamente, na figura 10, são apresentadas duas diferentes vistas da única engomadeira existente na empresa.



Figura 10 - Engomadeira

### 3.1.3. Tecelagem

A tecelagem é a secção na qual se transforma o fio, em forma de teia, em felpo. À operação de transformação, promovida por meio de um tear, chama-se tecer.

Na tecelagem da empresa existem 59 teares. Nesta secção existem quatro tipos de colaboradores, cada um com responsabilidades distintas. Em seguida, na tabela 3, são apresentados cada um dos quatro, assim como as respetivas funções e responsabilidades:

Tabela 3 - Funções e responsabilidades dos colaboradores da tecelagem

Função	Descrição Função	Responsabilidade
Tecelão	É a pessoa que conduz os teares ou máquinas de tecer.	Vigiar o funcionamento dos teares, verificando a qualidade do trabalho realizado, corrigindo as quebras ou falta de fio, e efetuando ajustes se necessário. Conceber e produzir artigos têxteis.

Função	Descrição Função	Responsabilidade
<b>Atador de teias ou Amarrador</b>	É a pessoa que, manual ou mecanicamente, ata a teia, coloca lamelas no quebra-teias, leva o atado até à posição de tecer, remete fios no pente, abastece os teares com bobinas de trama e substitui as lâminas nos teares que trabalham a partir de filmes.	Unir com uma máquina de atar e de modo eficiente o fim da teia do tecido terminado, à nova teia que entra no tear, para que se possa iniciar a nova obra devidamente.
<b>Afinador</b>	É a pessoa que com conhecimento especializado afina e regula as máquinas utilizadas na fabricação de produtos têxteis, podendo ainda fazer reparações ou substituições de peças.	Responsável por manter os teares em bom funcionamento. Executar um trabalho diversificado uma vez que tem de adaptar as suas intervenções ao tipo de equipamento e avaria.
<b>Mudador de Rolos</b>	É a pessoa responsável por retirar os rolos de artigo do tear.	Pesar, registar e armazenar os rolos. Solicitar afinador caso os rolos estejam fora de peso

O processo de tecelagem inicia-se com a operação de transporte da teia de fio desde a urdissagem até à tecelagem. Este transporte, a cargo do atador de teias, é realizado com recurso a maquinaria especialmente dedicada ao transporte das teias, representada na figura 11–A. São ainda transportadas as tramas, recolhidas pelo mesmo colaborador, para junto do tear. A trama, refira-se, é o fio que atravessa transversalmente os fios das teias (estes transitam longitudinalmente), permitindo a produção de tecido ou felpo.

Nesta fase, e estando já a teia colocada no tear, o atador de teias inicia o processo de atar a nova teia às sobras da teia anterior. Esta operação, realizada com recurso a uma máquina vocacionada para o efeito, prende-se com dar nós, fio-a-fio, entre a nova teia e o fim (sobras) da teia anterior, representada na figura 11–B.



Figura 11 - Máquina de transporte de teias - A; Processo de amarrar teias - B

Terminado este processo, e estando já a teia completamente preparada, é agora necessária a intervenção do afinador no sentido de inserir os inputs necessários ao início de produção. Na tabela 4 são apresentados os inputs inseridos pelo afinador.

Tabela 4 - Inputs a inserir no tear no início de produção

Inputs
Desenho
Tensões das teias
Altura da Argola
Densidade das Passagens
Sequência de tramas
Quantidades a produzir (Rolos e peças/rolo)

No início de cada produção em que o desenho a produzir seja diferente do anterior, o afinador retira uma peça da série inicial para controlo de qualidade. Se o desenho a produzir for o mesmo, considera-se desde logo a conformidade do artigo, dispensando-se tanto a introdução dos inputs (à exceção das novas quantidades a produzir) como o controlo de qualidade. Neste controlo, são verificadas as dimensões da peça, peso e desenho estas especificações estão discriminadas na ordem de produção. Se durante o controlo de qualidade da peça se verificar um cumprimento das especificações, o afinador dá início à produção, caso contrário, ajusta os inputs e retoma o controlo de qualidade, repetindo esta rotina até a peça se encontrar dentro de especificação.

Iniciada que está a produção, é nesta fase responsabilidade do tecelão garantir o correto funcionamento do tear, garantindo a inexistência de defeitos, reparando quebras e solicitando a presença quer do amarrador como do afinador assim que se justifique. Refira-se que a tecelagem trabalha a três turnos de oito horas diárias, sendo que, em cada um deles existem seis tecelões, quatro deles responsáveis por dez teares, um responsável por oito e outro responsável por onze. Cada turno conta também com dois amarradores, dois afinadores e um mudador de rolos.

De seguida são ilustradas na figura 12, a vista frontal de um tear (A) e a vista traseira (B).



Figura 12 - Vista frontal de um tear - A; Vista traseira de um tear -B

### 3.2. Fluxograma dos Processos de Fio para Teia

Ilustrado na figura 13, apresenta-se o fluxograma dos processos do fio desde a sua produção até à sua transformação em felpo. Nele representam-se todos os roteiros possíveis que o fio pode percorrer, conforme as características da teia a produzir.

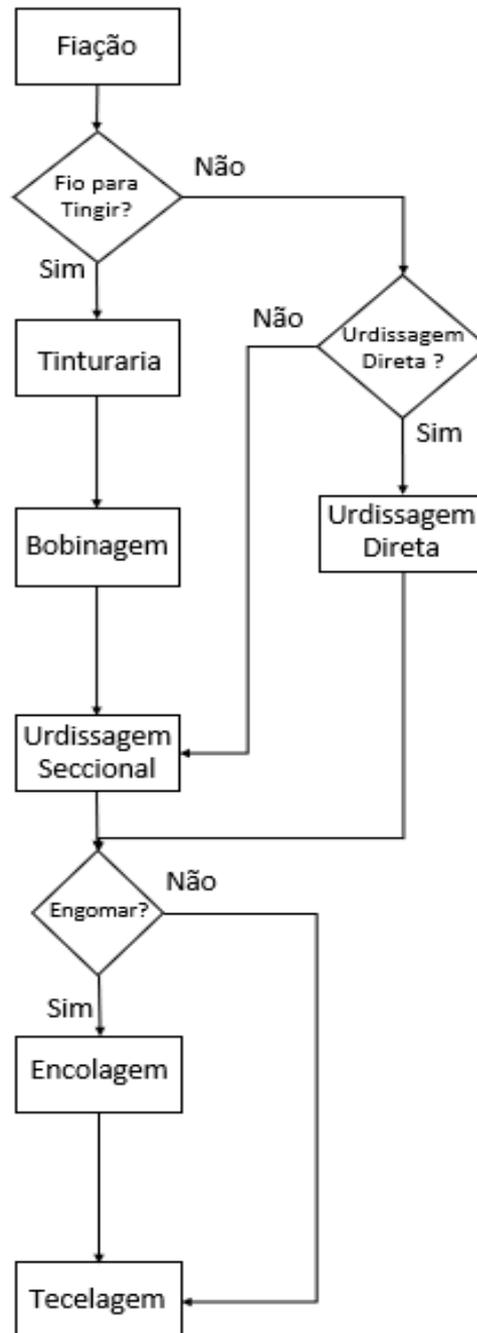


Figura 13 - Fluxograma dos processos do fio

### 3.3. Análise Crítica do Processo

Com o propósito de diagnosticar a situação encontrada na empresa, foram desenvolvidas diferentes análises sustentadas por diferentes meios, tais como: diagrama do processo, VSM, matriz de deslocamentos e tratamento de dados respeitantes às paragens produtivas e de qualidade. Em concordância com a empresa, a família do produto analisada neste subcapítulo terá por base teias de fio cru, produzidas na urdissagem direta, engomadas e com uma metragem de 5.000 metros.

#### 3.3.1. Diagrama do Processo

Um dos meios utilizados para explorar os processos da empresa foi a elaboração de um diagrama do processo, tal como ilustrado na tabela 5. Assim, de forma visual e intuitiva, é possível aceder a informações relevantes, tais como: o tipo de atividades (ex. operação, transporte, armazenagem), a distância percorrida entre as mesmas e a descrição de cada atividade envolvida em todo o processo. Este diagrama reflete o processo desde a recolha do fio até a produção do felpo.

Tabela 5 - Diagrama do processo

Descrição	Distância (metros)	Tipo de Atividade				
		○ Operação	➡ Transporte	⏸ Espera	□ Inspeção	▽ Armazenamento
1 Recolha de fio em stock	0					●
2 Transporte do fio para Urdissagem direta	30		●			
3 Urdir teia	0	●				
4 Transportar teia para encolagem	10		●			
5 Encolar teia	0	●				
6 Transporte da teia encolada para tecelagem	60		●			
7 Tecer	0	●				
8 Transporte dos rolos de felpo para armazém	30		●			
9 Armazenagem dos rolos	0					●
<b>TOTAL</b>	<b>130</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>

Através na análise do diagrama do processo acima apresentado, conclui-se que, para executar o referido processo é percorrida uma distância total de 130 metros. Outro dos pontos a assinalar prende-se com o tipo de atividades decorrentes do processo. São realizadas três operações de transformação, quatro transportes e dois armazenamentos.

### 3.3.2. Value Stream Mapping

O VSM, representado na figura 14, ainda que represente toda a cadeia de valor da empresa, analisa apenas os processos urdissagem, engomagem e tecelagem (área delimitada por linha tracejada). Foi considerado que a procura dos clientes é de 5.000 metros de teia por dia, informação essa facultada pelo departamento comercial. Refira-se que a secção tecelagem trabalha 24 horas/dia, ao passo que a urdissagem direta e a engomagem trabalham 10 horas/dia

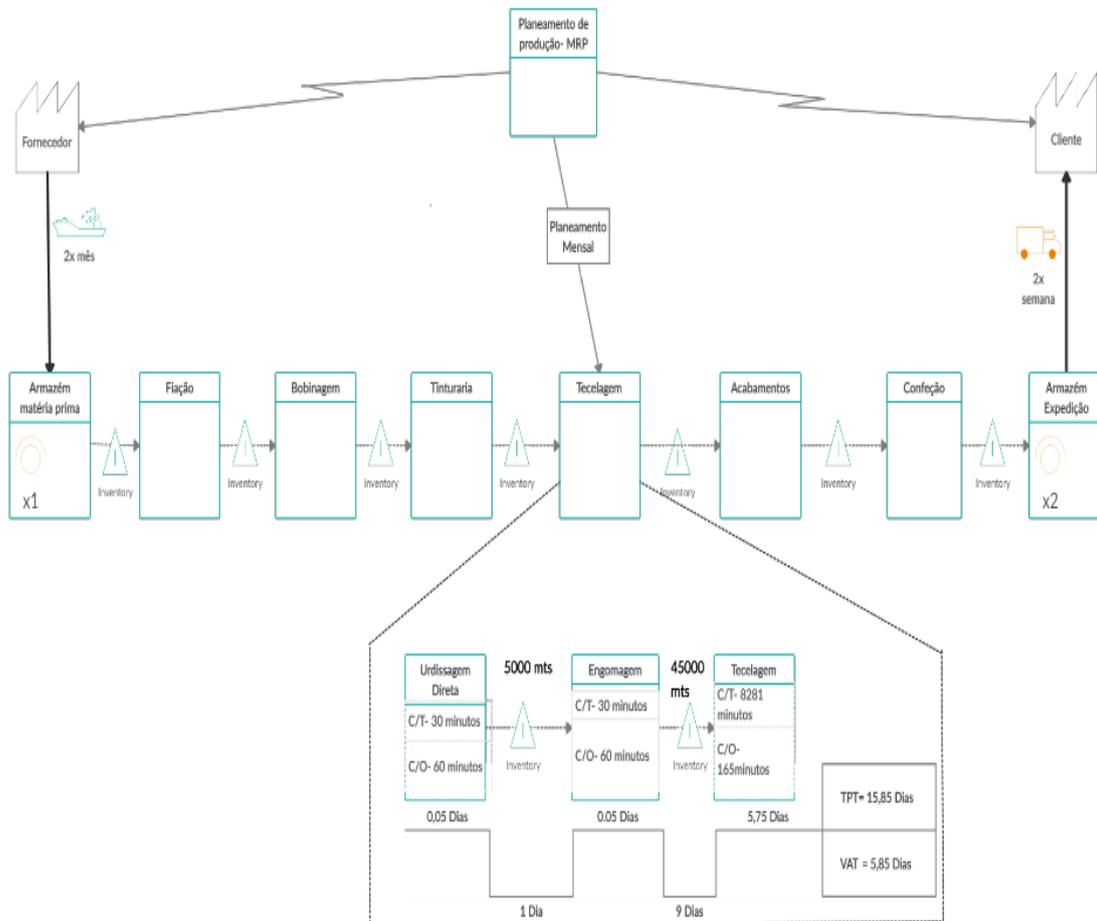


Figura 14 - VSM do processo

Analisando o VSM é possível concluir que o tempo de atravessamento do produto nos processos é de 15,85 dias, ao passo que apenas em 5,85 dias é acrescentado valor. Ou seja, apenas em 37% do tempo que o produto percorre a cadeia de valor em análise, é acrescentado valor ao mesmo. Este facto é, em larga escala, responsabilidade da espera a que são sujeitas as teias entre os processos engomagem e tecelagem que, fazendo parte do processo produtivo não lhes estão a ser acrescentado valor, desta forma consideram-se a estas teias em espera *Work in Progress*.

