



ANÁLISE E IMPLEMENTAÇÃO DE SOLUÇÕES LEAN DE APOIO À PRODUÇÃO NUMA EMPRESA DE CORDOARIA

JONI PINTO JORGE

agosto de 2020

ANÁLISE E IMPLEMENTAÇÃO DE SOLUÇÕES *LEAN* DE APOIO À PRODUÇÃO NUMA EMPRESA DE CORDOARIA

Joni Pinto Jorge

2019/2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

ANÁLISE E IMPLEMENTAÇÃO DE SOLUÇÕES *LEAN* DE APOIO À PRODUÇÃO NUMA EMPRESA DE CORDOARIA

Joni Pinto Jorge

Estudante n.º 1101187

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.

2019/2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

AGRADECIMENTOS

Quero deixar aqui um especial agradecimento aos meus pais por todo o incentivo e força dada para continuar com este projeto, à minha esposa e filha que muita paciência tiveram para comigo. A todos os colaboradores da Cordex que contribuíram para a realização deste projeto. Aos meus amigos e colegas de curso por toda a força manifestada e incentivo nesta etapa. E finalmente ao meu orientador Professor José Carlos Vieira de Sá do ISEP e ao meu colega e companheiro Engenheiro Christophe Vieira do departamento da produção da Cordex por todo o apoio dado durante a execução deste projeto.

RESUMO

A competitividade mundial das empresas origina uma enorme pressão para reduzir custos produtivos de modo a aumentar a produtividade. Para fazer frente à concorrência dos países emergentes, torna-se fundamental a melhoria contínua dos processos internos das empresas. Nesse sentido, as ferramentas SMED e 5'S aparecem como ferramentas competentes para reduzir os desperdícios associados a esses processos. Estas ferramentas apresentam metodologias que têm vindo a ser extensivamente disseminadas em setores industriais bastante competitivos onde a eficiência produtiva é um fator chave de sucesso para as empresas. A ferramenta SMED permite minimizar o tempo de mudança de produção de modo a obter duas grandes vantagens, reduzir o custo de imobilização do equipamento e possibilitar a produção de pequenos lotes. A técnica 5'S pode oferecer um passo inicialmente importante para resolver problemas da qualidade, organização de espaços, e para combater a letargia existente na produção e rotinas de colaboradores. Este trabalho tem como objetivo o estudo de alguns processos de uma empresa do setor têxtil no ramo da cordoaria. São apresentadas propostas de melhoria enquadradas na metodologia SMED e 5'S em diferentes setores fabris. Em cada uma delas são apresentadas as vantagens, investimentos e respetivos tempos de retorno. No caso do SMED foram obtidas reduções de tempo de *setup* na ordem dos 30 – 40% com tempos de retorno de investimento entre 6 e 7 meses. Com a implementação dos 5'S num determinado setor foram reduzidos drasticamente o tempo e distância percorridos para uma determinada tarefa. Nesta fase, com a reorganização desse setor foi obtido um ganho de espaço em cerca de 58 m². Por fim, é realizado um caso de estudo estatístico, para correlacionar o impacto das implementações das metodologias *Lean* no âmbito da segurança ocupacional. Pela realização do teste não paramétrico *Spearman*, foi obtido um fator de correlação de intensidade moderada ($\rho = 0,516$) e um valor-p (1,4%) que permite afirmar com evidência estatística que existe uma correlação linear positiva.

PALAVRAS-CHAVE

Metodologias *Lean*, 5'S, SMED, *Lean Safety*, Segurança ocupacional

ABSTRACT

To increase productivity, the companies worldwide competitiveness originates great pressure to reduce productive costs. In order to face the competition of emerging countries, it is essential to continuously improve the internal processes of companies. The SMED AND 5'S tools appear as competent tools to reduce the waste associated with these processes. These tools present methodologies that have been extensively disseminated in very competitive industrial sectors where, productive efficiency is a key success factor for companies. The SMED tool allows to minimize the time of production change in order to obtain two great advantages, to reduce equipment immobilization cost and to make possible the production of small batches. The 5'S technique may offer an initially important step to solve quality issues, space organization and combat the existing lethargy in production and employees' routines. The goal with this work is to study some processes of a company in the textile sector in the field of cordage. Improvement proposals are presented under the SMED and 5'S methodology in different manufacturing sectors. In each of them, the advantages, investments, and associated payback times are presented. In the case of SMED, setup time reductions were obtained in the order of 30 - 40% with return on investment times between 6 and 7 months. With the implementation of the 5'S in a given sector, the time and distance traveled for a given task have been drastically reduced. At this stage, with the reorganization of this sector, a space gain of about 58 m² was obtained. Finally, a statistical study case is carried out to correlate the impact of the implementations of Lean methodologies in the scope of occupational safety. By performing the non-parametric Spearman test, a correlation factor of moderate intensity ($\rho = 0.516$) and a p-value (1.4%) were obtained, which allows us to state with statistical evidence that there is a positive linear correlation.

KEYWORDS

Lean methodologies, 5'S, SMED, Lean Safety, Occupational Safety

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABELAS	IX
LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS.....	XI
1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Enquadramento e pertinência	13
1.2. Questão e objetivos de investigação.....	15
1.3. Opções metodológicas	15
1.4. Apresentação da empresa.....	16
1.5. Estrutura do trabalho	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1. <i>Lean Thinking</i>	19
2.1.1. Ferramentas <i>Lean</i> de apoio à implementação <i>SMED</i> e 5'S	22
2.2. <i>SMED</i>	22
2.2.1. Origem da ferramenta <i>SMED</i>	23
2.2.2. Implementação <i>SMED</i>	23
2.2.3. Vantagens da implementação <i>SMED</i>	25
2.2.4. Casos de implementação <i>SMED</i>	26
2.3. 5'S.....	28
2.3.1. Origem da ferramenta 5'S.....	28
2.3.2. Implementação dos sentidos 5'S	29
2.3.3. Benefícios da implementação 5'S	30
2.3.4. Casos de implementação 5'S	31
2.4. Evolução do <i>SMED</i> e 5'S	33
2.5. <i>Lean Safety</i>	36
3. MÉTODOS E APLICAÇÃO	41
3.1. Análise de tempos de <i>setup</i> e de oportunidades de melhoria	41
3.1.1. Mudança de roldanas numa extrusora de multifilamento	41
3.1.2. Mudança de jogo de bobines numa extrusora de ráfia	43
3.2. Análise de <i>layout</i> e de oportunidades de melhoria	47
3.2.1. Abastecimento de matérias primas no setor extrusão de ráfia	47
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
4.1. Apresentação de resultados.....	53
4.1.1. Mudança de roldanas numa extrusora de multifilamentos	53
4.1.2. Mudança de jogo de bobines numa extrusora de ráfia	59
4.1.3. Abastecimento de matérias primas no setor de extrusão ráfia	62
4.2. Discussão de resultados	74
4.2.1. Discussão de resultados das implementações <i>Lean</i>	74

4.2.2. Questionários sobre segurança ocupacional (<i>Lean Safety</i>)	77
5. CONCLUSÃO	85
5.1. Conclusões finais	85
5.2. Limitações e investigação futura.....	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
APÊNDICE A	95
APÊNDICE B	97
APÊNDICE C	99
APÊNDICE D.....	101
APÊNDICE E	107
APÊNDICE F.....	109
APÊNDICE G.....	111
APÊNDICE H.....	113
APÊNDICE I	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Vista aérea da empresa (Cordex SGPS, 2019)	16
Figura 2 – Estágios de implementação da metodologia SMED. Adaptado de Shingo (1985).....	24
Figura 3 – Disponibilidade do equipamento com a metodologia SMED (Pinto, 2009).....	26
Figura 4 – Número de documentos obtidos na pesquisa SMED	35
Figura 5 – Número de documentos obtidos na pesquisa 5'S.....	36
Figura 6 – Relação entre <i>Lean</i> e segurança num ambiente de risco e incerteza (Prakash, 2010) ..	37
Figura 7 – Mudança de roldanas no forno de pré-estiragem	42
Figura 8 – Oficina da produção onde é efetuada a troca de roldanas.....	43
Figura 9 – Operação de engate do fio na bobinadora	43
Figura 10 – Bobinadoras de uma extrusora de ráfia	44
Figura 11 – Aspirador de recolha de desperdícios.....	44
Figura 12 – a) Curso máximo da haste b) Colocação do tubo no extrator.....	45
Figura 13 – Cilindro pneumático com haste de 500 mm	46
Figura 14 – Procedimento a realizar na operação 4	46
Figura 15 – Deslocações para o abastecimento dos equipamentos no setor ráfia (antes)	47
Figura 16 – a) identificadores estantes e bidões b) identificador de material existente em lotes..	49
Figura 17 – Identificadores: a) Bidões b) Estantes c) Lotes de materiais.....	50
Figura 18 – Plano de limpeza das áreas de armazenamento no setor de extrusão ráfia	50
Figura 19 – a) Carrinho de limpeza b) Caixote do lixo c) Caixas para separação de resíduos.....	51
Figura 20 – Lista de verificação para de controlo das áreas de armazenamento.....	51
Figura 21 – Desenho 3D da chave de desapertar/apertar as roldanas.....	53
Figura 22 – a) Capa de isolamento interior b) Capa de isolamento exterior	54
Figura 23 – Montagem 3D do conjunto chave e capas de isolamento	54
Figura 24 – Bancada de trabalho existente na extrusora	54
Figura 25 – Desenho 3D da reestruturação da bancada da extrusora.....	55
Figura 26 – Implementação do conjunto chave e capas de isolamento	56
Figura 27 – Reestruturação da bancada de trabalho com implementação dos 5'S	56
Figura 28 – Vista lateral da bancada de trabalho com as prateleiras de embalagem.....	57
Figura 29 – Gavetas matrizes de armazenamento de roldanas.....	57
Figura 30 – Substituição da roldana no forno de pré-estiragem com a nova chave	57
Figura 31 – a) Vista frontal do extrator b) Vista traseira com cilindro pneumática e guias	59
Figura 32 – a) Implementação do novo cilindro pneumático e guias b) Curso do novo extrator ...	60
Figura 33 – Extração autónoma de uma bobine de ráfia de 700 kg	61
Figura 34 – <i>Layout</i> da zona das estantes implementado no programa 5'S.....	62
Figura 35 - <i>Layout</i> da zona do corredor implementado no programa 5'S.....	63
Figura 36 – Registo visual obtido na implementação dos 5'S – Zona das estantes.....	64
Figura 37 – Registo visual obtido na implementação dos 5'S – Zona de mudança de bobines	65
Figura 38 – Registo visual obtido na implementação dos 5'S – Zona do corredor.....	66
Figura 39 – Registo visual obtido na implementação dos 5'S – Zona de materiais extrusora 1.....	67
Figura 40 – Registo visual obtido na implementação dos 5'S – Zona de materiais extrusora 2.....	68
Figura 41 – Registo visual obtido na implementação dos 5'S – Zona de materiais extrusora 3 e 4	69
Figura 42 – Deslocações para o abastecimento dos equipamentos no setor ráfia 1 (depois)	70

Figura 43 – Resultados da auditoria 5’S na zona de armazenamento de matérias primas	73
Figura 44 – Resultados da auditoria 5’S na zona de extrusão.....	73
Figura 45 – Análise dos questionários realizados no setor de extrusão multifilamentos	78
Figura 46 – Análise dos questionários realizados no setor de extrusão rafia.....	80
Figura 47 – Análise dos questionários realizados no setor de armazenamento de matérias primas rafia	81

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Causas e conceitos das operações 3M's (Pinto, 2009).....	19
Tabela 2 – Desperdícios. Adaptado de El-Namrouty (2013) e Wyrwicka and Mrugalska (2017)	20
Tabela 3 – Vantagem da metodologia SMED. Adaptado de Moreira and Pais (2011)	25
Tabela 4 – Revisão bibliográfica de casos de implementação SMED.....	26
Tabela 5 – Benefícios da implementação das etapas dos 5'S (Patel & Thakkar, 2014a)	30
Tabela 6 – Revisão bibliográfica de casos de implementação 5'S	31
Tabela 7 – <i>Strings</i> de pesquisa científica.....	34
Tabela 8 – Critérios de inclusão e exclusão na pesquisa de documentos SMED (B-on, 2020)	34
Tabela 9 – Critérios de inclusão e exclusão na pesquisa de documentos 5'S (B-on, 2020).....	35
Tabela 10 – Breve revisão bibliográfica de estudos sobre <i>Lean Safety</i>	38
Tabela 11 – Cronometragens das operações a realizar numa mudança de roldana.....	42
Tabela 12 – Cronometragens das operações a realizar numa mudança de bobine	44
Tabela 13 – Planeamento do programa 5'S.....	48
Tabela 14 – Levantamento de materiais desnecessários.....	48
Tabela 15 – Custos para implementação da nova chave das roldanas.....	55
Tabela 16 – Custos de alteração da bancada de trabalho da extrusora	55
Tabela 17 – Cronometragens realizadas na mudança de roldana (novo sistema)	58
Tabela 18 – Cronometragens antes da implementação (mudança de roldanas)	58
Tabela 19 – Cronometragens depois da implementação (mudança de roldanas)	59
Tabela 20 – Custos de alteração do sistema de extração	60
Tabela 21 – Cronometragens antes da implementação (mudança de bobine).....	61
Tabela 22 – Cronometragens depois da implementação (mudança de bobine).....	61
Tabela 23 – Distância percorrida e tempo efetuado no transporte de matérias primas (por dia)..	70
Tabela 24 – Implementação de gestão visual setor rafia.....	71
Tabela 25 – Custos anuais de revestimento cerâmico de roldanas de 2016 a 2019	75
Tabela 26 – Análise de custos de revestimento cerâmico de roldanas num período 5 meses	76
Tabela 27 – Resultado do teste de correlação <i>Spearman-Bivariate</i> (SPSS 23)	83

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

Lista de Siglas

3M's	<i>Muda, Mura, Muri</i>
5'S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>
ATP	Associação Têxtil e Vestuário de Portugal
DGAE	Direção Geral das Atividades Económicas
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
LPS	<i>Lean Production Systems</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
PIB	Produto Interno Bruto
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
SSM	<i>Safety Stream Mapping</i>
SST	Segurança e Saúde no Trabalho
TMC	<i>Toyota Motor Corporation</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
WID	<i>Waste Identification Diagram</i>

Lista de Símbolos

<i>A</i>	área	<i>m²</i>		
<i>l</i>	comprimento, distância	<i>m</i>	<i>mm</i>	
<i>m</i>	massa	<i>kg</i>		
<i>T</i>	temperatura	<i>°C</i>		
<i>t</i>	tempo	<i>s</i>	<i>min</i>	<i>h</i>

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo elenca-se aspetos importantes que ajudam a compreender o projeto de investigação, entre os quais, o enquadramento e pertinência, passando pelos objetivos e pela questão que fundamenta o projeto, as opções metodológicas, a apresentação da empresa onde serão desenvolvidas as ações e por fim, apresenta-se a estrutura deste trabalho.

1.1. Enquadramento e pertinência

De acordo com Cristina (2013), a sobrevivência e o crescimento de uma empresa não se garantem apenas com o aumento da produção, pois é necessário procurar soluções relevantes que tragam vantagens competitivas e que garantam simultaneamente o aumento de produtividade e a diminuição de desperdícios/custos. A autora refere ainda que a otimização de processos permite não só aumentar a produção de uma empresa, como também levar a uma maior eficiência e agilidade, garantindo um aumento da satisfação das partes interessadas.

No que se refere ao desperdício, importa realçar o termo *muda*, proveniente do japonês, que significa que tudo o que não acrescenta valor é desperdício e, como tal, deve ser reduzido ou eliminado (Ohno, 1988). Visto de uma outra perspetiva, Pinto (2009) refere desperdício como todas as componentes do produto e/ou serviço que o cliente não está disposto a pagar, tendo como consequência custo para a empresa.

Neste enquadramento e, não obstante a Cordex S.A. ter visto a sua produção crescer bastante nos últimos anos, para aumentar ainda mais a sua competitividade no mercado, precisou de tomar medidas que auxiliassem o seu desenvolvimento. Deste modo, José *et al.* (2012) revela a importância da inovação e criatividade nas empresas, permitindo que estas adequem o desenvolvimento dos produtos e processos, utilizando as melhores práticas (qualidade, serviço), satisfazendo as necessidades dos consumidores, criando produtos inovadores ou até mesmo inovando os seus processos produtivos internos.

Para o desenvolvimento dos produtos e processos, a Cordex necessitou de pôr em prática um plano estratégico. Nesta perspetiva de evolução, para um grande universo de empresas do setor têxtil incluindo a Cordex S.A., muito contribuíram os Planos Estratégicos desenvolvidos pela ATP (Associação Têxtil e Vestuário de Portugal), destacando-se o atual Plano Estratégico Têxtil 2020, que constitui um importante contributo para os agentes económicos, para os centros de competência e para o Estado, na definição das políticas públicas para o período 2014-2020, no âmbito do Portugal 2020 (Maia, L. C. *et al.*, 2015). Fruto desse plano e segundo a informação vinculada pela Direção Geral das Atividades Económicas (DGAE), a Cordex S.A. apresentou-se entre as melhores empresas do setor têxtil e vestuário nacional, com um volume de negócio de 61,4 milhões de euros em 2018 (DGAE, 2019). Outro indicador apresentado pela DGAE revela que o setor é um dos mais importantes da economia nacional, devido à criação de emprego e riqueza, com um peso de 4% no PIB (Produto Interno Bruto), em 2016. Maia, L. C. *et al.* (2015) fazem a abordagem aos sete eixos do Plano Estratégico Têxtil 2020 onde realçam a valorização da competitividade, como uma preocupação que deve estar alinhada com a eliminação de tudo aquilo que não acrescenta valor, onde se procura, entre outros objetivos, fomentar a colaboração e envolvimento das pessoas.

No paradigma da eliminação de fontes que não acrescentam valor e na colaboração e envolvimento das pessoas, surge o “Pensamento *Lean*”, que é um revolucionário paradigma de liderança e gestão no qual, através da aplicação de ferramentas simples são obtidos resultados extraordinários. Este pensamento é uma abordagem às boas práticas de gestão, orientando a sua ação para a eliminação gradual das fontes de desperdício, procurando a perfeição do processo sustentada numa atitude de permanente insatisfação e de melhoria contínua, e fazendo do “tempo” uma arma competitiva (Pinto, 2006).

No que se refere aos aspetos supra descritos, nomeadamente no conceito de desperdício e no pensamento *Lean*, estão enquadrados, por exemplo, a organização de espaços, processos e mudanças de produção de um determinado equipamento. Esta organização e mudanças de produção, apesar de não acrescentarem valor ao produto final são cruciais para a realização das operações.

Relativamente a este pensamento e às ferramentas que o constitui, o *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, e Shitsuke* (5'S) tem-se revelado útil no que se refere à relação entre um local de trabalho limpo, arrumado e organizado e a produção de qualidade, com custos baixos e prazos rápidos. Quanto mais ordenado estiver o local de trabalho, melhor se produz como demonstram vários estudos recentes (Ashraf *et al.*, 2017; Neves *et al.*, 2018; Patel & Thakkar 2014b; Oliveira *et al.*, 2020; Kakkar *et al.*, 2015; Ginting *et al.*, 2020; Rojasra & Qureshi 2013b; Rizkya *et al.*, 2019). De outro modo a ferramenta *Single Minute Exchange of Die* (SMED) expõe os tempos improdutivos em que os equipamentos estão parados para mudar de produção e/ou ferramentas. Para dar capacidade de resposta aos clientes, a atenção deve estar voltada para a redução dos tempos de setup como referido em estudos realizados (Timasani *et al.*, 2011; Ibrahim *et al.*, 2015; Ferradás & Salonitis, 2013; Almomani *et al.*, 2013; Ferreira *et al.*, 2019; Brito *et al.*, 2017; Monteiro *et al.*, 2019; Rosa *et al.*, 2017).

Atualmente este pensamento promove a eficiência dos recursos humanos, assegurando a sua segurança, minimizando a exposição a fatores de risco por falta de adequação ergonômica. A segurança ocupacional assume um papel proativo num programa de melhoria contínua, seja numa fase inicial de qualquer atividade ou quando ocorrem alterações no fluxo de produtos ou processos (Peralta *et al.*, 2017). Neste sentido, contribui positivamente para a segurança, que tem o propósito de prevenção de acidentes de trabalho, assim como de promoção à saúde e à integridade física dos trabalhadores como revelam alguns estudos alcançados (Gonçalves *et al.*, 2019; Hasle *et al.*, 2012; Cordeiro *et al.*, 2020; Furman, 2019).

Tendo em conta a competitividade do setor têxtil, torna-se indispensável encontrar soluções para reduzir custos e dar resposta à procura do mercado. O atual trabalho é pertinente, dada a importância do setor, pois visa reduzir custos, nomeadamente na procura e deslocação demoradas de matérias-primas, nas mudanças de produção, bem como na redução de custos associados à manutenção. Isto porque a Cordex S.A. ocupa uma posição de destaque no setor (DGAE, 2019), como reúne as condições necessárias de liderança e gestão que permitem a implementação de ferramentas *Lean* como base de eliminação de fontes de desperdício, servindo aquelas como apoio à produção.

1.2. Questão e objetivos de investigação

No seguimento do enquadramento e pertinência do atual trabalho, apresentam-se as duas questões deste projeto de investigação: «Como aumentar os ganhos numa empresa do setor da cordoaria por implementação das metodologias SMED e 5'S?» e «Será que a adoção das metodologias SMED e 5'S, têm impacto na segurança ocupacional?»

Para responder à primeira questão enunciada, estabeleceu-se o seguinte objetivo geral:

- Aumentar a disponibilidade dos equipamentos e reduzir custos no setor de extrusão de polietileno.

Para a prossecução deste objetivo formularam-se os seguintes objetivos específicos:

- Criação de espaços devidamente identificados para armazenamento de matérias-primas permitindo que estas se situem o mais próximo possível do local de abastecimento dos equipamentos e consequente eliminação de materiais não utilizados;
- Implementação gestão visual, apresentando desenhos de novos *layouts* que permitam uma maior produtividade dentro de uma estrutura em que o ambiente de trabalho seja agradável;
- Medição de tempos para contextualização das operações de mudança de produção e manutenção;
- Criação e alteração de peças mecânicas que permitirão reduzir tempos nas operações de mudança de produção e manutenção, levando a um aumento da produtividade.

Para responder à segunda questão enunciada, estabeleceu-se o seguinte objetivo geral:

- Investigar e estudar a correlação entre as metodologias *Lean* implementadas e a segurança ocupacional

Para a prossecução deste segundo objetivo formulou-se o seguinte objetivo específico:

- Criação de questionários para recolha de informação junto dos colaboradores;

1.3. Opções metodológicas

A metodologia utilizada para elaboração deste trabalho consiste na investigação-ação, na qual se pretende explorar interactivamente a realidade no chão de fábrica, identificando os problemas e testando soluções em situações reais. Thiollent (2008) refere que, desta forma, acontece o uso de conhecimento e a partilha de informação. De acordo com o recomendado pelo autor, este plano está dividido em três ações principais que são: observar a realidade para reunir informações e construir um cenário; pensar para explorar, analisando e interpretando os factos; agir para implementar e avaliar as ações. Tripp (2005) menciona a importância do planeamento como monitorização das situações implementadas, permitindo avaliar os resultados a fim de planear uma melhoria adequada no primeiro ciclo de investigação-ação. Relativamente à abordagem do problema, esta é considerada quantitativa por se tratar de variáveis mesuráveis e abordar situações conclusivas. Esta tem como objetivo quantificar os problemas e entender a sua dimensão.

1.4. Apresentação da empresa

A Cordex, S.A. foi fundada em 11 de outubro de 1969 em Esmoriz, com o objetivo de produzir sisal. Desde então, várias áreas de negócio foram implementadas e desenvolvidas. A década de 80 denotou importantes desenvolvimentos, nomeadamente no que diz respeito à modernização da estrutura organizativa da empresa e à aquisição de novos equipamentos (Cordex SGPS, 2019).

Na mesma década, a Cordex, S.A. iniciou a produção e comercialização de cordoaria sintética e espumas flexíveis, atividade que teve um crescimento bastante acentuado durante os anos 90. Nesta altura, a empresa lança a produção e comercialização de multifilamentos de alta tenacidade. Começou igualmente a produzir fios para a área das telecomunicações através de *polysteel* de alta tenacidade (Cordex SGPS, 2019).

Graças à sua elevada organização e constante evolução, a empresa obtém o certificado de qualidade ISO 9002 a 27 de novembro de 1997. No mesmo ano, foi criada a CORDEX SGPS – Sociedade Gestora de Participações Sociais, empresa atualmente conhecida por Grupo Empresarial CORDEX, verificando-se então uma nova reorganização de toda a estrutura das atividades do grupo (Cordex SGPS, 2019). Este projeto é desenvolvido nas empresas Cordex e Cordenet, dedicadas à produção de cordoaria sintética/multifilamentos e redes agrícolas respetivamente.

Nos últimos 50 anos, a Cordex tornou-se numa empresa global pequena (ver Figura 1), porém versátil, com mais de 600 funcionários e vendas de produtos em 55 países em todo o mundo. A empresa possui centenas de equipamentos de distintas gerações e um grupo de colaboradores dedicado, profissional e competente (Cordex SGPS, 2019).



Figura 1 – Vista aérea da empresa (Cordex SGPS, 2019)

1.5. Estrutura do trabalho

O presente trabalho encontra-se dividido em cinco capítulos.

No primeiro e presente capítulo é apresentado um breve enquadramento e pertinência deste trabalho, passando pela questão e objetivos de investigação ao qual se propõe, as opções metodológicas e apresentação da empresa onde irá decorrer este trabalho.

O segundo capítulo destina-se à revisão bibliográfica das metodologias estudadas (SMED e 5'S), com as apresentações detalhadas das mesmas, assim como exemplos práticos já desenvolvidos. É ainda abordada a evolução das metodologias e por último retratado o conceito do *Lean Safety*.

No terceiro capítulo são apresentadas oportunidades de melhoria em determinados setores da unidade fabril, com o objetivo de reduzir tempos de preparação (*setup*) de equipamentos/ferramentas, aliado à redução de esforços físicos realizados pelos colaboradores em determinadas tarefas. É de igual modo apresentado uma sugestão de melhoria para organização dos espaços/*layouts* numa zona de abastecimentos de matérias primas, tendo em vista a distância percorrida para o abastecimento dos equipamentos.

O quarto capítulo apresenta os desenvolvimentos das oportunidades de melhoria bem como os resultados obtidos e a discussão dos mesmos. Ainda na parte da discussão, são abordados os questionários sobre a segurança ocupacional.

As conclusões e trabalho futuro encontram-se apresentadas no quinto e último capítulo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tal como referido anteriormente, este trabalho visa a análise e implementação das metodologias SMED e 5'S. Nas seções seguintes estes conceitos serão apresentados mais detalhadamente, incluindo a abordagem ao pensamento *Lean* e as ferramentas de apoio às metodologias. Ainda nesta sequência, são apresentadas as ferramentas SMED e 5'S, onde se aborda os conceitos históricos, as etapas de implementação, as vantagens e os casos práticos de implementação. É também incluído um mapeamento sistemático para perceber a evolução da utilização das ferramentas SMED e 5'S ao longo do tempo. Por fim, é efetuada uma abordagem ao *Lean Safety*.

2.1. *Lean Thinking*

O conceito *Lean* surgiu através da *Toyota Production System* (TPS), desenvolvido pelo Taiichi Ohno em meados da década de 1940. Este sistema de produção é baseado num conjunto de princípios como a “Redução de custos através da eliminação de fontes que não acrescentam valor” (Lander & Liker, 2007). A TPS foi uma estratégia adotada por Ohno para superar as dificuldades da Segunda Guerra Mundial. Devido à escassez de recursos (material, financeiro e humano), esta foi forçada a concentrar-se na redução de desperdícios como principal estratégia (Behrouzi & Wong, 2011).

O conceito de desperdício é algo que existe no ambiente empresarial mas que muitas vezes não é identificado pelos gestores das empresas, que se focam nos resultados, esquecendo-se dos custos envolvidos (Suzaki, 2010). De acordo com Pinto (2008), as atividades que não criam valor consomem cerca de 95% do tempo nas organizações.

Nesta abordagem de identificação dos desperdícios, o objetivo é chegar a uma condição onde a capacidade e a carga sejam iguais. Nas empresas existem pessoas, processos, materiais e tecnologia para produzir a quantidade certa do produto/serviço que foi pedido para entregar a tempo ao cliente. As situações em que há desequilíbrio entre a carga e a capacidade resultam em perdas para as empresas (Pinto, 2009).

Para melhorar o desempenho dos processos internos, a *Toyota Motor Corporation* (TMC) identificou três grandes causas de qualquer sistema de operações: desperdícios (*Muda*), variações (*Mura*) e sobrecargas (*Muri*). O mais famoso dos três é o *Muda*. Nos princípios do *Lean Production Systems* (LPS), são referidos os conceitos da eliminação contínua de desperdícios, conhecidos vulgarmente como *Muda*, *Mura* e *Muri* (3M ou 3M's) (Cirjaliu & Draghici, 2016). Na Tabela 1 são apresentadas as causas e conceitos das operações 3M's.

Tabela 1 – Causas e conceitos das operações 3M's (Pinto, 2009)

Causas das operações	Conceitos
<i>MUDA</i> (refere-se ao desperdício)	Tudo o que não acrescenta valor é desperdício e, como tal, deve ser reduzido ou eliminado. Visto de uma outra perspetiva, desperdício refere-se a todas as componentes do produto e/ou serviço que o cliente não estará disposto a pagar.
<i>MURA</i> (o que é variável: irregularidades ou inconsistências)	Esta variabilidade é eliminada através da adoção do sistema JIT (<i>Just in Time</i>), procurando fazer apenas o necessário e quando pedido. Este é aplicado através do sistema puxado, deixando o cliente puxar os produtos ou serviços.

Causas das operações	Conceitos
<i>MURI</i> (o que é irracional: excessos ou insuficiências)	A irracionalidade é eliminada pela uniformização do trabalho, garantindo que todos seguem o mesmo procedimento, tornando os processos mais previsíveis, estáveis e controláveis.

Os autores Behrouzi and Wong, (2011) referem-se ao valor como ponto de partida para um pensamento *Lean* no qual é quantificado através da satisfação do cliente final face ao produto fornecido. Estes consideram que o desperdício são todas as atividades que não acrescentam valor, e que fazem com que os produtos ou serviços disponibilizados no mercado apresentem custos superiores face à concorrência. Visto de outra forma, Caldera *et al.* (2017) apresentam o pensamento *Lean* como um processo dinâmico, orientado ao conhecimento e focado no cliente, que permite que todos os funcionários possam eliminar continuamente o desperdício e criar valor.

De acordo com esta filosofia, o desperdício (*Muda*) refere-se à sobreprodução, tempo de espera, transporte, movimentação, defeitos, *stocks* e retrabalho (El-Namrouty, 2013). Atualmente estudos consideram mais dois tipos de desperdícios, a segurança e o talento (Wyrwicka & Mrugalska, 2017). Na tabela são apresentadas as nove fontes de desperdícios do *Lean* com a sua respetiva descrição.

Tabela 2 – Desperdícios. Adaptado de El-Namrouty (2013) e Wyrwicka and Mrugalska (2017)

Fonte de desperdício	Descrição
Sobreprodução	O chamado <i>Just in Case</i> é a mais penalizantes das sete categorias de desperdícios uma vez que é o oposto da produção <i>Just in Time</i> . Produzir mais do que o necessário, quando não é necessário e em quantidades desnecessárias.
Tempo de espera	Este tipo de desperdício é mais fácil de visualizar uma vez que é relativo ao período em que os recursos estão efetivamente parados, isto é, não estão a processar. Podem ser paragens de processos, materiais, pessoas ou informação devido a um fluxo produtivo irregular. Esperas excessivas resultam em inatividade que por sua vez irá implicar longos períodos de <i>lead time</i> .
Transporte	Transporte é qualquer movimentação ou transferência de materiais, produtos semiacabados, produtos acabados, de um local para outro por alguma razão. Elevados transportes significa que poderá haver desperdícios de tempo e recursos.
Movimentação	Assenta no excesso de movimentos usados para realizar determinada operação. Refere-se aos movimentos originados pelos operadores, que não são necessários para executar as operações e não acrescentam valor. Deve-se geralmente a <i>layouts</i> mal elaborados, procura de ferramentas e materiais ou informações que fazem com que o operador perca mais tempo.

Fonte de desperdício	Descrição
Defeitos	A definição de desperdício inclui os defeitos ou problemas de qualidade. A este, estão também associados os custos de inspeção, resposta às reclamações dos clientes e as reparações ou reprocessos. Identificar as causas e definir ações corretivas é fundamental para eliminar ou reduzir o número de ocorrências. Produções defeituosas originam retrabalho ou sucata, tendo implicações na performance de distribuição.
Stocks	Demasiados locais de armazenamento, elevado tempo de armazenamento, falta de informação dos produtos, resultando em custos excessivos, baixo desempenho e mau serviço prestado ao cliente.
Retrabalho	Operações mal executadas, equipamentos em más condições, pouca preparação dos operadores, instruções de trabalho mal elaboradas, entre outros, são a causa da necessidade de refazer novamente alguns trabalhos. Refazer o que já foi feito pode originar novos investimentos em recursos, matéria-prima, logística de transporte, etc, aumentando assim os custos de produção.
Segurança	Condições de trabalho desfavoráveis criam ao operador mal-estar o que pode pôr em causa a eficiência do sistema produtivo. A falta de segurança no trabalho pode ser entendida como os conjuntos de medidas que não são adotadas para reduzir os acidentes de trabalho, doenças ocupacionais, bem como proteger a integridade e a capacidade de trabalho do trabalhador. Nesta perspetiva acidentes representam uma fonte de desperdícios.
Talento	A gestão de talentos precisa de ser entendida como uma estratégia integrada no planeamento da empresa. Ter uma equipa produtiva permite obter melhores resultados por isso, faz parte da gestão de talentos a implementação de ações que promovam o desenvolvimento profissional, a avaliação constante, o reconhecimento e os meios para que os trabalhadores consigam crescer com as suas carreiras.