Outro dos aspetos a relevar é o facto do tempo de ciclo da tecelagem, ou seja, o tempo necessário para a execução de uma peça, ser largamente superior ao dos outros processos em análise.

Por último, outros dos dados que merece atenção é o tempo de *setup* das máquinas na tecelagem, isto é, o tempo em que uma produção num tear é interrompida no sentido dos equipamentos

serem ajustados para entrada de novos artigos na produção, assumindo um valor considerável de 165,5 minutos.

### 3.3.3. Matriz de Deslocamentos

Com o propósito de aferir as distâncias entre as diferentes secções de interesse para o presente trabalho foi elaborada uma matriz de deslocamentos a qual discrimina as distâncias entre todas as referidas secções.

Abaixo apresenta-se a tabela 6 representativa da matriz de deslocamentos.

Tabela 6 - Matriz de deslocamentos

	Tecelagem	Urdissagem Direta	Urdissagem Seccional	Encolagem
Tecelagem	x	60	50	60
Urdissagem Direta	60	x	10	5
Urdissagem Seccional	50	10	x	15
Encolagem	60	5	15	x

### 3.3.4. Análise à Qualidade da Tecelagem

Posteriormente à análise efetuada no subcapítulo anterior, considerou-se que seria necessário explorar e compreender o ponto de situação da secção ao nível da qualidade. Dessa forma e com recurso a dados acumulados pela empresa, apresenta-se, de seguida, a figura 15, figura essa respeitante à percentagem de artigos não conformes produzidos na tecelagem em 2019.

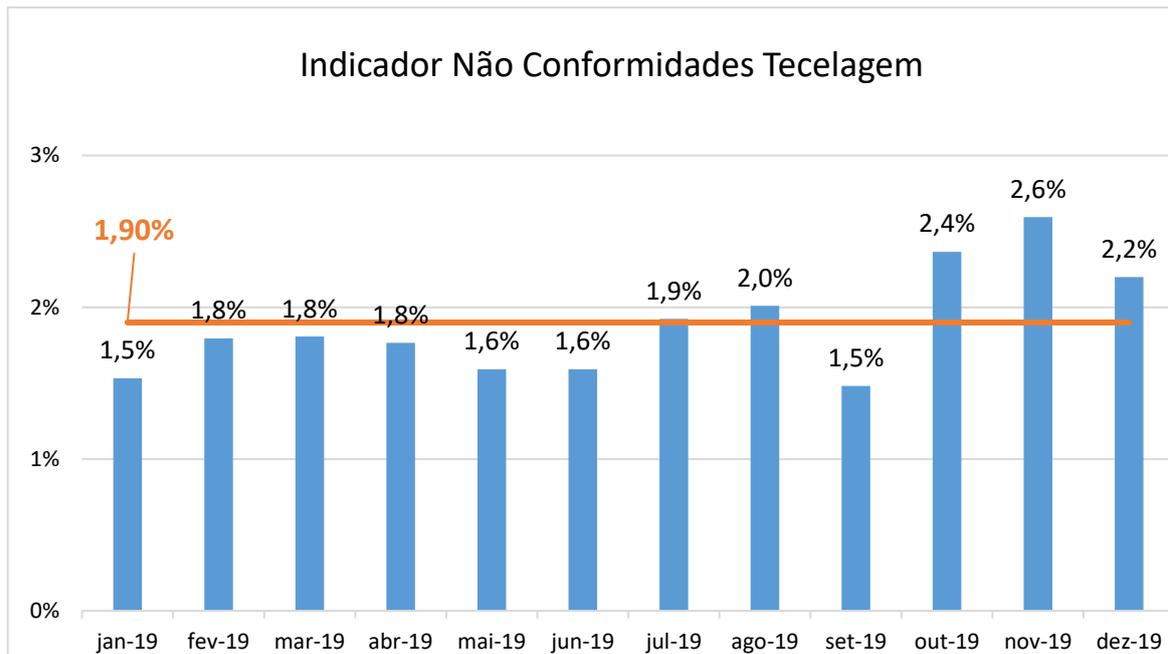


Figura 15 - Indicador mensal de não conformidades do ano de 2019

Através da análise da figura 15, podemos concluir que durante o ano de 2019 a percentagem média de não conformidades registadas em cada mês foi cerca de 1,9% (linha representada a laranja).

### 3.3.5. Análise às Paragens Produtivas Tecelagem

Na perspetiva de perceber o balanço entre o tempo produtivo e o tempo não-produtivo da secção tecelagem, foi feita uma análise com recurso à base de dados já existente na empresa, alimentada com sinais em tempo real debitados pelos teares. Desta análise resultou o gráfico de barras abaixo representado.

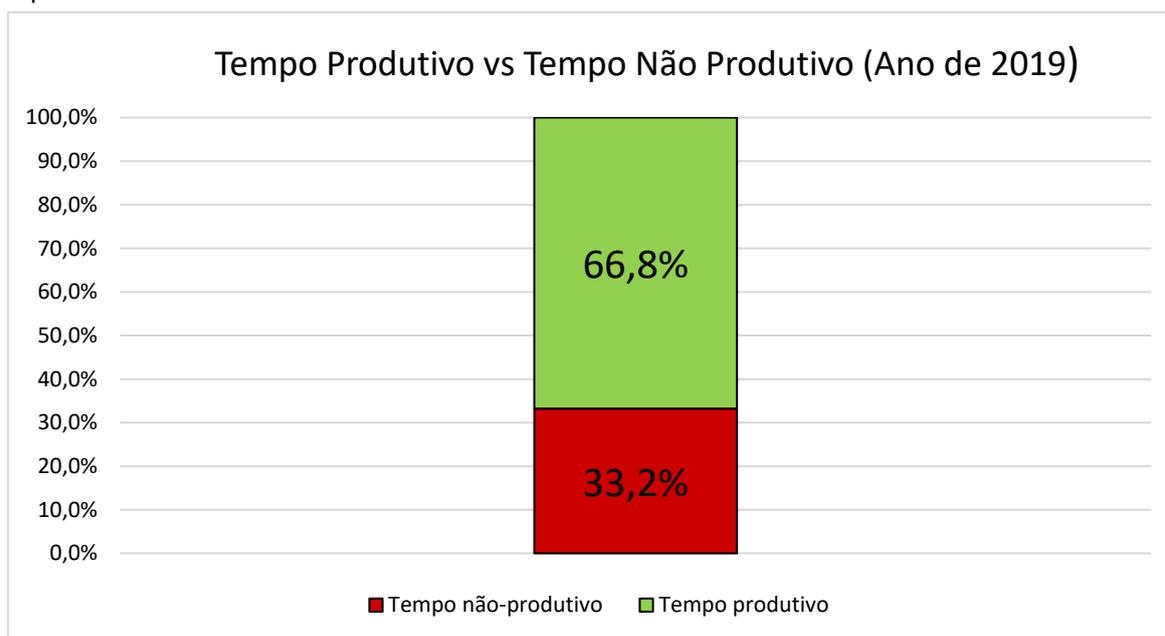


Figura 16 - Indicador do tempo produtivos e não produtivos dos teares em 2019

Recorrendo à figura 16, verifica-se que o tempo não produtivo corresponde a 33,2% do tempo total disponível para produção, ou seja, o tempo em que as máquinas estiveram paradas por uma qualquer razão. Desta forma, e com o propósito de explorar oportunidades de melhoria, considerou-se conveniente perceber quais as causas dessas paragens, hierarquizando-as. Para isso e foi desenvolvido um diagrama de *pareto*, apresentado na figura 17, sendo este um diagrama que hierarquiza as perdas por frequência de ocorrência.

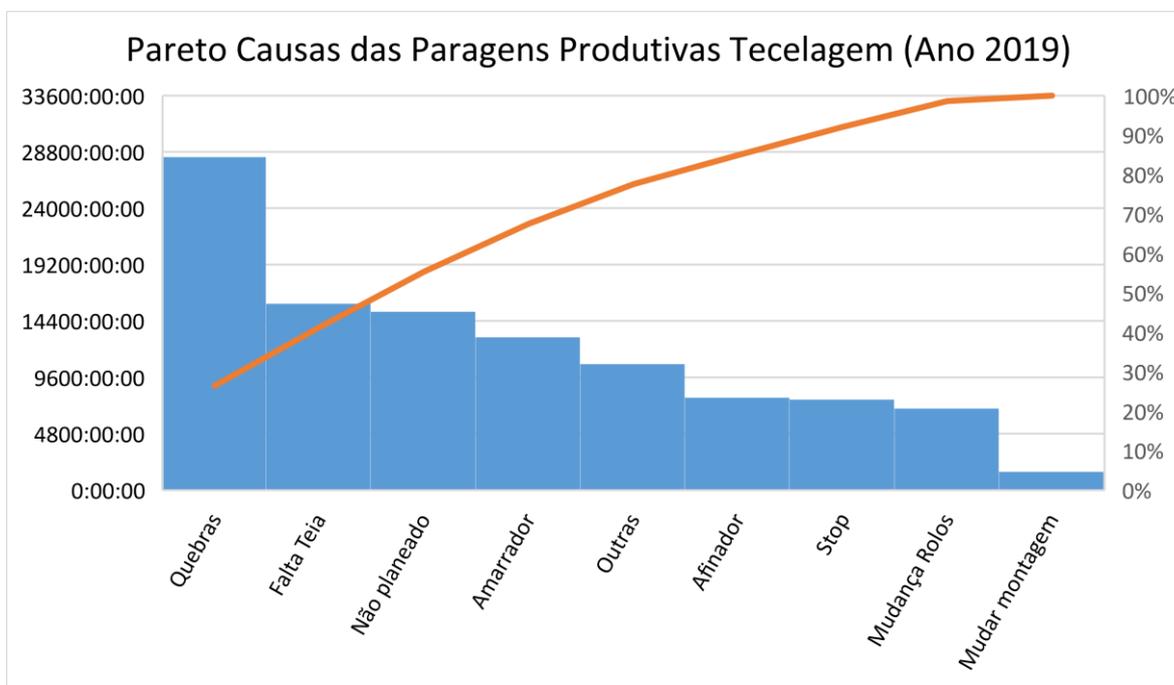


Figura 17 - Diagrama de *Pareto* relativo às causas dos tempos não produtivos

Analisando a figura 17, pode concluir-se que, a maior fatia das paragens na tecelagem tem a sua responsabilidade nas quebras de fio (teias de cima, baixo e trama) com 26% de peso no tempo não-produtivo. Seguidamente destacam-se outros grupos como falta de teia, tear não planeado e amarrador (espera e intervenção do amarrador) com 15%, 14% e 12% respetivamente. São ainda evidenciadas outras causas das paragens dos teares como afinador (espera e intervenção do afinador), stop (paragens manuais imputadas pelo colaborador), mudança de rolos e mudança de montagem.

### 3.4. Identificação de Oportunidades de Melhoria

Com recurso não só às análises apresentadas no subcapítulo anterior, mas também fruto de observação diária na empresa e contribuição dos colaboradores, foram identificadas diversas oportunidades de melhoria. Neste subcapítulo são exploradas cada uma delas.

#### 3.4.1. Paragens por Mudança de Rolos

Um dos problemas identificados foi o tempo de paragem das máquinas resultante da mudança dos rolos. Como é sustentado pela figura 17, a mudança dos rolos tem um peso de 6% na perda de tempo produtivo pelos teares.

Quando um determinado rolo fica concluído, ou seja, completa o número de peças que foi projeto fazer, o tear pára automaticamente. Assim que seja possível, o tecelão da carreira correspondente insere o código de rolo concluído, código esse que será recebido pelo mudador de rolos (ver figura 19-A), colocando, o tear novamente em funcionamento, para que, a zona do rolo que será cortada, normalmente denominada de liso (não sendo felpo), chegue abaixo, junto do rolo. Quando o liso chega junto do rolo, o tecelão pára manualmente o tear e insere o código “Pedido de Corte”, que será recebido pelo mudador de rolos, num processo em todo igual ao ilustrado na figura 18-A. Nesta fase, o tear até a chegada do mudador de rolos e respetiva retirada do rolo, processo ilustrado na figura 18-B, encontra-se parado.

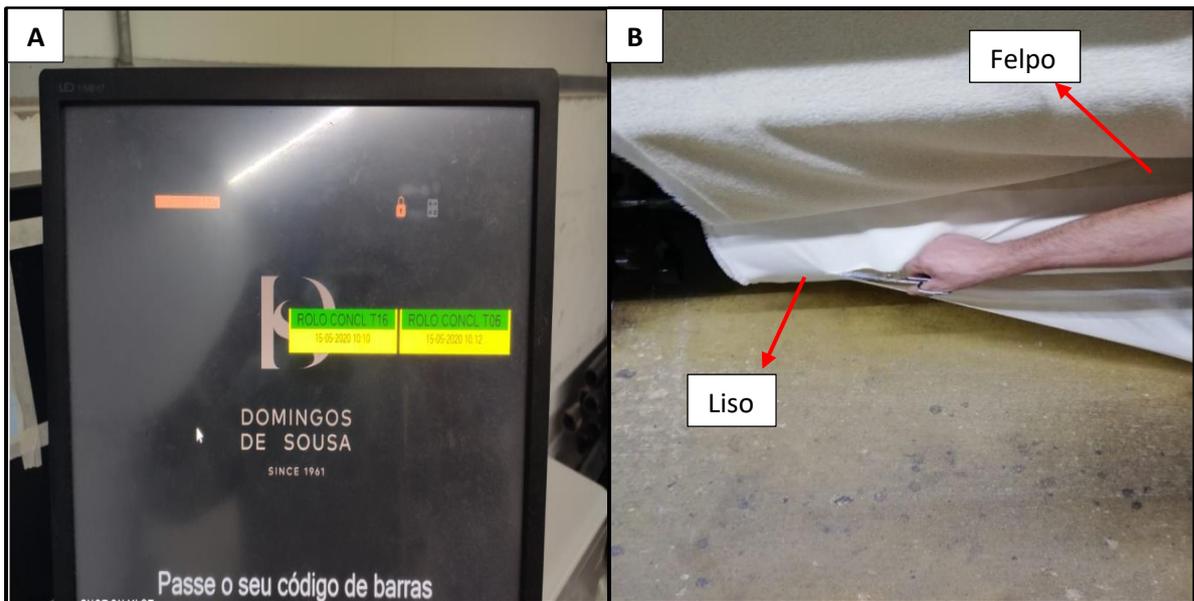


Figura 18 - Código FA recebido pelo mudador de rolos -A; Mudança de um rolo -B

Assim sendo, no cenário de mudança de rolo existem dois tipos de paragem. Uma primeira automática na qual se introduz o código de rolo concluído e uma segunda manual, induzida pelo tecelão, quando o rolo se encontra pronto a ser retirado.