O pensamento abordado pela *Toyota* permite que práticas e ferramentas *Lean* se tornem populares entre as grandes empresas. No entanto, pequenas e médias empresas podem aprender a beneficiar destas para reduzir custos (Womack & Jones, 1996). Embora seja verdade que esta filosofia teve origem na indústria, muitas empresas de serviços podem implementar este paradigma de forma eficaz (Cuatrecasas, 2004). Melton (2005) refere que as principais técnicas e ferramentas *Lean* adotadas pela *Toyota* incluíam: *Kanban* – Sinal visual para apoiar o fluxo puxando do produto através do processo de fabrico, conforme exigido pelo cliente; 5'S – Técnica para organização e padronização do trabalho; *Visual management* – Método de medir o desempenho no chão de fábrica; SMED – Troca rápida de ferramenta; *Pokayoke* – Sistema à prova de erros.

2.1.1. Ferramentas *Lean* de apoio à implementação *SMED* e *5'S*

Nesta subsecção são apresentadas as ferramentas *Lean* que permitem apoiar a implementação das metodologias *SMED* e *5'S*. Em seguida são descritas com brevidade as ferramentas gestão visual e trabalho normalizado.

Visual management – Gestão visual

A gestão visual é uma forma de comunicação, permanecendo próxima de quem necessita da informação, de forma precisa e acessível. Esta simplifica o dia a dia, promove a eficiência e torna o local de trabalho num ambiente familiar. Pode-se definir gestão visual como a colocação visível de todas as ferramentas, peças, atividades e indicadores de desempenho do sistema de produção, de modo que a situação do processo possa ser facilmente percebido por todos os envolvidos (Marchwinski & Shook, 2006). Para Ortiz and Park (2011), o sistema de controlo visual fornece uma visão holística de todo o processo de produção e possibilita a gestão ativa do fluxo de produtos e informações. Os *5'S* são a chave para organização das áreas de trabalho relativas às existências de boas práticas de gestão visual e representam um elemento importante nesta gestão. Nesta abordagem os *5'S* apresentam um papel introdutório ao potencial do sistema de gestão visual. O uso desta ferramenta tem maior importância quando, por exemplo, se pretende sinalizar áreas para armazenamento de materiais e proceder à identificação visual dos mesmos. Para tal, pretende-se recorrer a esta ferramenta para tornar os processos mais eficientes e organizados.

Standard Work – Trabalho normalizado

A ferramenta que mais se enquadra em termos de resolução de problemas e definição do modo de execução das operações de trabalho é o *standard work* (Feng & Ballard, 2008). Este é constituído por um conjunto de procedimentos de trabalho que tem como objetivo estabelecer os melhores métodos e prossecuções para cada procedimento e para cada trabalhador. As operações devem ser seguidas de forma exata como estão definidas, não existindo margem para a improvisação (Marchwinski & Shook, 2006). Segundo Ferradás and Salonitis (2013), normalizar o trabalho significa atingir um estado de fluidez nas deslocações dos colaboradores que permite efetuar o trabalho em menor tempo possível e com qualidade, sendo as ferramentas *SMED* e *5'S* um caso especial do *standard work*. No caso dos *5'S*, o uso desta ferramenta encontra-se implícita quando se pretende normalizar as melhores práticas no local de trabalho. No fim da metodologia *SMED*, devem ser criadas normalizações de trabalho com o intuito de evitar desperdícios de tempo em deslocações e esperas. Estas servirão de igual modo para reduzir a variabilidade na de execução das tarefas.

2.2. *SMED*

Nesta seção é abordado o tema *SMED*, onde se pretende elencar a origem da metodologia, as fases de implementação e as vantagens desta. Para concluir são abordados exemplos de casos práticos de implementação *SMED*, onde se demonstra a contextualização dos casos e os resultados obtidos.

2.2.1. Origem da ferramenta SMED

A origem do conceito SMED data de 1950, tem sido concebida por Shigeo Shingo quase durante duas décadas. O desenvolvimento da metodologia ficou marcada por três importantes momentos da história da indústria japonesa (Shingo, 1985).

Em 1950, Shingo ainda consultor da *Japan Management Association*, foi convidado para desenvolver na *Toyo Kogyo's Mazda*, um projeto para redução de tempos de *setup* criados por três prensas de estampagem (Pellegrini *et al.*, 2012). Ao longo deste projeto, Shingo analisou o processo de troca de matrizes das prensas e constatou dois tipos de tarefas ou operações de *setup* que eram realizadas. Estas podiam ser divididas em operações internas e externas:

- Operações Internas ou *Internal Setup* (IED – *Internal Exchange of Die*) – definem-se como sendo operações que só podem ser realizadas com a máquina parada como, por exemplo, a colocação ou remoção de matrizes;
- Operações Externas ou *External Setup* (OED – *Outer Exchange of Die*) – definem-se como operações que podem e devem ser executadas enquanto a máquina se encontra em funcionamento como, por exemplo, o transporte das matrizes do armazém até à máquina.

Shingo desenvolveu o restante processo executando todas as possíveis atividades antes ou após a paragem da máquina. Com esta classificação, a eficiência foi aumentada em cerca 50% (Shingo, 1985).

Em 1957, em Hiroshima, Shingo foi chamado para investigar as operações de maquinagem dos moentes nos motores *Diesel* na *Mitsubishi Heavy Industries* no Japão. Analisando o processo produtivo que maquinava os moentes nos motores, a instalação de uma segunda mesa permitiu que as operações de centragem e dimensionamento da base dos motores não provocassem paragem da máquina e passassem a ser realizadas durante o funcionamento. Segundo Shingo (1985), esta implementação resultou num aumento de 40% na produtividade e representou a primeira tentativa bem-sucedida para converter atividades internas em externas.

Em 1969, as perceções obtidas por Shingo foram consolidadas treze anos depois na base da *Toyota Motor's Company*. De acordo com as sugestões e aplicação dos princípios relativos à distinção entre atividades internas e externas, conversão das atividades internas em externas e melhoria das tarefas de ambos os tipos de atividades, na *Toyota*, Shingo conseguiu diminuir o tempo de troca de ferramentas, correspondente a uma prensa, de quatro horas para três minutos (Shingo, 1985).

Com os resultados obtidos por Shingo ao longo de 19 anos, a metodologia SMED visa a racionalização das operações a realizar pelos operadores das máquinas e trocas rápidas de ferramentas, apontando para tempos de preparação ou *setup* inferiores a 10 minutos (Shingo, 1985).

2.2.2. Implementação SMED

Para facilitar a análise e a aplicação da metodologia SMED, no que respeita a abordagem científica de redução de tempos de *setup*, serão considerados os estágios conceituais da metodologia. De acordo com Shingo (1985), estes são divididos em quatro estágios como sintetizado na Figura 2. Pela análise bibliografia efetuada, existem autores que englobam técnicas na abordagem dos diferentes estágios. Como tal, são abordadas algumas técnicas para suporte destes.



Figura 2 – Estágios de implementação da metodologia SMED. Adaptado de Shingo (1985)

No estágio preliminar deve ser efetuada uma análise à situação atual do processo em estudo. Neste estágio deve igualmente ser recolhida toda a informação do processo, respetivas operações de *setup* e medição dos tempos associados. Neste enquadramento, todas as ideias devem ser recolhidas conjuntamente com os operadores dos equipamentos, pois são estes os colaboradores da empresa que mais conhecem o processo produtivo, devendo estar igualmente enquadrados e envolvidos no estudo. Para esta abordagem, Méndez and Rodríguez (2016) fizeram uso da teoria das restrições para verificação do processo de estrangulamento no sistema produtivo. Desta forma, segundo os autores, a prioridade das ações direciona-se à máquina ou processo que limita a capacidade produtiva do sistema.

No primeiro estágio, devem ser separadas e organizadas todas as operações internas e externas. A partir desta separação e classificação das operações realizadas identificam-se de oportunidades de melhoria. Os autores Lv, Zhang, Jiang, and Wang (2015) propuseram a utilização do mapeamento de fluxo de valor aplicado ao processo de *setup*. Segundo estes, o mapeamento de fluxo permite uma análise mais aprofundada do que a simples verificação de uma lista de operações internas e externas proposto por Shingo (1985) pois, o fluxo de valor permite visualizar outros desperdícios no processo de *setup*.

Segue-se o segundo estágio, cujo objetivo consiste na transformação de operações de *setup* interno para *setup* externo, através da adoção de melhores práticas e meios que possibilitem essa conversão. Importante reter duas noções: Reinspeccionar todas as operações, verificando se algum dos passos foi incorretamente assumido como interno e com isto obter soluções para converter estes passos em atividades externas. As operações executadas como atividades internas podem ser convertidas externas por análise profunda das suas funções efetivas.

Por último, o terceiro estágio da metodologia, tem como objetivo a melhoria contínua das operações externas, permitindo a redução dos tempos de execução destas, tornando-as igualmente mais fáceis e seguras. É neste estágio que existe maior liberdade para implementação de ferramentas de análise. Os autores Bevilacqua, Ciarapica, Sanctis, Mazzuto, and Paciarotti (2015) utilizaram o diagrama *Spaguetti*, com o objetivo de identificar os movimentos realizados pelos operadores durante o *setup*, verificando assim, deslocações desnecessárias, ou que possam de certo modo serem transferidas para *setups* externos, com a premissa de analisar problemas em relação ao *layout*. Por outro lado, Singh and Khanduja (2010) desenvolveram a mudança de

referência *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), conhecido em português como o diagrama de causa efeito. Este método é criado “passo a passo” em processos, produtos e serviços, mas principalmente aplicado em processos complexos. Segundo o autor, através da identificação dos riscos e da definição das medidas a serem tomadas, caso aconteçam ocorrências, estas minimizam as tomadas de decisão inesperadas, reduzindo os custos associados, possibilitando ainda o estímulo para o trabalho em equipe.

2.2.3. Vantagens da implementação SMED

Com base nos trabalhos desenvolvidos por Shingo é possível reconhecer os principais benefícios que emergem da implementação da metodologia SMED. As vantagens que daqui advêm podem ser classificadas como sendo vantagens diretas ou indiretas, como referem os autores Moreira and Pais (2011). Seguidamente são apresentadas na Tabela 3 as vantagens referidas pelos mesmos:

Tabela 3 – Vantagem da metodologia SMED. Adaptado de Moreira and Pais (2011)

Vantagens Diretas:	Vantagens Indiretas:
✓ Redução do tempo de <i>setup</i> ;	✓ Redução de <i>Stocks</i> ;
✓ Redução do tempo de ajustes;	✓ Aumento da fiabilidade da produção;
✓ Redução de erros;	✓ Padronização das operações.
✓ Aumento da qualidade do produto;	
✓ Aumento de segurança.	

Como resultado das vantagens apresentadas, Karam, Liviu, Cristina, and Radu (2018), mencionam que os ganhos económicos associados à implementação do SMED podem ser observados em diferentes perspetivas. Como tal, a implementação adequada do sistema de melhoria pode representar um fator importante, como por exemplo na diminuição de custo de mão- de -obra e de gestão. A partir da gestão de lotes e na diminuição e flexibilização das dimensões destes, pretende-se garantir o fluxo do produto na área de fabricação. Deste modo torna-se possível responder de forma mais rápida e eficaz às variações do mercado, produzindo em função das encomendas com preços mais competitivos. Os autores referem que o benefício do aumento da disponibilidade do equipamento por diminuição do tempo de inatividade, permite aumentar o indicador da eficiência global do equipamento (OEE – *Overall Equipment Effectiveness*) (Karam *et al.*, 2018).

Com o esquema da Figura 3, Pinto (2009) pretende demonstrar como a metodologia SMED é capaz de aumentar eficazmente a disponibilidade dos equipamentos, possibilitando alcançar uma produção distinta com *lead times* ou tempos de entrega reduzidos.

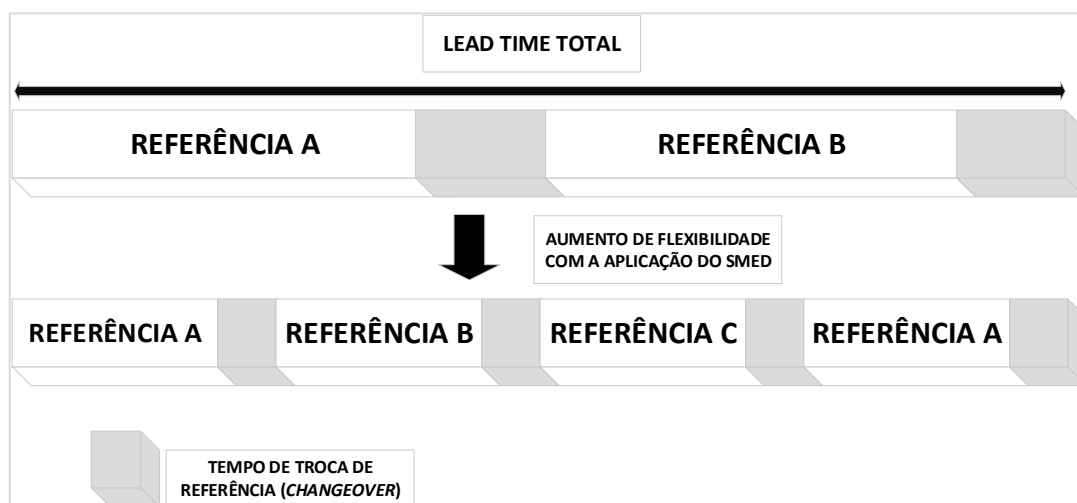


Figura 3 – Disponibilidade do equipamento com a metodologia SMED (Pinto, 2009)

2.2.4. Casos de implementação SMED

Nesta subsecção são apresentados exemplos de casos de implementação da metodologia SMED. Pela escassez de exemplos durante o processo de investigação, nomeadamente no setor Têxtil-Cordoaria, são também incluídos alguns exemplos em diversas áreas. Na Tabela 4 é apresentado um resumo de casos de implementação SMED.

Tabela 4 – Revisão bibliográfica de casos de implementação SMED

Referências bibliográficas	Descrição do trabalho
(Timasani <i>et al.</i> , 2011)	Este exemplo de implementação SMED foi realizado numa linha de maquinaria CNC de uma empresa da área de componentes eletrónicos. Os principais fatores de motivação deste estudo consistiram na necessidade de aumentar a produtividade e variedade de produtos. A melhoria implementada refere-se à criação de um sistema de mudança rápida de fixação. Para esta mudança rápida de grampos, os operadores utilizavam buchas de torno convencionais e substituíam toda a bucha consoante a variação da geometria do produto a fixar. Com a aplicação deste novo sistema, foi possível a fixação de vários produtos na mesma bucha, o que permitiu reduzir o tempo de 108 min para 16 min, apresentando uma redução de <i>setup</i> em cerca de 85%. O benefício económico obtido foi de 7100€/ano.
(Ibrahim <i>et al.</i> , 2015)	Trabalho realizado numa linha de estampagem de uma empresa têxtil. Os autores pretendiam demonstrar o benefício da ferramenta SMED na eliminação de tempos de <i>setup</i> . Ao longo da iniciativa, a ferramenta foi introduzida para melhorar o processo demorado da troca do molde de estampagem. Foram analisados e avaliados dados, levando à conversão de algumas atividades internas em atividades externas, bem como ao auxílio de um gabarito para alinhamento do molde e a criação de um novo sistema para auxiliar as configurações de pressão na máquina. Com a implementação do novo sistema o tempo de troca foi reduzido significativamente em 25,62% (de 300 para 223 min).

Referências bibliográficas	Descrição do trabalho
(Ferradás & Salonitis, 2013)	Resultados igualmente positivos foram alcançados numa empresa do setor automóvel dedicada à soldadura de peças. O trabalho envolveu uma equipa e alocação de funções e responsabilidades específicas a cada operador. Na primeira análise efetuada, os autores referem uma diminuição da disponibilidade dos equipamentos pelo facto de existir em média entre 100 e 124 mudanças de ferramenta por mês com um tempo de troca superior a 15 min. Com a implementação da metodologia SMED, o trabalho externo foi separado do trabalho interno. Para conversão do trabalho interno em externo foi efetuada a padronização de ferramentas e uso de gabaritos. Foram ainda efetuados ajustes nas ferramentas para reduzir o tempo de trabalho interno. O tempo de <i>setup</i> foi reduzido em 33% com uma poupança de custos a rondar os 13200€/ano.
(Almomani <i>et al.</i> , 2013)	Este caso de estudo aborda a implementação SMED numa linha de extrusão de tubos/perfis de PVC, pretendendo-se demonstrar que a redução no tempo de preparação permite aumentar a produtividade e flexibilidade. A mudança rápida implementada consistiu na criação de um sistema de pré-aquecimento da matriz por infravermelhos e uma prensa hidráulica para fixação da matriz à extrusora. Na possibilidade de alternar a produção de tubos para perfis foi criado um sistema de rolos com trilhos que permitiu deslocar a extrusora para o início da linha de produção. O tempo necessário para a troca da matriz e mudança de produtos antes da melhoria era de 145 min, realizada uma única vez por dia. Após a implementação do novo sistema obteve-se uma redução de 130 para 34 min na troca da matriz e de 15 para 7 min na mudança de produtos (tubos ou perfis). Com a implementação da melhoria aplicada à matriz, obteve-se uma redução no tempo <i>setup</i> de 73,8%. Os benefícios apresentados incluem a flexibilidade da linha de produção e a capacidade da empresa de trocar matrizes ou alternar a produção (tubos ou perfis) duas vezes por dia.
(Ferreira <i>et al.</i> , 2019)	Foi realizado um estudo numa empresa multinacional relacionada com a produção de peças para a indústria automóvel. Foi necessário implementar indicadores de desempenho para dar resposta a um modelo de gestão de peças e equipamentos na área da manutenção. As mudanças implicaram aplicação de ferramentas <i>Lean</i> , com o objetivo de melhorar procedimentos e fluxos de informações. O sistema de gestão de peças para reposição foi validado com o objetivo de otimizar o espaço do armazém de forma a baixar o nível de <i>stock</i> , sem comprometer os equipamentos da produção. Foi aplicada a metodologia SMED, que permitiu reduzir o tempo de preparação em 11%, e a ferramenta 5'S para organizar as atividades de mudança de produção. Com a aplicação destas ferramentas obteve-se um aumento do OEE em mais de 90%.
(Brito <i>et al.</i> , 2017)	O objetivo deste estudo foi provar que existe a possibilidade de reduzir o tempo de preparação e melhorar as condições ergonômicas simultaneamente. Esta pesquisa ocorreu numa área de produção de tornos numa fábrica metalúrgica, na qual existiam inúmeras queixas dos trabalhadores devido a dores no ombro, devido a posturas incorretas e elevados esforços nas tarefas manuais. Além disso, o tempo de <i>setup</i> era elevado (105 min) causando problemas de produtividade e atrasos nas entregas aos clientes. Com a ferramenta SMED e a melhoria das condições ergonômicas, o tempo de <i>setup</i> foi reduzido em 46%.

Referências bibliográficas	Descrição do trabalho
(Monteiro <i>et al.</i> , 2019)	Num projeto de uma empresa de metalurgia foram identificadas várias áreas com oportunidades de melhoria. O estudo aborda a eliminação de desperdícios e o aumento da produtividade no setor de maquinagem da empresa. Para esse efeito, os principais processos foram identificados e mapeados usando fluxogramas e VSM (<i>Value Stream Mapping</i>). As melhorias alcançadas envolveram a diminuição dos tempos de <i>setup</i> , recorrendo à ferramenta SMED. Estes foram reduzidos em 40% na fresadora vertical e 57% na fresadora horizontal.
(Rosa <i>et al.</i> , 2017)	Um trabalho realizado no âmbito da indústria automóvel teve como objetivo a redução dos tempos de <i>setup</i> das linhas de montagem de cabos de comando metálicos. Para a realização do estudo foi utilizada a metodologia SMED aliada a outras ferramentas <i>Lean</i> . Após a implementação das soluções de melhoria, obteve-se uma redução no tempo de <i>setup</i> semanal de aproximadamente 58,3% (210 min), o que permitiu um aumento da disponibilidade da linha de montagem e da capacidade produtiva. Foram ainda implementadas melhorias na organização e identificação de ferramentas, na reorganização de tarefas internas e externas, ficheiros de <i>setup</i> detalhados, gestão visual e formação dos operadores que passaram a executar eles próprios o <i>setup</i> nos seus postos de trabalho.

Os exemplos expostos na Tabela 4, conseguem comprovar adaptabilidade da metodologia em diferentes tipos de indústria. Na análise efetuada de cada exemplo descrito é possível observar diminuições de tempos de *setup* resultantes de simples reorganizações de espaços de trabalho e/ou de ferramentas. Foram considerados em alguns casos a existência de transformações de operações de *setup* interno para *setup* externo. Para além da redução de custo e aumento da produtividade, uma vantagem relevante é poder aumentar o indicador de eficiência global do equipamento (OEE) pelo aumento da disponibilidade deste.

2.3. 5'S

A secção aborda o tema 5'S, no qual pretende apresentar a origem da metodologia, a implementação dos sentidos (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke*) e as vantagens desta. Para concluir são referidos exemplos de casos de implementação 5'S, onde se efetua o contexto do caso e apresentam-se os resultados obtidos.

2.3.1. Origem da ferramenta 5'S

A origem mais remota da histórica dos 5'S é essencialmente baseada nos princípios do Xintoísmo, Budismo (autodisciplina) e Confucionismo (ordem), estando estes relacionados com a cultura japonesa (Randhawa & Ahuja, 2017). A metodologia 5'S é uma ferramenta da melhoria contínua, desenvolvida no Japão baseando-se em cinco etapas cujas iniciais são apresentadas pela letra "S". O método nasce logo após a segunda guerra mundial, por volta do ano 1950, tendo sido desenvolvido pela primeira vez por Hiroyuki Hirano (Patel & Thakkar, 2014a). Inclui cinco palavras *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke*, que significam Utilização, Organização, Limpeza, Padronização e Disciplina. Na década de 50, esta metodologia fez parte do esforço da reconstrução do país, tendo surgido nas indústrias, contribuindo para a qualidade dos produtos de fabrico japonês. O método é uma das ferramentas do pensamento *Lean*, que se rege na procura de

disciplina e rigor no trabalho, com vista a identificar problemas de uma forma ágil que permita uma resolução rápida e que gera oportunidades para futuras melhorias. A metodologia está incluída no “*Kaizen*”, que significa “mudar para melhor”. Esta permite a melhoria da eficiência e produtividade, assentando num programa estruturado para alcançar sistematicamente a organização e padronização no local de trabalho. Os 5’S têm como objetivo reduzir o desperdício de matérias-primas e espaço com o intuito de aumentar a eficiência organizacional (Falkowski & Kitowski, 2007).

2.3.2. Implementação dos sentidos 5’S

A maioria das organizações, atualmente tem cada vez mais interesse nesta metodologia. A base de toda esta adesão deve-se ao facto de ser um método simples, com conceitos eficazes e que proporcionam benefícios para as organizações, contudo difícil de se respeitar. O sucesso desta depende do rigor e empenho dos colaboradores. Assim, nesta perspetiva, são apresentados os sentidos que constituem esta metodologia.

Senso de Utilização – *Seiri*

O *Seiri* representa o senso de utilização de materiais, estando estes disponíveis no local de trabalho devem ser classificados como necessários ou desnecessários (Korkut *et al.*, 2009). Através dessa classificação, podem ser identificadas as matérias primas, ferramentas, equipamentos e informações necessárias para a realização das tarefas (Khedkar *et al.*, 2012). Os materiais devem ser ainda classificados como de uso frequente e não frequente, proporcionando menos riscos e desorganização no processo produtivo (Lingareddy *et al.*, 2008).

Senso de Organização – *Seiton*

O senso *Seiton* procura preparar tudo o que é necessário de uma forma organizada e sistemática, para que os materiais possam ser facilmente retirados e devolvidos ao local original após o uso (Kumar & Kumar, 2012). Este senso permite formar um local de trabalho regular, evitando a perda de tempo na procura de materiais e assim melhorar a eficiência. O objetivo é minimizar o número de movimentos que um trabalhador deve executar durante a operação (Milosevic *et al.*, 2013). Especialmente importante é a visualização do local de trabalho como por exemplo, pintar o chão ajuda a identificar os locais de armazenamento de cada material ou meios de transporte, desenhos coloridos com o formato das ferramentas possibilitam a sua rápida arrumação. As etiquetas permitem identificar o material, peças sobressalentes ou documentos (Khedkar *et al.*, 2012). As ferramentas, equipamentos e materiais devem sistematicamente ser organizados para facilitar o acesso a estes de uma forma eficiente. Deve existir um lugar para tudo e tudo deve estar no seu lugar (Lingareddy *et al.*, 2008).

Senso de Limpeza – *Seiso*

Seiso indica, que para realizar tarefas eficazes é necessário essencial criar um ambiente de trabalho limpo e regular. Isso ocorre porque sujidade e resíduos são fonte de desorganização, indisciplina, ineficiência, produção defeituosa e acidentes de trabalho (Rojasra & Qureshi, 2013a). Os trabalhos de limpeza devem ser uma atividade diária. Para ajudar a identificar o chão de fábrica sem sujidade, geralmente é pintado com cores brilhantes, permitindo que estas aprimorem as fontes de luz dentro da planta fabril (Milosevic *et al.*, 2013).

Senso de Normalização – *Seiketsu*

Após a implementação do *Seiri*, *Seiton* e *Seiso* é necessário aplicar, na cultura da organização, valores e normas de comportamento. Devem ser estabelecidos padrões de melhores práticas no local de trabalho e garantir que estas sejam aplicadas, para manter padronizado o que foi conquistado (Sorooshian *et al.*, 2012). Deve-se trabalhar e implementar padrões na forma de procedimentos e instruções que permitam manter os locais de trabalho limpos e arrumados. As instruções devem ser muito claras e fáceis de entender (Rojasra & Qureshi, 2013a). Os trabalhadores sabem exatamente as responsabilidades e as tarefas que fazem parte das rotinas de trabalho. Posteriormente, passados alguns períodos, devem ser escolhidas as melhores práticas para avaliar o que foi implementado (Milosevic *et al.*, 2013).

Senso de Autodisciplina – *Shitsuke*

O último senso, tem como objetivo principal manter e controlar a disciplina dos trabalhadores para que o programa dos 5'S não seja desrespeitado, e, contudo, seja aplicado de uma forma contínua (Kumar & Kumar, 2012). Em muitos casos são atribuídos programas rotineiros de inepção com periodicidades e cabe à respectiva gerência supervisionar o cumprimento dos mesmos. Essa inspeção é executada através da ajuda da chamada “lista de verificação” que serve para estimar o valor do local de trabalho. A inspeção deve ser executada uma vez por mês pela equipa responsável do *Shitsuke*, estes não devem ser vistos como fiscais, mas como facilitadores no processo de formar e tornar este pensamento uma filosofia de vida e de trabalho (Szewieczek & Michalska, 2007).

2.3.3. Benefícios da implementação 5'S

Numa abordagem aos 5'S, os autores Patel and Thakkar (2014a) referem os benefícios dos sentidos quando implementados de forma sistemática. Na Tabela 5 são apresentados os benefícios correspondentes a cada etapa dos 5'S.

Tabela 5 – Benefícios da implementação das etapas dos 5'S (Patel & Thakkar, 2014a)

Sensos	Benefícios
Seiri – Utilização	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Melhoria do processo pela redução de custos; ✓ Diminuição de stocks; ✓ Melhor uso da área de trabalho; ✓ Prevenção de perda de ferramentas.
Seiton – Organização	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Melhoria do processo (aumento da eficácia e eficiência); ✓ Diminuição do tempo na procura de objetos; ✓ Aumento da segurança.
Seiso – Limpeza	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aumento da eficiência das máquinas; ✓ Facilidade na manutenção dos equipamentos; ✓ Manutenção do local de trabalho limpo e fácil de verificar; ✓ Rápida informação de danos (ou potenciais fontes de danos); ✓ Melhoria do ambiente de trabalho; ✓ Eliminação de causas de acidentes.
Seiketsu – Normalização	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aumento da segurança e redução da poluição industrial; ✓ Implementação dos procedimentos definindo por um plano de ação.
Shitsuke – Autodisciplina	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aumento da consciencialização e da moral; ✓ Diminuição da quantidade de erros resultantes da falta de atenção;

Sensos	Benefícios
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Procedimentos de acordo com as decisões; ✓ Melhoria dos processos de comunicação interna; ✓ Melhoria das relações interpessoais.

Os mesmos autores Patel and Thakkar (2014a) referem que a implementação e execução bem-sucedida dos princípios dos 5'S trazem diversas vantagens tais como:

- Simplicidade e compreensão por todos porque requer apenas conhecimento dos conceitos de disciplina e compromisso. Esta prática pode ser implementada a todos os níveis;
- Promoção de espírito de equipa, disciplina e aumento do sentido de responsabilidade e compaixão pela empresa;
- Criação de ambientes de trabalho limpos e organizados, assegurando uma vista agradável para a visita de clientes, ajudando, assim, a promover novos negócios;
- O empenho contínuo entre gestão e envolvimento é o pilar de todos os colaboradores para a implementação bem-sucedida das práticas do método;
- Apresentam uma necessidade contínua para manter um excelente nível de serviço;
- As auditorias Internas normalmente fazem com que a qualidade e eficácia do serviço prestado aos clientes seja sempre melhorada;
- As atividades são planeadas e as auditorias contínuas ajudam a preparar os funcionários para as verdadeiras auditorias 5'S de modo a obter e manter a certificação do método.

A partir das vantagens enunciadas, os 5'S conseguem envolver comportamentos de auto-organização, tratando-se sobretudo um processo que deve envolver todos as pessoas de uma organização, onde se deve mudar hábitos e atitudes terminando com comportamentos adversos, favorecendo a mudança e a melhoria contínua.

2.3.4. Casos de implementação 5'S

Nesta subsecção são apresentados exemplos de casos de implementação da metodologia 5'S. Pelos mesmos motivos abordados anteriormente na subsecção 2.2.4, são apresentados exemplos em diferentes áreas. Na Tabela 6 é apresentado um resumo de casos de implementação 5'S.

Tabela 6 – Revisão bibliográfica de casos de implementação 5'S

Referências bibliográficas	Descrição do trabalho
(Ashraf <i>et al.</i> , 2017)	Este caso de estudo foi realizado numa indústria de alimentos e bebidas no Bangladeche. Este trabalho implementa a metodologia 5'S num ambiente de produção industrial de alimentos e bebidas. Inicialmente o sistema foi analisado e foram encontradas incoerências em diferentes áreas. As propostas de melhoria foram implementadas ao longo de meses. Um grande esforço foi realizado na organização de espaços e na eliminação de materiais desnecessários, sendo que desta forma foi economizada uma área significativa. Essa gestão de espaço resultou numa economia mensal de aproximadamente 400€. Desenvolveram-se listas de verificação para avaliar os resultados após a implementação. Os resultados obtidos foram considerados satisfatórios dado que a produtividade teve um aumento de 59500 produtos para 82498 o que se refletiu num aumento em cerca de 36,85%. Analisando por comparação os produtos rejeitados, a taxa passou de 19,4% para 13,3%, implicando uma redução de produtos rejeitados em cerca de 6,1%.

Referências bibliográficas	Descrição do trabalho
(Neves <i>et al.</i> , 2018)	Este exemplo de implementação da metodologia 5'S ocorreu numa linha de teares de uma empresa do setor têxtil. O autor refere que uma das causas que induziu a não conformidade no departamento de tecelagem foi a falta de organização, nomeadamente na organização de fios de urdidura. Estes eram armazenados num local não adequado para essa finalidade. Esta situação surgiu devido ao processo inadequado da área de trabalho. Foram reorganizados espaços por implementação de um novo <i>layout</i> , foi efetuado um ajuste da carga de trabalho entre os setores e foram executadas manutenções preventivas nos equipamentos. As ações realizadas neste trabalho permitiram economizar quatro horas por operador semanalmente, o que corresponde a um ganho de 10% do tempo disponível por semana.
(Patel & Thakkar, 2014b)	O trabalho de pesquisa foi realizado para aplicar a metodologia 5'S para resolução de problemas numa indústria de cerâmica. Este trabalho teve como objetivo o aumento da eficiência de todos os processos e eliminar desperdícios na empresa. A implementação foi realizada no departamento de armazenamento e no departamento de isoladores. Após a implementação do método foi elaborado um painel, usado para avaliar os principais indicadores de desempenho nomeadamente, segurança, qualidade, produtividade, absentismo e quebras de produtividade no departamento de isoladores. Com esta implementação houve uma melhoria na utilização do espaço com uma economia de 12,91% metros quadrados no departamento de armazenamento. Com isto obteve-se uma redução de transporte de materiais e dos movimentos dos funcionários. A segurança, o aumento de produtividade, a melhoria do sistema de inventário, a limpeza e manutenção dos equipamentos, entre outras melhorias contribuíram para uma melhor eficiência no sistema produtivo, melhorando indiretamente a moral dos funcionários com a melhoria do ambiente de trabalho.
(Oliveira <i>et al.</i> , 2020)	Este estudo realizou-se numa empresa de componentes eletrónicos para automóveis. Os autores referem que o estudo ocorreu devido à diminuição da procura dos clientes. Os volumes produzidos também diminuíram e provocaram o aparecimento de desperdícios relacionados com excesso de ocupação, células de trabalho desequilibradas, excesso de produção, folhas de gamas operatórias desatualizadas e estrangulamentos na produção, ou seja, atividades que não agregam valor. A proposta de melhoria consistiu na reconfiguração do <i>layout</i> por implementação de 5'S e gestão visual, para duas linhas de montagem finais. O objetivo foi adaptar fisicamente as linhas aos volumes reais de produção e eliminar os desperdícios existentes. A proposta apresentou ganhos muito positivos para a empresa, nomeadamente, na libertação de 22% do espaço ocupado pelas linhas de produção e uma redução no número de operadores. Este impacto criou um aumento de 50% na produtividade para cada uma das linhas e um aumento na taxa de utilização 23% para a linha 1 e 13% para a linha 2. No total, os ganhos monetários associados a essas melhorias foram, aproximadamente, de 125.600 unidades monetárias por ano.
(Kakkar <i>et al.</i> , 2015)	Este trabalho foi realizado numa empresa de fabrico de chapas metálicas, onde existem processos tais como corte, prensagem e solda. Utilizando o conceito dos 5'S e de melhoria contínua foi possível a reestruturação do espaço fabril, incluindo igualmente a zona destinada aos desperdícios. Houve igualmente a criação de carrinhos de transporte de material que reduziu drasticamente os esforços manuais a realizar pelos operadores. No final, a produtividade da empresa aumentou em cerca de 91%.