Em seguida é apresentada na tabela 7 a aplicação da ferramenta 5 porquês, no sentido de se apurar a causa raiz para o tempo de paragem dos teares por mudança de rolo.

Tabela 7 - 5 Porquês referente ao tempo de paragem de teares por mudança de rolos

PARAGEM DOS TEARES PARA MUDANÇA DE ROLOS				
Porquê?	Porquê?	Porquê?	Porquê?	Porquê?
Excesso de simultaneidades na retirada dos rolos apenas para um mudador de rolos	Cada mudador de rolos retira rolos de 59 teares	Tecelões não estão integrados na tarefa	Métodos de trabalho implementados há muitos anos sem foco na melhoria	-

No seguimento da aplicação dos 5 porquês é perceptível que a causa raiz das longas paragens para mudança de rolos se deve a métodos de trabalho implementados há bastantes anos sem que durante esse tempo tenha havido foco na melhoria.

### 3.4.2. Paragens por Falta de Teia

Uma paragem por falta de teia dá-se quando o tear consumiu uma teia e está em espera da nova teia para retomar funcionamento, contudo, a teia necessária ainda não está produzida.

Este tipo de paragem é responsável por parte significativa das paragens dos teares. Com recurso ao diagrama de *pareto*, representado na figura 17, é possível verificar que representam 15% das mesmas. Na figura 19 é apresentada a evolução do indicador que retrata as paragens dos teares motivadas pela falta de teia, assim como a média (linha laranja). Estes dados referem-se ao ano de 2019.

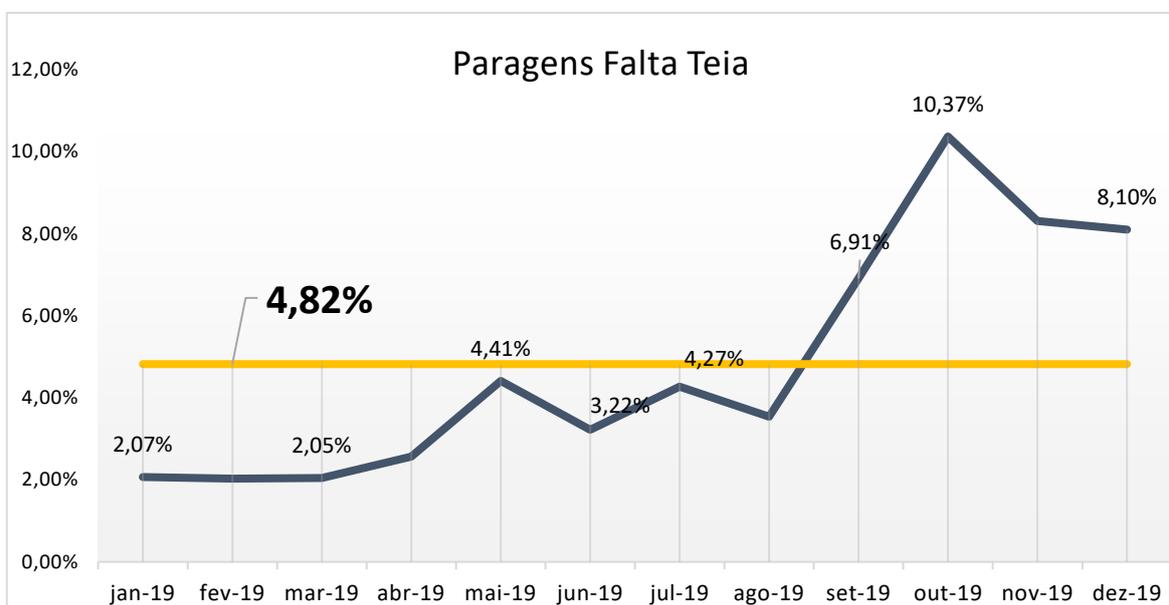


Figura 19 - Indicador das paragens por falta de teia

Através da análise do gráfico, foi possível verificar que a perda de disponibilidade média dos equipamentos em 2019, derivada da falta de teia, foi de 4,82% - linha marcada a amarelo. Algo que também se verifica neste indicador é uma subida gradual no tempo total que os equipamentos estiveram parados por falta de teia ao longo do ano, tendo o seu pico em outubro, assumindo um valor de 10,37%. Esta volatilidade no indicador pode ser justificada por diversos fatores. Um desses fatores prende-se, eventualmente, com períodos de feiras internacionais nos quais se produzem muitas teias para amostras, que, logicamente, têm metragem bastante mais reduzida, sendo dessa forma consumidas muito rapidamente. Nesses períodos, é exigida uma capacidade de resposta enorme às secções a montante, que nem sempre conseguem dar a resposta solicitada, dando origem, dessa forma, a paragens consideráveis por faltas de teia.

Por forma a entender melhor as causas raiz deste tipo de paragens foi desenvolvido um diagrama de *ishikawa*, abaixo ilustrado na figura 20.

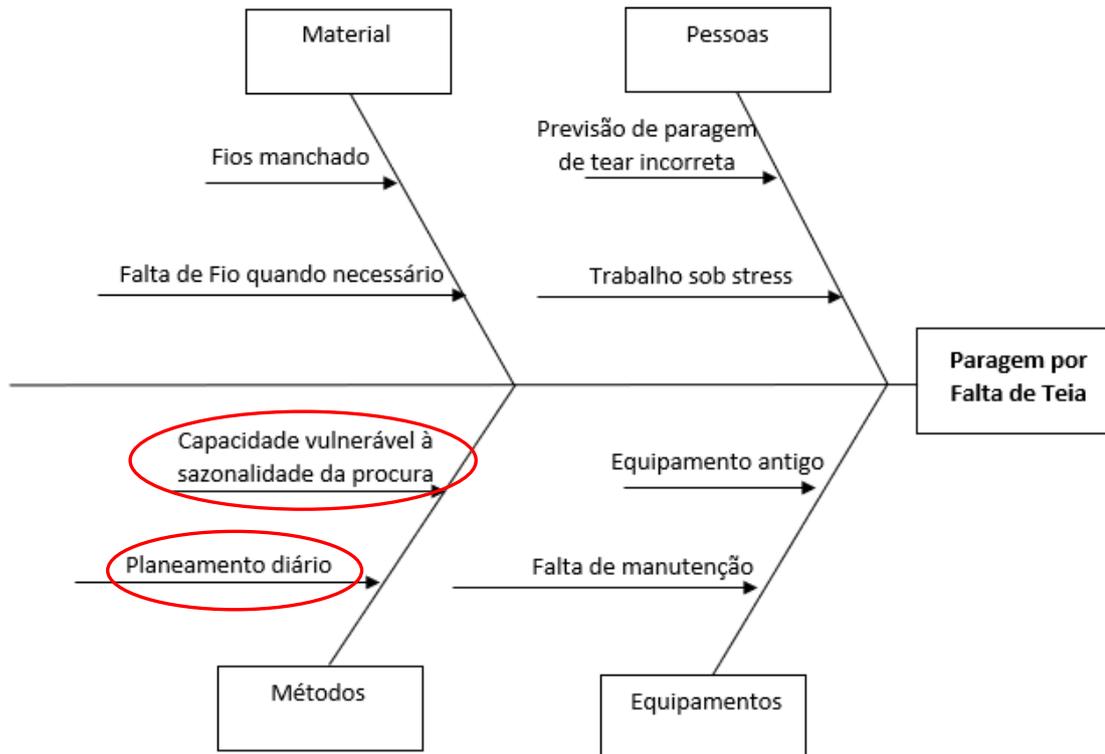


Figura 20 - Diagrama de Ishikawa relativo às paragens por falta de teia

Com recurso ao diagrama de *ishikawa*, verifica-se que uma das causas que conduzem à falta de teia é o planeamento ser feito com base nos teares que irão parar num dos próximos dois dias úteis, isto é, todos os dias o planeamento indica à urdissagem teias a produzir baseado na informação que recebe acerca dos teares que irão parar num dos próximos dois dias úteis, informação essa entregue pelo chefe de secção da urdissagem após fazer uma ronda diária pelos teares, afim de estimar a hora de paragem de cada deles. Esta rotina levanta constrangimentos não só ao nível do *lead time* que é dado à urdissagem para produzir as teias, já que as mesmas devem ser produzidas para daqui a um ou dois dias mas também no facto de, desta forma, serem entregues um número reduzido de ordens de produção à urdissagem levando a que, numa situação em que algo de não expectável aconteça, como por exemplo o fio para as teias planeadas se encontrar não conforme ou a ocorrência de falta de fio, as máquinas da urdissagem parem por falta de planeamento, não produzindo outras teias que serão entretanto necessárias mas ainda não estão planeadas na urdissagem. Por outro lado, outra das causas que contribuem para a falta de teia prende-se com a volatilidade da procura por parte dos clientes, isto é, durante certos períodos de tempo a procura é baixa e conseqüentemente a capacidade da urdissagem é capaz de supri-la, ao passo que, noutros períodos, é bastante alta superando a capacidade desta secção, resultando em incumprimento na entrega das teia à tecelagem.

### 3.4.3. Tempos de *Setup* Elevados

Com recurso ao VSM é identificável como oportunidade de melhoria a redução dos tempos de *setup*, visto serem consideravelmente longos.

Desta forma, foi feito um estudo do trabalho de alguns *setup's* com o propósito de caracterizar a situação atual. Foram recolhidos dados referentes às tarefas executadas, ao tempo que demoram essas essas tarefas e por que tipo de colaborador são efetuadas.

A seguinte tabela retrata substituição de uma teia de baixo completamente consumida.

Tabela 8 - Análise às tarefas executadas durante uma mudança de produção

Função	Tarefa	Duração (min)	TI/TE
AMARRADOR	Procura na folha de planeamento a próxima teia a amarrar	4	TI
	Dirige-se ao tear e retira manualmente o Órgão	5	TI
	Faz a limpeza do tear	25	TI
	Vai buscar a máquina para transporte de órgãos	5	TI
	Retira órgão vazio e armazena na Urdissagem	10	TI
	Procura e Recolhe a nova teia a amarrar	10	TI
	Dirige-se ao tear e coloca a nova teia no mesmo	10	TI
	Guarda máquina para transporte órgãos	5	TI
	Procura e recolhe cavalete e máquina de nós	6	TI
	Dirige-se ao tear	1	TI
	Amarra (Ata) teia	27	TI
	Encarreira os fios da nova teia	20	TI
	Dirige-se ao armazém de fio e recolhe as tramas da nova produção	7	TI
	Insero o código chamada de Afinador Mudança de Produção	0,5	TI
	AFINADOR	Dirige-se ao tear e retira informação da OP	2
Dirige-se à sala da tecelagem e envia desenho para tear		5	TI
Dirige-se ao tear, introduz parâmetros, as tramas e coloca a tecer a primeira série de peças		8	TI
Aguarda que seja possível retirar 1 peça de controlo, garantindo a correta afinação do tear		7	TI
Dirige-se à sala da tecelagem e faz controlo de qualidade à peça		4	TI

Função	Tarefa	Duração (min)	TI/TE
	Dirige-se ao tear, insere a quantidade a produzir e inicia produção	4	TI
	$\Sigma$	165,5	-

Resultado do estudo realizado aos *setups* e com recurso a tabela 8, verifica-se que durante a esta operação tanto os amarradores como os afinadores têm um papel a desempenhar. O trabalho do amarrador é focado na substituição da matéria prima (teias de fio e tramas) ao passo que o afinador tem responsabilidade na parametrização e afinação da máquina, assim como em garantir a conformidade do artigo quando se inicia a produção.

A duração deste tipo de operação, de acordo com dados retirados, recorrendo a cronometragem, cifra-se nos 165,5 minutos, sendo que todas as tarefas são executadas com a máquina parada, ou seja, tarefas internas.

#### 3.4.4. Rastreabilidade Ineficiente da Peça de Controlo

Sempre que é iniciada uma produção é realizado (salvo quando o desenho a produzir é exatamente igual ao anterior), um controlo de qualidade a uma primeira peça no sentido de validar a conformidade do artigo que será produzido. Posto isto, é importante a peça de controlo estar facilmente acessível para que, caso exista algum desvio no artigo produzido, esse artigo possa ser contraposto com a peça de controlo. Desta forma, é muitas vezes possível perceber a origem de uma não conformidade.