Referências bibliográficas	Descrição do trabalho
(Ginting <i>et al.</i> , 2020)	O objetivo deste estudo consistiu em aumentar a eficiência no serviço de uma corporação de bombeiros. Através da implementação dos 5'S, com reestruturação do <i>layout</i> e reorganização dos locais de armazenamento de material, o tempo perdido na procura de ferramentas/utensílios essenciais para a atividade dos bombeiros foi reduzido em aproximadamente 33%. Para além disso, como trabalho futuro recomenda-se a instalação da aplicação <i>Google Maps</i> em todos os camiões de bombeiros, de forma a diminuir a demora na atuação aos diferentes problemas.
(Rojasra & Qureshi, 2013b)	Este trabalho aborda a implementação da metodologia 5'S numa empresa de fabrico de plásticos. Entre as várias técnicas disponíveis de produção <i>Lean</i> , o 5'S ofereceu um bom potencial para a melhoria dos processos. Foi realizado um estudo durante dez semanas na empresa. Os resultados após a implementação dos 5'S indicaram que a eficiência do sistema produtivo melhorou de 67% para 88,8%.
(Rizkya <i>et al.</i> , 2019)	Este estudo relata a aplicação da metodologia 5'S numa empresa de soldadura, onde se destaca a contribuição significativa da implementação para o progresso organizacional, tanto em termos de qualidade, produtividade e segurança no trabalho. É uma empresa pequena que geralmente possui uma área de trabalho limitada. O armazenamento de ferramentas e materiais em locais inapropriados contribuíam para o aumento das deslocações e do tempo de procura destes, provocando atrasos no processo. Durante a implementação da metodologia na oficina de soldadura foi possível adquirir estantes e prateleiras para organização e identificação de ferramentas/materiais utilizados diariamente. Após a implementação obteve-se uma redução na atividade de procura em 18,75% e na distância percorrida de 11,20%.

Os exemplos apresentados Tabela 6, comprovam a transversalidade da metodologia em diferentes tipos de indústria. Na síntese efetuada de cada exemplo descrito é possível observar a diminuição de tempos e aumento dos espaços por reorganização de *layouts* e gestão visual. Em alguns casos obtiveram-se aumentos de produtividade e ganhos monetários. Para além da abordagem quantitativa efetuada, foram apresentados outros aspetos relevantes como por exemplo, a segurança e limpeza contribuíram para a melhoria do processo e do ambiente de trabalho.

2.4. Evolução do SMED e 5'S

Neste estudo, foi desenvolvido um mapeamento sistemático da literatura, de natureza aplicada e com objetivos de carácter exploratório, através de um levantamento quantitativo da publicação de conferências e artigos publicados em revistas académicas que tratam os temas SMED e 5'S. Este mapeamento segue as diretrizes exploratórias do repositório científico *B-ON* (B-on, 2020). Pretende-se demonstrar a evolução dos documentos publicados em cada ano, no período temporal de 2010 a 2019. Seguidamente, são apresentadas as etapas de planeamento e condução do mapeamento.

Para este estudo foi definida uma questão principal ao qual se propõe responder: «*Como tem evoluído o conceito SMED e 5'S ao longo dos anos?*»

Para efetuar a pesquisa foi necessário criar duas *strings* na *B-ON* com um conjunto de palavras chave. Em primeiro lugar foram definidas as palavras chaves para os conceitos (SMED e 5'S) e posteriormente criou-se uma combinação destas. As palavras chaves definidas para o primeiro

conceito foram, “*single minute exchange of die*” e “*smed*” e para o segundo respetivamente “*5S program*” e “*5S*”. A designação TI refere que a pesquisa é efetuada no título do documento, e SU refere-se aos termos do assunto. A combinação destes criam a função de pesquisa. Esta duas *strings* podem ser visualizadas na Tabela 7.

Tabela 7 – *Strings* de pesquisa científica

<i>String</i> de pesquisa SMED:	TI <i>single minute exchange of die</i> OR TI <i>smed</i> OR SU <i>smed</i>
<i>String</i> de pesquisa 5’S:	TI <i>5S program</i> OR TI <i>5S</i> OR SU <i>5S program</i> OR SU <i>5S</i>

Para melhorar os resultados obtidos, foram definidos os critérios de seleção da pesquisa. Foram considerados os seguintes critérios de inclusão: 1- os estudos devem descrever pesquisas referentes as palavras chave mencionadas anteriormente; 2- os estudos devem estar escritos em inglês ou português; 3- os estudos devem apresentar palavras da *string* de procura no título ou *abstract*; 4- os estudos devem ser publicações dos últimos 10 anos.

Foram adotados os seguintes critérios de exclusão: 1- estudos que fogem das áreas de pesquisa; 2- estudos publicados anteriormente a 2010; 3- estudos repetidos ou que tenham conteúdos similares; 5- estudos em que os termos do assunto não estejam acessíveis.

Seguidamente são apresentados os resultados do mapeamento sistemático.

Na Tabela 8 são apresentados os dados quantitativos das pesquisas realizadas para o conceito SMED.

Tabela 8 – Critérios de inclusão e exclusão na pesquisa de documentos SMED (B-on, 2020)

Ano	Critério de inclusão		Critério de exclusão	
	Revistas académicas	Materiais de conferência	Revistas académicas	Materiais de conferência
2010	42	15	21	8
2011	38	19	23	10
2012	44	24	22	13
2013	42	21	28	12
2014	56	31	34	17
2015	51	29	37	16
2016	59	33	35	20
2017	68	29	43	17
2018	71	28	58	21
2019	74	30	65	24
Total	542	259	366	158

No período de 10 anos pelo critério de inclusão foram obtidos 542 revistas académicas e 259 documentos de conferências. Pela aplicação dos critérios de exclusão houve uma atenuação de 176 revistas académicas e de 101 documentos de conferências. Pela análise do gráfico da Figura 4 após aplicação do critério de exclusão, a linha de tendência segue uma evolução positiva e progressiva, o que significa que o número de documentos inseridos de revistas académicas tem vindo a aumentar, contudo, o número de documentos de conferências apresenta um crescimento ténue. De referir que nos últimos dois anos existiu um crescimento superior face aquilo que seria a tendência normal do número de documentos inseridos de revistas académicas. Conclui-se de modo geral que o conceito SMED segue um crescimento consistente para o período em análise.

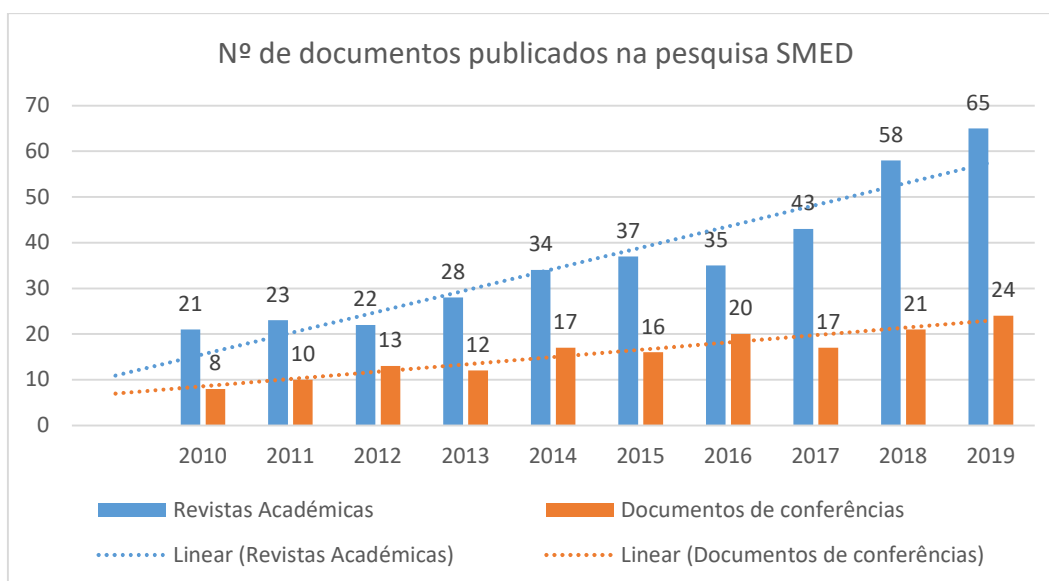


Figura 4 – Número de documentos obtidos na pesquisa SMED

Na Tabela 9 estão representados os dados que constituem as pesquisas realizadas para o conceito 5'S.

Tabela 9 – Critérios de inclusão e exclusão na pesquisa de documentos 5'S (B-on, 2020)

Ano	Critério de inclusão		Critério de exclusão	
	Revistas acadêmicas	Materiais de conferência	Revistas acadêmicas	Materiais de conferência
2010	31	10	17	7
2011	29	14	19	9
2012	36	12	21	6
2013	39	12	20	8
2014	41	10	26	6
2015	40	13	24	9
2016	44	11	34	7
2017	53	17	29	10
2018	59	19	27	11
2019	67	26	41	13
Total	439	144	268	86

O critério de inclusão para o período compreendido entre 2010 e 2019 permitiu encontrar um total de 439 revistas acadêmicas e 144 documentos provenientes de conferências. Por aplicação dos critérios de exclusão obteve-se uma redução no total de 171 revistas acadêmicas e 58 documentos de conferências. Pela análise gráfica da Figura 5 após o critério de exclusão, percebe-se que existe um aumento gradual do número de revistas acadêmicas publicadas anualmente, mas por outro lado, os documentos provenientes de conferências tendem a ter um aumento pouco significativo. Conclui-se que a inserção de documentos para o conceito 5'S apresenta uma tendência crescente e consistente para o período em análise.

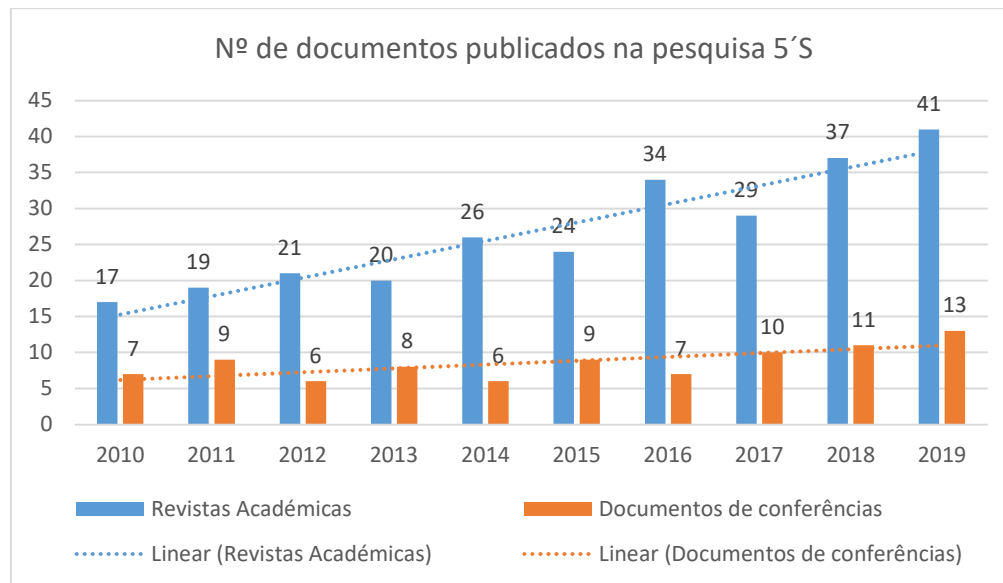


Figura 5 – Número de documentos obtidos na pesquisa 5'S

2.5. Lean Safety

As premissas básicas do Lean oferecem algumas possibilidades para melhorar ainda mais a segurança. Uma gestão de segurança tem como objetivo a eliminação do risco, sendo que para isso requer processos dinâmicos e proativos. Essa gestão estabelece conceitos que se enquadram com a filosofia da melhoria contínua (Silveira *et al.*, 2019).

Existem ferramentas *Lean* (5'S, SMED, *Visual Management* e outras) para identificar oportunidades de melhoria e sustentar as mesmas. Deste modo, o conceito *Lean* pode distintamente estabelecer uma ligação com a segurança. As ferramentas apresentam impacto na segurança ocupacional, uma vez que a sua aplicação reduz a possibilidade de ocorrência de acidentes de trabalho.

As estratégias *Lean* incentivam à redução de material na área de trabalho, proporcionando um local ordenado, limpo e com fluxo de trabalho sistemático. Assim sendo, pode-se esperar que as normalizações dos processos produtivos garantam um ambiente de trabalho mais seguro (Nahmens & Ikuma, 2009).

Do ponto de vista dos trabalhadores, a consideração de questões ergonômicas relacionadas com o *design* do posto de trabalho, como acesso a materiais, equipamentos, ferramentas e comunicação entre trabalhadores, é decisivo para a segurança dos colaboradores (Fiore, 2019). Do mesmo modo, Arezes, Dinis-Carvalho, and Alves (2015a) referem que muitos investigadores ao defenderem a implementação do *Lean*, promovem o envolvimento das pessoas, estabelecendo com estas uma ligação com a ergonomia e a segurança.

Para Howell, Ballard, Abdelhamid, and Mitropoulos (2002), a perda ou lesão dos trabalhadores e a consequente rutura no progresso do trabalho representam o desperdício no desempenho. Os autores defendem que minimizar o desperdício e melhorar continuamente é resultado da combinação entre *Lean* e segurança.

Um projeto apresentado por Prakash (2010), relata alguns problemas encontrados na indústria da construção. Estes incluem a falta de comunicação entre equipas de trabalho, falta de

documentação, deficiência na tomada de decisões e iterações negativas durante o projeto. Para Mitropoulos, Abdelhamid, and Howell (2005), um sistema de trabalho precisa ser desenvolvido para alcançar altos níveis de produtividade e segurança.

Nahmens and Ikuma (2009) durante um trabalho de pesquisa questionaram se a implementação dos princípios *Lean* resultaria em maior segurança. Por outro lado, Main, Taubitz, and Wood (2008) afirmam a importância de demonstrar que os conceitos de segurança e *Lean* precisam ser abordados simultaneamente.

O pensamento *Lean* sugere que as atividades realizadas para promover a segurança e a saúde ocupacional possam ser melhoradas, os resíduos produzidos ou gerados consigam ser identificados e removidos, e os impactos negativos no fluxo do processo possam ser minimizados. Como todos os incidentes de segurança implicam desperdício de tempo e recursos, o *Lean* e a segurança têm um terreno comum na minimização de desperdícios e riscos (Prakash, 2010).

Prakash (2010) apresenta na Figura 6 uma relação comum que pode ser identificado entre quatro elementos. A relação é definida por dependência de *Lean*, *Safety* (segurança), *Waste Reduction* (redução de desperdícios) e de *Incidence Reduction* (redução de incidência) num ambiente de risco e incerteza.

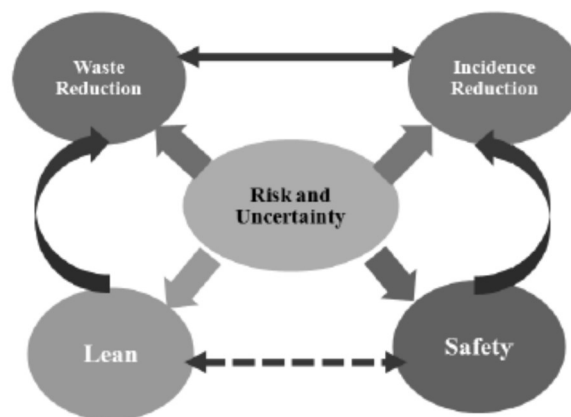


Figura 6 – Relação entre *Lean* e segurança num ambiente de risco e incerteza (Prakash, 2010)

Numa indústria automóvel no Brasil foram implementadas técnicas *Lean*. Com essas implementações, Saurin and Ferreira (2009) relatam uma melhoria significativa nas percepções de segurança dos funcionários.

Brown and O'Rourke (2007) referem que a melhor forma de promover a segurança dos trabalhadores do setor industrial é através da produção *Lean* e do treino destes com o conhecimento, habilidades e presença de espírito para identificar e eliminar perigos no local de trabalho.

O clima de segurança é frequentemente medido por questionários que cobrem várias dimensões como, compromisso da gestão, competências dos supervisores, pressão no trabalho, percepção de risco e consideração de procedimentos (Mearns *et al.*, 2001).

Com o objetivo de avaliar os resultados no clima de segurança entre os trabalhadores, Cox and Cheyne (2000) desenvolveram um conjunto de ferramentas em forma de questionário. Esse questionário também foi aplicado por Srinivasan *et al.* (2016) com o objetivo de medir o impacto

da implementação das ferramentas *Lean* no clima de segurança do setor de embalagens de uma empresa.

Nos princípios básicos do LPS, como referido por Cirjaliu and Draghic (2016), é possível encontrar conceitos como a eliminação contínua de desperdícios, chamada eliminação de *Muda*, bem como a eliminação de *Muri*. Uma vez que este papel também é sobre fatores humanos, a especial atenção incide no conceito de eliminação de *Muri*. Em japonês a palavra *Muri* significa tensão física ou sobrecarga. As ações como: 1 – Moldar-se ao trabalhar; 2 – Empurrar com força; 3 – Levantar pesos; 4 – Repetir ações cansativas e 5 – Desperdiçar uma distância percorrida são considerados *Muri* e, conseqüentemente, devem ser eliminadas de acordo com os princípios do LPS. Qualquer implementação que não reduz *Muri*, como relatado em algumas publicações, não deve ser considerado como o “verdadeiro espírito” da Implementação do LPS (Arezes *et al.*, 2015b).

Numa pesquisa apresentada por Cirjaliu and Draghic (2016), estes referem que os trabalhadores são muito importantes e têm um papel central no LPS por isso, é importante garantir que eles se sintam bem e que a saúde e segurança sejam garantidas. No entanto, é possível encontrar em literatura recente, um número significativo de artigos abordando aspetos negativos da implementação do LPS em relação à ergonomia no local de trabalho. Embora o impacto das práticas *Lean* na segurança dos trabalhadores possa ser uma questão importante, esse impacto foi negligenciado. Existe também exemplos recentes da análise da relação entre segurança e LPS, por exemplo, o uso de algumas ferramentas *Lean* numa instalação nuclear implicaram variações estatísticas significativas nos relatórios de lesões/doenças (Arezes *et al.*, 2015b).

Na Tabela 10 é apresentado um breve resumo de estudos realizados sobre o *Lean Safety*. São abordadas diferentes perspectivas da segurança enquadradas nas ferramentas *Lean*

Tabela 10 – Breve revisão bibliográfica de estudos sobre *Lean Safety*

Referências bibliográficas	Descrição do trabalho
(Gonçalves <i>et al.</i> , 2019)	Neste trabalho foi estudada a metodologia SSM (<i>Safety Stream Mapping</i>) que é uma metodologia baseada em VSM (<i>Value Stream Mapping</i>) e WID (<i>Waste Identification Diagram</i>). Esta metodologia serviu para perceber o estado de segurança de uma indústria têxtil. Os autores neste trabalho abordaram dois temas: a filosofia <i>Lean</i> , no sentido de reduzir custos e aumentar o volume de negócios através da eliminação de desperdícios e atividades sem valor acrescentado e o conceito de segurança uma vez que a falta desta não traz qualquer vantagem para a empresa.
(Hasle <i>et al.</i> , 2012)	O objetivo deste trabalho consistiu numa revisão de literatura científica sobre os efeitos do <i>Lean</i> na saúde e segurança dos funcionários. Os resultados foram analisados de forma a extrair informações sobre os efeitos do <i>Lean</i> no ambiente de trabalho. Os autores extraíram evidências negativas do <i>Lean</i> em termos de saúde e segurança dos funcionários em casos que os trabalhos realizados são manuais e de baixa complexidade. No entanto, exemplos com efeitos positivos também foram encontrados. Os autores realçam a importância de se passar de uma simples causa e efeito para um modelo mais abrangente, que comprometa o <i>Lean</i> como uma ferramenta aberta e de conceito ambíguo, que possa ter efeitos positivos ou negativos, dependendo do valor real da sua implementação no chão de fábrica.

Referências bibliográficas	Descrição do trabalho
(Cordeiro <i>et al.</i> , 2020)	Este trabalho consistiu na implementação de ferramentas <i>Lean</i> (5'S, Gestão Visual e <i>One Point Lesson</i>) numa empresa prestadora de serviços, de modo a promover a mudança de hábitos, melhorar o ambiente de trabalho e consequentemente as condições de Segurança e Saúde no Trabalho (SST). Outro objetivo consistiu na análise do impacto das ferramentas <i>Lean</i> na SST e na percepção dos trabalhadores. Os autores constataram que o pensamento <i>Lean</i> e as suas ferramentas constituíram uma mais-valia para melhorar as condições e os locais de trabalho. Relativamente à organização do armazém de materiais e a sua localização, foi obtida uma redução em cerca de 80% do percurso e tempo nas deslocações. Foram conseguidas melhorias entre 38% a 41% nos resultados das auditorias 5'S. Foi realizado um estudo relativamente à percepção dos colaboradores quanto à implementação das ferramentas <i>Lean</i> e o seu impacto no local de trabalho e este revelou que 83,4% dos trabalhadores concordam que o ambiente de trabalho foi melhorado.
(Furman, 2019)	O objetivo deste trabalho foi determinar o impacto das ferramentas <i>Lean</i> no conceito de gestão de segurança no trabalho num ambiente fabril. A primeira etapa consistiu na identificação e registo de acidentes num período de dois anos. Neste seguimento, foi selecionado um conjunto de ferramentas <i>Lean</i> (<i>Kaizen</i> , 5'S, <i>Total Productive Maintenance</i>) para serem aplicadas no ambiente de trabalho. Esta implementação permitiu sugerir medidas que melhorassem a segurança em todas as áreas da planta fabril. O estudo foi baseado nos métodos e ferramentas de gestão <i>Lean</i> , apresentando estas impacto sobre a segurança no trabalho. Foi concluído que as ferramentas contribuíram para a redução de acidentes, contudo os autores acharam pertinente a implementação de um sistema 6'S em que a segurança seria um dos fatores de melhoria.

Como já referido anteriormente no conceito LPS, qualquer implementação deve reduzir a *Muri*, sendo este um dos princípios introdutórios para o *Lean Safety*. Desta forma as ferramentas *Lean* devem servir como base de apoio ao desenvolvimento de um ambiente de trabalho seguro, como estudos apresentados na Tabela 10. Contudo, Hasle *et al.* (2012) referem-se ao *Lean* como uma ferramenta aberta que possa ter efeitos positivos ou negativos na segurança dependendo da causa e do valor real da sua implementação.

3. MÉTODOS E APLICAÇÃO

Após a revisão bibliográfica apresentada anteriormente, este capítulo é dedicado aos métodos e aplicações. Na secção 3.1 são apresentadas situações de mudanças de produção em diferentes setores de extrusão de polietileno da empresa e respetivos tempos de *setup*, bem como possíveis ações de melhoria. A situação organizacional de matérias primas num dos setores de extrusão de polietileno é apresentada na secção 3.2, assim como a implementação da metodologia 5'S.

3.1. Análise de tempos de *setup* e de oportunidades de melhoria

Nesta secção são apresentadas situações atuais de mudança de produção/ferramenta. Nos casos retratados são mencionadas oportunidades de melhoria tendo em vista à redução de tempos de *setup* por implementação de SMED.

3.1.1. Mudança de roldanas numa extrusora de multifilamento

Um dos produtos produzidos pela Cordex diz respeito à corda sintética à base de polietileno e polipropileno utilizada na área da construção, segurança e telecomunicações. A primeira etapa do processo produtivo da corda consiste na extrusão de fio multifilamento à base de um dos materiais referidos anteriormente.

A Cordex possui nas suas instalações extrusoras de multifilamentos que, dependendo das necessidades produtivas, podem estar a produzir ou não o mesmo tipo de fio entre elas. Estes equipamentos são constituídos por quatro cabeças de extrusão de passagem por fieira, cada cabeça possui um forno de pré-estiragem, um conjunto de rolos de estiragem rápida e uma bobinadora de alta frequência. Este tipo de máquina produz a 200 kg/h, ou seja, 50 kg/h por cabeça.

A primeira fase após a formação do fio consiste na pré-estiragem deste, tendo como objetivo a passagem do fio por roldanas com revestimento cerâmico num forno a 160 °C. A segunda fase é considerada a estiragem rápida, onde este é encaminhado para um conjunto de rolos de alta rotação com revestimento cerâmico à temperatura de 120 °C. Concluindo esta operação, o fio é engatado numa bobinadora de alta frequência em ciclo contínuo. Por análise de algumas situações, o operador é obrigado a intervir após o ciclo de bobinagem ou mudança de produção. Os problemas detetados implicam a substituição de roldanas no forno de pré-estiragem. A substituição da roldana é efetuada por dois motivos: o primeiro refere-se à existência de oscilação na tensão de estiragem do fio. Neste caso a roldana deve ser substituída para serem lubrificados os seus rolamentos ou até mesmo haver a substituição destes se estiverem danificados. Outro motivo importante ocorre quando o revestimento cerâmico da roldana se danifica ou apresenta desgaste, originando um pequeno desfiar do produto, necessitando de intervenção e substituição daquela.

Após a análise desta mudança quer a nível de tempos de *setup* e do esforço a dedicar por parte dos operadores, é aqui sugerida uma alteração ao sistema atual de mudança de roldanas numa das extrusoras. A extrusora analisada contém quatro fornos de pré-estiragem com oito roldanas cada um, perfazendo um total de 32 roldanas. Em 2019 ocorreram 640 mudanças, resultando em aproximadamente duas roldanas substituídas num dia de trabalho (24h). Este tipo de mudança contemplam as operações descritas na Tabela 11, sendo todas estas operações internas.

Tabela 11 – Cronometragens das operações a realizar numa mudança de roldana

Nº de observações	Descrição da Operação				Total
	1. Desapertar a roldana danificada do forno (Interna)	2. Levar a roldana danificada à oficina e trazer uma roldana reparada (Interna)	3. Apertar a roldana reparada no forno (Interna)	4. Engatar o fio na bobinadora (Interna)	
Operador 1	41,60s	65,90s	33,27s	132,32s	273,09s
Operador 2	46,45s	86,30s	35,59s	144,12s	312,46s
Operador 3	43,53s	80,10s	36,43s	136,69s	296,75s
Operador 4	41,70s	78,67s	32,93s	130,87s	284,17s
Operador 5	48,78s	68,15s	33,87s	141,45s	292,25s
Operador 6	43,25s	72,81s	29,78s	139,79s	285,63s
Tempo médio de execução	44,22s	75,32s	33,65s	137,54s	290,73s

Os tempos médios de execução das operações descritas na Tabela 11 dizem respeito à média de cronometragens efetuadas durante este projeto. Neste caso os valores apresentados representam a média de seis mudanças de roldanas realizadas pelos diferentes operadores que constituem os três turnos. De referir ainda que todas as operações necessárias para este tipo de mudança são realizadas com a bobinadora e a cabeça de extrusão correspondente parada, pois só desta forma se consegue efetuar a mudança da roldana e evitar desperdícios resultantes da mesma. A Figura 7 mostra o atual sistema de mudança de roldanas utilizado em três extrusoras de multifilamento existentes na Cordex.



Figura 7 – Mudança de roldanas no forno de pré-estiragem

Pela Figura 7 é possível observar a forma como são desapertadas/apertadas as roldanas nos fornos de pré-estiragem, sendo utilizada para o efeito uma chave do tipo sueco. Assim, tal como descrito na Tabela 11, após desapertar a roldana esta é levada para oficina da produção (Figura 8) para ser substituída por uma reparada. Após a operação de mudança de roldana no forno, o operador procede à operação de engate do fio na bobinadora (Figura 9). Tendo em conta os dados anteriormente apresentados e a falta de eficiência na troca de roldanas, será apresentada uma sugestão de melhoria da ferramenta, assim como a organização das operações e do local de trabalho. A sugestão de melhoria apresentada tem em vista a redução do tempo associado a esta operação. O desenvolvimento desta sugestão é descrito detalhadamente em 4.1.1.



Figura 8 – Oficina da produção onde é efetuada a troca de roldanas



Figura 9 – Operação de engate do fio na bobinadora

3.1.2. Mudança de jogo de bobines numa extrusora de ráfia

Outro produto totalmente fabricado na Cordex é a corda sintética à base de polietileno, polipropileno, poliéster ou *nylon* utilizada na área agrícola e marítima. A etapa inicial do processo produtivo da corda consiste na extrusão de fita com um dos materiais referidos anteriormente. Nas suas instalações, a Cordex possui uma gama de extrusoras que podem produzir simultaneamente ou não o mesmo tipo de fita. Neste processo são estiradas quatro fitas e posteriormente engatadas em quatro bobinadoras controladas por tempo de bobinagem. Findo o ciclo de bobinagem as bobines de fita são extraídas das bobinadoras para se proceder a um novo ciclo de bobinagem. Após a análise da extração das bobines quer a nível de tempos de *setup*, quer a intervenção por parte dos operadores, é sugerido uma alteração ao sistema de extração. De referir que ocorre diariamente numa extrusora cerca de três mudanças de jogos de bobines que representa uma mudança de jogo por turno. Este demora aproximadamente 8h a ficar concluído e cada bobine apresenta um peso médio de aproximadamente 700 kg. Pelo número de mudanças diárias efetuadas, em 2019 ocorreram um total de 885 mudanças numa extrusora. Este tipo de mudança de bobine contempla as operações descritas na Tabela 12, sendo todas estas operações internas. Os tempos médios de execução das operações descritas dizem respeito à média de quatro cronometragens efetuadas numa das bobinadoras durante este projeto.

Tabela 12 – Cronometragens das operações a realizar numa mudança de bobine

Nº observações	Descrição da operação						Total
	1. Abrir a caixa	2. Abrir a câmara de expansão	3. Extrair a bobine 500mm	4. Colocar o aumento no extrator e extrair bobine	5. Colocar o tubo de bobinagem na manga	6. Fechar a câmara de expansão	
1	3,46s	4,60s	10,18s	19,81s	19,20s	4,28s	61,53
2	3,27s	4,40s	9,57s	18,79s	18,25s	4,10s	58,38
3	3,56s	4,10s	11,15s	20,18s	18,70s	4,62s	62,30
4	3,78s	4,95s	9,79s	18,95s	19,90s	4,45s	61,82
Tempo médio de execução	3,52s	4,51s	10,17s	19,43s	19,01s	4,36s	61,00

De referir ainda que todas as operações necessárias para este tipo de mudança são realizadas com a extrusora em funcionamento, pois uma paragem e novo arranque deste tipo de máquinas requer um elevado custo de materiais e energia, sendo desta forma mais vantajoso o seu funcionamento. No entanto, de maneira a garantir a segurança e diminuir o desperdício associado à mudança é diminuído o débito da máquina para 30%. Após a redução do débito da extrusora e o fim de ciclo de bobinagem, as fitas são retiradas das bobinadoras (Figura 10) e encaminhadas para o aspirador de recolha de desperdícios (Figura 11).

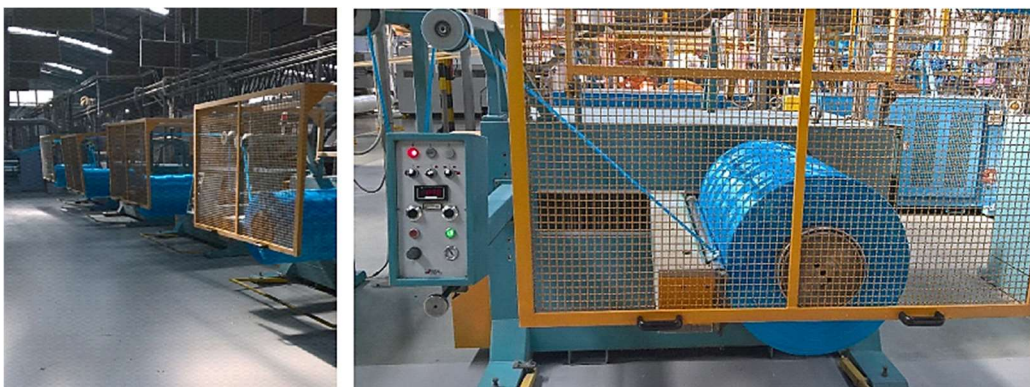


Figura 10 – Bobinadoras de uma extrusora de ráfia



Figura 11 – Aspirador de recolha de desperdícios

Pela Tabela 5, a operação 1 consiste em abrir a caixa que se encontra posicionada junto à bobine (Figura 8), esta tem como objetivo guiar a fita durante o processo de bobinagem. Na operação 2 é realizada a abertura das câmaras de expansão pneumáticas, esta abertura permite aliviar a bobine da manga de bobinagem, deixando-a solta para o procedimento de extração. Pela Figura 12 é possível observar a impossibilidade de extração completa da bobine pelo que é necessário recorrer ao aumento auxiliar do extrator.

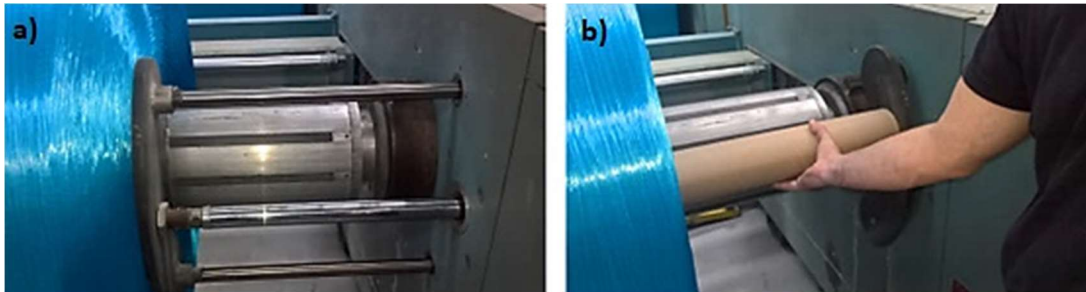


Figura 12 – a) Curso máximo da haste b) Colocação do tubo no extrator

Assim, tal como descrito na Tabela 12, a operação 3 consiste na extração parcial da bobine que corresponde ao curso máximo de 500 mm (Figura 12a) do cilindro pneumático (Figura 13). Após esta extração é necessário efetuar a operação 4, que consiste em colocar um tubo de cartão compacto no extrator. Em seguida, com o auxílio do tubo de cartão é extraída a bobine na sua totalidade de modo a que esta fique devidamente posicionada no *stacker*. Esta operação é realizada por dois operadores como se pode visualizar na Figura 14. Primeiramente, um operador segura no tubo de cartão no extrator (Figura 12b) e outro, no painel de comando, aciona a extração (Figura 14) até que a bobine seja retirada. A operação 4 é realizada pelo facto das bobines apresentarem um peso médio de 700 kg como referido anteriormente.

Para bobines com peso inferior a 500 kg, o curso de 500 mm realizado pelo extrator é suficiente, pois o *stacker* consegue auxiliar a bobine e extraí-la sem dificuldade acentuada. Como a necessidade produtiva intermédia obriga sempre à produção de bobines com peso médio de 700 kg e pelo facto do *stacker* exercer um grande esforço na extração, provocado pelo atrito das câmaras de expansão, a operação 4 foi introduzida para facilitar esse procedimento e minimizar possíveis danos. A insistência e esforço realizado pelo *stacker* com apenas 500 mm de extração de bobine pode originar empenos nas mangas e roturas nas câmaras de expansão. Pelo motivo aqui descrito é necessária a assistência da equipa de manutenção para analisar o estado da bobinadora e proceder à respetiva reparação. Este tipo de equipamento pode requerer uma paragem prolongada para calibração da manga ou para substituição das câmaras de expansão.

As últimas operações descritas na Tabela 12, nomeadamente colocar o tubo e fechar as câmaras de expansão são realizadas após retirar a bobine, o que deixará a bobinadora preparada para a bobinagem seguinte. Concluindo estas operações, a fita é novamente engatada na respetiva bobinadora. Este procedimento é efetuado nas restantes bobinadoras de modo sequencial até que o engate seja concluído. Por fim é aumentado o débito da máquina para o valor normal de funcionamento.



Figura 13 – Cilindro pneumático com haste de 500 mm

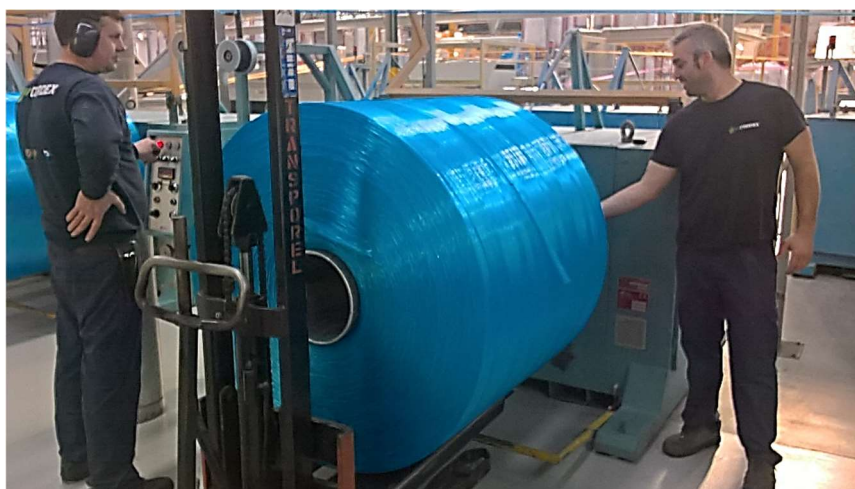


Figura 14 – Procedimento a realizar na operação 4

Tendo em conta os dados apresentados anteriormente na Tabela 12, e na impossibilidade de paragem da extrusora durante as mudanças de jogo de bobines, será apresentada uma sugestão de melhoria ao atual sistema de extração de bobines, com vista à eliminação do tempo associado à operação 4, reduzindo igualmente o desperdício de material. Este tipo de máquina trabalha a 325 kg/h, sendo reduzido este débito para cerca de 30% (uma redução maior pode levar à instabilidade da máquina e conseqüente paragem) aquando uma mudança de jogo de bobines, e considerando os dados médios obtidos nas cronometragens, a operação de colocar o aumento no extrator e extrair a bobine em quatro bobinadoras pode levar a 5 kg de desperdício. Tomando em consideração este desperdício médio realizado em cada mudança, num total de 885 mudanças de jogo em 2019 obtém-se desperdícios na ordem dos 4347 kg por ano. O desenvolvimento da ação de melhoria e respetivo resultado são apresentados em 4.1.2.

3.2. Análise de *layout* e de oportunidades de melhoria

Nesta secção é apresentada uma situação atual de abastecimento de matérias primas num dos setores de extrusão de rafia. Neste caso é apresentada uma oportunidade de melhoria associada à organização destes materiais. Esta análise tem em vista a redução da distância percorrida no transporte destes para o abastecimento de equipamentos e na economia de espaço por implementação dos 5'S.

3.2.1. Abastecimento de matérias primas no setor extrusão de rafia

A Cordex possui uma carteira de clientes extensa que obriga a produzir uma gama diversificada de produtos anualmente. Face a essa diversidade é necessário possuir de igual modo diferentes materiais para produzir esses produtos. Os materiais podem ser polímeros corantes, anti-uv, sílicas, aditivos, misturas e outros. Atualmente a Cordex possui um setor dedicado à extrusão de fita rafia, constituído por quatro extrusoras da mesma gama, que podem produzir simultaneamente ou não o mesmo tipo de produto. Pela exigência produtiva ocorrem inúmeras mudanças de produção anualmente. Nestas mudanças existe uma atividade que não acrescenta valor ao produto final, mas que é necessária ao processo. Essa atividade consiste no transporte de matérias primas para abastecimento dos equipamentos referidos. Pelo *layout* fabril apresentado na Figura 15 podemos visualizar as movimentações efetuadas no transporte desses materiais. Foi contabilizada uma distância média percorrida (ida e volta) de 510 metros e um total de 716 mudanças de produção ocorridas em 2019. Pela distância aqui apresentada e pelo número de mudanças ocorridas em 2019 é sugerida uma melhoria para minimizar as deslocações entre máquina e materiais. Ainda na Figura 15 visualizam-se as áreas azul e verde (estantes e corredor), estas locais estão subaproveitadas e contêm materiais não usados, sem referência e contaminados. Pretende-se implementar a metodologia 5'S neste setor para obter o maior proveito de área para armazenamento de matérias primas o mais próximo possível dos equipamentos. Em seguida é apresentada a implementação metodologia 5's nas diferentes fases que a constitui.

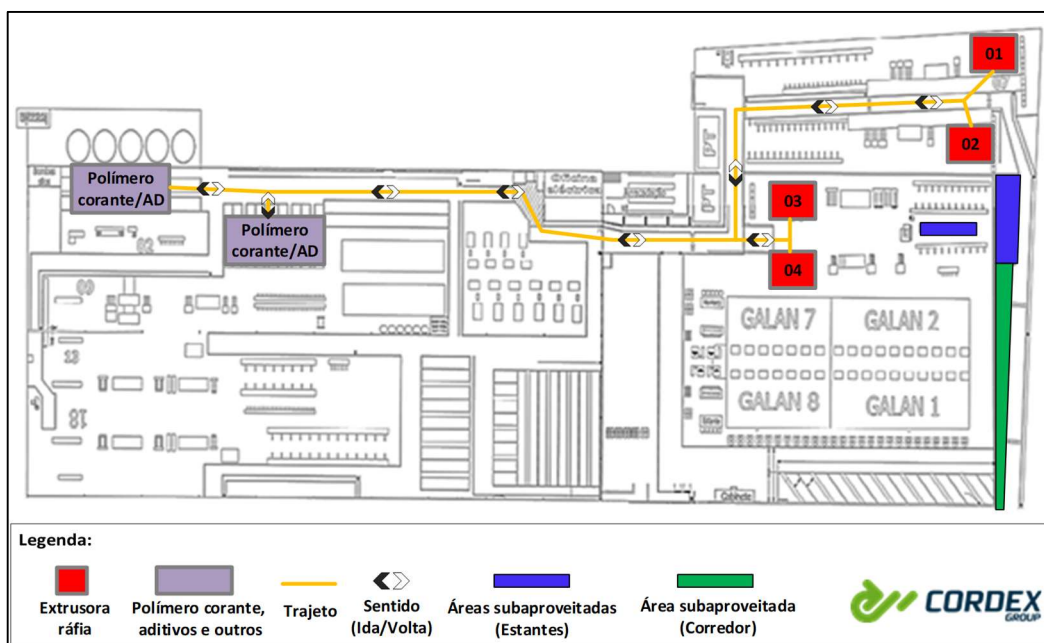


Figura 15 – Deslocações para o abastecimento dos equipamentos no setor rafia (antes)

Na Tabela 13 observa-se o planeamento do programa 5'S, constituído pelas seguintes fases: 1) Preparação; 2) Implementação; 3) manutenção.

Tabela 13 – Planeamento do programa 5'S

Fases do planeamento	Ações	Responsável	Data objetivo
1) Preparação do programa 5'S	<ul style="list-style-type: none"> Análise das oportunidades de melhoria Elaboração de documentação de implementação dos 5'S Formação aos colaboradores Auditoria inicial 	Coordenador da equipa	Jan/2020
2) Implementação	<ul style="list-style-type: none"> Implementação das etapas do programa 5'S 	Equipa definida	Fev/2020
3) Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> Avaliação/ auditoria interna 	Coordenador da equipa	Mensal

1) Preparação do programa 5'S

Esta fase consistiu na identificação do problema, elaboração de documentação para a implementação dos 5'S, formação aos colaboradores, nomeadamente informação sobre as fases do programa dos 5'S a ser implementado.

2) Implementação

Em seguida, procedeu-se à implementação das diferentes etapas do programa dos 5'S que contemplam esta melhoria processual.

1º Senso: SEIRI – Senso de Utilização

Após análise da melhoria processual foi transmitido aos colaboradores que a aplicação deste senso implicava separar o necessário do desnecessário. A separação consistiu que só se deixasse no local de armazenamento de matérias primas os materiais que eram realmente necessários para o abastecimento das extrusoras.

O processo de implementação da metodologia iniciou-se pela identificação nas estantes e no chão os materiais necessários e desnecessários no processo de extrusão. Posteriormente procedeu-se à remoção dos desnecessários. Ao removê-los criou-se um local de trabalho organizado, onde qualquer situação que possa emergir possa ser facilmente identificada e resolvida, fazendo com que os colaboradores se sintam menos exaustos e com maior controlo da situação.

A Tabela 14 resume os materiais que foram eliminados e consequentemente vendidos a uma empresa dedicada à reciclagem de material sintético.

Tabela 14 – Levantamento de materiais desnecessários

LISTA DE MATERIAIS A ELIMINAR		
Referência	Qtd (kg)	Observações
MASTER UV 70205	75	Eliminar (Não usado há mais de 10 anos)
MV00092169	150	Eliminar (Não usado há mais de 10 anos)
MM BEIGE 403	25	Eliminar (Não usado há mais de 10 anos)
POLYBATCH BLUE 4535	200	Eliminar (Não usado há mais de 10 anos)
ENTIRA STRONG 1002	100	Eliminar (Não usado há mais de 10 anos)
CASTANHO FERRO MBF-1010/15/B	1050	Eliminar (Não usado há mais de 10 anos)

LISTA DE MATERIAIS A ELIMINAR		
Referência	Qtd (kg)	Observações
BYNEL 22E780	450	Eliminar (Não usado há mais de 10 anos)
HOSTALLOY 731	400	Eliminar (Não usado há mais de 10 anos)
ADFLEX T 100F	125	Eliminar (Não usado há mais de 10 anos)
POLYBATCH BLUE 4012	25	Eliminar (Não usado há mais de 10 anos)
ISOLAGO VERDE	25	Eliminar (Referência desconhecida)
TOSAF VERMELHO	25	Eliminar (Referência desconhecida)
FLEXACO VERDE	25	Eliminar (Referência desconhecida)
LARANJA FLUORESCENTE	25	Eliminar (Referência desconhecida)
ISOLAGO BEGE	25	Eliminar (Referência desconhecida)
CINZA ESCURO	50	Eliminar (Referência desconhecida)
MISTURA VERDE	25	Eliminar (Contaminado)
MM CINZENTO 9535F	125	Eliminar (Contaminado)
MISTURA BRANCO OPACO	25	Eliminar (Contaminado)
MM VERDE 4403	50	Eliminar (Contaminado)
MM VERMELHO 3371	50	Eliminar (Contaminado)
TOTAL A VENDER	3050	

2º Senso: *SEITON* – Senso de Organização

Após a separação dos materiais, procedeu-se à implementação do segundo senso da metodologia 5'S. Assim, as prateleiras das estantes, bidões e chão, foram organizados e identificados conforme a sua especificidade. Na Figura 16a, visualiza-se o exemplo de um identificador implementado para identificar materiais em estantes e bidões. A Figura 16b apresenta um identificador de parede que permite identificar o material existente em lote.

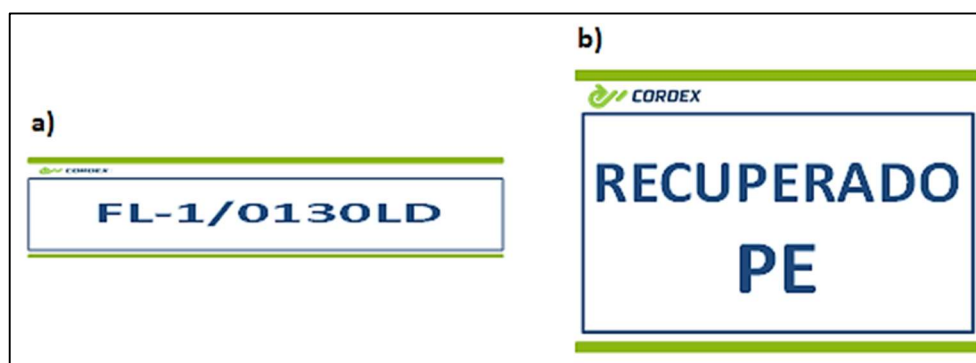


Figura 16 – a) identificadores estantes e bidões b) identificador de material existente em lotes

Relativamente aos bidões (Figura 17a), os identificadores permitiram criar uma fácil visualização dos materiais, evitando tempo desnecessário e enganos na procura destes. Por implementação do primeiro senso conseguiu-se economia de espaço tendo sido possível a criação de novos lotes de materiais (Figura 17b e 17c) devidamente identificados para o abastecimento das extrusoras. Assim conseguiu-se minimizar as deslocações que os colaboradores realizavam aquando abastecimento dos equipamentos.



Figura 17 – Identificadores: a) Bidões b) Estantes c) Lotes de materiais

3º Senso: *SEISON* – Senso de Limpeza

Acompanhando a implementação das etapas anteriores (utilização e organização), foi também aplicado o senso da limpeza. De acordo com este senso, devem ser definidas regras de arrumação que permitam que qualquer indivíduo possa encontrar facilmente os elementos necessários, assim como estabelecidos procedimentos de limpeza que definam que cada utilizador possa proceder à limpeza das áreas de armazenamento após a sua utilização. Com este objetivo, procedeu-se à elaboração de um plano de limpeza destas áreas (Figura 18). Este plano pode ser analisado com maior detalhe no APÊNDICE A.


PLANO DE LIMPEZA				
ZONAS DE ARMAZENAMENTO DE MATÉRIAS PRIMAS E SETOR DE EXTRUSÃO RÁFIA				
				
ZONAS A LIMPAR	MÉTODO DE LIMPEZA	MATERIAL DE LIMPEZA / PROCEDIMENTO	PERIODICIDADE	RESPONSÁVEL
Zona de armazenamento de materiais Estantes	Varrer o chão	Vassoura e apanhador	Diariamente	Operadores extrusão
	Limpar superfície das prateleiras (estantes)	Vassoura e apanhador	Diariamente	Operadores extrusão
	Despejar caixa com pontas de fita rafia	Vazar caixa em local definido para recolha deste material	Sempre que necessário	Operadores extrusão
Zona de armazenamento de materiais Corredor	Varrer o chão	Vassoura e apanhador	Sempre que necessário	Empregada de limpeza
	Recolher paletes usadas/ partidas (matérias primas)	Encaminhar paletes para o parque de resíduos	A cada dois dias	Operadores de empilhador rafia
	Recolher paletes Cordex	Encaminhar as paletes para a Reciponto	A cada dois dias	Operadores de empilhador Reciponto
	Recolher <i>big-bags</i> vazios	Encaminhar <i>big-bags</i> para a Reciponto	A cada dois dias	Operadores de empilhador Reciponto
	Recolher <i>big-bags</i> de desperdícios	Encaminhar desperdícios para local definido	A cada dois dias	Operadores de empilhador rafia

Figura 18 – Plano de limpeza das áreas de armazenamento no setor de extrusão rafia

Ainda relativamente a este senso, foram disponibilizados diferentes utensílios de limpeza (Figura 19), nomeadamente um carrinho de limpeza com vassouras, pás, balde com esfregona e borrifadores. Foram também introduzidos caixotes do lixo e caixas para recolha de pontas de fita de rafia. Estes utensílios foram colocados em sítios estratégicos de forma a estarem facilmente disponíveis aos colaboradores. Esta ação permitiu diminuir drasticamente deslocações na procura destes, assim como a mistura de resíduos por colocação indevida do resíduo no caixote errado.

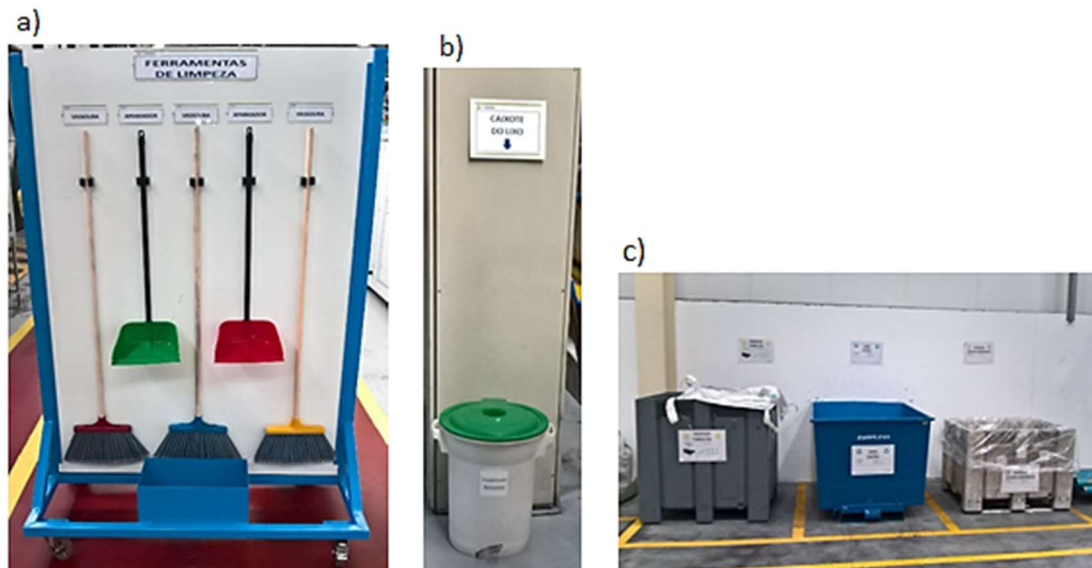


Figura 19 – a) Carrinho de limpeza b) Caixa do lixo c) Caixas para separação de resíduos

4º Senso: *SEIKETSU* – Senso de Normalização

Com a implementação das etapas anteriores, a normalização obriga a criação de rotinas e hábitos para manter os três primeiros sentidos. De acordo com este senso devem ser definidas regras e procedimentos para que o trabalho seja sempre realizado do mesmo modo e com as mesmas ferramentas/equipamentos, independentemente do colaborador que as realize. Foram criados procedimentos (APÊNDICE B) e uma lista de verificação das tarefas a controlar relativamente ao programa 5'S.

Na Figura 20 apresenta-se a lista de verificação das tarefas a controlar nas áreas de armazenamento de matérias primas no setor de extrusão de rafia. Esta pode ser consultada com maior detalhe no APÊNDICE C.


Lista de verificação diária - Zonas de armazenamento de matérias primas		
ZONA ESTANTES	Sim	Não
1. Existem apenas materiais necessários nas estantes		
2. Todos os materiais nas estantes estão identificados e organizados		
3. Tubos e paletes estão dentro das áreas delimitadas		
4. Chão e prateleiras encontram-se limpos		
5. Caixas de pontas de rafia encontra-se limpas e no respetivo lugar		
OBS.		
ZONA CORREDOR	Sim	Não
1. Existem apenas materiais necessários nos corredores		
2. Todos os materiais nos corredores estão identificados e organizados		
3. Todos os materiais estão dentro das áreas delimitadas		
4. <i>Big-bags</i> de sobras estão identificados para uma próxima utilização		
5. Após o uso de bidões estes foram devolvidos ao local de armazenamento		
6. Zonas de acesso e transição estão desobstruídas		
7. Toda a zona de armazenagem encontra-se limpa e sem resíduos		
8. Paletes e <i>big-bags</i> vazios encontram-se no respetivo lugar		
OBS.		
Data:		
Assinatura:		

Figura 20 – Lista de verificação para de controlo das áreas de armazenamento

5º Senso: SHITSUKE – Senso de Autodisciplina

Por fim a implementação do último senso, que consiste no controlo dos quatro sentidos anteriormente descritos. De modo a fomentar e avaliar a melhoria contínua, foi estabelecida a realização periódica de auditorias 5'S. Nesta fase inicial, são realizadas auditorias mensais de forma a consolidar a metodologia e, posteriormente passarão a ser realizadas trimestralmente. Esta implementação permite identificar os aspetos que deverão ser melhorados, bem como promover a melhoria contínua. De seguida é descrito o método de avaliação assim como alguns objetivos que se pretende alcançar.

3) Manutenção

Nesta fase devem ser implementadas medidas ou ações que sustentem a continuidade das mudanças realizadas no ambiente de trabalho. Com a análise dos resultados alcançados e o incentivo ao trabalho em equipa pretende-se promover a cooperação e integração dos colaboradores.

De modo a avaliar objetivamente o estado de organização interno do setor de extrusão rafia, foi realizada uma auditoria preliminar para identificação dos aspetos a melhorar. Para esse efeito, desenvolveu-se uma lista de reconhecimento (APÊNDICE D) com os seguintes parâmetros de pontuação:

- 3 – Existe capacidade para mantê-lo;
- 2 – Está a ser cumprido de forma mais sistemática;
- 1 – Está feito mas não sistematicamente;
- 0 – Não está feito;
- N/A – Não aplicável.

Nota: Na lista referida cada critério tem um peso máximo de três pontos.

A lista de reconhecimento divide-se em cinco etapas, onde cada uma representa um dos cinco sentidos. O somatório dos critérios das cinco etapas corresponde a um total de 57 pontos, totalizando os 100% da pontuação. Cada etapa possui um conjunto de questões que permite avaliar o estado atual do setor.

Foi estipulado como objetivo, no final da implementação da metodologia 5'S (decorrer do projeto), atingir cerca de 65% na avaliação global, o que representa obter uma pontuação em todos os elementos não inferior a dois (2 – está a ser cumprido de forma mais sistemática). Futuramente, e tendo em consideração a melhoria contínua, o objetivo será encaminhar a avaliação global para os 100%.

Em paralelo com a implementação do programa 5'S, e tomando em consideração que as áreas de trabalho se encontram organizadas e limpas, permitiu aos colaboradores uma maior captação de informação e por esse motivo implementou-se a gestão visual. Esta ferramenta permitiu a criação de diversas ajudas visuais tais como: Instruções de como executar um procedimento, instruções de segurança, placas de sinalização e identificadores, demarcação de pavimentos e quadro de indicadores.

Os resultados da implementação desta metodologia são apresentados na subsecção 4.1.3.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os desenvolvimentos e resultados das ações de melhoria implementadas, bem como, a discussão dos resultados fruto das implementações das ferramentas *Lean*. Na última subsecção deste capítulo pretende-se dissecar o estudo realizado sobre impacto da implementação das ferramentas na área do *Lean Safety*.

4.1. Apresentação de resultados

Para os casos expostos na secção 3.1 e 3.2 é aqui apresentado os resultados das implementações. Nos casos específicos de aplicação SMED (4.1.1 e 4.1.2) são identificados os investimentos necessários, bem como as respetivas poupanças de tempo de *setup* e os ganhos produtivos associados a essas implementações. No caso da aplicação 5'S (4.1.3) é apresentada uma reestruturação de espaços para matérias primas, permitindo a redução da distância percorrida para abastecimento dos equipamentos, tornando estas áreas mais acessíveis e agradáveis nas tarefas diárias. Em cada caso descrito foi realizada apenas uma alteração exemplo, que poderá ser replicada para os restantes equipamentos ou setores fabris.

4.1.1. Mudança de roldanas numa extrusora de multifilamentos

Para o caso exposto na subsecção 3.1.1 é aqui apresentada uma solução para a diminuição do tempo associado à troca de roldanas no forno de pré-estiragem. A primeira fase consistiu no desenvolvimento de uma chave ágil que permitisse o desaperto/aperto da roldana do forno de pré-estiragem de forma eficiente, rápida e com intuito de substituir a chave do tipo sueco utilizada nessas operações. A chave sueca referida apresentava algumas limitações e requeria alguma destreza para a manusear. Face ao problema apresentado e ao formato da ferramenta, um descuido durante a troca da roldana originava danos irreversíveis no revestimento cerâmico desta. Para evitar este tipo de ocorrências, foram igualmente desenvolvidas duas capas em *nylon* para a nova chave de forma a mitigar esse problema. As capas fornecem o isolamento externo e interno das áreas metálicas que permitem desapertar/apertar a roldana, permitindo deste modo minimizar danos causados na cerâmica. A representação gráfica da modelação 3D da nova chave é apresentada na Figura 21 e as capas interior e exterior são apresentadas nas Figuras 22a e 22b respetivamente (APÊNDICE E).



Figura 21 – Desenho 3D da chave de desapertar/apertar as roldanas

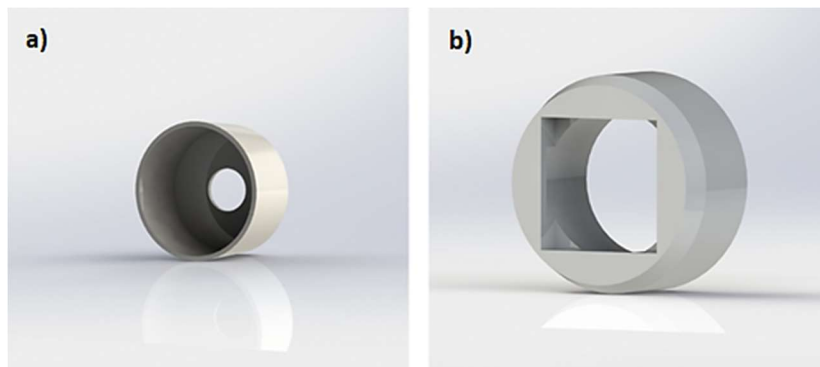


Figura 22 – a) Capa de isolamento interior b) Capa de isolamento exterior

Para uma melhor contextualização da chave e capas de isolamento é apresentada na Figura 23 a montagem do conjunto em diferentes perspetivas.

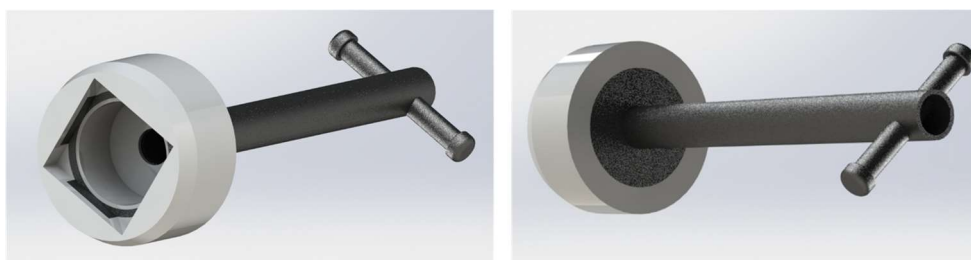


Figura 23 – Montagem 3D do conjunto chave e capas de isolamento

A segunda fase consistiu na organização do posto de trabalho por implementação dos 5'S. Junto à extrusora existe uma bancada de trabalho (Figura 24) onde diferentes tarefas são realizadas como por exemplo, embalagem de bobines, registo de ordens de fabrico, colocação de algumas ferramentas, entre outras. Pelas operações anteriormente descritas na substituição de roldanas, a operação referente ao encaminhamento da roldana danificada à oficina e trazer uma roldana reparada torna esta tarefa pouco eficiente. Pelo motivo aqui apresentado, foi desenvolvido uma reestruturação na bancada de trabalho. Este desenvolvimento consistiu na criação de duas gavetas com corrediças ao centro da mesa em forma de matriz (5x5), forradas em espuma de alta densidade para armazenamento das roldanas. Numa das gavetas serão armazenadas as roldanas reparadas e na outra serão colocadas as danificadas. Neste desenvolvimento surgiu ainda a necessidade de satisfazer as necessidades ergonómicas dos operadores, nomeadamente na elevação da bancada e criação de duas prateleiras laterais para o embalagem de bobines. Foi criada uma prateleira inferior em todo o comprimento para permitir o arrumo de materiais e ferramentas devidamente identificadas.



Figura 24 – Bancada de trabalho existente na extrusora

A representação gráfica em 3D apresentada na Figura 25 mostra a nova reestruturação da bancada de trabalho.

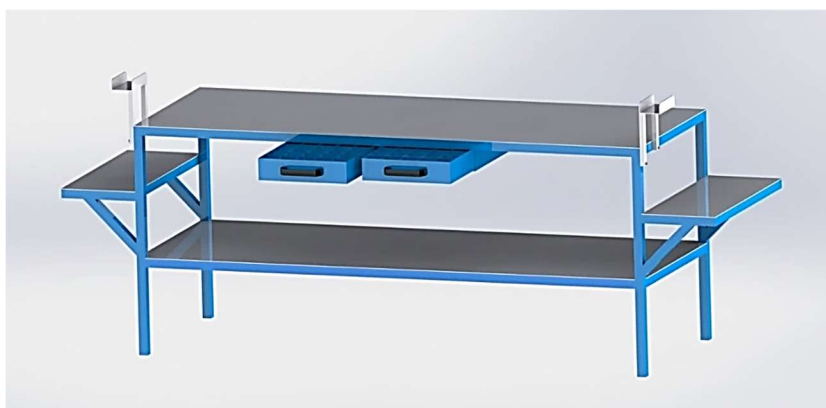


Figura 25 – Desenho 3D da reestruturação da bancada da extrusora

Após o desenvolvimento dos desenhos em 3D foram adquiridos todos os orçamentos necessários para a construção da chave e reestruturação da bancada de trabalho, procedendo-se à alteração da bancada aquando uma paragem prolongada da máquina (manutenção preventiva). Nas Tabelas 15 e 16 encontram-se discriminados todos os custos de materiais e de mão-de-obra associados à implementação destas melhorias processuais. As novas implementações apresentam um custo total para a empresa de 726 €.

Tabela 15 – Custos para implementação da nova chave das roldanas

	Peça	Custo unitário (€)	Quantidade	Custo total (€)
Chave das roldanas	Chave em aço	40 €	1	40 €
	Capa interior em nylon	15 €	1	10 €
	Capa exterior em nylon	25 €	1	25 €
	Mão-de-obra	10 €	4h	40 €
Total				115 €

Tabela 16 – Custos de alteração da bancada de trabalho da extrusora

	Peça	Custo unitário (€)	Quantidade	Custo total (€)
Alteração da bancada de trabalho	Gaveta com matriz + estrutura	130 €	2	260 €
	Perna de 20 cm	7,5 €	4	30 €
	Prateleira inferior + estrutura	85 €	1	85 €
	Suporte + prateleira lateral	45 €	2	90 €
	Decapagem + pintura azul esmalte	50 €	1	50 €
	Mão- de- Obra	8 €	12h	96 €
Total				611 €

Aquando o desenvolvimento destas novas implementações, várias vantagens foram surgindo na sua utilização. Das operações descritas anteriormente na Tabela 11 serão reduzidos os tempos das operações 1 e 3 por implementação da nova chave. Esta possui o desenho adequado do formato da base da roldana que permite ser mais eficiente nestas operações. Relativamente às capas de isolamento, estas permitem proteger a cerâmica contra possíveis impactos resultantes das operações descritas. A operação 2 será convertida para uma operação externa, pois é possível uma preparação prévia das roldanas antes do fim do ciclo de bobinagem ou da mudança de produção.

Por implementação dos 5'S na bancada de trabalho, o tempo da operação 2 será substancialmente reduzido tornando esta operação mais eficiente. Esta redução permitirá ao operador ficar afeto a outro tipo de tarefa como por exemplo, recolher bobines, retirar amostras para análise em laboratório, controlo de parâmetros de produção e outras.

A Figura 26 apresenta a implementação do conjunto chave e capas de isolamento do novo sistema de desapertar/apertar as roldanas do forno de pré- estiragem. Pelas Figura 27 e 28 visualiza-se a reestruturação da bancada em diferentes perspetivas. A implementação dos 5'S permitiu organizar, identificar e dispor peças e ferramentas necessárias ao uso diário de forma eficiente. Estas peças e ferramentas incluem a chave e as roldanas de substituição. Importante referir, mas sem impacto na mudança de roldanas foi a criação das prateleiras laterais na bancada, estas permitem agilizar as tarefas de embalagem de bobines.



Figura 26 – Implementação do conjunto chave e capas de isolamento



Figura 27 – Reestruturação da bancada de trabalho com implementação dos 5'S

Como referido anteriormente ao centro da bancada são armazenadas as roldanas nas gavetas em forma de matriz forradas com espuma de alta densidade. As matrizes permitem a separação entre roldanas evitando que haja contacto com a cerâmica. A espuma assegura o correto acondicionamento destas. Pela Figura 29 visualizam-se as gavetas, no lado esquerdo armazenam-se as roldanas de substituição e no lado direito as danificadas ou para reparação. A recolha e reposição destas é efetuada pela manutenção que avalia o estado da roldana e procede à reparação.