Refira-se que, quando se verifica a necessidade de encontrar uma qualquer peça de controlo, o tempo médio verificado cifra-se em cerca de 5 minutos, sendo que em alguns casos foi até impossível encontrar a peça de controlo. Este tempo médio foi considerado tendo por base diversas observações assim como o *feedback* do chefe de secção.



Figura 21 - Armazenamento das peças de controlo na sala da tecelagem

Como reportado na figura 21, a situação encontrada não permite de todo um fácil acesso à peça de controlo, isto porque, todas as peças de controlo, depois de validadas, são colocadas em sacos sem qualquer critério. Se por um lado esta situação não permite rastreabilidade por outro gera falta de arrumação e organização na sala da tecelagem, não promovendo as melhores condições de trabalho a quem lá opera.

### **3.4.5. Ineficiente Fluxo de Informação Urdissagem-Tecelagem**

No decorrer do acompanhamento dos processos na empresa, um dos potenciais pontos a melhorar detetado prende-se com a falta de fluidez e eficiência no fluxo de informação entre a urdissagem seccional e tecelagem.

Quando uma teia é urdida e está pronta a ser utilizada na tecelagem não é transferida essa informação à tecelagem. Aquilo que se verifica é que o chefe da tecelagem se desloca inúmeras vezes por dia à urdissagem seccional com o propósito de aferir quais as teias já urdidas, no sentido de gerir a equipa de atadores de teia. Tal resulta em movimentações diárias constantes, ou seja, desperdício. Consultando a matriz de deslocamentos, presente no subcapítulo 3.3.3., é possível constatar que a distância entre a urdissagem seccional e a tecelagem são de 50 metros. Considerando que o chefe de secção se dirige cerca de 4 vezes por dia à urdissagem seccional no sentido de aferir o ponto de situação das teias, é percorrida por este colaborador, em média, 400 metros diários nesta tarefa.

### **3.4.6. Produção Elevada de Não Conformidades**

Na sequência da análise efetuada no ponto 3.3.4, é relevada uma média mensal de produção de peças não conformes na ordem dos 1,9% mensal. Nesse sentido, e em consonância com os responsáveis da empresa, este deve ser um dos pontos a intervencionar no sentido de reduzir as não conformidades produzidas.

## **3.5. Propostas de Melhoria**

Neste subcapítulo são detalhadas as propostas de melhoria com base nas oportunidades de melhoria identificadas no subcapítulo 3.4.

### **3.5.1. *Standard Work* na Mudança de Rolos**

Em concordância com os orientadores do projeto, foi decidido que, face ao balanço entre proveito e dificuldade de implementação da melhoria, este problema deveria ser o primeiro a atacar. Nesse sentido, a ferramenta a utilizar é o *standard work*, por forma a reduzir o tempo de paragem dos teares consequente da mudança de rolos.

Assim sendo, procedeu-se numa fase inicial a um estudo do trabalho referente à mudança de rolos. Durante cerca de uma semana foi acompanhado de perto o trabalho do mudador de rolos no sentido de perceber as dinâmicas do seu trabalho e respetivas dificuldades.

Aquilo que se verifica é que, sendo o mudador de rolos responsável pela retirada da totalidade de rolos de 59 teares, é impossível para este colaborador retirar todos os rolos prontamente sempre

que se verificassem simultaneidades, isto é, dois ou mais rolos teriam que ser retirados ao mesmo tempo, nesse caso apenas um rolo é retirado prontamente ficando os outros teares parados em espera.

Posto isto, verificou-se a necessidade da criação de uma OPL, apresentada no APÊNDICE A, que visasse uniformizar o trabalho. Nessa norma ficou estabelecido que o mudador de rolos deveria alimentar as carreiras com órgãos vazios no sentido do tecelão da respetiva carreira retirar o rolo do tear, substituindo-o pelos órgãos vazios em stock nas carreiras, sempre que o mudador de rolos não conseguisse ele próprio tirar os rolos em função das simultaneidades. Ou seja, integrou-se o tecelão como elemento auxiliar à mudança dos rolos.

### 3.5.2. Kanban de Produção de Teias

Uma das propostas desenvolvidas no sentido de mitigar a falta de teia prende-se com a implementação de um sistema de *kanban* de produção de teias.

Esta proposta visa a emissão de *kanban* de produção, representados na figura 22-A, preenchidos pela tecelagem, os quais solicitam à urdissagem a produção de teias que estão planeadas para entrada no tear durante os próximos 5 dias úteis, ou seja, diariamente são solicitadas à urdissagem as teias que estão planeadas na tecelagem no dia N+5. Esta informação é retirada do programa de planeamento da tecelagem apresentado na figura 22-B. Nesse programa são representadas quais as ordens de produção a produzir na tecelagem, quando produzir e a que tear estão afetadas.

Cada *kanban* é constituído por quatro diferentes campos, são eles: o tear em que está planeada a teia, a ordem de produção correspondente à mesma, a data estima de entrada em produção na tecelagem e, por último, o local de armazenagem da teia após ser urdida. Desta forma, ao receberem os *kanban*, a urdissagem solicita imediatamente as ordens produção das referidas teias ao planeamento.

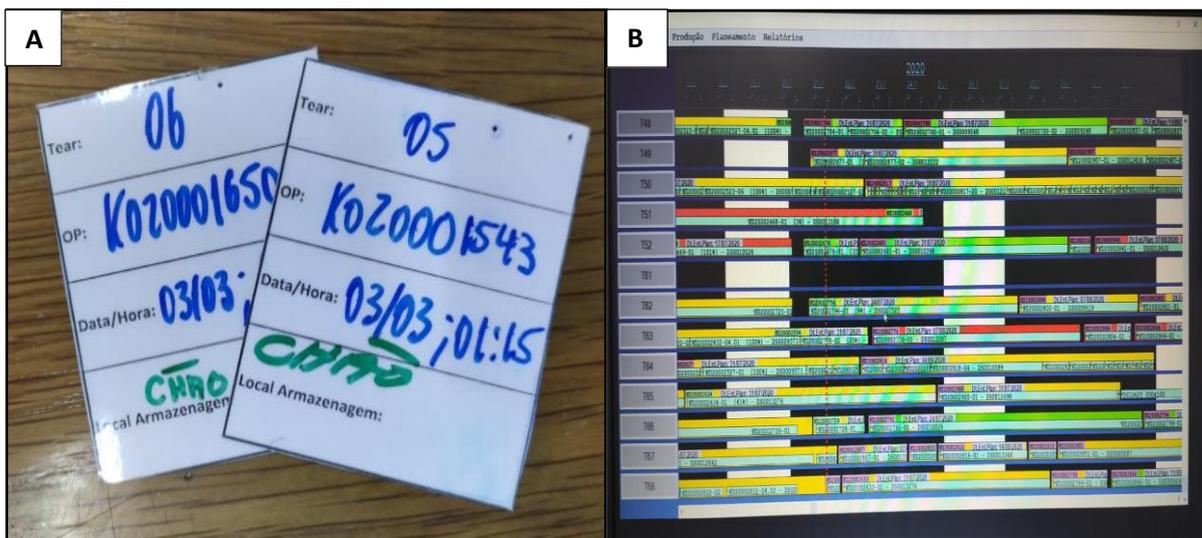


Figura 22 - *Kanban* de produção - A; Programa informático de planeamento *Gantt* - B

Com o método proposto, a urdissagem (processo imediatamente a montante da tecelagem) ficará com cinco dias úteis para entregar uma qualquer teia ao invés de um ou dois dias úteis que tinha anteriormente, o que, eventualmente, aumentará a sua taxa de cumprimento, reduzindo as faltas de teia.

### 3.5.3. SMED Aplicado às Mudanças de Produção

Com a perspetiva de reduzir os tempos de máquina parada para mudança de produção foi aplicada a metodologia SMED. Como reportado no subcapítulo 3.4.3, cada mudança de produção de uma teia têm a duração de cerca 165,5 minutos. Durante todo este tempo a máquina está parada, isto é, todas as tarefas que se executaram são realizadas como tarefas internas (TI).

Seguidamente, na tabela 9, é apresentada a proposta de SMED a implementar às mudanças de produção.

Tabela 9 - Projeção da metodologia SMED às mudanças de produção

Situação Atual				SMED			
Função	Tarefa	Duração (min)	TI/TE	Função	Tarefa	Duração (min)	TI/TE
<b>AMARRADOR</b>	Procura na folha de planeamento a próxima teia a amarrar	4	TI	<b>AMARRADOR</b>	Procura no quadro da tecelagem próxima teia a amarrar	2	TE
	Dirige-se ao tear e retira manualmente o Órgão	5	TI		Recolhe a máquina para transporte de órgãos	5	TE
	Faz a limpeza do tear	25	TI		Recolhe cavalete e máquina de nós	3	TE
	Vai buscar a máquina para transporte de órgãos	5	TI		Dirige-se ao armazém de fio e recolhe e transporta para o tear as tramas da nova produção.	7	TE
	Retira órgão vazio e armazena na Urdissagem	10	TI		Retira manualmente o Órgão	5	TI
	Procura e Recolhe a nova teia a amarrar	10	TI		Faz a limpeza do tear	25	TI
	Dirige-se ao tear e coloca a nova teia no mesmo	10	TI		Transporta órgão vazio para Urdissagem	10	TI
	Guarda máquina para transporte órgãos	5	TI		Recolhe a nova teia a amarrar	5	TI

Situação Atual				SMED			
Função	Tarefa	Duração (min)	TI/TE	Função	Tarefa	Duração (min)	TI/TE
	Procura e recolhe cavalete e máquina de nós	6	TI		Dirige-se ao tear e coloca a nova teia no mesmo	10	TI
	Dirige-se ao tear	1	TI		Amarra (Ata) teia	27	TI
	Amarra (Ata) teia	27	TI		Encarreira os fios da nova teia	20	TI
	Encarreira os fios da nova teia	20	TI		Insero o código chamada de (Afinador Mudança de Produção)	1	TI
	Dirige-se ao armazém de fio e recolhe as tramas da nova produção	7	TI		Dirige-se ao tear e retira informação da OP	1	TI
	Insero o código chamada de (Afinador Mudança de Produção)	0,5	TI		Introduz parâmetros, as tramas e coloca a tecer a primeira série de peças	8	TI
AFINADOR	Dirige-se ao tear e retira informação da OP	2	TI	AFINADOR	Aguarda que seja possível retirar 1 peça de controlo, garantindo a correta afinação do tear	7	TI
	Dirige-se à sala da tecelagem, e envia desenho para tear	5	TI		Dirige-se à sala da tecelagem e faz controlo de qualidade à peça	4	TI
	Dirige-se ao tear, introduz parâmetros, as tramas e coloca a tecer a primeira série de peças	8	TI		Dirige-se ao tear, insero a quantidade a produzir e inicia produção	4	TI
	Aguarda que seja possível retirar 1 peça de controlo, garantindo a correta afinação do tear	7	TI		Guarda a máquina de transporte de órgão, cavalete e máquina de nós.	7	TE
	Dirige-se à sala da tecelagem e faz controlo de qualidade à peça	4	TI		Dirige-se à sala da tecelagem e envia o próximo desenho da OP a produzir	5	TE
	Dirige-se ao tear, insero a quantidade a produzir e inicia produção	4	TI		-	-	-

Situação Atual				SMED			
Função	Tarefa	Duração (min)	TI/TE	Função	Tarefa	Duração (min)	TI/TE
	$\Sigma$	165,5	-		$\Sigma$	127	-

Com recurso à tabela percebe-se que várias tarefas, anteriormente executadas com a máquina parada, passam a ser executadas com a máquina em funcionamento, ou seja, foram transferidas de tarefas internas (TI) para tarefas externas (TE). Desta forma, verifica-se que com a implementação do SMED às mudanças de produção é expectável a redução do seu tempo de 165,5 para 127 minutos.

### 3.5.4. Aplicação dos 5S na Sala da Tecelagem

No sentido de melhorar a rastreabilidade da peça de controlo de uma qualquer produção, recorreu-se à aplicação da ferramenta 5S na sala da tecelagem.

Inicialmente, tudo aquilo que se considerou não ter utilidade foi retirado da sala. Numa fase seguinte, toda a sala foi alvo de uma intervenção de limpeza profunda, retirando todo o acumulado de sujidade. Seguidamente procedeu-se a uma organização dos espaços, atribuindo a cada coisa um devido lugar. Durante este processo foram dispostas duas estantes, cada uma delas com compartimentos devidamente identificados com os números dos teares, no sentido de armazenar as peças de controlo no compartimento respetivo ao tear correspondente.

De seguida na figura 23, são ilustrados os dois cenários da sala da tecelagem, o cenário do antes e do depois da implementação dos 5 S.



Figura 23 - Antes e depois da implementação de 5S's na sala da tecelagem

Face a esta implementação, as peças de controlo são então armazenadas de forma organizada e em local pertinente, permitindo assim um rápido e fácil acesso à mesma, sempre que necessário. As peças devem permanecer na estante cerca de trinta dias antes de serem retiradas, isto porque, trinta dias é o tempo considerado desde que uma obra inicia a sua produção na tecelagem até que é controlada na revista, permitindo assim, sempre que se detete obra com defeito, contrapô-la com a peça de controlo, na perspetiva de perceber a origem do problema.