Figura 28 – Vista lateral da bancada de trabalho com as prateleiras de embalagem



Figura 29 – Gavetas matrizes de armazenamento de roldanas

Na Figura 30 visualiza-se o operador a substituir a roldana no forno de pré-estiragem com a nova chave implementada. Para além das vantagens descritas anteriormente, um pequeno punho existente na extremidade da chave permite agilizar as operações de desapertar/apertar a roldana.



Figura 30 – Substituição da roldana no forno de pré-estiragem com a nova chave

Após a implementação das melhorias processuais na extrusora foram cronometrados novos tempos para as operações de mudança de roldanas. Foram realizadas seis cronometragens em diferentes operadores que constituem os três turnos de produção. Os resultados são apresentados na Tabela 17.

Tabela 17 – Cronometragens realizadas na mudança de roldana (novo sistema)

Nº de observações	Descrição da Operação				Total
	1. Preparar a roldana de substituição na bancada de trabalho (Externa)	2. Desapertar a roldana danificada do forno (Interna)	3. Apertar a roldana reparada no forno (Interna)	4. Engatar o fio na bobinador (Interna)	
Operador 1	25,59s	19,80s	14,27s	132,32s	166,39s ^a
Operador 2	22,70s	20,25s	13,59s	144,12s	177,96s ^a
Operador 3	24,81s	18,10s	14,43s	136,69s	169,22s ^a
Operador 4	25,90s	17,73s	13,93s	130,87s	162,53s ^a
Operador 5	23,79s	20,12s	13,87s	141,45s	175,44s ^a
Operador 6	24,37s	17,75s	14,78s	139,79s	172,32s ^a
Tempo médio de execução	24,53s	18,96s	14,15s	137,54s	170,65s^a

^a Os tempos totais não contemplam o tempo da operação 1 pelo facto de esta passar a ser uma operação externa

Para uma melhor interpretação dos resultados obtidos é apresentado nas Tabela 18 e 19 um resumo das cronometragens das operações realizadas antes e após a implementação. Comparando os resultados, é notória uma diminuição acentuada na duração total de uma mudança de roldana após a implementação das melhorias processuais. No entanto, para efeitos de ganhos produtivos devem-se considerar alguns fatores, nomeadamente a organização das operações e a conversão destas quando possível. Após a implementação, como apresentado na Tabela 19, as operações foram reorganizadas. A operação 1 foi convertida numa operação externa, permitindo substituir a operação 2 da Tabela 18. Sendo esta uma operação externa já não deve ser considerada, pelo facto de se poder preparar previamente a operação com a máquina em funcionamento. Com esta conversão obteve-se um ganho produtivo de 75,32s. Para além da conversão, os 5'S ajudaram a reduzir o tempo de preparação, resultando numa poupança de 50,79s. Esta poupança de tempo permitirá ao operador ficar afeto a outra tarefa. Os tempos das operações internas 2 e 3 da Tabela 19 foram reduzidas pela implementação da nova chave. Obteve-se uma poupança no desapertar e apertar a roldana de 25,26s e 19,50s respetivamente. A operação 4 em ambas as tabelas não sofre alterações, esta é importante para o funcionamento produtivo da máquina no qual segue sempre o mesmo procedimento. Face aos resultados apresentados, o tempo total de poupança obtido é de 120,08s que corresponde a uma poupança de 41% de tempo numa mudança de roldana.

Os resultados aqui apresentados são discutidos na secção seguinte. Face ao aumento de disponibilidade do equipamento, pretende-se demonstrar os ganhos produtivos obtidos com implementação desta melhoria processual.

Tabela 18 – Cronometragens antes da implementação (mudança de roldanas)

Resultados obtidos antes da implementação das melhorias processuais		
Designação da operação	Operação interna (tempo médio)	Operação externa (tempo médio)
1. Desapertar a roldana danificada do forno	44,22s	–
2. Levar a roldana danificada à oficina e trazer uma roldana reparada	75,52s	–
3. Apertar a roldana reparada no forno	33,65s	–
4. Engatar o fio na bobinadora	137,54s	–
Tempo médio total	290,73s	–

Tabela 19 – Cronometragens depois da implementação (mudança de roldanas)

Resultados obtidos após a implementação das melhorias processuais		
Designação da operação	Operação interna (tempo médio)	Operação externa (tempo médio)
1. Preparar a roldana de substituição na bancada de trabalho	–	24,53s
2. Desapertar a roldana danificada do forno	18,96s	–
3. Apertar a roldana reparada no forno	14,15s	–
4. Engatar o fio na bobinadora	137,54s	–
Tempo médio total	170,65s	24,53s

4.1.2. Mudança de jogo de bobines numa extrusora de ráfia

Relativamente a este ponto, de forma a evitar desperdícios e perdas de produção descritas anteriormente é aqui apresentada uma solução para a diminuição do tempo na mudança de bobines. Com a implementação do novo sistema pretende-se eliminar a operação 4 da Tabela 12. Para o efeito foi estudado um novo sistema de extração, utilizando o espaço disponível dentro da bobinadora para substituir o cilindro pneumático existente. O novo cilindro terá 1000 mm de curso que permitirá a extração completa da bobine. Será mantida a base do extrator e serão substituídas as guias por outras mais compridas que auxiliarão a haste do cilindro pneumático durante a extração da bobine. Com este projeto será também necessário adquirir reguladores de caudal e um multiplicador de pressão para garantir a estabilidade do cilindro durante a extração. Foi efetuada a modelação 3D para melhor visualização e enquadramento do novo sistema. Foram consideradas as medidas reais da bobinadora, cilindro pneumático e guias. Na Figura 31a está representada a vista frontal do extrator estendido, existindo um incremento considerável face ao anteriormente apresentado. A Figura 31b retrata a vista traseira da bobinadora onde se encontrará inserido o novo cilindro pneumático e respetivas guias. A dificuldade inicialmente sentida foi perceber se pelas dimensões das peças apresentadas, estas caberiam dentro da estrutura da bobinadora. Após efetuar as medições necessárias e a modelação 3D com a respetiva simulação, foi dado como viável a implementação do novo sistema.

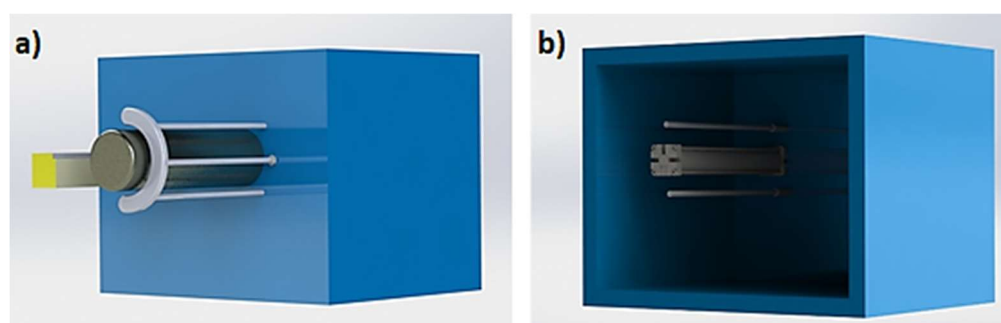


Figura 31 – a) Vista frontal do extrator b) Vista traseira com cilindro pneumática e guias

No seguimento da análise da viabilidade do projeto foram recolhidos orçamentos de todas as peças e mão-de-obra associadas à implementação do novo sistema, procedendo-se à alteração aquando uma paragem prolongada da máquina para manutenção preventiva, tal como tem vindo a ser feito durante este projeto. Na Tabela 20 encontram-se apresentados os custos de todos os materiais e mão-de-obra desta melhoria processual. Esta alteração apresenta um custo total para a empresa 856,89 € por bobinadora.

Tabela 20 – Custos de alteração do sistema de extração

	Peça	Custo unitário (€)	Quantidade	Custo total (€)
Alteração do sistema de extração	Cilindro pneumático Ø160/ Pistão / Dupla ação/ Curso 1000 mm	426,85 €	1	426,85 €
	Guias lineares	216,56 €	1	216,56 €
	Regulador de caudal 1/4	8,44 €	2	16,88 €
	Multiplicador de pressão 16 Bar	132,60 €	1	132,60 €
	Mão de obra	8	8h	64 €
			Total	856,89 €

Na Figura 32a está representada a implementação do novo cilindro pneumático e respetivas guias lineares numa das quatro bobinadoras existentes na extrusora. Após realizados testes e afinações do novo sistema foram extraídas bobines de 700 kg. Pela Figura 32b pode-se visualizar a extração de uma bobine com este novo sistema. Este sistema face ao anterior permitiu ganhar mais 500 mm na extração e agilizar este procedimento. Como referido anteriormente a implementação desta melhoria visa a eliminação da operação 4 da Tabela 12, pelo que referido eram necessários dois operadores para poderem extrair a bobine.



Figura 32 – a) Implementação do novo cilindro pneumático e guias b) Curso do novo extrator

A Figura 33 retrata a vista frontal da bobinadora onde se realiza a extração. A vantagem associada a esta implementação é permitir ao operador extrair a bobine autonomamente sem ajuda de um segundo colaborador. Esta tarefa torna-se mais fácil e segura e evita paragens prolongadas por danos causados nos equipamentos como referido anteriormente. O segundo colaborador pode ficar afeto às suas tarefas sem necessidade de intervenção nesta operação de auxílio à extração da bobine.

Após validar a melhoria processual na extrusora foram cronometrados novos tempos para a operação extrair bobine (Tabela 22). Os tempos médios de execução da operação descrita dizem respeito à média de quatro cronometragens efetuadas na mesma bobinadora. As Tabela 21 e 22 contemplam os resultados obtidos antes e após a implementação desta melhoria. Seguidamente pretende-se abordar esses resultados de modo comparativo.

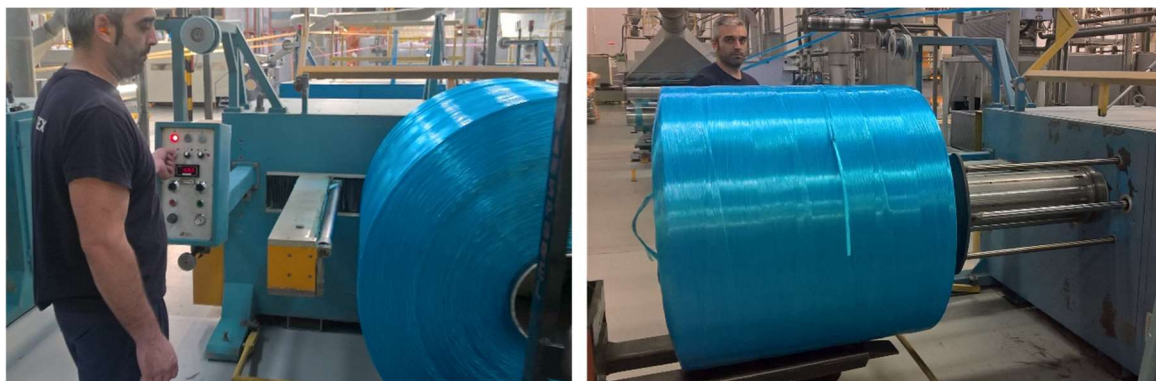


Figura 33 – Extração autónoma de uma bobine de ráfia de 700 kg

Pela análise da Tabela 22, pode-se observar que a operação interna de colocar um aumento no extrator e extrair bobine (Tabela 21) foi eliminada, obtendo-se um ganho de 19,43s. Analisando o tempo médio de execução da operação 3 apresentado na Tabela 22, pode-se concluir que existe uma melhoria considerável desta comparativamente com a da Tabela 21. Para o dobro do curso do extrator apresentado na operação 3, o tempo médio de extrair bobine 1000 mm consegue ser inferior ao de 500 mm apresentado na Tabela 12, obtendo-se uma poupança de 1,02s. Isto deve-se ao facto do novo sistema possuir um multiplicador de pressão e reguladores de caudal que permitem tornar esta operação eficiente e estável. Perante os resultados elencados, o tempo de poupança obtido é de 20,45s. Considerando as quatro bobinadoras da extrusora, o tempo de poupança total corresponde a cerca de 81,80s. A melhoria implementada reduziu em 34% o tempo numa mudança de jogo de bobines.

Na secção seguinte são argumentados os resultados aqui apresentados. Pretende-se demonstrar os ganhos produtivos obtidos com a implementação da ferramenta SMED.

Tabela 21 – Cronometragens antes da implementação (mudança de bobine)

Resultados obtidos antes da implementação das melhorias processuais		
Designação da operação	Operação interna (tempo médio)	Operação externa (tempo médio)
1. Abrir a caixa	3,52s	–
2. Abrir a câmara de expansão	4,51s	–
3. Extrair a bobine (500 mm)	10,17s	–
4. Colocar o aumento no extrator e extrair bobine	19,43s	–
5. Colocar o tubo de bobinagem na manga	19,01s	–
6. Fechar a câmara de expansão	4,36s	–
Tempo médio total	61s	–

Tabela 22 – Cronometragens depois da implementação (mudança de bobine)

Resultados obtidos depois da implementação das melhorias processuais		
Designação da operação	Operação interna (tempo médio)	Operação externa (tempo médio)
1. Abrir a caixa	3,52s	–
2. Abrir a câmara de expansão	4,51s	–
3. Extrair a bobine (1000 mm)	9,15s	–
4. Colocar o tubo de bobinagem na manga	19,01s	–

Resultados obtidos depois da implementação das melhorias processuais		
5. Fechar a câmara de expansão	4,36s	–
Tempo médio total	40,55s	–

4.1.3. Abastecimento de matérias primas no setor de extrusão ráfia

Como já referido anteriormente, pela observação das áreas de armazenamento de matérias primas e movimentação das pessoas e materiais, foram identificadas oportunidades de melhoria num dos setores de extrusão de fita ráfia. Os resultados apresentados contemplam a organização e limpeza das áreas, melhoria nos processos e acarretam a diminuição de deslocamentos dos colaboradores no momento da procura dos materiais aquando uma mudança de produção.

Foi realizado um estudo para a organização das áreas sinalizadas a azul e verde (estantes e corredor) representadas na Figura 15. Após esse estudo foram desenhados *layouts* para enquadramento das matérias primas necessárias para abastecimento das extrusoras do setor ráfia. Pela Figura 34 visualiza-se o *layout* implementado na zona das estantes (APÊNDICE F) durante o programa 5'S. Esta configuração contempla o posicionamento das estantes no espaço adequado, assim como a segregação, organização e identificação dos materiais. Foi delimitada uma área para o armazenamento de paletes e tubos necessários no processo diário. A implementação de uma balança para pesagem de bobines aquando uma mudança de produção, permitiu evitar deslocamentos desnecessários nesta tarefa e pesagens de registo manual com a porta paletes. É importante salientar que a balança implementada foi ligada ao sistema de monitorização de indústria 4.0, permitindo contabilizar os quilogramas produzidos em cada máquina, gerando uma etiqueta que permite identificar a bobine quando utilizada como produto intermédio. Este sistema permite controlar a produção para as necessidades requeridas, agilizando todo o sistema produtivo nesta zona de extrusão.

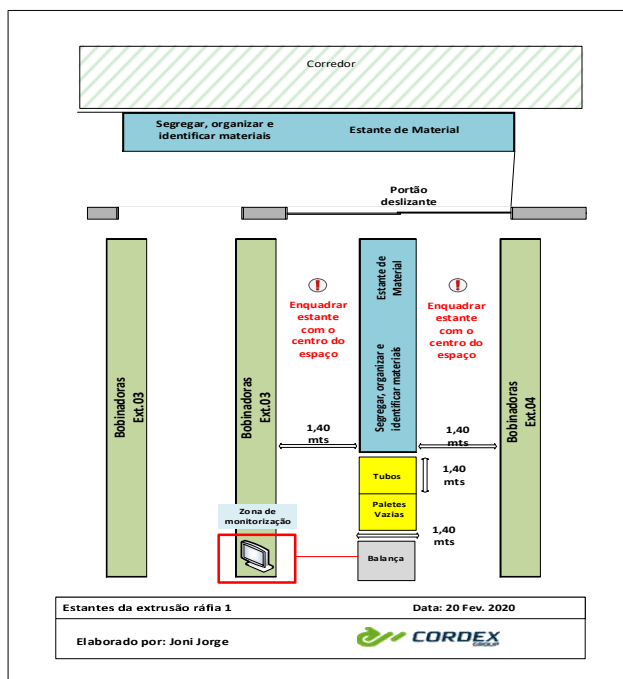


Figura 34 – *Layout* da zona das estantes implementado no programa 5'S

Foi elaborado outro *layout* (APÊNDICE G), denominado por zona do corredor como apresentado na Figura 35 (implementação realizada na área azul como apresentado na Figura 15). Nesta zona são apresentados corredores devidamente delimitados e identificados para o armazenamento de matérias primas estritamente necessárias no processo diário de produção. Foram criados espaços para armazenamento de bidões de mistura, paletes para reciclagem e *big-bags* vazios, permitindo que estes não fiquem espalhados pelo setor de forma desorganizada. Para o acesso entre a zona de corredores e estantes, foi criada uma passagem por escada que permite a transição dos colaboradores entre a parte inferior e superior ou vice-versa. Por necessidade de passagem de materiais para os equipamentos, foi de igual modo criada uma zona de transição que permite a passagem destes.

Para além dos *layouts* apresentados foram realizadas pequenas alterações junto dos equipamentos (extrusoras) que permitiram agilizar o procedimento de abastecimento destes, transformando os locais visualmente mais agradáveis.

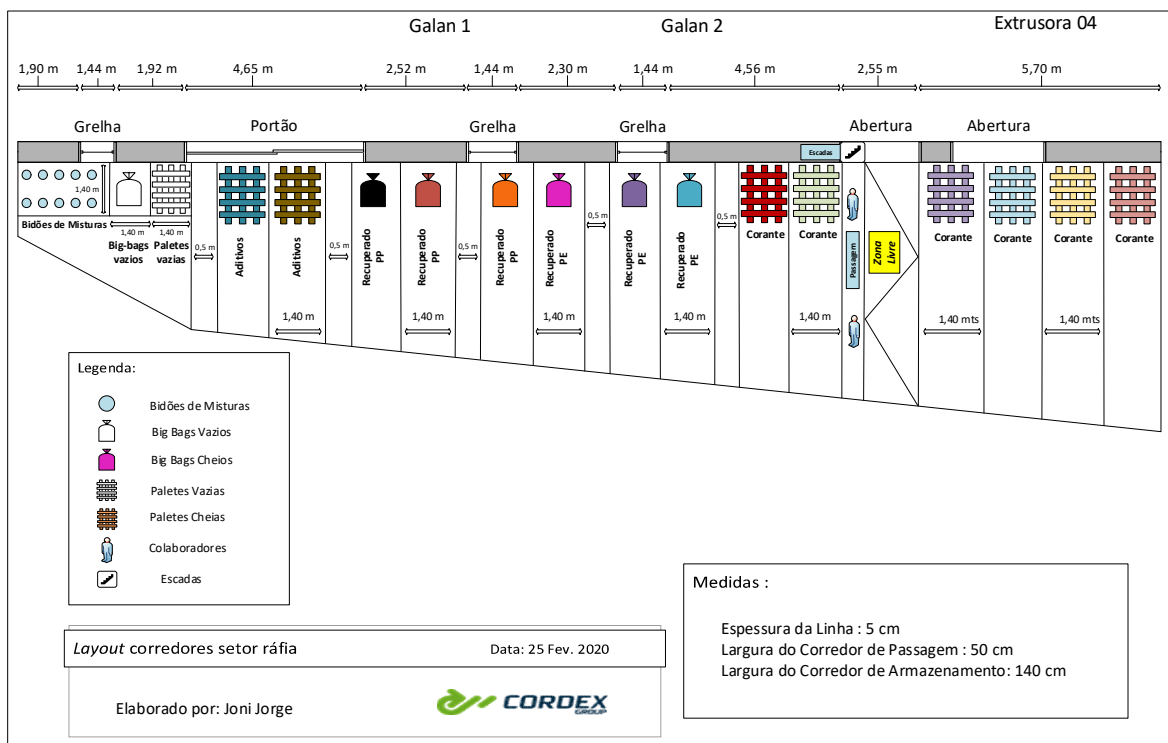


Figura 35 - *Layout* da zona do corredor implementado no programa 5'S

De modo a visualizar os resultados alcançados por implementação do programa 5'S, foram realizados registos fotográficos que apresentam as situações corrigidas. Da Figura 36 à Figura 41 visualizam-se as áreas intervencionadas durante o processo de implementação. Com esta abordagem pretende-se efetuar a comparação dos resultados antes e após a implementação.

Zona das Estantes

Antes	Depois
Estantes com matérias primas não usadas, sem referências e contaminadas. Materiais desnecessários	Estantes organizadas, limpas e identificadas com as matérias primas necessárias para o abastecimento dos equipamentos do setor.
Resultados alcançados: Melhor armazenamento – Mais espaço para manter as matérias primas perto dos equipamentos; Melhor aspeto visual → Redução da distância percorrida e do tempo gasto na procura de materiais; Redução de pequenas lesões por contacto com objetos (paletes partidas, tubos velhos e objetos cortantes); Aumento da eficiência.	

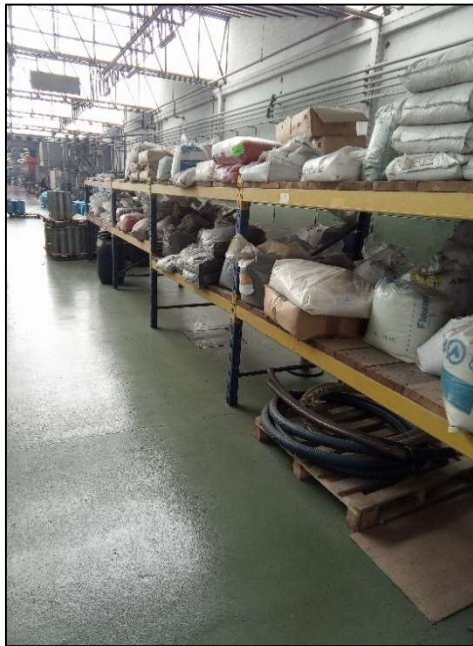


Figura 36 – Registo visual obtido na implementação dos 5'S – Zona das estantes

Zona de Mudança de Bobines

Antes	Depois
Zona desorganizada e com materiais excessivos. <i>Layout</i> insuficiente e baixo controlo produtivo.	Zona organizada e limpa. Eliminação do excesso de materiais. Ajustamento do <i>layout</i> para melhor acessibilidade e controlo produtivo.
Resultados alcançados: Melhor armazenamento – Melhor organização do <i>layout</i> ; Melhor aspeto visual; Melhor controlo produtivo → Maior espaço para circulação dos trabalhadores; Redução de pequenas lesões provocadas pelo empilhamento excessivo de paletes e tubos; Melhor acessibilidade à zona das estantes; Maior eficiência no controlo da produção por implementação de uma balança ligada ao sistema de monitorização da indústria 4.0.	



Figura 37 – Registo visual obtido na implementação dos 5'S – Zona de mudança de bobines

Zona do Corredor

Antes	Depois
Zona desorganizada e com matérias primas não usadas, sem referências e contaminadas. Materiais desnecessários e <i>layout</i> insuficiente.	Zona organizada, limpa e identificada com as matérias primas necessárias para o abastecimento dos equipamentos do setor.
Resultados alcançados: Melhor armazenamento – Melhor organização do <i>layout</i> ; Melhor aspecto visual; Melhor acessibilidade → Redução da distância percorrida e do tempo despendido na procura das matérias primas; Melhor acessibilidade à zona do corredor e na transição de materiais; Mais espaço para armazenamento de matérias primas e materiais (Paletes, bidões e <i>big-bags</i>); Aumento da eficiência.	



Figura 38 – Registo visual obtido na implementação dos 5'S – Zona do corredor

Zona de Materiais Extrusora 1

Antes	Depois
Zona desorganizada e com <i>layout</i> insuficiente.	Zona organizada e com materiais identificados. Melhor acessibilidade.
Resultados alcançados: Melhor armazenamento – Melhor organização do <i>layout</i> ; Melhor aspeto visual → Melhor identificação dos materiais; Melhor acessibilidade aquando o abastecimento da extrusora com matérias primas; Redução do tempo de procura do escadote e carrinho de transporte.	

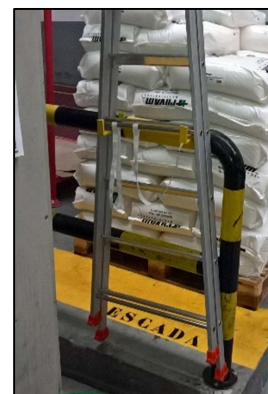
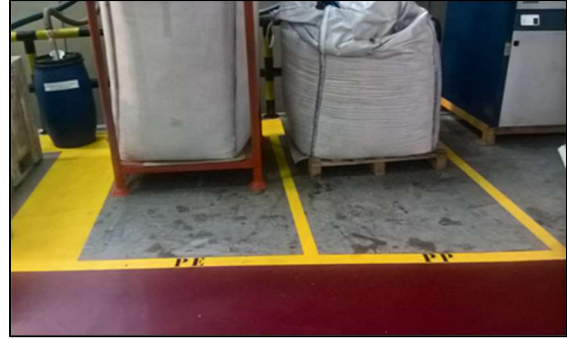


Figura 39 – Registo visual obtido na implementação dos 5'S – Zona de materiais extrusora 1

Zona de Materiais Extrusora 2

Antes	Depois
Zona desorganizada e <i>layout</i> insuficiente.	Zona organizada e com materiais identificados. Melhor acessibilidade e aumento da eficiência.
<p>Resultados alcançados: Melhor armazenamento – Melhor organização do <i>layout</i>; Melhor aspeto visual → Redução de pequenas lesões provocadas por quedas provenientes das mangueiras de aspiração; Melhor acessibilidade aquando o abastecimento da extrusora com matérias primas; Desobstrução das balizas de proteção e dos armários elétricos; Redução do tempo de procura do escadote; Mais espaço para desenrolar <i>big-bags</i>.</p>	



Figura 40 – Registo visual obtido na implementação dos 5'S – Zona de materiais extrusora 2

Zona de Materiais Extrusora 3 e 4

Antes	Depois
Zona desorganizada e com materiais excessivos. <i>Layout</i> insuficiente.	Zona organizada, limpa e identificada com as matérias primas necessárias para o abastecimento dos equipamentos do setor.
Resultados alcançados: Melhor armazenamento – Melhor organização do <i>layout</i> ; Melhor aspeto visual → Maior espaço para circulação dos trabalhadores; Melhor acessibilidade e fácil identificação dos materiais contidos dentro dos bidões; Desobstrução das balizas de proteção e dos armários elétricos; Redução da contaminação dos materiais por mau acondicionamento dos bidões; Redução do tempo de procura dos equipamentos de limpeza.	



Figura 41 – Registo visual obtido na implementação dos 5'S – Zona de materiais extrusora 3 e 4

Melhoria processual obtida na Zona das Estantes e Corredor

Um dos desperdícios existentes consistia na movimentação dos colaboradores relativamente ao local de armazenamento de matérias primas. O colaborador aquando uma mudança de produção tinha de se deslocar até o extremo oposto do pavilhão percorrendo uma distância média de 2 x 255 metros, demorando 2 x 4 minutos para transporte das matérias primas necessárias para a nova ordem de produção (Figura 15). Estas deslocações ocorriam aproximadamente 2 vezes por dia, correspondendo a uma mudança de polímero em duas das quatro extrusoras do setor.

Procedeu-se à organização e limpeza das áreas das estantes e corredores como já apresentado (Figura 36 e 38), para armazenamento de matérias primas num local mais perto possível das extrusoras. Com esta organização e limpeza obteve-se um ganho de área de aproximadamente 58 m². Face ao ganho apresentado e em conjunto com o programa 5'S, foi possível armazenar as matérias primas necessárias perto dos equipamentos, reduzindo deste modo a distância percorrida para o abastecimento destes (Figura 42). Atualmente o operador percorre em média 2 x 36 metros demorando 2 x 40 segundos para o transporte dos materiais. Na Tabela 23 apresenta-se a distância e o tempo percorrido antes e após a implementação da melhoria processual.

Tabela 23 – Distância percorrida e tempo efetuado no transporte de matérias primas (por dia)

Situação	Distância percorrida (m)	Tempo (min)
Antes	1020	16
Depois	144	2,66
Poupança	85,9 %	83,3 %

Pela Figura 42 pode-se visualizar as deslocações realizadas para abastecimento das extrusoras após a implementação do programa 5'S. Esta nova organização permitiu reduzir 85,9% a distância percorrida e 83,3% do tempo gasto nessa operação. Com esta redução, o operador fica disponível para desempenhar outra tarefa afeta ao sistema produtivo.

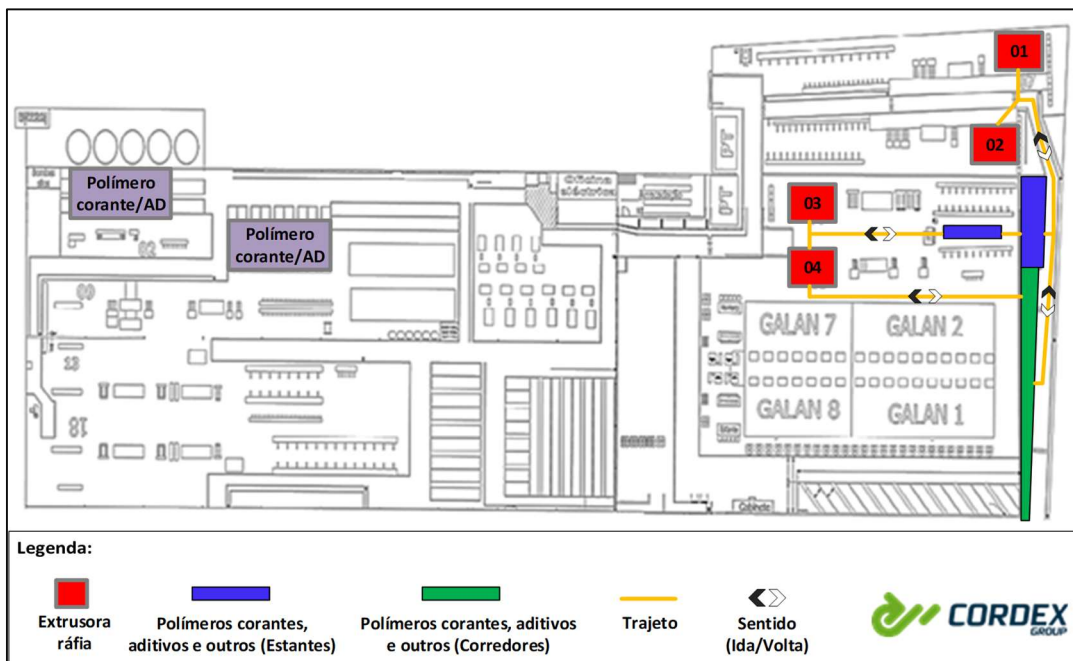
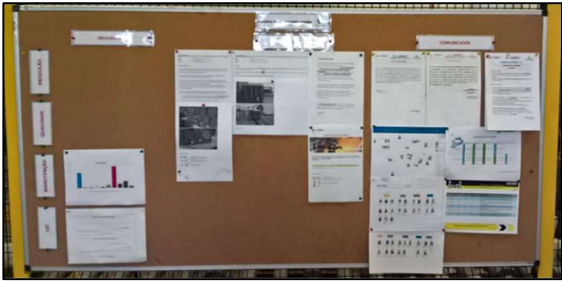




Figura 42 – Deslocações para o abastecimento dos equipamentos no setor ráfia 1 (depois)

Gestão Visual

Como já referido anteriormente, com as áreas limpas e organizadas permitiu aos colaboradores obter uma maior absorção de informação neste setor. A ferramenta de gestão visual permitiu criar diversas ajudas visuais como, delimitação de pavimentos e identificação de diversos tipos de materiais como já apresentado. Para além das ajudas referidas, foram implementados procedimentos, sinais de segurança e atualizados documentos e quadros de indicadores do setor de extrusão. Pela Tabela 24 pode-se visualizar as diferentes implementações de gestão visual no setor.

Tabela 24 – Implementação de gestão visual setor rafia

Gestão Visual	
<p>Para a zona de extrusão 1 e 2 foi criado um quadro de acompanhamento, este contém indicadores mensais sobre manutenção, qualidade, produção e segurança e saúde no trabalho. Existe uma secção onde são afixados comunicados (ex. recursos humanos, consultas médicas, primeiros socorros, corpo de intervenção e outros). Outra secção diz respeito a procedimentos e normas a serem cumpridas (ex. plano de limpeza, não conformidades, manutenção e etc.).</p>	<p>Zona Extrusão 1 e 2</p> 
<p>Na zona de extrusão 3 e 4, o quadro de acompanhamento é muito similar ao descrito anteriormente, apenas foi organizado e planos de ação foram introduzidos (ex. plano de ações a curto prazo (<i>quick win</i>), planos de melhoria a médio e longo prazo com a indicação dos diferentes estágios em se encontram). Pela necessidade produtiva e satisfação do cliente, foram introduzidos indicadores de produtividade e não conformidades diárias, que permitem aos colaboradores participar e corrigir desvios apresentados.</p>	<p>Zona Extrusão 3 e 4</p> 
<p>A gestão visual aqui apresentada é referente à zona de armazenamento de matérias primas do corredor. As placas de identificação existentes permitem identificar os materiais após a sua utilização. Estes são identificados pelo tipo de polímero (ex. polietileno, polipropileno, <i>polysteel</i> e entre outros) e cor (ex. azul, laranja, rosa e outras). Para o armazenamento e identificação destes materiais, existe um procedimento e um conjunto de normas a serem cumpridas. A normalização permite que qualquer colaborador possa perceber o método de organização do espaço. Os materiais devem ser colocados dentro das delimitações existentes e ficarem organizados pelo tipo de polímero e cor.</p>	<p>Zona Corredor de Materiais</p> 

Gestão Visual

Zona Estantes de Materiais

Esta zona destina-se ao armazenamento de sacos de matérias primas necessárias para abastecimento das extrusoras do respetivo setor. Como tal, foi implementada a gestão visual para melhor reconhecimento dos materiais existentes. Foram formados pequenos lotes devidamente organizados e identificados com a referência correspondente. Estes lotes foram ainda enquadrados por áreas de polímeros com cores semelhantes (ex. área dos polímeros verdes, vermelhos, azuis e etc.). Foi elaborado um procedimento e regras a serem cumpridas. Esta normalização permite que qualquer colaborador possa perceber o método de organização e dar continuidade ao espaço.