### 3.5.5. Gestão Visual Relativa à Informação das Teias Urdidas

Por forma a melhorar o fluxo de informação entre a urdissagem e a tecelagem relativa às teias que se encontram urdidas e, desta forma, prontas a transitarem do processo urdissagem para o processo tecelagem criou-se um quadro, representado na figura 24, que apresentasse todos os

teares, sendo que cada um deles tem a si associado três espaços por preencher. Estes espaços representam a sequência pela qual está planeado o tear.



Figura 24 - Quadro informativo das teias urdidas

Com auxílio da figura 24, é possível observar-se uma de três situações: espaço por preencher, cartão branco, cartão vermelho. Quando estamos perante um espaço por preencher significa que existe uma teia planeada para esse tear, contudo ainda não se encontra urdida. A existência de um cartão branco traduz-se na informação que a teia planeada para aquela posição já se encontra urdida e por consequência, pronta a ser consumida na tecelagem. Por outro lado, a existência de um cartão vermelho informa o não planeamento do tear, ou seja, daquela posição em diante não existem teias planeadas e o mesmo ficará parado por falta de trabalho.

No que diz respeito ao transporte dos cartões para o quadro, esta tarefa é da responsabilidade do urdidor, sendo que, este transporte deverá ser realizado durante a operação de repassagem da teia, para que não se criem outros desperdícios como por exemplo a espera das máquinas. No sentido inverso, a retirada dos cartões do quadro definiu-se ser da responsabilidade dos amarradores. Sempre que um amarrador se dirige à urdissagem recolher uma qualquer teia deve fazer-se acompanhar do respetivo cartão.

### 3.5.6. Autocontrolo de Qualidade – *Checklist* de Defeitos

Com o propósito de reduzir a percentagem de peças produzidas consideradas não conformes, desenvolveu-se uma *checklist* na qual estão identificados os defeitos considerados críticos. Esta *checklist*, enquadrada no princípio do autocontrolo de qualidade, deverá ser preenchida duas vezes por turno, sendo que, aquando do seu preenchimento, caso o tecelão detete algum dos defeitos enunciados no *checklist* terá de registar, parando imediatamente o tear e solicitando a ação do afinador no sentido de agir corretivamente. A aplicação deste mecanismo tem como um dos seus

objetivos normalizar o procedimento de deteção de defeitos, tornando este processo mais robusto. Para o efeito, foi desenvolvida uma OPL, que pode ser consultada no APÊNDICE B.

Em seguida é apresentada a tabela 10, representativa do *checklist* a ser preenchido pelos tecelões.

Tabela 10 - *Checklist* das não conformidades na tecelagem

	Turno 1			Turno 2			Turno 3		
Hora									
OP									
Grupo									
Pelo das orelas em artigo sem liso - <0.7cm									
Pelo das orelas em artigo com liso - <1.5cm									
Fio de coser orelas roto									
Piolho									
Asas									
Argolas a rapar									
Riscos nos tempereiros									
Fios cruzados									
Outros									
Rubrica									

Mudou grupo ou ordem de produção?

Verificação ordem das tramas			
------------------------------	--	--	--

### 3.6. Questionário *Lean Safety*

Como reportado no plano de ações, ilustrado na tabela 10, uma das ações previstas prende-se com a entrega de um questionário aos colaboradores diretamente envolvidos nas melhorias, no sentido de aferir a sua perspetiva acerca do impacto que estas melhorias produziram em termos de segurança. O questionário, disponibilizado no APÊNDICE C, conta com três dimensões consideradas integrantes da segurança, são elas: ambiente de trabalho, fatores organizacionais e características de força de trabalho.

Cada colaborador, terá que, a cada pergunta, responder segundo a escala de Likert, atribuindo um valor de 1 até 5 a cada uma delas, sendo que 1 corresponde a “discordo totalmente” enquanto 5 corresponde a “concordo totalmente”.

### 3.7. Plano de Ações 5W2H

Neste subcapítulo sumariza-se o plano de ações, sob forma da ferramenta 5W2H. Assim, todas as oportunidades de melhoria estão associadas a um conjunto de informações tais como: quem, quando, onde, entre outras. De seguida apresenta-se a tabela 11, ilustrativa do referido plano de ações.

Tabela 11 - Plano de ações 5W2H

<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Who</i>	<i>When</i>	<i>Where</i>	<i>How</i>	<i>How much</i>
OPL ( <i>Standard Work</i> )	Paragem para mudança de rolo	Ricardo Sousa	Nov-19	Tecelagem	Fazer uma OPL que promova a polivalência e entreaajuda de tarefas	-
<i>Kanban</i> de produção	Paragem por falta de teia	Ricardo Sousa	Fev-20	Tecelagem	Emissão de cartões à urdissagem informando as teias a produzir para os próximos 5 dias úteis	-
SMED	Elevados tempos de <i>setup</i>	Ricardo Sousa	Abr-20	Tecelagem	-Transformar TI em TE; -Eliminar TI; -Eliminar TE;	-
5 S's	Rastreabilidade peça controlo/Organização sala tecelagem	Ricardo Sousa	Fev-20	Tecelagem	-Organizar; -Limpar; -Arrumar; -Normalizar; -Sensibilizar;	-
Gestão visual associada às teias urdidas	Fluxo de informação Urdissagem-Tecelagem ineficiente	Ricardo Sousa	Jun-20	Tecelagem	Expor Quadro na tecelagem alimentado por <i>kanbans</i> representativos de teias já urdidas	-
<i>Chekclist</i> de defeitos	Produção de não conformidades	Ricardo Sousa	Jan-20	Tecelagem	Autocontrolo de Qualidade ( <i>checklist</i> ) e consequente paragem de tear sempre que detetado um defeito;	-
Questionário acerca dos impactos na segurança	Estudar a perspetiva dos colaboradores acerca dos impactos em termos de segurança que a implementação das ferramentas <i>lean</i> produziram	Ricardo Sousa	Jul-20	Tecelagem e Urdissagem	-	-



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos na sequência da aplicação das ferramentas *lean* em cada oportunidade de melhoria identificada. Estes resultados são abordados em duas vertentes, a operacional e de segurança. Posteriormente são discutidos os resultados obtidos, explorando a sua relevância para a questão de investigação.

### 4.1. Apresentação de Resultados

Neste subcapítulo são expostos e analisados os resultados obtidos com cada ação de melhoria associada à implementação de ferramentas *lean*. São ainda apresentados e tratados os resultados do inquérito, acerca do impacto na segurança que estas ações, na perspetiva dos colaboradores, representaram.

#### 4.1.1. *Standard Work* na Mudança de Rolos

A introdução da ferramenta *standard work*, aplicada no sentido de mitigar o tempo de teares parados devido à mudança de rolos, teve os resultados apresentados na figura abaixo apresentada.

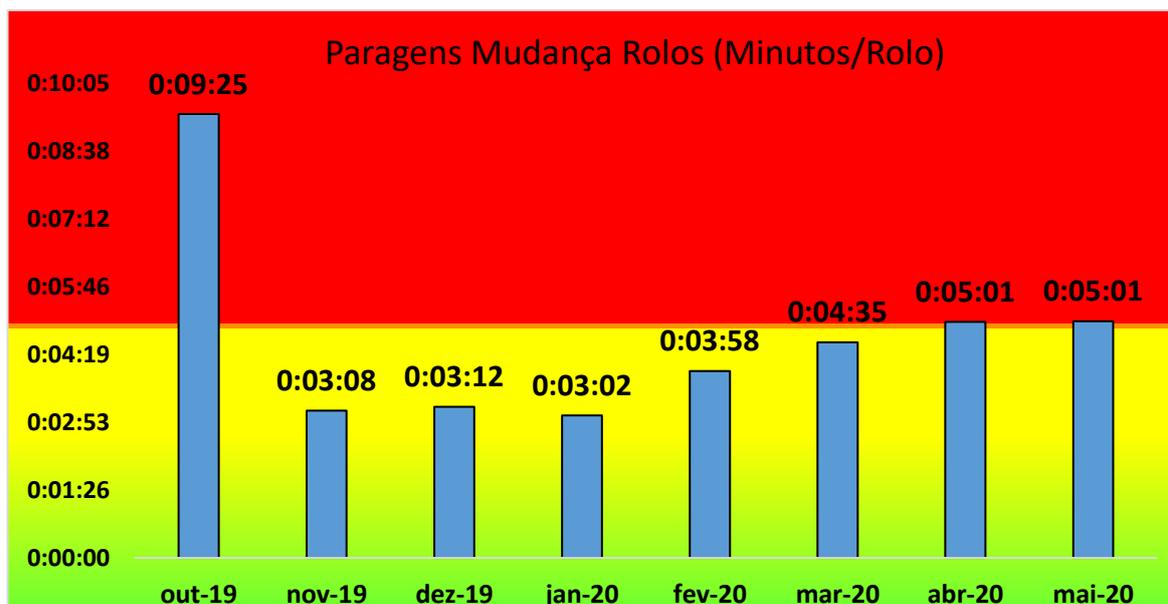


Figura 25 - Indicador do tempo médio de paragem dos teares por rolo retirado

Com recurso à figura 25, e tendo por base o horizonte temporal de outubro de 2019 (mês anterior à implementação da medida) a maio de 2020, conclui-se que por cada rolo retirado de um qualquer tear, o tempo de paragem dos mesmos diminuiu de 0:09:25 para 0:05:01 minutos, ou seja, uma redução de 47%.

### 4.1.2. Kanban de Produção de Teias

Decorrente da aplicação do *kanban* de produção de teias, e com recurso a figura 26, verifica-se uma diminuição de paragens dos teares de falta de teia em 33%. Isto porque, desde janeiro de 2019 até fevereiro de 2020 (mês em que foi implementada a medida) o valor médio de perda de disponibilidade dos teares motivado por falta de teia (assinalado com linha laranja) era de 5,83%, ao passo que de março de 2020 até maio de 2020 esse valor marcava 3,93%

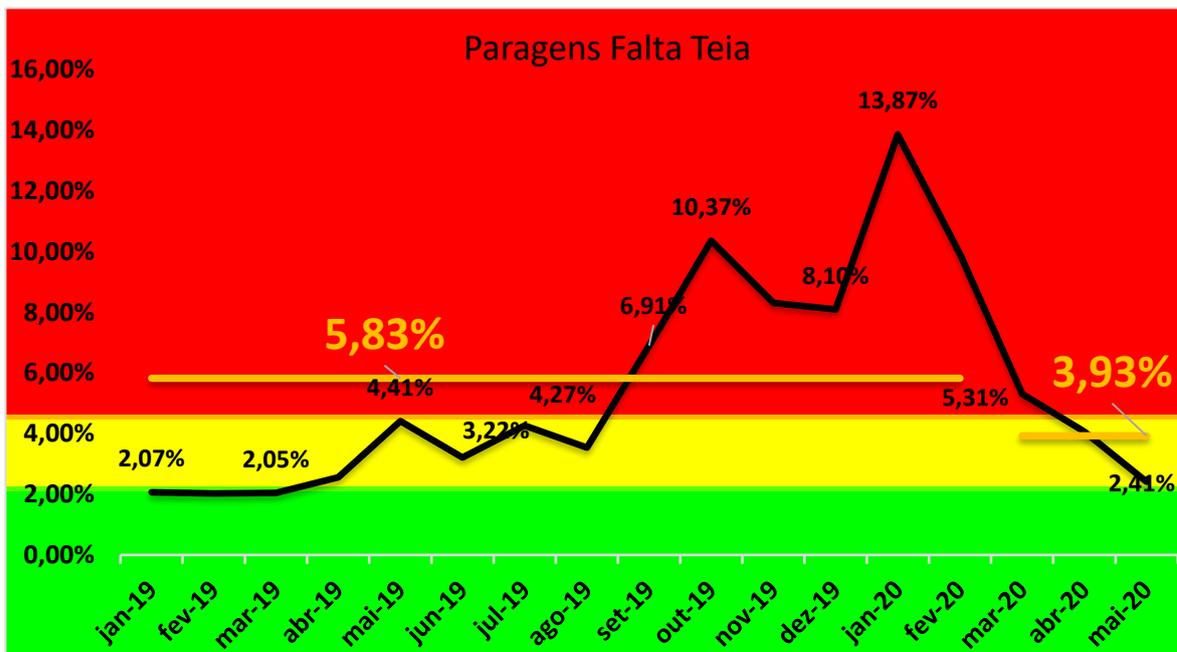


Figura 26 - Evolução do indicador das paragens dos teares por falta de teia

### 4.1.3. SMED Aplicado às Mudanças de Produção

Com projeção da ferramenta SMED, é em seguida é apresentada a figura 27, que retrata os tempos de mudança de produção antes e após a aplicação da referida ferramenta.

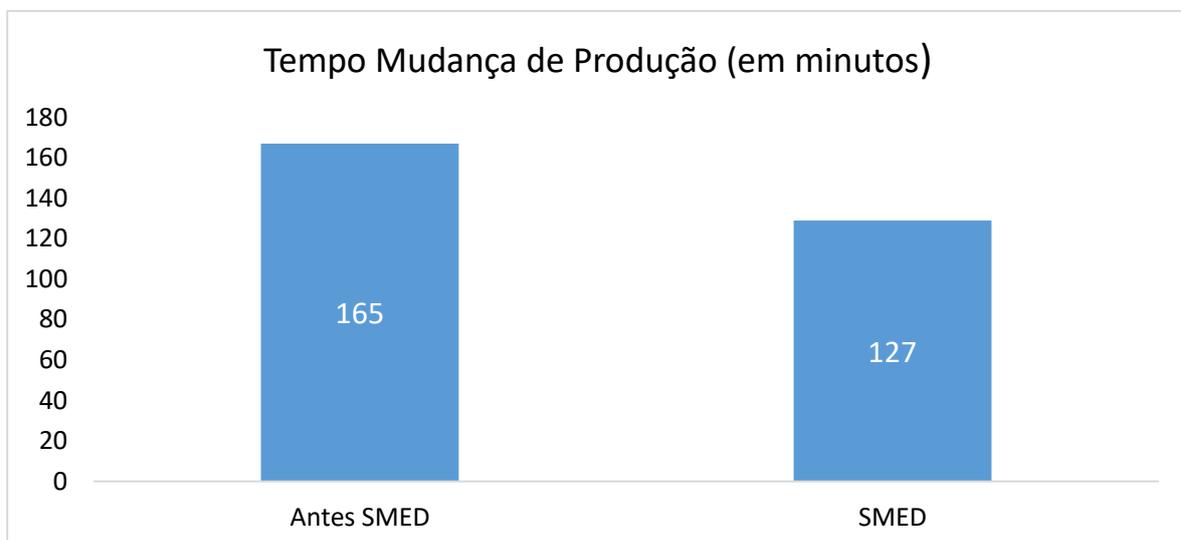


Figura 27 - Duração de mudanças de produção, em minutos, antes e depois de aplicar SMED

Com suporte na informação apresentada na figura 27 é perceptível que, através da projeção da metodologia SMED foi possível reduzir o tempo de máquina parada por mudança de produção em cerca de 23%. Se anteriormente mudar de produção (com mudança de matéria prima) tinha a duração de 165,5 minutos, após o desenvolvimento desta ferramenta, mudar a produção passa agora a demorar 127 minutos.

Refira-se que esta ferramenta apesar de projetada não foi ainda praticada em virtude de constrangimentos provocados pela escassez temporal.

#### 4.1.4. Aplicação de 5 S na Sala da Tecelagem

Com a aplicação da ferramenta 5S's na sala da tecelagem verificou-se, tal como representado na figura 28, ao nível da identificação da peça de controlo, uma redução de 5 minutos (300 segundos) para cerca de 20 segundos, ou seja, uma redução de cerca 93%.

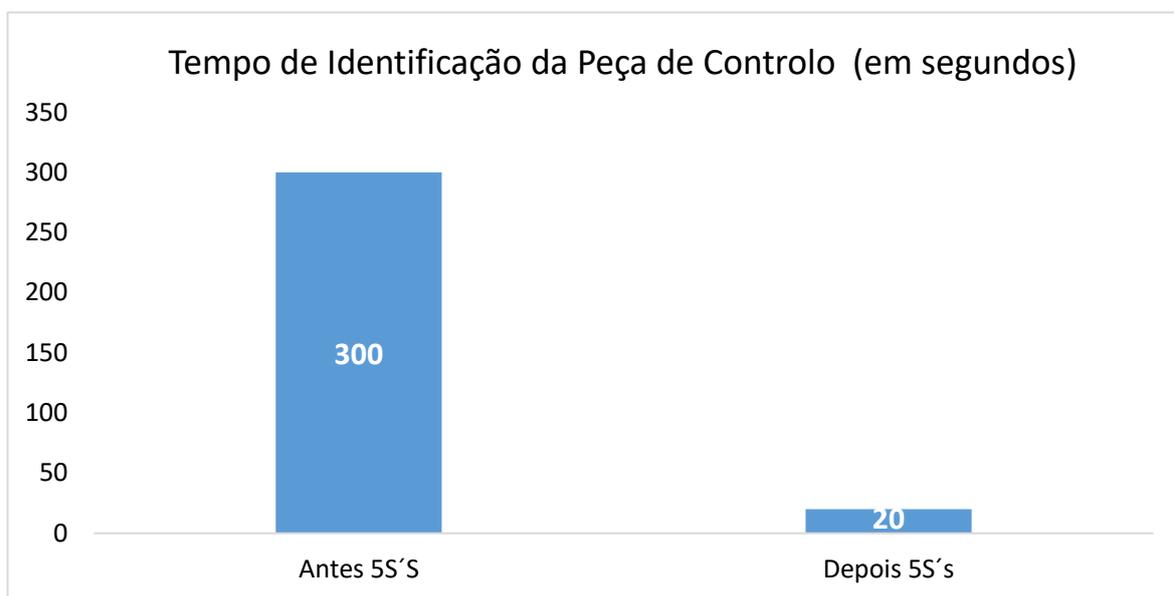


Figura 28 - Tempo médio necessário para identificar peça de controlo, antes e após 5S's

Por outro lado, as condições de trabalho neste espaço melhoraram significativamente, o que, ainda que não seja quantificado, é expectável que tenha promovido um aumento de motivação e consequente produtividade dos colaboradores.

#### 4.1.5. Gestão Visual Relativa à Informação das Teias Urdidas

Como resultado da aplicação da ferramenta gestão visual, em forma de um quadro informativo das teias já urdidas pela urdissagem, verifica-se a eliminação total das movimentações que o chefe da tecelagem fazia diariamente no sentido de recolher informações acerca das teias que já se encontraria prontas a alimentar os teares informando posteriormente os amarradores.

Nesse sentido e considerando que diariamente o chefe da tecelagem se deslocava uma média de 4 vezes à urdissagem, tendo ambas as secções uma distância de 50 metros entre elas, todos os dias se percorrem 400 metros na referida atividade. Ora, com a implementação do quadro esta distância

deixou de ser percorrida na sua totalidade, sendo que a informação se encontra agora disponível na tecelagem para todos os amarradores consultarem.

#### 4.1.6. Autocontrolo de Qualidade – *Cheklis*t de Defeitos

Com a introdução da *cheklist* de potenciais defeitos, inserida no âmbito do autocontrolo de qualidade, verificam-se os resultados ilustrados na figura 29.

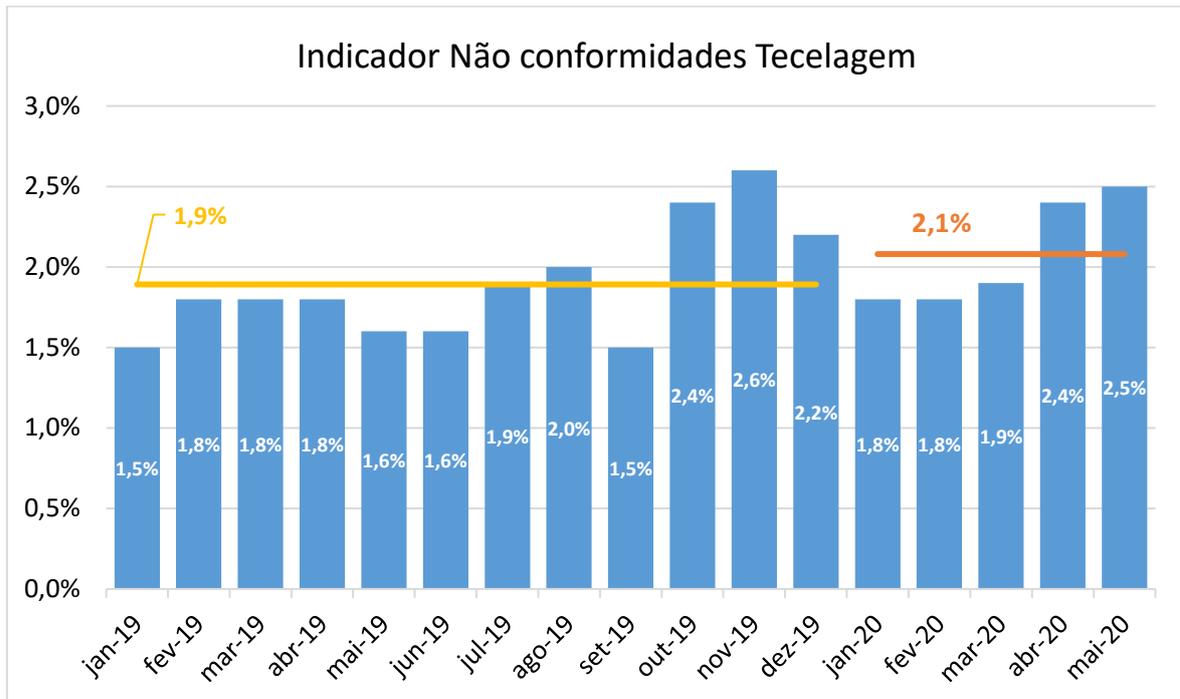


Figura 29 - Indicador das não conformidades na tecelagem

Analisando o gráfico, é possível constatar uma piora de cerca de 10% no indicador média de produção de não conformidades mensais. Durante o ano de 2019 o indicador assumia um valor médio mensal de 1,9%, enquanto que em 2020, e considerando que a medida foi implementada em janeiro desse ano, esse valor é de 2,17%.

Estes resultados, ainda que negativos, têm por base de sustentação a falta de recetividade dos colaboradores inseridos na medida, visto que, são pessoas que há muitos anos trabalham nesta área de atividade, sem alteração nos métodos de trabalho e que, por consequência, não veem valor no preenchimento da *cheklist*. Desta forma procedem ao seu preenchimento sem o rigor necessário e consequentemente, não detetando, por vezes, o aparecimento de defeitos.

Espera-se, com o tempo, a mudança cultural da organização e que, nesse seguimento, os colaboradores reconheçam a importância do correto preenchimento do *cheklist*.

#### 4.1.7. Resultados do Questionário *Lean Safety*

O questionário *lean safety*, composto por 16 questões foi respondido por onze colaboradores, aqueles que se consideram ter uma forte relação com as ações de melhoria, ou seja, estas ações estão diretamente relacionadas ao seu posto de trabalho. Numa fase inicial, e com recurso ao *software* de análise estatística SPSS, elaborou-se uma análise à consistência interna do conjunto de

questões que constituem questionário *lean safety*, presente no APÊNDICE C. Para isso foi calculado o alfa de *Cronbach*. Com recurso à tabela 12, abaixo apresentada, pode verificar-se que o valor obtido no respeitante ao alfa de *Cronbach* é de 0,825. Assim, é possível inferir-se que a consistência interna das questões presentes no questionário se situa entre boa a excelente.

Tabela 12 - Output SPSS relativo ao alfa de Cronbach

Alfa de Cronbach	N de itens
,825	16

Posteriormente, com o propósito aferir a correlação entre as diferentes questões (variáveis) presentes no questionário, procedeu-se a uma análise de correlação de Spearman. Os valores de correlação obtidos encontram-se representado na tabela 13, abaixo apresentada.

Tabela 13 – Valor obtidos para os coeficientes de correlação de Spearman obtidos através do SPSS

	AT1	AT2	AT3	AT4	AT5	AT6	FO1	FO2	FO3	FO4	FO5	CFT1	CFT2	CFT3	CFT4	CFT5
AT1	1,0															
AT2	0,576	1,0														
AT3	0,565	0,756	1,0													
AT4	0,189	0,249	0,511	1,0												
AT5	0,756	0,802	0,934	0,405	1,0											
AT6	0,320	0,501	0,509	0,283	0,357	1,0										
FO1	-0,125	0,174	-0,080	-0,408	-0,185	0,650	1,0									
FO2	0,209	-0,174	-0,325	-0,344	-0,254	0,309	0,552	1,0								
FO3	0,441	0,339	-0,132	-0,225	0,000	0,214	0,236	0,269	1,0							
FO4	0,006	-0,280	-0,595	-0,155	-0,499	-0,059	0,000	0,412	0,530	1,0						
FO5	0,487	0,617	0,203	-0,487	0,356	0,236	0,476	0,276	0,627	-0,121	1,0					
CFT1	0,203	0,606	0,862	0,295	0,721	0,314	-0,058	-0,566	-0,214	-0,766	0,187	1,0				

	AT1	AT2	AT3	AT4	AT5	AT6	FO1	FO2	FO3	FO4	FO5	CFT1	CFT2	CFT3	CFT4	CFT5
CFT2	0,063	0,657	0,549	0,192	0,440	0,280	0,199	-0,361	0,000	-0,452	0,284	0,621	1,0			
CFT3	0,134	0,722	0,556	0,195	0,490	0,234	0,149	-0,330	0,036	-0,400	0,338	0,578	0,983	1,0		
CFT4	-0,230	0,280	0,344	0,136	0,163	0,059	0,111	-0,412	-0,227	-0,487	0,069	0,501	0,717	0,699	1,0	
CFT5	0,196	0,503	0,251	-0,235	0,202	0,389	0,373	-0,100	0,530	0,075	0,466	0,354	0,617	0,568	0,175	1,0

Analisando a tabela 13, verifica-se uma forte correlação entre diferentes questões presentes no questionário, sinalizadas, cada uma destas fortes relações, a vermelho, refira-se que todos os valores acima de 0,7 e abaixo de -0,7 são consideradas fortes relações de correlação, ainda que correlações positivas ou negativas.

Seguidamente, na figura 30, é apresentado o gráfico de barras, respeitante aos resultados médios obtidos por dimensão.