Informação, procedimentos e normas de segurança

No setor de extrusão rafia, os equipamentos já possuem procedimentos de funcionamento e segurança, apenas foram atualizados alguns documentos. Foi criado um quadro para informação de como proceder a normas de segurança específicas, assim como, o uso correto de equipamentos de proteção individual. Neste quadro pode-se ainda visualizar o horário semanal das consultas médicas e de enfermagem, as pessoas que constituem o grupo de primeiros socorros, e comunicados importantes (ex. comunicados médicos, enfermagem, recursos humanos e outros.). Foram incorporados alguns sinais para reforçar a segurança nas áreas de trabalho.



Auditorias 5'S

De forma a avaliar o estado inicial das instalações e processos a melhorar no setor, foram realizados relatórios de auditoria interna (Apêndice D) para medir a evolução das fases de implementação dos 5'S. Como já referido anteriormente, as auditorias serão mensais numa fase inicial e posteriormente passarão a trimestrais quando consolidadas. Pelo tempo requerido para monitorização desta implementação, apenas são apresentados resultados de auditorias mensais.

Nas Figura 43 e 44 podem-se visualizar os resultados obtidos ao longo do projeto de implementação. Estes permitiram avaliar de modo quantitativo a evolução da implementação do programa nas diferentes zonas do setor. Na fase inicial foi estipulado um objetivo de 65% (avaliação global), que permitiu aprimorar alguns aspetos e ter em vista resultados relevantes.

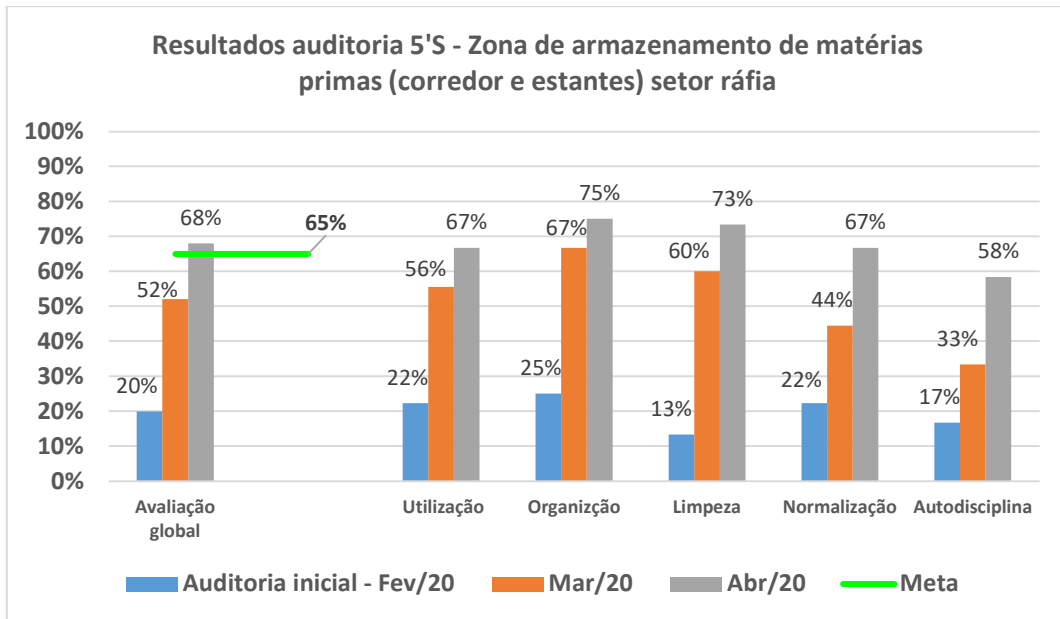


Figura 43 – Resultados da auditoria 5'S na zona de armazenamento de matérias primas

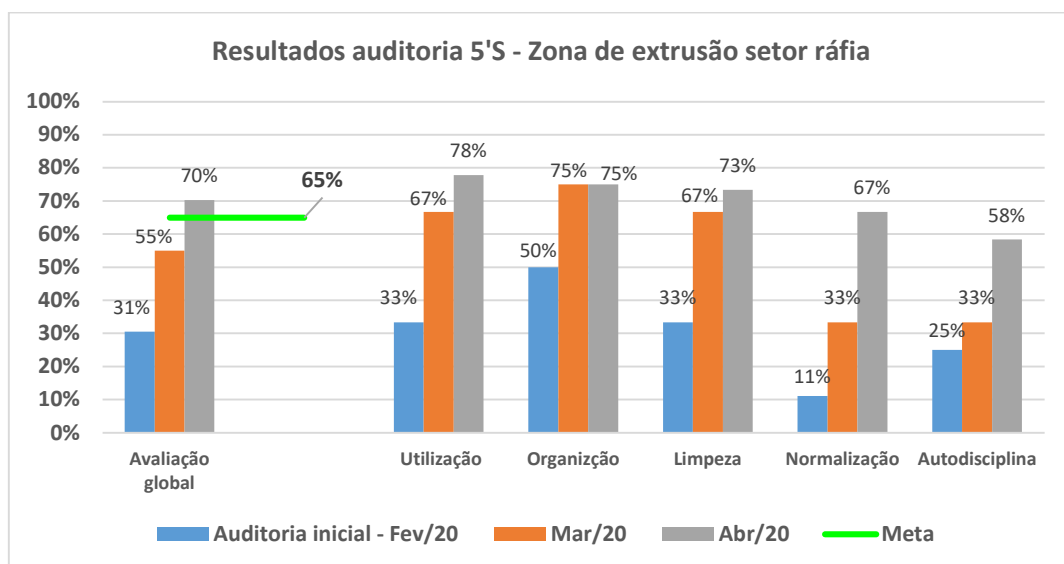


Figura 44 – Resultados da auditoria 5'S na zona de extrusão

A auditoria inicial realizada com base numa lista de verificação desenvolvida no âmbito deste trabalho teve como resultado um valor de 20% para a zona de armazenamento de matérias primas e 31% para a zona de extrusão. Contudo, o objetivo final para a implementação foi alcançado, atingindo-se a meta dos 65% na avaliação global.

As melhorias verificadas deveram-se principalmente ao senso de utilização, organização e normalização. O senso de organização permitiu que fossem definidas zonas específicas na extrusão para a colocação dos materiais. Relativamente aos locais de armazenamento de matérias primas (corredor e estantes), o senso de normalização teve uma peculiar incidência, no estabelecimento de regras de utilização destas áreas, permitindo que os materiais necessários ficassem situados o mais perto possível dos equipamentos, evitando deslocamentos desnecessários aquando o uma mudança de produção.

Não obstante, a normalização é um dos sentidos mais difíceis de implementar, visto que todos os colaboradores devem-se envolver e sentir a necessidade de cumprirem o programa, identificando, na rotina de trabalho, a sua relevância. É deste modo que se verifica se a implementação do programa 5'S está a ser bem-sucedido.

No que diz respeito à etapa de manutenção (autodisciplina), esta é a mais trabalhosa de todas. Eventualmente, manter o que já foi implementado é uma tarefa árdua, pois os colaboradores têm a tendência de incidir nas antigas rotinas, se não forem autodisciplinados. Por esse motivo, é necessário continuamente consciencializar e formar os colaboradores.

4.2. Discussão de resultados

Nesta secção são discutidos os resultados obtidos nas melhorias processuais implementadas nas secções 3.1. e 3.2. Pretende-se demonstrar a relevância das ferramentas *Lean* no impacto dos ganhos produtivos nos diferentes setores abordados.

4.2.1. Discussão de resultados das implementações *Lean*

Mudança de roldanas numa extrusora de multifilamentos (SMED)

Após recolha de toda a informação do processo, respetivas operações de *setup* e medição dos tempos associados, foram organizadas todas as operações (internas e externas). A partir desta separação e classificação das operações identificaram-se as oportunidades de melhoria.

Por implementação da metodologia SMED foi transformada uma operação de *setup* interno para *setup* externo. A operação levar e trazer roldana foi substituída por uma operação externa, permitindo que esta fosse preparada previamente com a máquina em funcionamento. Esta conversão resultou num ganho de 75,32s. As operações internas de desapertar e apertar roldana foram reduzidas por implementação da nova chave, obtendo-se um ganho de 44,76s. O tempo total de poupança obtido é de 120,08s que corresponde a uma poupança de 41% de tempo numa mudança de roldana.

Por implementação de melhoria continua na bancada de trabalho, o tempo da operação externa foi reduzida para 24,53s, representando uma poupança de 67%. Com esta implementação a operação tornou-se mais fácil e segura.

Como já referido anteriormente, relativamente à extrusora, esta tem capacidade produtiva de 200 kg/h. Sendo esta constituída por 4 cabeças de extrusão a divisão representa 50 kg/h por cabeça. O ganho produtivo referido é de 120,08s, pelo tempo aqui apresentado é possível produzir 1,67 kg de fio a mais após a mudança. Este material é cotado a 1,25€ por kg, ou seja, em cada mudança será possível um ganho na ordem de 2,01€. Face às 640 mudanças de roldanas ocorridas em 2019, poderá ser obtido um aumento produtivo anual global de 1 067 kg que corresponde a uma receita de cerca de 1 334€. Pelo aumento produtivo descrito e considerando que o peso médio de uma bobine é aproximadamente 10 kg obtemos um aumento anual de 107 bobines. De referir ainda que a implementação das melhorias processuais na extrusora em estudo requer um investimento total 726€. Tendo em conta estes dados, o *Payback Period* (Período de Recuperação) deste investimento será de 6,5 meses como apresentado na Equação 1. A Cordex possui um total de três extrusoras de

multifilamentos, este investimento poderá ser estendido às restantes que corresponderá a uma receita total de 4 002€/ano.

$$\text{Payback Period} = \frac{726}{1\,334} \times 12 = 6,5 \text{ meses} \quad \text{Equação 1}$$

Durante este caso de estudo foram analisados custos através da recolha de dados históricos na empresa. Na Tabela 25 estão apresentados os custos de serviços de manutenção de revestimento cerâmico referentes à extrusora onde se realizou o projeto. Importante referir que pelo número de mudanças ocorridas ao longo dos anos, a chave inadequada e a falta de organização e acondicionamento das roldanas provocavam desgaste prematuro destas. O custo atual de revestimento cerâmico de uma roldana é de 69€. Pretende-se com as melhorias processuais anteriormente descritas, nomeadamente nas capas de isolamento da chave e a organização e acondicionamento das roldanas permitir mitigar os custos aqui apresentados.

Tabela 25 – Custos anuais de revestimento cerâmico de roldanas de 2016 a 2019

Período	Nº Requisição	Data criação	Descrição	Qtd	Custo
Ano 2016	00.REQ.50/160809	17/03/2016	Revestir roldanas a porcelana	13	870,22 €
	00.REQ.50/161927	12/07/2016	“ “ “ “	9	602,46 €
	00.REQ.50/162900	17/11/2016	“ “ “ “	8	535,52 €
	00.REQ.50/163151	16/12/2016	“ “ “ “	17	1137,98 €
Total				47	3146,18 €
Ano 2017	00.REQ.50/170430	20/02/2017	Revestir roldanas a porcelana	7	469 €
	00.REQ.50/171369	14/06/2017	“ “ “ “	16	1072 €
	00.REQ.50/172181	19/09/2017	“ “ “ “	9	603 €
	00.REQ.50/172532	23/10/2017	“ “ “ “	8	536 €
Total				40	2680 €
Ano 2018	00.REQ.50/180011	03/01/2018	Revestir roldanas a porcelana	16	1104 €
	00.REQ.50/180596	07/03/2018	“ “ “ “	9	621 €
	00.REQ.50/180848	13/04/2018	“ “ “ “	6	414 €
	00.REQ.50/181190	29/05/2018	“ “ “ “	7	483 €
	00.REQ.50/181530	12/07/2018	“ “ “ “	11	759 €
	00.REQ.50/182067	02/10/2018	“ “ “ “	12	828 €
00.REQ.50/182459	11/12/2018	“ “ “ “	17	1173 €	
Total				78	5382 €
Ano 2019	00.REQ.50/190400	07/02/2019	Revestir roldanas a porcelana	12	828 €
	00.REQ.50/191106	13/05/2019	“ “ “ “	9	621 €
	00.REQ.50/191535	10/07/2019	“ “ “ “	8	552 €
	00.REQ.50/192103	03/12/2019	“ “ “ “	15	1035 €
Total				44	3036 €

Para verificar o indicador custo foi realizado um estudo parcial após a implementação das melhorias. Para que este estudo seja conclusivo necessitará de um período anual como apresentado na Tabela 25. Face ao tempo disponível para apresentação de resultados e discussão

dos mesmos, será considerado um período aproximado de 5 meses. Pela Tabela 26 pode-se visualizar os resultados obtidos durante o período indicado. Estes resultados comparados com os da Tabela 25 permitem constatar que para um período similar existe uma redução na quantidade de roldanas para revestir. Na eventualidade destas quantidades se mantiverem aproximadamente constantes ao longo dos restantes meses, a empresa obterá redução de custos significativos neste tipo de serviços de manutenção. Considerando a possibilidade anual de reduzir custos em aproximadamente 50% face ao ano 2019, poder-se-á obter uma poupança na ordem dos 1 518€.

Tabela 26 – Análise de custos de revestimento cerâmico de roldanas num período 5 meses

Período	Nº Requisição	Data criação	Descrição	Qtd	Custo
De Janeiro a	00.REQ.50/200245	10/02/2020	Revestir roldanas a porcelana	2	138 €
Maio de 2020	00.REQ.50/200683	15/05/2020	“ “ “ “	4	276 €
Total				6	414 €

Mudança de jogo de bobines numa extrusora de rafia (SMED)

Por implementação da metodologia SMED foi eliminada a operação de *setup* interno de colocar aumento no extrator e extrair a bobine que resultou num ganho de 19,43s. A melhoria processual implementada permitiu ainda reduzir o tempo de extrair a bobine obtendo-se um ganho de 1,02s. O tempo total de poupança obtido é de 20,45s que corresponde a uma poupança de 34% de tempo numa mudança de bobine.

Como referido anteriormente a extrusora tem uma capacidade produtiva de 325 kg/h. Foi ainda mencionado que aquando uma mudança de jogo de bobines o débito desta seria reduzido para cerca de 30% e as fitas encaminhadas para o aspirador. Considerando estes dados e o valor 20,45s poupados numa mudança de bobine, no antigo sistema corresponderia enviar 1,3 kg de desperdícios para o aspirador. Tomando em consideração este desperdício em quatro bobinadoras, num total de 885 mudanças de jogo em 2019 obteve-se desperdício na ordem dos 4602 kg. Este material não é recuperado pela empresa, sendo vendido 0,25€ por kg que corresponde a uma receita de 1 151€.

Considerando a poupança total de 81,80s das quatro bobinadoras como ganho produtivo à taxa de 325 kg/h, é possível produzir 7,4 kg de fita a mais após a mudança de jogo de bobines. Este material é cotado a 1,05€ por kg. Face às 885 mudanças de jogo ocorridas em 2019, poderá ser obtido um aumento produtivo de 6 549 kg anuais que corresponderá a um lucro de 6 876€. Importante referir que a receita final corresponderá à diferença entre não produzir desperdício (6 876€) e produzir (1 151€), resultando num total de 5 725€ por ano.

Relembrando ainda que a implementação da melhoria processual na extrusora em estudo requer um investimento em quatro bobinadoras no total de 3 426,76€. Considerando todos os dados apresentados, o *Payback Period* (Período de Recuperação) deste investimento será de 7,2 meses como apresentado na Equação 2. A Cordex possui um total de quatro extrusoras desta gama, este investimento poderá ser estendido às restantes que corresponderá a uma receita total de 22 900€ anuais.

$$\text{Payback Period} = \frac{3\,426,76}{5\,725} \times 12 = 7,2 \text{ meses} \quad \text{Equação 2}$$

Abastecimento de matérias primas no setor de extrusão rafia (5'S)

A utilização, organização e normalização na zona do corredor e estantes proporcionou um ganho notável de 58 m². Como referido anteriormente, o ganho obtido possibilitou o armazenamento de matérias primas necessárias perto dos equipamentos de forma reduzir a distância de transporte destas aquando uma mudança de produção. A distância descrita foi reduzida de 510 m para 72 m, apresentando uma poupança de 85,9%, relativamente ao tempo despendido nesta tarefa, foi de igual modo reduzido de 8 min para 1,33 min correspondendo a uma poupança de 83,3%.

Considerando a poupança de 6,7 min na distância percorrida para abastecimento dos equipamentos durante uma mudança de produção, como ganho produtivo à uma taxa média 225 kg/h inerente às quatro extrusoras, é possível produzir 25,13 kg de fita a mais após a mudança. Em 2019 foram registadas 716 mudanças no conjunto dos quatro equipamentos, face a esse registo poderá ser obtido um aumento produtivo de 17 993 kg anuais. A fita está cotada a 1,15€ por kg que corresponderá a uma receita anual de 20 692€.

4.2.2. Questionários sobre segurança ocupacional (*Lean Safety*)

Após as implementações *Lean* foram realizados questionários (APÊNDICE H) com o objetivo de registar as opiniões dos colaboradores, com vista a recolher informações relativas à segurança ocupacional dos seus locais de trabalho. Os questionários pretendem medir o impacto das melhorias introduzidas no processo produtivo na segurança ocupacional.

Os questionários foram baseados num conjunto de afirmações com uma escala de medição, considerando um grupo de opiniões internamente ligadas umas às outras, como indicador introspectivo. A medição foi realizada com base na escala de *Likert*, e como requisito de investigação a decisão incidiu na escala de 5 pontos com recolha de informações, como apresentado numa breve revisão histórica por Lucian (2016).

O estudo foi realizado nos setores onde ocorreu a implementação das melhorias processuais, como já abordado anteriormente (setores de extrusão de multifilamentos, rafia e armazenamento de matérias primas). As respostas foram dadas pelos colaboradores dos respetivos setores numa escala de 1 a 5 sendo: 1 = Discordo totalmente; 2 = Discordo parcialmente; 3 = Não concordo nem discordo; 4 = Concordo parcialmente; 5 = Concordo totalmente.

Foram criadas treze afirmações, sendo estas genéricas e do âmbito da segurança ocupacional. As questões elaboradas foram as seguintes:

Q1 – O local de trabalho melhorou;

Q2 – O esforço físico desenvolvido no posto de trabalho melhorou;

Q3 – O posto de trabalho ficou mais seguro;

Q4 – Melhoria ao nível de stresse diário;

Q5 – Atualmente tem uma maior autonomia;

Q6 – Melhoria na motivação para desenvolver o trabalho em segurança;

Q7 – Maior participação para contribuir para a melhoria dos métodos de trabalho;

Q8 – Maior facilidade na identificação dos riscos ocupacionais aos quais estava exposto;

Q9 – Dias de ausência devido a problemas de saúde diminuiram;

Q10 – Os conhecimentos em matéria de segurança melhoraram;

Q11 – As ferramentas Lean, melhoraram a integração da segurança com as atividades de trabalho desenvolvidas;

Q12 – Melhor preparação para responder às emergências;

Q13 – Em termos globais, considera que a ferramenta Lean, melhorou as suas condições de trabalho.

Os questionários foram realizados individualmente pelos colaboradores dos diferentes setores de forma a obter uma melhor perceção do impacto das ferramentas *Lean* na segurança ocupacional. Durante o preenchimento dos questionários houve acompanhamento aos colaboradores, tendo sido registadas sugestões de melhoria.

Os resultados obtidos através do questionário foram tratados com a ferramenta *Excel*. Para cada questão, os resultados médios obtidos na escala de 1 a 5 foram convertidos em % e apresentados no eixo das ordenadas.

Questionário sobre segurança operacional no setor de extrusão multifilamentos

No setor de extrusão multifilamentos foram inquiridos seis colaboradores que frequentemente laboram no local da implementação da melhoria processual. Na Figura 45 são apresentados os resultados obtidos nos questionários.

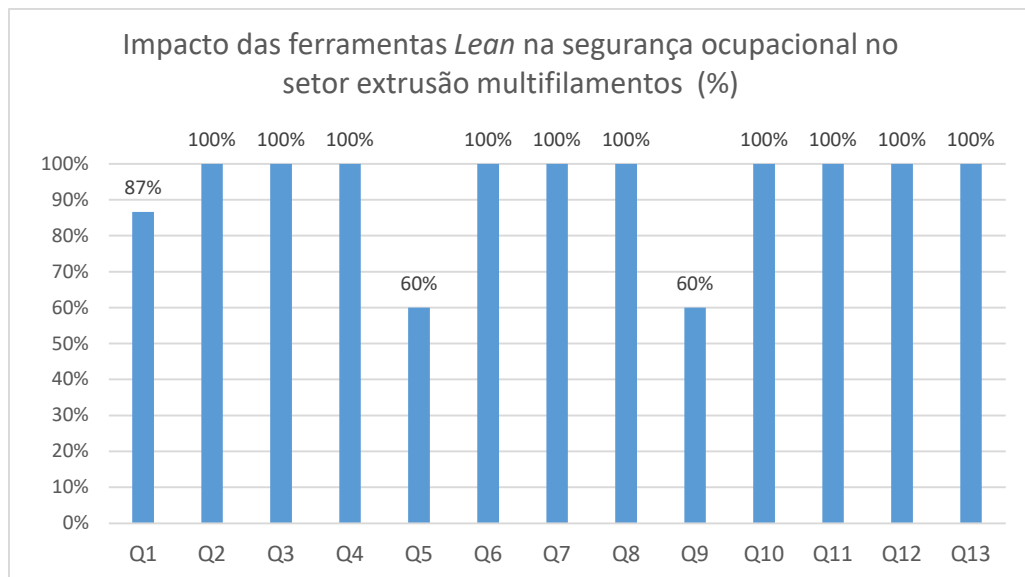


Figura 45 – Análise dos questionários realizados no setor de extrusão multifilamentos

Relativamente à questão Q1 dois dos seis trabalhadores concordam totalmente que o ambiente de trabalho melhorou, enquanto os restantes quatro concordam parcialmente. Estes últimos apresentaram como sugestão para um trabalho futuro, a criação de um sistema de ensacamento de bobines nas próprias bancadas. De forma geral os trabalhadores concordam que o ambiente trabalho melhorou, e que esta melhoria deveria ser replicada nas restantes duas extrusoras.

De outro modo, os colaboradores concordam totalmente que o esforço físico, segurança e o stresse diário no posto de trabalho melhorou, principalmente na operação de apertar/desapertar a roldana e distância percorrida para efetuar a mudança desta. O aumento da altura da bancada e as prateleiras laterais contribuíram positivamente a nível ergonómico. A nova bancada permite armazenamento de uma maior quantidade de materiais evitando que os mesmos estejam espalhados pela fábrica (fora do local de trabalho).

Relativamente à autonomia e diminuição dos dias de ausência devido a problemas de saúde todos os colaboradores são indiferentes. A melhoria processual não teve impacto na autonomia destes e pela duração do projeto não existem dados suficientes para perceber a evolução dos dias de absentismo.

Todos os colaboradores apresentam-se motivados para desenvolver o trabalho em segurança pelos comentários anteriormente referidos, nomeadamente na forma como é retirada a roldana, a distância percorrida para substituição desta e a ergonomia apresentada pela reestruturação da bancada de trabalho.

Por sua vez, todos os colaboradores concordam que contribuíram para a melhoria dos métodos de trabalho e ganharam maior perceção dos riscos ocupacionais aos quais estavam expostos. Isto deve-se ao facto que à medida que as alterações foram sendo realizadas, os colaboradores iam contribuindo com novas ideias, como por exemplo comprimento da chave, número e tamanho das prateleiras e gavetas. Com o aparecimento da nova ferramenta para aperto/ desaperto da roldana e alteração da bancada de trabalho, os colaboradores reconheceram os riscos ergonómicos a que estavam expostos antes da implementação da melhoria.

Os conhecimentos de todos os trabalhadores melhoraram a nível de conhecimento e integração das ferramentas *Lean* na segurança das atividades de trabalho desenvolvidas por estes, pelos motivos anteriormente apresentados.

Por outro lado, todos os trabalhadores estão unânimes relativamente à preparação para a responder às emergências. Isto deve-se ao ganho de tempo associado à eliminação de deslocações desnecessárias, permitindo aos colaboradores estarem mais disponíveis para atuarem em emergências.

Da mesma forma, os trabalhadores concordam que em termos globais as ferramentas *Lean* melhoraram as condições do posto de trabalho com base nas observações das questões anteriores.

Questionário sobre segurança operacional no setor de extrusão rafia

No setor de extrusão rafia foram inquiridos oito colaboradores que frequentemente trabalham no local da implementação da melhoria processual. Na Figura 46 são apresentados os resultados obtidos nos questionários.

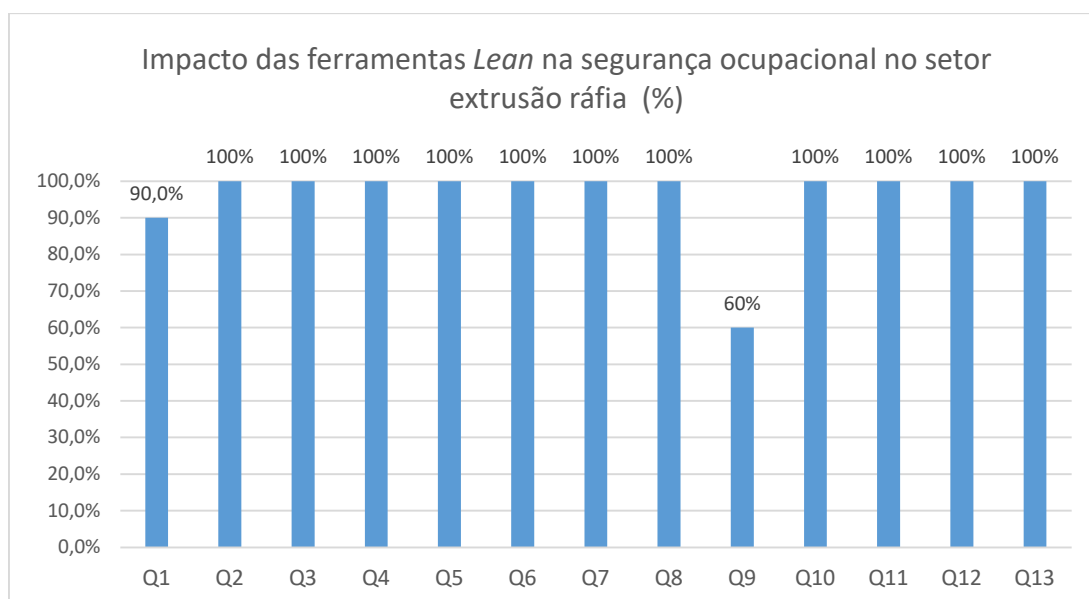


Figura 46 – Análise dos questionários realizados no setor de extrusão ráfia

Relativamente à Q1 metade dos colaboradores concordam totalmente que o ambiente de trabalho melhorou, enquanto a outra metade concorda parcialmente. Durante a recolha de informação, os colaboradores acharam pertinente que se melhorasse o controlo de elevação dos garfos do *stacker* através de um sistema de ajuste de pressão à bobine. Relataram a importância de replicar a melhoria nas restantes três extrusoras.

Por outro lado, todos os colaboradores concordam totalmente que o esforço físico, segurança e o stress diário no posto de trabalho melhoraram. A melhoria desenvolvida retirou esforço e mão-de-obra na operação mais trabalhosa do processo de extrusão. A segurança aumentou principalmente pelo facto de já não ser necessária a utilização de um tubo de cartão para auxiliar a extração da bobine, reduzindo o risco de entalamento de um membro superior. Deixou de ser necessário assegurar um segundo colaborador para extração da bobine. Esta necessidade requeria pedir o auxílio a colaboradores que estariam ocupados noutras extrusoras/ tarefas.

A autonomia dos colaboradores aumentou pelo facto de já não ser necessário um segundo colaborador tal como referido anteriormente.

Todos os colaboradores apresentam-se motivados para desenvolver o trabalho em segurança pelo facto do novo sistema não ter a necessidade de utilização do tubo de cartão, conseguindo aumentar igualmente o nível de confiança aquando a extração da bobine, pois o novo sistema é robusto e seguro.

Por sua vez, os colaboradores concordam totalmente que contribuíram para melhoria dos métodos de trabalho e ganharam maior percepção dos riscos ocupacionais ao quais estavam expostos. À medida que o novo sistema foi sendo implementado, foram surgindo algumas ideias por parte dos colaboradores da produção, nomeadamente na afinação do sistema (velocidade e curso de extração do sistema pneumático). Com a melhoria implementada os colaboradores reconheceram de imediato os elevados riscos a que estavam sujeitos no sistema anterior. Tais riscos consistem na probabilidade de entalamento de um membro superior bem como o esforço acentuado que era necessário fazer para puxar a bobine para cima do *stacker*.

Relativamente à diminuição dos dias de ausência devido a problemas de saúde todos os colaboradores estão indiferentes. Pela duração do projeto não existem dados suficientes para mesurar esses dias.

Os conhecimentos de todos os trabalhadores melhoraram a nível de conhecimento e integração das ferramentas *Lean* na segurança das atividades de trabalho desenvolvidas por estes, pelos motivos anteriormente apresentados nos riscos ocupacionais.

Por outro lado, todos os trabalhadores estão em concordância relativamente à preparação para a responder às emergências, devendo-se ao facto não de ser necessário assegurar um segundo colaborador para extração da bobine podendo este atuar em emergência.

Da mesma forma, os trabalhadores concordam que em termos globais as ferramentas *Lean* melhoraram as condições do posto de trabalho com base nas observações anteriores.

Questionário sobre segurança operacional no setor armazenamento de matérias primas rafia

No setor de armazenamento de matérias primas rafia foram inquiridos oito colaboradores que frequentemente laboram no local da implementação da melhoria processual. Na Figura 47 são apresentados os resultados obtidos nos questionários.

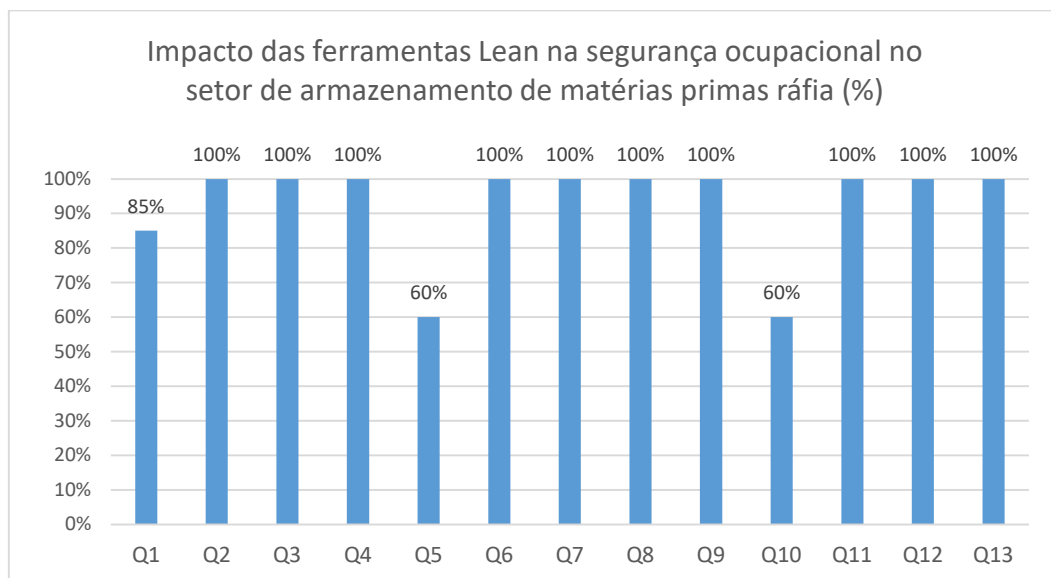


Figura 47 – Análise dos questionários realizados no setor de armazenamento de matérias primas rafia

Apenas dois dos oito colaboradores concordam totalmente que o ambiente de trabalho melhorou (questão Q1). Os restantes seis colaboradores concordam apenas parcialmente. Pelas observações recolhidas, os colaboradores mencionaram que o local de trabalho ficou limpo, organizado e identificado. Como sugestão de melhoria futura, estes referiram que seria pertinente instalar rodízios nas bases de bidões e caixas de materiais de modo a facilitar o seu transporte.

Por sua vez, todos os colaboradores concordam totalmente que o esforço físico, segurança e o stresse diário no posto de trabalho melhorou. Estes referiram que a reorganização e identificação de materiais junto das extrusoras permitiu diminuir a distância percorrida sempre que existe necessidade de um novo material. Contudo, revelaram a importância de não haver paletes mal sobrepostas com elevado risco de queda, assim como, a criação de uma escada de acesso à nova zona de materiais (estantes) que reduz o risco de lesões.

Relativamente à autonomia e diminuição dos dias de ausência devido a problemas de saúde todos os colaboradores são indiferentes. A melhoria processual não teve impacto na autonomia destes, e pela duração do projeto não existem dados suficientes para perceber a evolução dos dias de ausência por absentismo.

Os colaboradores apresentam-se motivados para desenvolver o trabalho em segurança pelo facto do espaço de trabalho e de armazenamento se encontrarem limpos e organizados.

Todos os colaboradores concordam que contribuíram para melhoria dos métodos de trabalho e ganharam maior perceção dos riscos ocupacionais aos quais estavam expostos. Todas as alterações e delimitações foram realizadas juntamente com colaboradores da produção. Estes ganharam a perceção sobre os riscos ocupacionais, principalmente no caso do mau empilhamento das paletes e sacos de materiais espalhados no chão.

Os conhecimentos de todos os trabalhadores melhoraram a nível de conhecimento e integração das ferramentas *Lean* na segurança das atividades de trabalho desenvolvidas por estes, pelas alterações efetuadas, ganharam a noção que devem guardar os materiais nos respetivos lugares, para não correrem o risco de tropeçarem num saco por exemplo ou uma paleta cair ao chão.