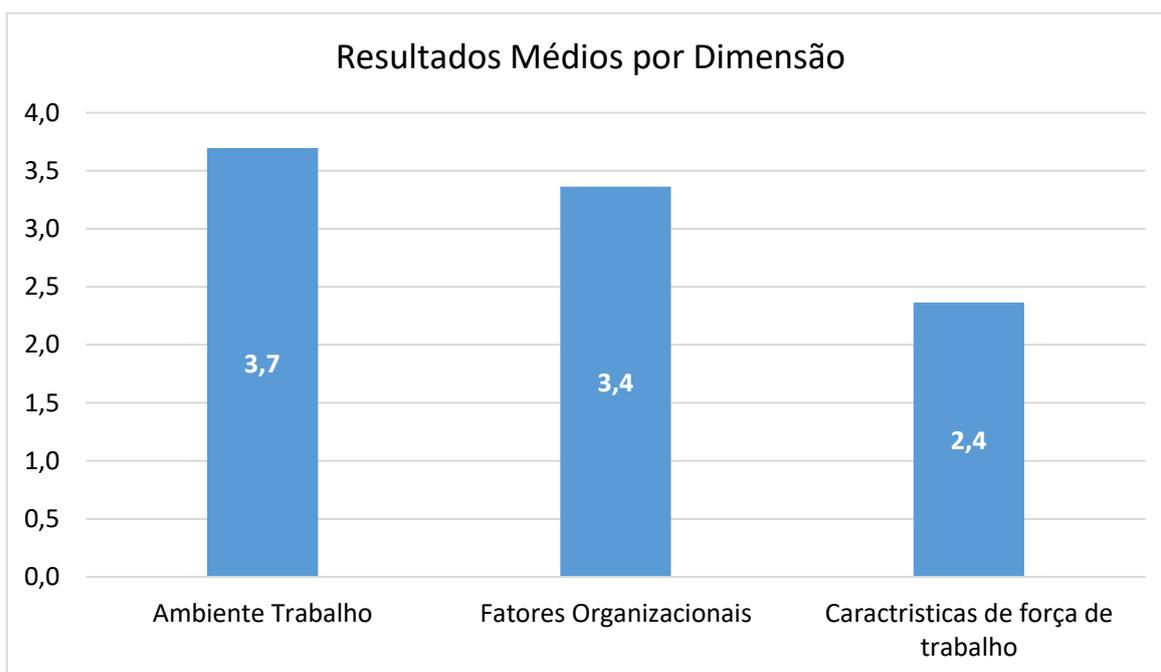


Figura 30 - Resultados médios das respostas ao questionário por dimensão da segurança

Através da análise do gráfico de barras, representado na figura 30, e tendo em conta a escala de respostas presente no questionário, segundo a escala de Likert são, em seguida, analisados os valores obtidos assim como aquilo que cada um representa. Importa referir que os valores presentes no gráfico são a média de todas as respostas dadas a cada uma das perguntas de cada dimensão considerada, ou seja, ambiente de trabalho, fatores organizacionais e características de força de trabalho.

**Ambiente de trabalho** – Assumindo um valor médio de 3,7 por resposta existe uma tendência de que os colaboradores concordam que o seu ambiente de trabalho melhorou.

**Fatores organizacionais** – Assumindo um valor médio de 3,4 por resposta, é possível concluir que os colaboradores tendem a não concordar nem discordar com a alteração dos fatores organizacionais decorrentes das ações de melhoria.

**Características de força de trabalho** – Assumindo um valor médio de 2,4 por resposta, conclui-se que os colaboradores inquiridos tendem a discordar com a alteração nas características de força de trabalho no seguimento das ações de melhoria postas em prática.

Em seguida, e desdobrando os dados apresentados na figura 30, é ilustrada na figura 31, um gráfico de barras representativo dos valores médios das respostas de cada colaborador por dimensão.

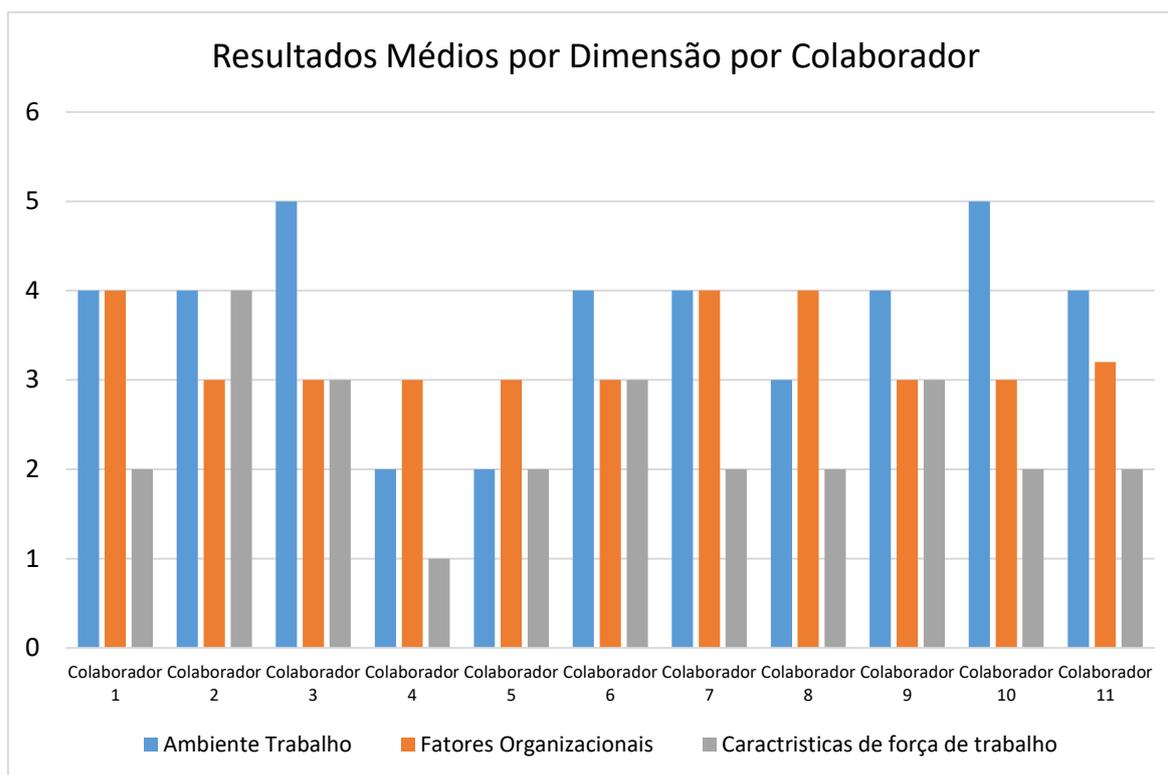


Figura 31 - Resultado médios das respostas ao questionário por dimensão por colaborador

Através da análise da figura, e considerando a escala de Likert utilizada no questionário, apresentado no APÊNDICE C, é possível constatar que, decorrente da aplicação das ferramentas lean, 55% dos colaboradores (6 colaboradores) concordam terem existido melhorias ao nível do ambiente de trabalho ao passo que 18% (2 colaboradores) concordam totalmente com melhorias ao nível desta dimensão. Quanto aos fatores organizacionais, 27% dos colaboradores (3 colaboradores) concordam terem existido melhorias relativas a esta dimensão. Por último, e no respeitante à dimensão características de força de trabalho, 9% dos colaboradores (1 colaborador) concorda terem verificado-se melhorias.

## 4.2. Discussão de Resultados

No âmbito da presente dissertação, foram implementadas diferentes ferramentas *lean* na empresa Domingos de Sousa & Filhos, SA são elas: *standard work*, *kanban* de produção, 5S's, gestão visual, *checklist* para autocontrolo de qualidade e SMED. Sendo que este último apenas foi projetado não tendo sido ainda implementado.

Com a implementação do *standard work* no sentido de reduzir o tempo de paragem dos teares devido à mudança de rolos verifica-se uma diminuição do tempo médio de paragem por rolo de 0:09:25 para 0:05:01 minutos, ou seja, uma redução de 47%. Estes resultados dizem respeito ao período outubro de 2019 (mês em que foi aplicada a ferramenta) até maio de 2020.

Após a criação do *kanban* de produção de teias, ferramenta aplicada com o propósito de reduzir o tempo de paragem dos teares relativo à falta de teia, verifica-se uma redução de cerca de 33% do tempo de paragem dos teares pelo referido motivo. Desde janeiro de 2019 até fevereiro de 2020, altura em que a ferramenta foi aplicada, o tempo de paragem dos teares por falta de teia assumia um valor médio de 5,83%, sendo que desde março de 2020 até maio do mesmo ano esse valor era de 3,93%.

Através da implementação da ferramenta 5S's na sala da tecelagem foi possível uma redução do tempo de deteção da peça de controlo de 300 para 20 segundos. O que significa uma redução de 93%.

Com a criação do quadro de teias urdidas, exposto na tecelagem, esta ação, inserida no âmbito da gestão visual, permitiu a eliminação dos 400 metros diários percorridos pelo chefe da tecelagem, no sentido de aferir as teias que já se encontram finalizadas e prontas a alimentarem os teares. Ou seja, existiu uma melhoria de 100%.

Na sequência da criação da *checklist* de defeitos passíveis de aparecerem nas peças em produção, ferramenta inserida no âmbito do autocontrolo da qualidade, verifica-se uma piora de 9%, isto é, no ano de 2019 a média de peças não conformes produzidas mensalmente assumia o valor de 1,9%, enquanto que no ano de 2020, e tendo em conta que esta medida se aplicou em janeiro de mesmo ano, assume o valor médio de 2,09%.

Ainda que apenas projetada, a implementação da ferramenta SMED, perspetiva uma redução do tempo de mudanças de produção de 165,5 para 127 minutos, o que representa uma redução de 23%.

Após a implementação de todas as ferramentas acima referidas, procedeu-se à distribuição de um questionário acerca do impacto que as ferramentas tiveram ao nível da segurança, na ótica dos colaboradores envolvidos. Face aos resultados obtidos através dos questionários, é patente uma consistência interna das suas questões entre boa a excelente, produto do resultado obtido do alfa de *Cronbach* de 0,825 assim como uma forte correlação entre diferentes perguntas do mesmo, verificada através da análise de correlação de *Spearman*. Por outro lado, pode afirmar-se que os colaboradores concordam terem existido melhorias ao nível do ambiente de trabalho, assumindo um valor médio global por resposta de 3,7 na escala de Likert adotada, com 55% dos colaboradores (6 colaboradores) a concordarem terem existido melhorias ao nível do ambiente de trabalho ao passo que 18% (2 colaboradores) concordam totalmente com melhorias ao nível desta dimensão. Relativamente aos fatores organizacionais, os colaboradores tendem a não concordar nem discordar em alterações verificadas nesta dimensão, com um valor médio de resposta de 3,4 sendo que, apenas 27% dos colaboradores reconhecem melhorias nesta dimensão. Por último e relativamente à dimensão características de força de trabalho, assumindo um valor médio por resposta de 2,4, os colaboradores tendem a discordar com alterações relativas a esta dimensão decorrentes da implementação das ferramentas *lean* aplicadas no presente trabalho, sendo que, apenas 9% dos colaboradores inquiridos (1 colaborador) concorda com melhorias relativas a esta dimensão.

Assim sendo, considerando o acima referido e tendo em conta a questão de investigação “Quais os impactos de produtividade e de segurança decorrentes da aplicação de ferramentas *lean* a uma empresa da indústria têxtil portuguesa?”, é possível alegar que no seguimento da aplicação de ferramentas *lean* a uma empresa da indústria têxtil portuguesa, verificam-se ganhos significativos ao nível da produtividade, com a redução significativa de inúmeros desperdícios, assim como a perceção por parte dos colaboradores de melhorias ao nível do ambiente de trabalho, ainda que os mesmos não reconheçam melhorias ao nível dos fatores organizacionais e características de força de trabalho.



## 5. CONCLUSÃO

Neste capítulo, são apresentadas as conclusões retiradas com o desenvolvimento da presente dissertação. Desta forma, são descritas as conclusões finais assim como as limitações encontradas e o trabalho futuro a desenvolver.

### 5.1. Conclusões Finais

O presente projeto desenvolveu-se com a premissa de responder à questão de investigação “Quais os impactos operacionais e de segurança decorrentes da aplicação de ferramentas *lean* a uma empresa da indústria têxtil portuguesa?”.

Nesse sentido, e tendo o projeto sido desenvolvido na secção tecelagem, foi, numa primeira fase elaborado um diagnóstico à situação encontrada na referida secção. Para isso, ferramentas como diagrama do processo, VSM e matriz de deslocamentos foram desenvolvidos, assim como, análises aos indicadores quer de qualidade como de paragens produtivas foram efetuadas tendo como recurso bases de dados existentes na empresa.

Posteriormente, e identificados os pontos passíveis de melhoria, foram aplicadas diversas ferramentas *lean* no sentido de eliminar desperdícios identificados, tais como: paragens das máquinas, movimentações e defeitos. As ferramentas utilizadas no presente projeto foram: *standard work*, *kanban* de produção, gestão visual, 5S's e a criação de uma *checklist*, inserida no princípio do autocontrolo de qualidade.

Após implementadas as referidas ferramentas, e estando solidamente estabelecidas as novas práticas, foi distribuído um questionário aos colaboradores intimamente ligados às ações de melhoria no sentido de aferir o impacto em termos de segurança que estas novas práticas refletiram.