Por outro lado, todos os trabalhadores estão unânimes relativamente a preparação para a responder às emergências, isto deve-se ao facto existir facilidade no reconhecimento de materiais ou falta destes, podendo neste caso serem repostos antecipadamente e de forma segura.

Da mesma forma, os trabalhadores concordam que em termos globais as ferramentas *Lean* melhoraram as condições do posto de trabalho com base nas observações anteriores.

Teste de hipóteses

Para fundamentar a investigação (APÊNDICE I), efetuou-se um estudo estatístico de correlação entre duas afirmações. A população foi constituída pelos diferentes colaboradores dos setores onde ocorreram as implementações *Lean*. Foram inquiridos 22 colaboradores, cujo tamanho da população era igual a amostra ($n=22$). Para responder às afirmações foi usada a escala *Likert* como referido anteriormente, em que 1 – Discordo totalmente; 2 – Discordo parcialmente; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concordo parcialmente; 5 – Concordo totalmente.

1º Passo – Recolha de dados

Para a recolha de dados foram estudadas as seguintes afirmações (Q1 e Q2):

Q1: De modo geral estou satisfeito com as metodologias *Lean* implementadas no meu setor de trabalho

Q2: Atualmente estou satisfeito com o nível de segurança do meu posto de trabalho

Pergunta de estudo:

Será que a satisfação dos níveis de segurança ocupacional está correlacionada com o grau de satisfação da implementação das metodologias *Lean*?

Teste de hipóteses:

H_0 – Não existe associação entre segurança e *Lean*, ie, segurança e *Lean* são independentes

H_1 – Existe associação entre segurança e *Lean* (teste bilateral)

O teste a ser realizado através da ferramenta informática IBM SPSS *Statistics* 23 consiste no teste de *Spearman-Bivariate*, tratando este de dados monótonos e pequenas amostras. *Spearman* é um teste não paramétrico que visa uma correlação entre duas ou mais variáveis ordinais. Este teste é realizado com um intervalo de confiança IC=95% e com o respetivo nível de significância a 5%.

2º Passo – Realização do teste de correlação

Para realização do teste estatístico foi utilizado o *software* informático anteriormente referido. Na Tabela 27 apresenta-se o resultado obtido no teste de correlação.

Tabela 27 – Resultado do teste de correlação *Spearman-Bivariate* (SPSS 23)

Correlação		Implementações <i>Lean</i>	Segurança ocupacional	
Spearman's rho	Implementações <i>Lean</i>	Coeficiente de correlação	1.000	
		Sig. (2-tailed)	-	
		N	22	
	Segurança ocupacional	Coeficiente de correlação	.516*	1.000
		Sig. (2-tailed)	.014	-
		N	22	22

*Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

3º Passo – Registrar o valor -p, compará-lo com o critério de rejeição, e decidir rejeitar ou não, a H₀:

$$\text{Valor-p} = 0,014 (1,4\%) < 0,05 (5\%) \Rightarrow \text{rejeitar } H_0$$

4º Passo – Concluir em linguagem simples, o que significa rejeitar ou não, a hipótese nula.

Há evidência estatística suficiente, para afirmar que a segurança ocupacional está correlacionada com o grau de satisfação das metodologias *Lean* implementadas. Mais concretamente, quanto maior for o grau de satisfação das implementações *Lean*, maior impacto terá no nível de segurança do posto de trabalho. Isto porque o fator de correlação $\rho = 0,516$, o que significa que há uma correlação linear positiva (quanto mais satisfação *Lean* mais segurança) e de intensidade moderada (entre 0,5 e 0,7), entre a implementação e a segurança ocupacional. Concluindo, existe uma correlação moderada, sendo que $\rho = 1$ é uma correlação forte e $\rho = 0$ que significa ausência de correlação.

5. CONCLUSÃO

Neste capítulo são apresentadas as conclusões das implementações *Lean* e do caso estudo efetuado sobre a segurança ocupacional. São também apresentadas as limitações e as investigações futuras deste projeto.

5.1. Conclusões finais

Através das duas primeiras melhorias apresentadas neste trabalho é visível uma diminuição acentuada na duração das mudanças de produção/ ferramentas, assim como, os investimentos e tempos de recuperação reduzidos. A última melhoria implementada, referente à organização de espaços/ *layouts* é notório o ganho de área e uma redução de tempo nas deslocações desnecessárias para o abastecimento dos equipamentos aquando uma mudança de produção. Pelo estudo realizado é possível observar uma correlação entre o *Lean* e a segurança ocupacional.

No caso de mudança de roldanas numa extrusora de multifilamentos, a organização das operações e o investimento para reestruturação da bancada de trabalho e construção de uma chave para substituição de roldanas, permitiu evitar deslocações desnecessárias, obtendo-se uma poupança de 41% de tempo neste tipo de mudança. O investimento associado a esta melhoria ronda os 726€ gerando lucro no máximo ao fim de 6,5 meses. Para um número de mudanças de roldana equivalente ao observado em 2019 esta melhoria poderá permitir lucros anuais na ordem dos 1 334€. Face à melhoria implementada na chave de desapertar/apertar a roldana e comparando o histórico de 2019, a empresa poderá obter uma redução de custos nos serviços de manutenção para revestimento cerâmico de roldanas na ordem dos 50% que corresponderá a 1 518€ anuais.

O novo sistema de extração para mudança de jogo de bobines permitiu a eliminação de uma operação interna comparativamente com o processo anterior. O novo cilindro pneumático/sistema é robusto e permite ao colaborador efetuar uma extração autónoma da bobine de forma cómoda e segura. Foi realizado um investimento de 3 426,76€ no total de quatro bobinadoras existentes na extrusora. Face a este investimento foi possível obter uma poupança de 34% de tempo neste processo. Perante o investimento realizado será possível gerar lucro no máximo ao fim de 7,2 meses aproximadamente. Para o número de mudanças de jogos de bobines ao correspondente em 2019, esta melhoria poderá permitir aumento de faturação anual na ordem dos 5 725€.

Relativamente ao setor de abastecimento de matérias primas, a utilização, organização dos espaços/*layouts* e normalização dos mesmos contribuíram para um ganho notável de 58 m². Este ganho possibilitou o armazenamento de matérias primas perto dos equipamentos, reduzindo deste modo deslocações desnecessárias para o abastecimento destes aquando uma mudança de produção. A distância percorrida foi reduzida em cerca 85,9% e o tempo de deslocação em 83,3%. Considerando o ganho de tempo e o número de mudanças de produção observadas no anterior ao projeto, como ganho médio produtivo das quatro extrusoras do setor, será possível obter lucros anuais na ordem 20 692€. O objetivo final para a implementação do programa 5'S foi alcançado neste setor, atingindo-se a meta dos 65% na avaliação global da auditoria interna. As melhorias verificadas deveram-se principalmente ao senso de utilização, organização e normalização. Contudo a tarefa de manutenção do programa é mais trabalhosa requerendo acompanhamento

sistemático para não voltar aos antigos hábitos e rotinas. Por esse motivo existe a necessidade contínua de consciencializar e formar os colaboradores. De modo geral, as melhorias implementadas contribuíram para o aumento da moral dos colaboradores.

De um ponto vista global, as melhorias apresentadas neste projeto poderão permitir um aumento anual de faturação na ordem dos 29 269€. Para a possível obtenção destes resultados foi necessário um investimento de aproximadamente 4 152€ correspondente às duas primeiras ações. Relativamente à última ação não foi necessário investimento, simplesmente foram utilizados materiais e recursos disponíveis na empresa, como por exemplo, tintas para delimitação do chão, colaboradores para organização e identificação dos materiais e mão de obra interna (colaboradores da manutenção) para a realização de pequenas alterações em *layouts*.

Relativamente aos inquéritos realizados nos diferentes setores das implementações *Lean*, estes permitiram concluir que, de modo um geral, o local de trabalho melhorou significativamente, contudo os colaborados referiram oportunidades de melhoria de forma a dar continuidade ao que foi desenvolvido. Algumas das afirmações como por exemplo, melhoria a nível de esforço físico, posto de trabalho mais seguro, melhoria ao nível de stresse diário foram classificadas com grande entusiasmo pelos colaboradores. Estes ganharam maior perceção para identificação dos riscos ocupacionais aos quais estavam expostos antes das implementações. Por exemplo, o esforço excessivo para retirar a bobine da manga da bobinadora, chave das roldanas e bancada de trabalho inadequadas pondo em risco as condições ergonómicas do posto de trabalho e as deslocações desnecessárias para abastecimentos dos equipamentos como causa de aumento de stresse diário. A melhoria a nível de autonomia teve especial impacto nas bobinadoras de extrusão ráfia, onde deixou de ser necessário um segundo colaborador para auxiliar a extração das bobines. De modo geral os colaboradores concordam que as implementações das ferramentas *Lean* melhoraram as condições de segurança no posto de trabalho. Por fim, estes concluíram que as melhorias deveriam ser replicadas para os restantes equipamentos e setores fabris.

O segundo inquérito realizado permitiu apurar correlação estatística existente entre a satisfação das ferramentas *Lean* implementadas e a satisfação do nível segurança ocupacional no posto trabalho. Perante a amostra disponível ($n=22$) e com o teste não paramétrico *Spearman*, foi possível concluir com um intervalo de confiança $IC=95\%$ que existe dependência entre as duas afirmações, ou seja, rejeita-se a hipótese nula (H_0). Esta dependência implica um fator de correlação linear positivo e de intensidade moderada, apresentando um $p = 0,516$.

A longo de todo o projeto constatou-se uma grande motivação por parte dos colaboradores da produção e da manutenção o que facilitou bastante as implementações das melhorias processuais. A nível pessoal este trabalho foi bastante motivador e importante para a minha aprendizagem e carreira profissional.

5.2. Limitações e investigação futura

A principal limitação sentida neste trabalho consistiu no tempo para a realização do mesmo (6 meses). Na abordagem efetuada aos colaboradores após as implementações, estes acharam pertinente replicar as melhorias processuais para os restantes setores e equipamentos. Pelo motivo supra descrito não foi possível replicar as implementações.

Relativamente à implementação realizada no setor de extrusão de multifilamento, a pedido dos colaboradores, será necessário replicar a melhoria em mais duas extrusoras. Isto necessitará de um investimento de 1 452€ que poderá gerar lucro no máximo ao fim de 6,5 meses. Contabilizando todas as implementações será possível obter lucros anuais de 4 002€ (relativamente aos indicadores de 2019). Será necessário efetuar um acompanhamento dos serviços de manutenção de revestimento de roldanas de modo a concluir o estudo da redução de custos.

No setor de extrusão rafia foi de igual modo referido a importância de replicar o novo sistema de extração das bobinas nas restantes três extrusoras. O investimento para esta réplica rondará os 10 280€. Face a este investimento e considerando o período de retorno de 7,2 meses, será possível obter um lucro total de 22 900€ anuais (relativamente aos indicadores de 2019).

Os 5'S implementados no setor de armazenamento de matérias primas necessitará de acompanhamento no âmbito da melhoria contínua para dar continuidade ao que foi desenvolvido. Desta forma poder-se-á obter resultados mais sólidos que servirá como réplica para outros setores nomeadamente, extrusão monofilamentos, multifilamentos e cordoaria geral.

Pelo estudo realizado no âmbito da segurança ocupacional será pertinente efetuar um estudo mais aprofundado acerca de indicadores de acidentes de trabalho e de lesões musculoesqueléticas. Pretende-se assim no futuro mesurar a exposição dos trabalhadores aos níveis de risco inerentes à atividade profissional, de forma a acompanhar as flutuações e tendências históricas desses indicadores. Com esta análise poder-se-á perceber qual a evolução do impacto das ferramentas *Lean* na empresa e na vida dos trabalhadores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almomani, M. A., Aladeemy, M., Abdelhadi, A., & Mumani, A. (2013). A proposed approach for setup time reduction through integrating conventional SMED method with multiple criteria decision-making techniques. *Computers and Industrial Engineering*, *66*(2), 461–469. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2013.07.011>
- Arezes, P. M., Dinis-Carvalho, J., & Alves, A. C. (2015a). Workplace ergonomics in lean production environments: A literature review. Em *Work* (Vol. 52, Número 1, pp. 57–70). <https://doi.org/10.3233/WOR-141941>
- Arezes, P. M., Dinis-Carvalho, J., & Alves, A. C. (2015b). Workplace ergonomics in lean production environments: A literature review. Em *Work* (Vol. 52, Número 1, pp. 57–70). <https://doi.org/10.3233/WOR-141941>
- Ashraf, S., Rashid, M., & Rashid, A. R. M. (2017). Implementation of 5S Methodology in a Food & Beverage Industry: A Case Study. *International Research Journal of Engineering and Technology*.
- B-on. (2020). *b-on*. Obtido 8 de Fevereiro de 2020, de <https://www.b-on.pt/>
- Behrouzi, F., & Wong, K. Y. (2011). Lean performance evaluation of manufacturing systems: A dynamic and innovative approach. *Procedia Computer Science*, *3*, 388–395. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2010.12.065>
- Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., Sanctis, I., Mazzuto, G., & Paciarotti, C. (2015). A Changeover Time Reduction through an integration of lean practices: A case study from pharmaceutical sector. *Assembly Automation*, *35*(1), 22–34. <https://doi.org/10.1108/AA-05-2014-035>
- Brito, M., Ramos, A. L., Carneiro, P., & Gonçalves, M. A. (2017). Combining SMED methodology and ergonomics for reduction of setup in a turning production area. *Procedia Manufacturing*, *13*, 1112–1119. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.172>
- Brown, G. D., & O'Rourke, D. (2007). Lean manufacturing comes to China: A case study of its impact on workplace health and safety. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, *13*(3), 249–257. <https://doi.org/10.1179/oeh.2007.13.3.249>
- Caldera, H. T. S., Desha, C., & Dawes, L. (2017). Exploring the role of lean thinking in sustainable business practice: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, *167*, 1546–1565. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.126>
- Cirjaliu, B., & Draghici, A. (2016). Ergonomic Issues in Lean Manufacturing. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *221*, 105–110. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.095>
- Cordeiro, P., Sá, J. C., Pata, A., Gonçalves, M., Santos, G., & Silva, F. J. G. (2020). *Correction to: The Impact of Lean Tools on Safety—Case Study* (pp. C1–C1). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41486-3_88
- Cordex SGPS. (2019). *Cordex - Home*. Obtido 30 de Novembro de 2019, de <https://cordex.com/pt/home-pt/>
- Cox, S. J., & Cheyne, A. J. T. (2000). Assessing safety culture in offshore environments. *Safety Science*, *34*(1–3), 111–129. [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(00\)00009-6](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(00)00009-6)
- Cristina, L. (2013). Gerenciamento de Projetos Lean; utilização otimizada de recursos garante sucesso na gestão de projetos. *Journal of Chemical Information and Modeling*, *53*(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>


- Cuatrecasas, L. (2004). A lean management implementation method in service operations. *International Journal of Services, Technology and Management*, 5(5–6), 532–544. <https://doi.org/10.1504/IJSTM.2004.006283>
- DGAE. (2019). *Sinopses Económicas e Setoriais*. DGAE. Obtido 17 de Janeiro de 2020, de <https://www.dgae.gov.pt/documentacao/-estatisticas/sinopses-economicas-e-setoriais.aspx>
- El-Namrouty, K. A. (2013). Seven Wastes Elimination Targeted by Lean Manufacturing Case Study “Gaza Strip Manufacturing Firms”. *International Journal of Economics, Finance and Management Sciences*, 1(2), 68. <https://doi.org/10.11648/j.ijefm.20130102.12>
- Falkowski, P., & Kitowski, P. (2007). The 5S methodology as a tool for improving the organisation of production. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 24.
- Feng, P. P., & Ballard, G. (2008). Standard work from a lean theory perspective. *Proceedings of IGLC16: 16th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 703–712.
- Ferradás, P. G., & Salonitis, K. (2013). Improving changeover time: A tailored SMED approach for welding cells. *Procedia CIRP*, 7, 598–603. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.06.039>
- Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Casais, R. B., Fernandes, A. J., & Baptista, A. (2019). Continuous improvement in maintenance: A case study in the automotive industry involving Lean tools. *Procedia Manufacturing*, 38, 1582–1591. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.127>
- Fiore, C. (2019). Lean execution: the basic implementation guide for maximizing process performance. Em *CRC Press*. <https://doi.org/10.1515/9781400839537-003>
- Furman, J. (2019). Impact of selected lean management tools on work safety. *Multidisciplinary Aspects of Production Engineering*, 2(1), 253–264. <https://doi.org/10.2478/mape-2019-0025>
- Ginting, S. E. F., Ramadhani, V. B., Tarigan, U. P. P., A., G., Simarmata, E., & Saragih, L. L. (2020). Implementation of lean service and 5S methods to increase the efficiency of service time in fire department. *RECENT PROGRESS ON: MECHANICAL, INFRASTRUCTURE AND INDUSTRIAL ENGINEERING: Proceedings of International Symposium on Advances in Mechanical Engineering (ISAME): Quality in Research 2019*, 2227, 040016. <https://doi.org/10.1063/5.0001052>
- Gonçalves, I., Sá, J. C., Santos, G., & Gonçalves, M. (2019). Safety stream mapping—a new tool applied to the textile company as a case study. Em *Studies in Systems, Decision and Control* (Vol. 202, pp. 71–79). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14730-3_8
- Hasle, P., Bojesen, A., Jensen, P. L., & Bramming, P. (2012). Lean and the working environment: A review of the literature. Em *International Journal of Operations and Production Management* (Vol. 32, Número 7, pp. 829–849). <https://doi.org/10.1108/01443571211250103>
- Howell, G. A., Ballard, G., Abdelhamid, T. S., & Mitropoulos, P. (2002). Working Near the Edge: a New Approach To Construction Safety. *Proceedings 10th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 1–12.
- Ibrahim, M. A., Mohamad, E., Arzmi, M. H., A. Rahman, M. A., Saptari, A., Shibghatul, A. S., Sulaiman, M. A., & Ali, M. A. M. (2015). Enhancing Efficiency of Die Exchange Process Through Single Minute of Exchanging Die at a Textile Manufacturing Company in Malaysia. *Journal of Applied Sciences*, 15(3), 456–464. <https://doi.org/10.3923/jas.2015.456.464>
- José, D., Pereira, S., Anne, M., Mello, D., Hermann, R., Roman, D. J., Anne, M., Pereira, S., & Ø, R. H. E. (2012). Fatores de competitividade organizacional Universidade Federal de Santa Catarina. *BBR - Brazilian Business Review*, 9(1), 27–46.

- Kakkar, V., Dalal, V. S., Choraria, V., Pareta, A. S., & Bhatia, A. (2015). Implementation Of 5S Quality Tool In Manufacturing Company: A Case Study. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH*, 4, 2.
- Karam, A. A., Liviu, M., Cristina, V., & Radu, H. (2018). The contribution of lean manufacturing tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry. A SMED project. *Procedia Manufacturing*, 22, 886–892. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.125>
- Khedkar, S. B., Thakre, R. D., Mahantare, Y. V., & Gondne, M. R. (2012). Study of Implementing 5S Techniques in Plastic Moulding Industry. *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)* www.ijmer.com, 2(5), 3653–3656.
- Korkut, D., Cakicier, N., Erdinler, E. S., Ulay, G., & Doğan, A. M. (2009). 5S activities and its application at a sample company. *African Journal of Biotechnology*, 8(8), 1720–1728. <https://doi.org/10.4314/ajb.v8i8.60370>
- Kumar, K., & Kumar, S. (2012). Steps for Implementation of 5S. *International Journal of Management IT and Engineering*, 2(6), 402–416.
- Lander, E., & Liker, J. K. (2007). The Toyota Production System and art: Making highly customized and creative products the Toyota way. *International Journal of Production Research*, 45(16), 3681–3698. <https://doi.org/10.1080/00207540701223519>
- Lingareddy, H., Reddy, G. S., & Jagadeshwar, K. (2008). 5S as Tool and Strategy for Improving the Workplace. *International Journal of Advanced Engineerin5S as Tool and Strategy for Improving the Workplaceg Technology*, 4(2), 5–7.
- Lucian, R. (2016). Repensando o Uso da Escala Likert: Tradição ou Escolha Técnica? Rethinking the Use of Likert Scale: Tradition or Technical Choice? *Revista Brasileira de Pesquisa de Marketing, opinião e Mídia-PMKT*, 18, 13–32.
- Lv, M., Zhang, N., Jiang, J., & Wang, Q. (2015). *Analysis and Application of SMED in an Injection Molding Machine Based on VSM*. 143–149. https://doi.org/10.1142/9789814689007_0021
- Maia, L. C., Eira, R., Alves, A. C., & Leão, C. P. (2015). A melhoria organizacional como alavanca para melhores condições de trabalho. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, E4, 50–65. <https://doi.org/10.17013/risti.e4.50-65>
- Main, B., Taubitz, M., & Wood, W. (2008). You Cannot Get Lean Without Safety Understanding the Common Goals. *Professional Safety*, 53(01).
- Marchwinski, C., & Shook, J. (2006). *Lean Lexicon : A graphical glossary for Lean Thinkers* (5th ed.). Lean Enterprise Institute: Cambridge.
- Mearns, K., Whitaker, S. M., & Flin, R. (2001). Benchmarking safety climate in hazardous environments: A longitudinal, interorganizational approach. *Risk Analysis*, 21(4), 771–786. <https://doi.org/10.1111/0272-4332.214149>
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Méndez, J. D. M., & Rodríguez, R. S. (2016). Set-up reduction in an interconnection axle manufacturing cell using SMED. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 84(9–12), 1907–1916. <https://doi.org/10.1007/s00170-015-7845-0>
- Milosevic, M., Macuzic, I., Todorovic, P., Djapan, M., Giagloglou, E., & Vuckovic, D. (2013). Implementation of the 5S System As a Factor for Improving the Quality Management. *International Quality Conference*, 7(5), 585–590.

- Mitropoulos, P., Abdelhamid, T. S., & Howell, G. A. (2005). Systems model of construction accident causation. *Journal of Construction Engineering and Management*, 131(7), 816–825. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2005\)131:7\(816\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2005)131:7(816))
- Monteiro, C., Ferreira, L. P., Fernandes, N. O., Sá, J. C., Ribeiro, M. T., & Silva, F. J. G. (2019). Improving the machining process of the metalworking industry using the lean tool SMED. *Procedia Manufacturing*, 41, 555–562. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.09.043>
- Moreira, A. C., & Pais, G. C. S. (2011). Single minute exchange of die. A case study implementation. *Journal of Technology Management and Innovation*, 6(1), 129–146. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242011000100011>
- Nahmens, I., & Ikuma, L. H. (2009). An empirical examination of the relationship between lean construction and safety in the industrialized housing industry. *Lean Construction Journal*, 2009, 1–12.
- Neves, P., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, T., Gouveia, A., & Pimentel, C. (2018). Implementing Lean Tools in the Manufacturing Process of Trimmings Products. *Procedia Manufacturing*, 17, 696–704. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.119>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*.
- Oliveira, M. S., Moreira, H. D. A., Alves, A. C., & Ferreira, L. P. (2020). Using Lean Thinking Principles To Reduce Wastes In Reconfiguration Of Car Radio Final Assembly Lines. *8th Manufacturing Engineering Society International Conference*.
- Ortiz, C. A., & Park, M. (2011). *Visual controls : applying visual management to the factory*. CRC Press.
- Patel, V. C., & Thakkar, H. (2014a). Review on Implementation of 5S in Various Organization. *Journal of Engineering Research and Applications www.ijera.com*, 4(3), 774–779.
- Patel, V. C., & Thakkar, H. (2014b). A Case Study: 5s Implementation in Ceramics Manufacturing Company. *Bonfring International Journal of Industrial Engineering and Management Science*, 4(3), 132–139. <https://doi.org/10.9756/bijiems.10346>
- Pellegrini, S., Shetty, D., & Manzione, L. (2012). Study and implementation of single minute exchange of die (SMED) methodology in a setup reduction kaizen. *3rd 2012 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 3-6 July 2012, 2353–2363.
- Peralta, C., Lermen, F., Echeveste, M., Mello, P., & Basso, C. (2017). Lean Manufacturing e ergonomia : uma revisão sistemática da literatura. *JOURNAL OF LEAN SYSTEMS*, 2, 22–36.
- Pinto, J. P. (2006). *Gestão de Operações, Na Indústria e nos Serviços*. Lidel - Edições Técnicas, Ida.
- Pinto, J. P. (2008). *Lean Thinking. Introdução ao pensamento magro por João Paulo Pinto. COMUNIDADE LEAN THINKING*. Obtido 2 de Fevereiro de 2020, de <https://docplayer.com.br/4345508-Lean-thinking-introducao-ao-pensamento-magro-o-pensamento-lean-1-introducao-por-joao-paulo-pinto-comunidade-lean-thinking.html>
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean, A filosofia das organizações vencedoras*. Lidel - Edições Técnicas, Ida.
- Prakash, R. (2010). *Framework for understanding the relationship between lean and safety in Construction*. *Journal of Construction Engineering and Management*, May 2010, 1-52.
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017). 5S – a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. Em *International Journal of Quality and Reliability Management* (Vol. 34, Número 3, pp. 334–361). Emerald Group Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2015-0045>

- Rizkya, I., Syahputri, K., Sari, R. M., & Siregar, I. (2019). 5S Implementation in Welding Workshop-A Lean Tool in Waste Minimization. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 505(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/505/1/012018>
- Rojasra, P. M., & Qureshi, M. N. (2013a). Performance improvement through 5S in small scale industry: a case study. *International Journal of Modern Engineering Research*, 3(3), 1654–1660.
- Rojasra, P. M., & Qureshi, M. N. (2013b). Performance improvement through 5S in small scale industry: a case study. *International Journal of Modern Engineering Research*, 3(3), 1654–1660.
- Rosa, C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., & Campilho, R. (2017). SMED methodology: The reduction of setup times for Steel Wire-Rope assembly lines in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 13, 1034–1042. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.110>
- Saurin, T. A., & Ferreira, C. F. (2009). The impacts of lean production on working conditions: A case study of a harvester assembly line in Brazil. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39(2), 403–412. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2008.08.003>
- Shingo, S. (1985). *A revolution in manufacturing : the SMED system*. Productivity Press.
- Silveira, F., Neto, I. R., & Machado, F. M. (2019). Occupational and Environmental Safety and Health. Em P. M. Arezes, J. S. Baptista, M. P. Barroso, P. Carneiro, P. Cordeiro, N. Costa, R. B. Melo, A. S. Miguel, & G. Perestrelo (Eds.), *Occupational and Environmental Safety and Health* (Vol. 202). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-14730-3>
- Singh, B. J., & Khanduja, D. (2010). SMED: For quick changeovers in foundry SMEs. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 59(1), 98–116. <https://doi.org/10.1108/17410401011006130>
- Sorooshian, S., Salimi, M., Bavani, S., & Aminattaheri, H. (2012). Case report: Experience of 5S implementation. *Journal of Applied Sciences Research*, 8(7), 3855–3859.
- 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>
- Suzaki, K. (2010). *Gestão de Operações Lean: Metodologias Kaizen para a Melhoria Contínua*. LeanOP - Unipessoal, Lda.
- Szewieczek, D., & Michalska, J. (2007). The 5S methodology as a tool for improving the organisation. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 24, 211–214.
- Thiollent, M. (2008). *Metodologia da Pesquisa-ação. Coleção Temas básicos de pesquisa-ação* (Cortez (ed.); 16.a ed). Editora Autores Associados.
- Timasani, R., Doss, K., & Mahesh, N. S. (2011). Reducing the Set-up Time in a CNC Machining Line Using QCO Methods. *SASTECH*, 10(2), 56–62.
- Tripp, D. (2005). Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, 31(3), 443–466. <https://doi.org/10.1590/s1517-97022005000300009>
- Womack, J., & Jones, D. (1996). Beyond Toyota: how to root out waste and pursue perfection. *Harvard business review*, 74(5), 140-.
- Wyrwicka, M. K., & Mrugalska, B. (2017). Mirages of Lean Manufacturing in Practice. *Procedia Engineering*, 182, 780–785. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.200>

APÊNDICE A

PLANO DE LIMPEZA				
ZONAS DE ARMAZENAMENTO DE MATÉRIAS PRIMAS E SETOR DE EXTRUSÃO RÁFIA				
				
ZONAS A LIMPAR	MÉTODO DE LIMPEZA	MATERIAL DE LIMPEZA / PROCEDIMENTO	PERIODICIDADE	RESPONSÁVEL
Zona de armazenamento de materiais Estantes	Varrer o chão	Vassoura e apanhador	Diariamente	Operadores de extrusão
	Limpar superfície das prateleiras (estantes)	Vassoura e apanhador	Diariamente	Operadores de extrusão
	Despejar caixa com pontas de fita rafia	Vazar caixa em local definido para recolha deste material	Sempre que necessário	Operadores de extrusão
Zona de armazenamento de materiais Corredor	Varrer o chão	Vassoura e apanhador	Sempre que necessário	Empregada de limpeza
	Recolher paletes usadas/ partidas (matérias primas)	Encaminhar paletes para o parque de resíduos	A cada dois dias	Operadores de empilhador rafia
	Recolher paletes Cordex	Encaminhar as paletes para a Reciponto	A cada dois dias	Operadores de empilhador Reciponto
	Recolher <i>big-bags</i> vazios	Encaminhar <i>big-bags</i> para a Reciponto	A cada dois dias	Operadores de empilhador Reciponto
	Recolher <i>big-bags</i> de desperdícios	Encaminhar desperdícios para local definido	A cada dois dias	Operadores de empilhador rafia
Zonas de extrusão 12 e 14	Varrer o chão	Vassoura e apanhador	Diariamente	Operadores de extrusão
	Despejar caixote do lixo	Substituir saco	Sempre que necessário	Operadores de extrusão
	Limpar tabuleiro superior dos doseadores	Vassoura e apanhador/ Aspirador	Sempre que necessário	Operadores de extrusão
	Limpar Bobinadoras	Mangueira de ar comprimido	Sempre que necessário	Operadores de extrusão
	Limpar filtro/ rede de aspiração dos silos	Remover resíduos para um aparador	Semanalmente	Operadores de extrusão
	Despejar copo de controlo de poeiras (silo)	Saco para recolha do pó	Mensalmente	Operadores de extrusão
Zonas de extrusão 16 e 17	Varrer o chão	Vassoura e apanhador	Diariamente	Operadores de extrusão
	Despejar caixote do lixo	Substituir saco	Substituir saco	Operadores de extrusão
	Limpar tabuleiro superior dos doseadores	Vassoura e apanhador/ Aspirador	Sempre que necessário	Operadores de extrusão
	Limpar Bobinadoras	Mangueira de ar comprimido	Sempre que necessário	Operadores de extrusão
	Limpar filtro/ rede de aspiração dos silos	Remover resíduos para um aparador	Semanalmente	Operadores de extrusão

APÊNDICE B

Normas de utilização das estantes de armazenamento de matérias primas no setor de rafia

Foram criados espaços e identificações nas estantes para o armazenamento dos diferentes corantes e aditivos. Com isto, pretende-se organizar os produtos existentes, tornando-os disponíveis e de fácil acesso. Por baixo de cada lote encontra-se a referência correspondente ao corante. Criaram-se duas caixas, uma para cada lado da estante que permite armazenar as pontas de sobra da fita rafia, evitando que estas se espalhem pelo chão.



Área de armazenamento de polímero corante

Foram criados dois espaços na parte da frente da estante que servem para armazenamento de paletes e tubos. Estas duas marcações deverão ser usadas exclusivamente para esse efeito.



Área de armazenamento de aditivos



Espaço para armazenamento de paletes e tubos



REGRAS PARA MANUTENÇÃO DOS ESPAÇOS

1. Apenas materiais necessários devem estar nas estantes
2. Todos os materiais devem estar identificados e organizados
3. Paletes e tubos devem ficar dentro das áreas delimitadas
4. Chão e prateleiras devem ficar limpos após a utilização
5. Caixas com pontas de rafia devem ser limpas assim que necessário



Gratos pela vossa colaboração

Normas de utilização do corredor de armazenamento de matérias primas no setor de rafia

Foram criados espaços para armazenamento de bidões de misturas, *big-bags* e paletes vazias, cuja a sua identificação pode ser visualizada na parede. A criação de corredores permitiu armazenar aditivos, polímero corante e material recuperado. Para permitir o acesso à parte superior foi criada uma escada. Existe também uma área concebida para transição de materiais entre a parte inferior e superior. Importante referir que esta zona nunca deverá estar obstruída. Assim como referido anteriormente, todos os corredores apresentam-se devidamente identificados, indicando qual o material a armazenar.

Para identificação dos produtos, resultantes das sobras do recuperado, foram criados painéis de identificação de materiais que permitem identificar o produto existente nos *big-bags*, deixando estes disponíveis para uma próxima utilização. Existem duas caixas, uma para identificação de materiais PE e outra para PP/*Polysteel*. A fixação dos painéis é efetuado com molas. Estas encontram-se numa caixa ao lado dos identificadores.