Numa fase seguinte foram analisados todos os dados obtidos, quer no seguimento das questões de produtividade decorrentes da implementação das ferramentas *lean*, assim como os dados do questionário respondidos pelos colaboradores inquiridos. Face às reduções de 47% da paragem dos teares para mudança de rolos, 33% devido a falta de teia, a eliminação de 400 metros de movimentação diários percorridos pelo chefe da tecelagem ou a deteção da peça de controlo em 20 segundos ao invés dos 500 que se refletiam na situação encontrada no início do projeto, conclui-se que a implementação de ferramentas *lean* têm um impacto direto e extremamente positivo relativamente à produtividade da secção. Por outro lado, e face aos resultados obtidos nos questionários relativos aos impactos na segurança, conclui-se que os colaboradores concordam com a melhoria da dimensão ambiente de trabalho, considerada integrante da segurança, ainda que não reconheça melhorias nas outras duas dimensões da segurança consideradas, os fatores organizacionais e características de força de trabalho.

### 5.2. Limitações e Investigação Futura

Durante o desenvolvimento da presente dissertação foram encontradas duas grandes limitações que se consideram ter impactos nos resultados obtidos.

A primeira, e face à pandemia Covid-19, o tempo reduzido para a realização de todas as tarefas propostas nas condições desejadas, já que, a empresa na qual se desenvolveu o trabalho teve períodos de inatividade.

Outra das limitações relevantes, prende-se com a resistência dos colaboradores em abraçar as mudanças projetadas, visto que, são pessoas que têm os mesmos hábitos de trabalho estabelecidos há muitos anos, não reconhecendo, em alguns casos, valor nas medidas a implementar.

Relativamente ao trabalho futuro a desenvolver sugere-se a adoção da metodologia SMED já desenhada, assim como a extensão da metodologia 5S's, entretanto aplicada à sala da tecelagem, a toda a tecelagem. Outras das medidas propostas a implementar no futuro prende-se com a adoção da metodologia *Total Productive Maintenance*, no sentido de reduzir as paragens dos teares motivadas por avarias. Considera-se que a adoção destas medidas pode beneficiar largamente a empresa no futuro.





## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ballard, G., & Feng, P. (2008). Standard Work From a Lean Theory Perspective Lean and Green View project Linguistic Action Perspective View project. *Annual Conference of the International Group for Lean Construction*.
- Coletti, J., Bonduelle, G. M., & Iwakiri, S. (2010). Avaliação de defeitos no processo de fabricação de lamelas para pisos de madeira engenheirados com uso de ferramentas de controle de qualidade. *Acta Amazonica*, 40(1), 135–140. <https://doi.org/10.1590/s0044-59672010000100017>
- Cordeiro, P., Sá, J. C., Pata, A., Gonçalves, M., Santos, G., & Silva, F. J. G. (2020). The Impact of Lean Tools on Safety—Case Study. *Studies in Systems, Decision and Control*, 277, 151–159. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-41486-3\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-030-41486-3_17)
- Coutinho, C., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, J., & Vierira, S. (2009). *Investigação-Ação: Metodologias Preferencial nas Práticas Educativas*.
- Cruz, J. (2015). *Aplicação de metodologias Lean na secção de tecelagem de uma empresa têxtil Universidade do Minho Escola de Engenharia*.
- Dinero, D. (2005). *Training within industry: The foundation of lean*. Productivity Press.
- El-Kilany, K. (2020). *The current state of Acme with traditional value stream mapping*. Acedido a 15 de setembro de 2020, em: [https://www.researchgate.net/figure/The-current-state-of-Acme-with-traditional-value-stream-mapping\\_fig3\\_228754982](https://www.researchgate.net/figure/The-current-state-of-Acme-with-traditional-value-stream-mapping_fig3_228754982) (ace
- Emiliani, M. (2008). Standardized work for executive leadership. *Leadership & Organization Development Journal*.
- Fluxo. (2020). *Ciclo PDCA: A metodologia perfeita para o seu projeto!* Acedido a 9 de setembro de 2020, em: <https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/gestao-empresarial/ciclo-pdca-a-metodologia-perfeita-para-o-seu-projeto/>
- George, D., & Mallery, P. (2019). *IBM SPSS Statistics 26 step by step: A simple guide and reference*. Routledge.
- Ho, S. K. m. (1999). The 5-S auditing. *Managerial Auditing Journal*, 14(6), 294–302. <https://doi.org/10.1108/02686909910280244>
- Hunglin, C. (2011). *5S implementation in Wan Cheng Industry Manufacturing Factory in Taiwan*.
- Institute, K. (2020). *A importância de ser VISUAL*. Acedido a 9 de setembro de 2020, em: <https://br.kaizen.com/blog/post/2016/09/28/a-importancia-de-ser-visual.html>
- JORGENCA - Blog Administração. (2020). *5 Princípios Lean que Todos Deveriam Saber?* Acedido a 9 de setembro de 2020, em: [https://jorgenca.blogspot.com/2020/01/5-principios-lean-que-todos-deveriam.html?utm\\_source=feedburner&utm\\_medium=feed&utm\\_campaign=Feed:+Jorgenca+\(JORGENCA\)](https://jorgenca.blogspot.com/2020/01/5-principios-lean-que-todos-deveriam.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed:+Jorgenca+(JORGENCA))
- Kilpatrick, J. (2003). Lean principles. *Utah Manufacturing Extension Partnership*, 68(1), 1-5.
- Kocik, J. (2017). *DCA cycle as a part of continuous improvement in the production company - a case study*.
- Lisbôa, M. G. P., & Godoy, L. P. (2012). Aplicação do Método 5W2H no Processo Produtivo do Produto: A Joia. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, 4(7), 32–47. <https://doi.org/10.13084/2175-8018.v04n07a03>

- Lomax, P. (1990). *Managing staff development in schools: An action research approach (Vol. 3)*. Multilingual Matters.
- Modi, D. B., & Thakkar, H. (2014). *Lean Thinking: Reduction of Waste, Lead Time, Cost through Lean Manufacturing Tools and Technique*. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*.
- Moen, R., & Norman, C. (2006). *Evolution of the PDCA Cycle*.
- Murray, S. L., Cudney, E., & Pai, P. (2010). An analysis of the impact of lean and safety. *IIE Annual Conference and Expo 2010 Proceedings*.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. crc Press.
- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through “Lean Tools”: An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082–1089. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>
- P.P.D, T. (2002). *Standard Work For The Shoopfloor*. New York: Productivity Press.
- Parry, G., & Turner, C. (2006). *Application of lean visual process management tools*. <https://doi.org/10.1080/09537280500414991>
- Quinquilo, J. M. (2002). Avaliação da eficácia de um sistema de gerenciamento para melhorias implantado na área de carroceria de uma linha de produção automotiva. *Taubaté/SP: Universidade de Taubaté*.
- Mali, Y. R., & Inamdar, K. H. (2012). Changeover time reduction using SMED technique of lean manufacturing. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 2(3), 2441-2445.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute.
- Shingo, S. (1985). *A revolution in manufacturing: the SMED system*. CRC Press.
- Srinivasan, S., Ikuma, L. H., Shakouri, M., Nahmens, I., & Harvey, C. (2016). 5S impact on safety climate of manufacturing workers. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(3), 364–378. <https://doi.org/10.1108/JMTM-07-2015-0053>
- Szwedzka, K., & Kaczmarek, J. (2017, July). One Point Lesson as a Tool for Work Standardization and Optimization-Case Study. In *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics* (pp. 21-31). Springer, Cham.
- Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International journal of medical education*, 2, 53.
- Ulewicz, R., & Lazar, L. V. (2019). The Effect of Lean Tools on the Safety Level in Manufacturing Organisations. *System Safety: Human - Technical Facility - Environment*, 1(1), 514–521. <https://doi.org/10.2478/czoto-2019-0066>
- Voitto. (2020). *Kanban: o que é e como funciona? Acedido a 9 de setembro de 2020, em: https://www.voitto.com.br/blog/artigo/kanban*
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). Beyond Toyota: How to root out waste and pursue perfection. *Harvard business review*, 74(5), 140-151.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*, Rawson Associates. *New York*, 323, 273-287.





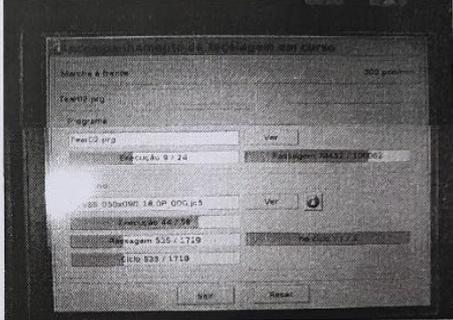
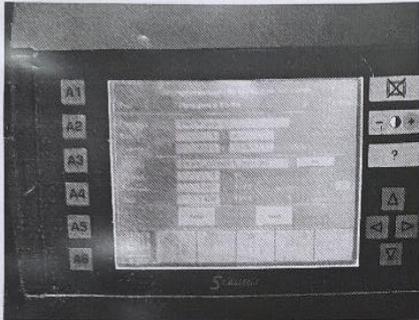
## APÊNDICE A

**Normalização de Operações**

DOMINGOS DE SOUSA

Secção: Tecelagem Assunto: Procedimento para mudança de rolos

1. Tecelão identifica o próximo tear a parar para mudança de rolo, através da consulta do display do tear (ver figuras abaixo):



2. Desta forma, antes da paragem do tear o tecelão posiciona-se em frente ao tear, e assim que o mesmo pare, envia o código FA ao mudador de rolos e coloca o tear novamente em funcionamento;

3. Mudador de rolos, após receber o código FA, certifica-se que se desloca ao tear antes do pedido de corte, levando consigo o veio (órgão) já entubado;

4. Mudador de rolos substitui o rolo acabado pelo o veio (órgão) entubado sem que o tear pare;

5. Mudador de rolos transporta o rolo para o armazém se não existirem mais rolos a substituir, nesse caso, deixa o rolo que acabou de cortar junto ao tear e dirige-se ao próximo rolo a cortar e assim sucessivamente;

6. Mudador de rolos recolhe os rolos retirados deixados junto aos teares, transportando-os para a zona de pesagem, identificação e armazenagem.

**Nota:**

Caso exista um número grande de rolos a recolher, que tornem impossível a execução da tarefa pelo mudador de rolos sem que os teares parem, este deve informar o tecelão da carreira correspondente, que deverá retirar o(s) rolo(s), com recurso ao stock de veios entubados que se encontram em cada carreira, sem paragem do tear e deixando-o(s) junto ao tear para que, logo que possível, o mudador de rolos o(s) recolher.

Elaborou: RS , Data: 04 / 11 / 2019      Aprovou: JG , Revisão: 0 Data: 04 / 11 / 2019

## APÊNDICE B



DOMINGOS DE SOUSA

### Normalização de Operações

Secção: TecelagemAssunto: Checklist defeitos (Tecelões)

- Com vista a reduzir a ocorrência dos defeitos associados à Tecelagem, os tecelões ficam encarregues de preencher a folha "Checklist defeitos (Tecelões)". Os ajudantes de afinador ficam dispensados desta função.
- Todos os campos têm que ser preenchidos com:
  - **X**, caso se verifique a existência de um defeito;
  - **V**, se não houver defeito.

Tear: \_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

	Turno 1	Turno 2	Turno 3
Hora			
OP			
Grupo			
Pelo das orelas em artigo sem liso - <0.7cm			
Pelo das orelas - restantes <1.5cm			
Fio de coser orelas roto			
Piolho			
Asas			
Argolas e rapar			
Riscos nos tempereiros			
Fios cruzados			
Outros			
Rubrica			

- Este registo tem que ser realizado 2 vezes por turno, e em todos os teares com a periodicidade:

	1º Turno	2º Turno	3º turno
1º Registo	6h	14h	22h
2º Registo	10h	18h	2h

- Os tecelões afetos a uma carreira têm que conservar e partilhar uma régua e caneta, que usam na medição do tamanho do pelo das orelas e registo dos defeitos detetados.
- Após verificar algum defeito, o tear tem que ser imediatamente parado e o defeito corrigido.
- Após o preenchimento de uma folha, devem ser colocadas novas, que se encontram na sala da Tecelagem na prateleira em baixo do computador.

## APÊNDICE C

Na sequência da prática lean implementada no seu local de trabalho, e identificada no início deste questionário, solicitava que numa escala de 1 a 5, respondesse às seguintes questões, as quais têm como objetivo avaliar a sua opinião sobre o impacto que a prática lean teve no local de trabalho:

1-Discordo totalmente	2-Discordo	3-Não concordo nem discordo	4-Concordo	5-Concordo totalmente
-----------------------	------------	-----------------------------	------------	-----------------------

AMBIENTE DE TRABALHO	
1. O local de trabalho melhorou.	
2.O posto de trabalho ficou mais seguro	
3. Diminuiu o esforço físico no posto de trabalho.	
4. Melhorou a forma como são operado(s) o(s) equipamento(s)	
5.Passou a ser mais fácil manipular os componentes e materiais	
6.Permitiu aumentar a produtividade / eficiência aumentou.	

FATORES ORGANIZACIONAIS	
1.Diminuiu o stress no final do dia de trabalho.	
2.Permitiu mais facilmente apresentar sugestões	
3.As sugestões para a melhoria dos métodos de trabalho são mais rapidamente atendidas	
4.Aumentou a autonomia no local de trabalho	
5.Existe uma maior motivação para desenvolver o meu trabalho em segurança.	

CARACTERÍSTICAS DE FORÇA DE TRABALHO	
1.As minhas lesões musculoesqueléticas (tendinites, dores nas costas, etc.) diminuíram	
2.Registou-se uma redução de acidentes de trabalho.	
3.Sinto uma maior facilidade na identificação dos riscos aos quais estou exposto.	
4.Há um maior conhecimento das regras de segurança	
5.Há uma maior preparação para responder a situações de emergência.	