Identificadores



Big-bag identificado


REGRAS PARA MANUTENÇÃO DOS ESPAÇOS

1. Apenas materiais necessários devem estar nos corredores
2. Todos os materiais devem estar identificados e organizados
3. Bidões, paletes usadas, *big-bags* vazios e polímeros devem ficar dentro das áreas delimitadas
4. *Big-bags* de sobras devem ser identificados para uma próxima utilização
5. Após o uso de bidões estes devem ser devolvidos ao local de armazenamento
6. O Acesso à escada e zona de transição devem estar desobstruídos
7. Chão deve ficar limpo após a utilização
8. Utensílios de limpeza devem ser arrumados e mantidos em bom estado







Gratos pela vossa colaboração



APÊNDICE C

Lista de verificação diária - Zonas de armazenamento de matérias e extrusão rafia		
ZONA ESTANTES	Sim	Não
1. Existem apenas materiais necessários nas estantes		
2. Todos os materiais nas estantes estão identificados e organizados		
3. Tubos e paletes estão dentro das áreas delimitadas		
4. Chão e prateleiras encontram-se limpos		
5. Caixas de pontas de rafia encontra-se limpas e no respetivo lugar		
OBS.		
ZONA CORREDORES	Sim	Não
6. Existem apenas materiais necessários nos corredores		
7. Todos os materiais nos corredores estão identificados e organizados		
8. Todos os materiais estão dentro das áreas delimitadas		
9. <i>Big-bags</i> de sobras estão identificados para uma próxima utilização		
10. Após o uso de bidões estes foram devolvidos ao local de armazenamento		
11. Zonas de acesso e transição estão desobstruídas		
12. Toda a zona de armazenagem encontra-se limpa e sem resíduos		
13. Paletes e <i>big-bags</i> vazios encontram-se no respetivo lugar		
OBS.		
ZONAS DE EXTRUSÃO 12 E 14	Sim	Não
14. Chão das zonas de extrusão encontra-se limpo		
15. Todos os materiais estão dentro das áreas delimitadas		
16. Bancada da ext.12 encontram-se limpa		
17. Plataformas dos doseadores encontram-se limpas (ext.12 e 14)		
18. As bobinadoras encontram-se limpas (ext.12 e 14)		
19. Caixote do lixo encontra-se limpo		
OBS.		
ZONAS DE EXTRUSÃO 16 E 17	Sim	Não
20. Chão das zonas de extrusão encontra-se limpo		
21. Todos os materiais estão dentro das áreas delimitadas		
22. Plataformas dos doseadores encontram-se limpas (ext.16 e 17)		
23. Utensílios de limpeza encontram-se arrumados e em bom estado		
24. As bobinadoras encontram-se limpas (ext.16 e 17)		
25. Caixote do lixo encontra-se limpo		
OBS.		
Data:		
Assinatura:		

APÊNDICE D

	Zona: Corredor e estantes de armazenamento de matérias primas no setor ráfia	Relatório de Auditoria 5S	
	Data de auditoria: 27/04/2020		
	Avaliação global: 68%		
	Auditor: Joni Jorge		
Use estes critérios de pontuação: 3 - Existe capacidade para mantê-lo; 2 - Está a ser cumprido de forma mais sistemática; 1 - Está feito, mas não sistematicamente; 0 - Não está feito; N/A - Não aplicável			
ETAPAS	ELEMENTOS A VERIFICAR	PONTUAÇÃO	OBSERVAÇÕES
SEIRI - Utilização		6 / 9	67%
Ferramentas, materias e equipamentos	1. Apenas os itens necessários estão no local. Resíduos e materiais não conformes estão em recipientes identificados.	2	
Armários, bancadas de trabalho e estantes	2. O topo das estantes, armários e piso estão livres de itens desnecessários. Não existem materiais e utensílios não necessários no local.	2	
Ferramentas, materias e equipamentos	3. Todas as ferramentas, materiais de produção e equipamentos existentes no local são usados regularmente.	2	
SEITON - Organização		7 / 9	75%
<i>Layout</i> do local	4. Existem áreas específicas delimitadas para equipamentos, materiais de produção, lixo, resíduos e produtos não conformes.	2	
Ferramentas, materias e equipamentos	5. Todas as ferramentas, materiais de produção e equipamentos estão devidamente identificados.	2	
Acesso de emergência	6. Equipamentos de segurança (ex. extintores) estão claramente acessíveis (não estão obstruídos).	3	
Aspeto geral do local	7. Existe uma aparência geral de arrumação.	2	
SEISON - Limpeza		7 / 15	73%
Ferramentas e equipamentos de trabalho	8. As ferramentas e equipamentos de trabalho têm um aspeto limpo e conservado.	2	
Pisos, bancadas de trabalho e estantes	9. O piso, estantes e bancadas de trabalho estão limpos e livres de sujidade. A limpeza é feita por rotina e como estabelecido.	2	
Ferramentas e produtos de limpeza	10. Todo o equipamento de limpeza está disponível no local de trabalho (vassoura, pá, balde).	3	
Recolha de resíduos	11. O local possui recipientes adequados e identificados para a recolha de resíduos.	2	
Aspeto geral do local	12. De modo geral, o local apresenta ser um ambiente limpo.	2	
SEIKETSU - Normalização		6 / 9	67%
Ferramentas, materias e equipamentos	13. Todas as ferramentas, materiais de produção e equipamentos são guardados no sítio correto depois da utilização.	2	
Procedimentos e metodologias de trabalho	14. Existem procedimentos e métodos de trabalho escritos para alcançar resultados consistentes. (plano de limpeza, listas de verificação).	2	
Controlo visual	15. Quadros de informação disponíveis e facilmente acessíveis. Todos os documentos estão atualizados, limpos e ordenados.	2	
SHITSUKE - Autodisciplina		5 / 12	58%
Procedimentos e metodologias de trabalho	16. Os três primeiros S fazem parte do trabalho diário no qual existe uma adesão total aos padrões.	2	
Disciplina na limpeza	17. Os colaboradores geralmente limpam e varrem automaticamente a sua área de trabalho e equipamentos.	1	
Motivação	18. Os colaboradores demonstram interesse positivo nas atividades do 5S.	2	
Formação	19. Existem formações e/ou outros programas implementados para sustentar a organização no local de trabalho.	2	
		Avaliação global:	68%

	Zona: Corredor e estantes de armazenamento de matérias primas no setor rãfia		Relatório de Auditoria 5S	
	Data de auditoria: 30/03/2020			
	Avaliação global: 52%			
	Auditor: Joni Jorge			
Use estes critérios de pontuação: 3 - Existe capacidade para mantê-lo; 2 - Está a ser cumprido de forma mais sistemática; 1 - Está feito, mas não sistematicamente; 0 - Não está feito; N/A - Não aplicável				
ETAPAS	ELEMENTOS A VERIFICAR		PONTUAÇÃO	OBSERVAÇÕES
SEIRI - Utilização			5 / 9	56%
Ferramentas, matérias e equipamentos	1. Apenas os itens necessários estão no local. Resíduos e materiais não conformes estão em recipientes identificados.		1	
Armários, bancadas de trabalho e estantes	2. O topo das estantes, armários e piso estão livres de itens desnecessários. Não existem materiais e utensílios não necessários no local.		2	
Ferramentas, matérias e equipamentos	3. Todas as ferramentas, materiais de produção e equipamentos existentes no local são usados regularmente.		2	
SEITON - Organização			6 / 9	67%
Layout do local	4. Existem áreas específicas delimitadas para equipamentos, materiais de produção, lixo, resíduos e produtos não conformes.		2	
Ferramentas, matérias e equipamentos	5. Todas as ferramentas, materiais de produção e equipamentos estão devidamente identificados.		2	
Acesso de emergência	6. Equipamentos de segurança (ex. extintores) estão claramente acessíveis (não estão obstruídos).		2	
Aspeto geral do local	7. Existe uma aparência geral de arrumação.		2	
SEISON - Limpeza			5 / 15	60%
Ferramentas e equipamentos de trabalho	8. As ferramentas e equipamentos de trabalho têm um aspeto limpo e conservado.		1	
Pisos, bancadas de trabalho e estantes	9. O piso, estantes e bancadas de trabalho estão limpos e livres de sujidade. A limpeza é feita por rotina e como estabelecido.		2	
Ferramentas e produtos de limpeza	10. Todo o equipamento de limpeza está disponível no local de trabalho (vassoura, pá, balde).		2	
Recolha de resíduos	11. O local possui recipientes adequados e identificados para a recolha de resíduos.		2	
Aspeto geral do local	12. De modo geral, o local apresenta ser um ambiente limpo.		2	
SEIKETSU - Normalização			4 / 9	44%
Ferramentas, matérias e equipamentos	13. Todas as ferramentas, materiais de produção e equipamentos são guardados no sítio correto depois da utilização.		1	
Procedimentos e metodologias de trabalho	14. Existem procedimentos e métodos de trabalho escritos para alcançar resultados consistentes. (plano de limpeza, listas de verificação).		1	
Controlo visual	15. Quadros de informação disponíveis e facilmente acessíveis. Todos os documentos estão atualizados, limpos e ordenados.		2	
SHITSUKE - Autodisciplina			3 / 12	33%
Procedimentos e metodologias de trabalho	16. Os três primeiros S fazem parte do trabalho diário no qual existe uma adesão total aos padrões.		1	
Disciplina na limpeza	17. Os colaboradores geralmente limpam e varrem automaticamente a sua área de trabalho e equipamentos.		1	
Motivação	18. Os colaboradores demonstram interesse positivo nas atividades do 5S.		1	
Formação	19. Existem formações e/ou outros programas implementados para sustentar a organização no local de trabalho.		1	
			Avaliação global:	52%

	Zona: Corredor e estantes de armazenamento de matérias primas no setor rafia		Relatório de Auditoria 5S 	
	Data de auditoria: 13/02/2020			
	Avaliação global: 20%			
	Auditor: Joni Jorge			
Use estes critérios de pontuação: 3 - Existe capacidade para mantê-lo; 2 - Está a ser cumprido de forma mais sistemática; 1 - Está feito, mas não sistematicamente; 0 - Não está feito; N/A - Não aplicável				
ETAPAS	ELEMENTOS A VERIFICAR	PONTUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	
SEIRI - Utilização		2 / 9	22%	
Ferramentas, materias e equipamentos	1 Apenas os itens necessários estão no local. Resíduos e materiais não conformes estão em recipientes identificados.	1		
Armários, bancadas de trabalho e estantes	2. O topo das estantes, armários e piso estão livres de itens desnecessários. Não existem materiais e utensilios não necessários no local.	0		
Ferramentas, materias e equipamentos	3. Todas as ferramentas, materiais de produção e equipamentos existentes no local são usados regularmente.	1		
SEITON - Organização		3 / 9	25%	
<i>Layout</i> do local	4. Existem áreas específicas delimitadas para equipamentos, materiais de produção, lixo, resíduos e produtos não conformes.	1		
Ferramentas, materias e equipamentos	5. Todas as ferramentas, materiais de produção e equipamentos estão devidamente identificados.	0		
Acessos de emergência	6. Equipamentos de segurança (ex. extintores) estão claramente acessíveis (não estão obstruídos).	2		
Aspeto geral do local	7. Existe uma aparência geral de arrumação.	0		
SEISON - Limpeza		1 / 15	13%	
Ferramentas e equipamentos de trabalho	8. As ferramentas e equipamentos de trabalho têm um aspeto limpo e conservado.	0		
Pisos, bancadas de trabalho e estantes	9. O piso, estantes e bancadas de trabalho estão limpos e livres de sujidade. A limpeza é feita por rotina e como estabelecido.	0		
Ferramentas e produtos de limpeza	10. Todo o equipamento de limpeza está disponível no local de trabalho (vassoura, pá, balde).	1		
Recolha de resíduos	11. O local possui recipientes adequados e identificados para a recolha de resíduos.	1		
Aspeto geral do local	12. De modo geral, o local apresenta ser um ambiente limpo.	0		
SEIKETSU - Normalização		2 / 9	22%	
Ferramentas, materias e equipamentos	13. Todas as ferramentas, materiais de produção e equipamentos são guardados no sítio correto depois da utilização.	0		
Procedimentos e metodologias de trabalho	14. Existem procedimentos e métodos de trabalho escritos para alcançar resultados consistentes. (plano de limpeza, listas de verificação).	1		
Controlo visual	15. Quadros de informação disponíveis e facilmente acessíveis. Todos os documentos estão atualizados, limpos e ordenados.	1		
SHITSUKE - Autodisciplina		1 / 12	17%	
Procedimentos e metodologias de trabalho	16. Os três primeiros S fazem parte do trabalho diário no qual existe uma adesão total aos padrões.	0		
Disciplina na limpeza	17. Os colaboradores geralmente limpam e varrem automaticamente a sua área de trabalho e equipamentos.	1		
Motivação	18. Os colaboradores demonstram interesse positivo nas atividades do 5S.	0		
Formação	19. Existem formações e/ou outros programas implementados para sustentar a organização no local de trabalho.	1		
		Avaliação global:	20%	

ETAPAS	ELEMENTOS A VERIFICAR	PONTUAÇÃO	OBSERVAÇÕES
		7 / 9	78%
SEIRI - Utilização			
Ferramentas, materias e equipamentos	1. Apenas os itens necessários estão no local. Resíduos e materiais não conformes estão em recipientes identificados.	2	
Armários, bancadas de trabalho e estantes	2. O topo das estantes, armários e piso estão livres de itens desnecessários. Não existem materiais e utensílios não necessários no local.	2	
Ferramentas, materias e equipamentos	3. Todas as ferramentas, materiais de produção e equipamentos existentes no local são usados regularmente.	3	
SEITON - Organização		7 / 9	75%
Layout do local	4. Existem áreas específicas delimitadas para equipamentos, materiais de produção, lixo, resíduos e produtos não conformes.	2	
Ferramentas, materias e equipamentos	5. Todas as ferramentas, materiais de produção e equipamentos estão devidamente identificados.	2	
Acessos de emergência	6. Equipamentos de segurança (ex. extintores) estão claramente acessíveis (não estão obstruídos).	3	
Aspeto geral do local	7. Existe uma aparência geral de arrumação.	2	
SEISON - Limpeza		7 / 15	73%
Ferramentas e equipamentos de trabalho	8. As ferramentas e equipamentos de trabalho têm um aspeto limpo e conservado.	2	
Pisos, bancadas de trabalho e estantes	9. O piso, estantes e bancadas de trabalho estão limpos e livres de sujidade. A limpeza é feita por rotina e como estabelecido.	2	
Ferramentas e produtos de limpeza	10. Todo o equipamento de limpeza está disponível no local de trabalho (vassoura, pá, balde).	3	
Recolha de resíduos	11. O local possui recipientes adequados e identificados para a recolha de resíduos.	2	
Aspeto geral do local	12. De modo geral, o local apresenta ser um ambiente limpo.	2	
SEIKETSU - Normalização		6 / 9	67%
Ferramentas, materias e equipamentos	13. Todas as ferramentas, materiais de produção e equipamentos são guardados no sítio correto depois da utilização.	2	
Procedimentos e metodologias de trabalho	14. Existem procedimentos e métodos de trabalho escritos para alcançar resultados consistentes. (plano de limpeza, listas de verificação).	2	
Controlo visual	15. Quadros de informação disponíveis e facilmente acessíveis. Todos os documentos estão atualizados, limpos e ordenados.	2	
SHITSUKE - Autodisciplina		5 / 12	58%
Procedimentos e metodologias de trabalho	16. Os três primeiros S fazem parte do trabalho diário no qual existe uma adesão total aos padrões.	2	
Disciplina na limpeza	17. Os colaboradores geralmente limpam e varrem automaticamente a sua área de trabalho e equipamentos.	1	
Motivação	18. Os colaboradores demonstram interesse positivo nas atividades do 5S.	2	
Formação	19. Existem formações e/ou outros programas implementados para sustentar a organização no local de trabalho.	2	
		Avaliação global:	70%



Zona: Extrusão Ráfia

Data de auditoria: 30/04/2020

Avaliação global: 70%

Auditor: Joni Jorge



Use estes critérios de pontuação:



3 - Existe capacidade para mantê-lo; 2 - Está a ser cumprido de forma mais sistemática;

1 - Está feito, mas não sistematicamente; 0 - Não está feito; N/A - Não aplicável

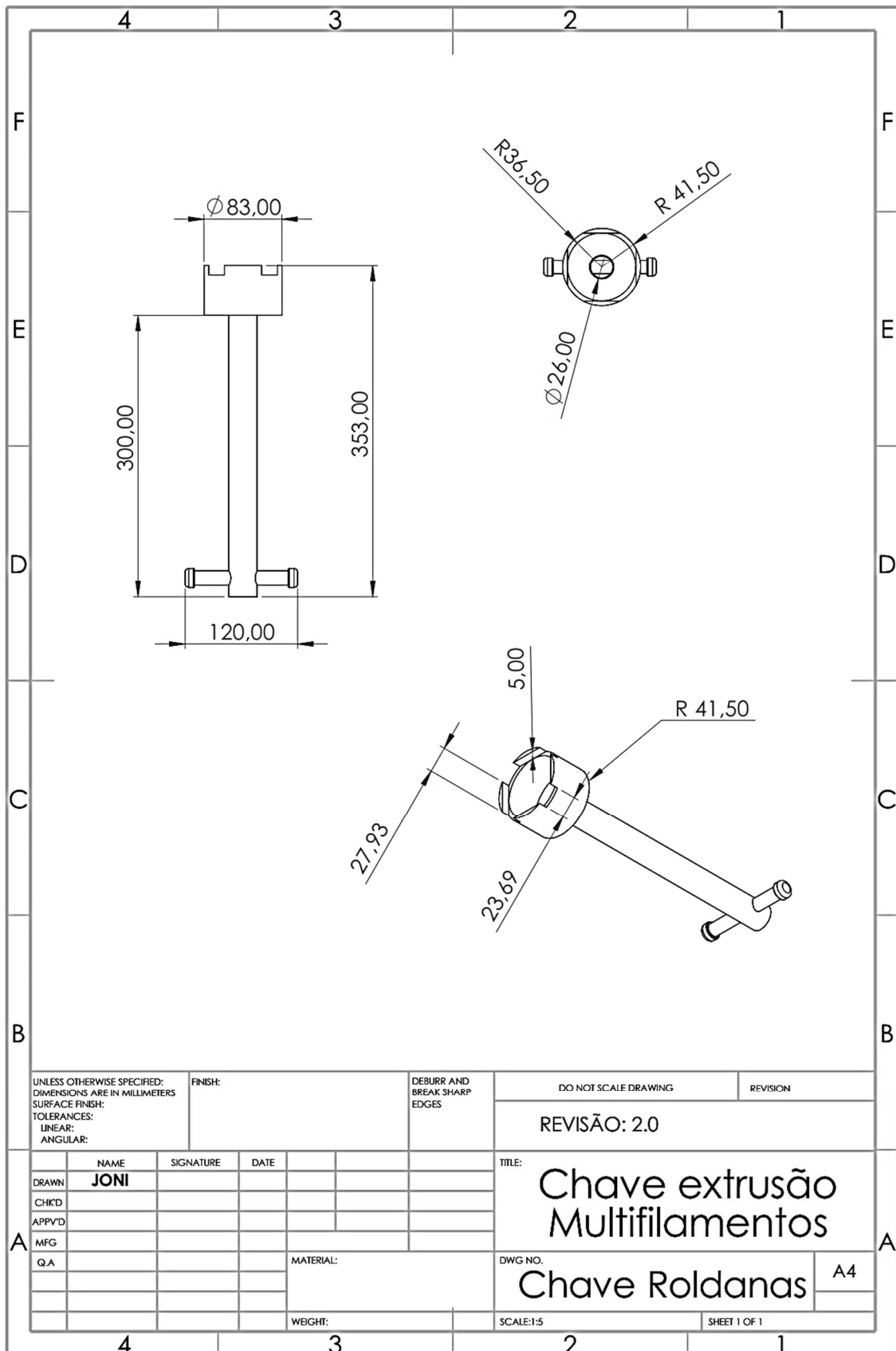
Relatório de Auditoria 5S



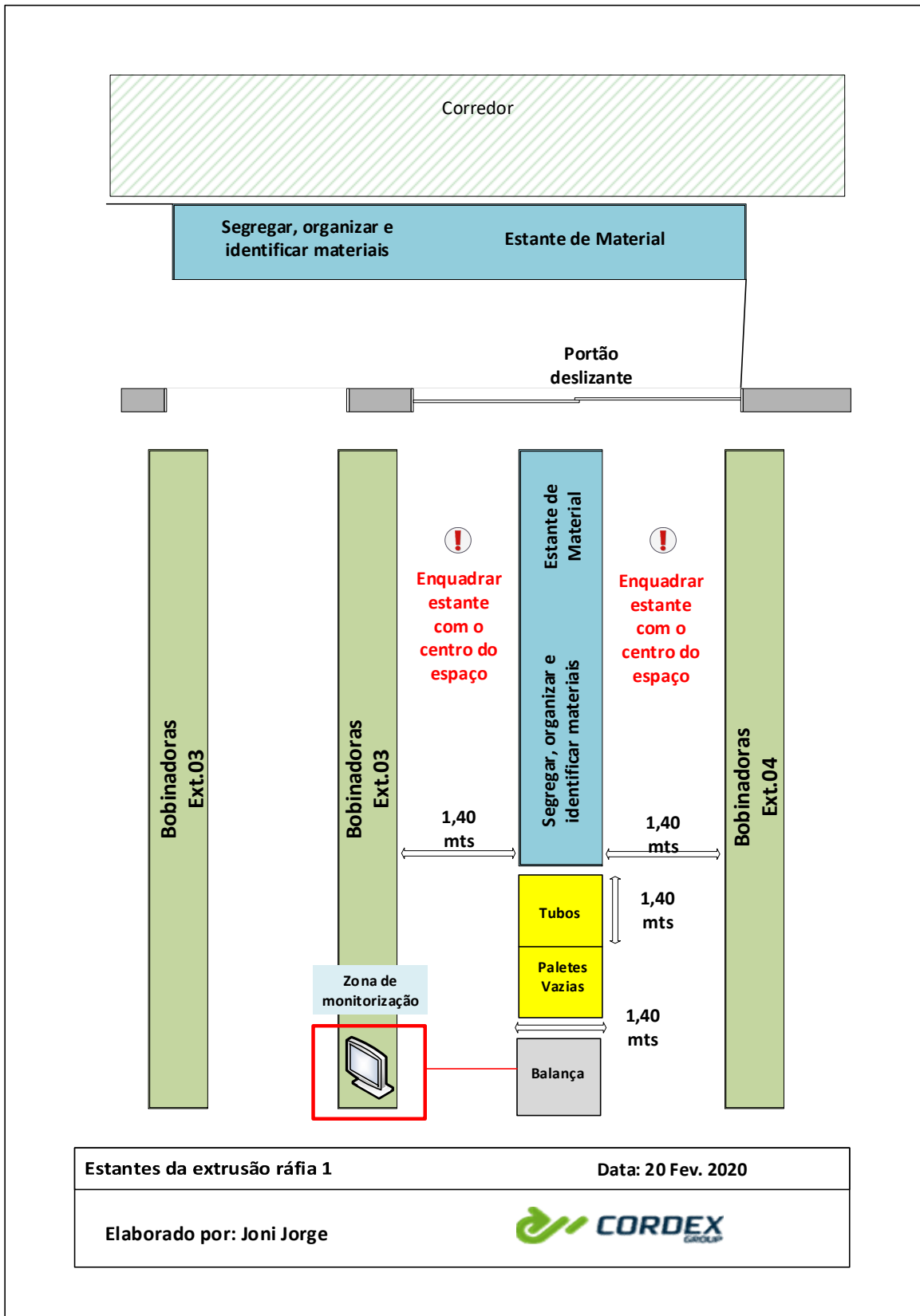
	Zona: Extrusão Ráfia	Relatório de Auditoria 5S 	
	Data de auditoria: 26/03/2020		
	Avaliação global: 55%		
	Auditor: Joni Jorge		
Use estes critérios de pontuação: 3 - Existe capacidade para mantê-lo; 2 - Está a ser cumprido de forma mais sistemática; 1 - Está feito, mas não sistematicamente; 0 - Não está feito; N/A - Não aplicável			
ETAPAS	ELEMENTOS A VERIFICAR	PONTUAÇÃO	OBSERVAÇÕES
SEIRI - Utilização		6 / 9	67%
Ferramentas, materias e equipamentos	1. Apenas os itens necessários estão no local. Resíduos e materiais não conformes estão em recipientes identificados.	2	
Armários, bancadas de trabalho e estantes	2. O topo das estantes, armários e piso estão livres de itens desnecessários. Não existem materiais e utensílios não necessários no local.	2	
Ferramentas, materias e equipamentos	3. Todas as ferramentas, materiais de produção e equipamentos existentes no local são usados regularmente.	2	
SEITON - Organização		7 / 9	75%
Layout do local	4. Existem áreas específicas delimitadas para equipamentos, materiais de produção, lixo, resíduos e produtos não conformes.	2	
Ferramentas, materias e equipamentos	5. Todas as ferramentas, materiais de produção e equipamentos estão devidamente identificados.	2	
Acessos de emergência	6. Equipamentos de segurança (ex. extintores) estão claramente acessíveis (não estão obstruídos).	3	
Aspeto geral do local	7. Existe uma aparência geral de arrumação.	2	
SEISON - Limpeza		6 / 15	67%
Ferramentas e equipamentos de trabalho	8. As ferramentas e equipamentos de trabalho têm um aspeto limpo e conservado.	2	
Pisos, bancadas de trabalho e estantes	9. O piso, estantes e bancadas de trabalho estão limpos e livres de sujidade. A limpeza é feita por rotina e como estabelecido.	2	
Ferramentas e produtos de limpeza	10. Todo o equipamento de limpeza está disponível no local de trabalho (vassoura, pá, balde).	2	
Recolha de resíduos	11. O local possui recipientes adequados e identificados para a recolha de resíduos.	2	
Aspeto geral do local	12. De modo geral, o local apresenta ser um ambiente limpo.	2	
SEIKETSU - Normalização		3 / 9	33%
Ferramentas, materias e equipamentos	13. Todas as ferramentas, materiais de produção e equipamentos são guardados no sítio correto depois da utilização.	1	
Procedimentos e metodologias de trabalho	14. Existem procedimentos e métodos de trabalho escritos para alcançar resultados consistentes. (plano de limpeza, listas de verificação).	1	
Controlo visual	15. Quadros de informação disponíveis e facilmente acessíveis. Todos os documentos estão atualizados, limpos e ordenados.	1	
SHITSUKE - Autodisciplina		3 / 12	33%
Procedimentos e metodologias de trabalho	16. Os três primeiros S fazem parte do trabalho diário no qual existe uma adesão total aos padrões.	1	
Disciplina na limpeza	17. Os colaboradores geralmente limpam e varrem automaticamente a sua área de trabalho e equipamentos.	1	
Motivação	18. Os colaboradores demonstram interesse positivo nas atividades do 5S.	1	
Formação	19. Existem formações e/ou outros programas implementados para sustentar a organização no local de trabalho.	1	
		Avaliação global:	55%

	Zona: Extrusão Ráfia	Relatório de Auditoria 5S 	
	Data de auditoria: 15/02/2020		
	Avaliação global: 31%		
	Auditor: Joni Jorge		
Use estes critérios de pontuação: 3 - Existe capacidade para mantê-lo; 2 - Está a ser cumprido de forma mais sistemática; 1 - Está feito, mas não sistematicamente; 0 - Não está feito; N/A - Não aplicável			
ETAPAS	ELEMENTOS A VERIFICAR	PONTUAÇÃO	OBSERVAÇÕES
SEIRI - Utilização		3 / 9	33%
Ferramentas, materias e equipamentos	1. Apenas os itens necessários estão no local. Resíduos e materiais não conformes estão em recipientes identificados.	1	
Armários, bancadas de trabalho e estantes	2. O topo das estantes, armários e piso estão livres de itens desnecessários. Não existem materiais e utensílios não necessários no local.	1	
Ferramentas, materias e equipamentos	3. Todas as ferramentas, materiais de produção e equipamentos existentes no local são usados regularmente.	1	
SEITON - Organização		5 / 9	50%
<i>Layout</i> do local	4. Existem áreas específicas delimitadas para equipamentos, materiais de produção, lixo, resíduos e produtos não conformes.	1	
Ferramentas, materias e equipamentos	5. Todas as ferramentas, materiais de produção e equipamentos estão devidamente identificados.	1	
Acessos de emergência	6. Equipamentos de segurança (ex. extintores) estão claramente acessíveis (não estão obstruídos).	3	
Aspetto geral do local	7. Existe uma aparência geral de arrumação.	1	
SEISON - Limpeza		3 / 15	33%
Ferramentas e equipamentos de trabalho	8. As ferramentas e equipamentos de trabalho têm um aspeto limpo e conservado.	1	
Pisos, bancadas de trabalho e estantes	9. O piso, estantes e bancadas de trabalho estão limpos e livres de sujidade. A limpeza é feita por rotina e como estabelecido.	1	
Ferramentas e produtos de limpeza	10. Todo o equipamento de limpeza está disponível no local de trabalho (vassoura, pá, balde).	1	
Recolha de resíduos	11. O local possui recipientes adequados e identificados para a recolha de resíduos.	1	
Aspetto geral do local	12. De modo geral, o local apresenta ser um ambiente limpo.	1	
SEIKETSU - Normalização		1 / 9	11%
Ferramentas, materias e equipamentos	13. Todas as ferramentas, materiais de produção e equipamentos são guardados no sítio correto depois da utilização.	0	
Procedimentos e metodologias de trabalho	14. Existem procedimentos e métodos de trabalho escritos para alcançar resultados consistentes. (plano de limpeza, listas de verificação).	0	
Controlo visual	15. Quadros de informação disponíveis e facilmente acessíveis. Todos os documentos estão atualizados, limpos e ordenados.	1	
SHITSUKE - Autodisciplina		2 / 12	25%
Procedimentos e metodologias de trabalho	16. Os três primeiros S fazem parte do trabalho diário no qual existe uma adesão total aos padrões.	1	
Disciplina na limpeza	17. Os colaboradores geralmente limpam e varrem automaticamente a sua área de trabalho e equipamentos.	0	
Motivação	18. Os colaboradores demonstram interesse positivo nas atividades do 5S.	1	
Formação	19. Existem formações e/ou outros programas implementados para sustentar a organização no local de trabalho.	1	
		Avaliação global:	31%

APÊNDICE E



APÊNDICE F



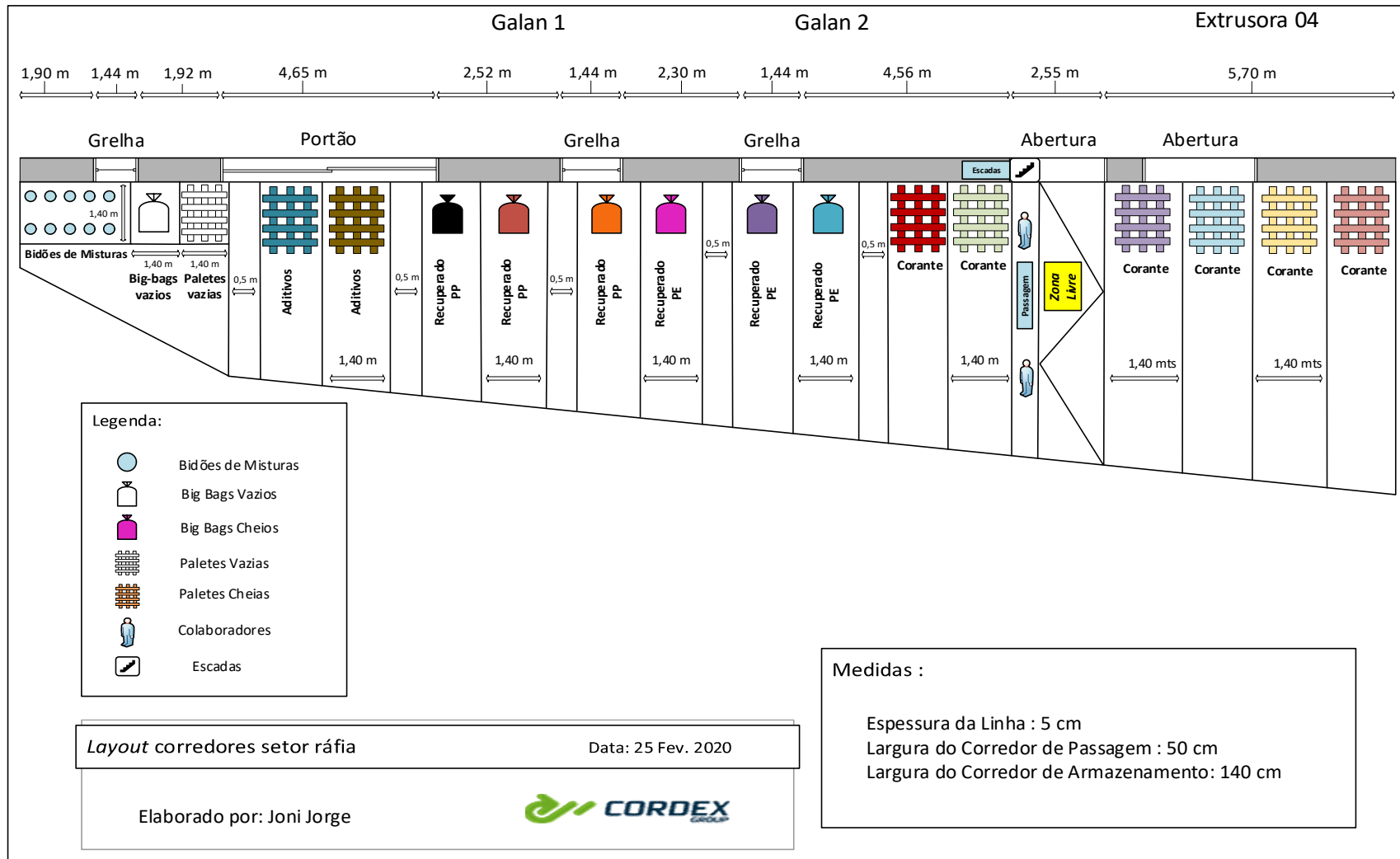
Estantes da extrusão ráfia 1

Data: 20 Fev. 2020

Elaborado por: Joni Jorge



APÊNDICE G



APÊNDICE H

No questionário apresentado, por favor dê uma resposta para cada uma das frases, marcando uma cruz no quadrado, em função da escala apresentada. Na sequência da ferramenta *Lean* implementada no seu posto de trabalho, solicitava que respondesse às seguintes questões:

1 = Discordo totalmente, 2 = Discordo parcialmente, 3 = Não concordo nem discordo, 4 = Concordo parcialmente e 5 = Concordo totalmente						
Setor da implementação da melhoria processual:						
<input type="checkbox"/> Extrusão multifilamento <input type="checkbox"/> Extrusão rafia <input type="checkbox"/> Armazenamento de matérias primas rafia						
Ferramenta <i>Lean</i> implementada: <input type="checkbox"/> 5'S <input type="checkbox"/> SMED						
Considero que os benefícios da implementação da ferramenta <i>Lean</i> no local de trabalho são:	1	2	3	4	5	Observações
Q1: O local de trabalho melhorou						
Q2: O esforço físico desenvolvido no posto de trabalho melhorou						
Q3: O posto de trabalho ficou mais seguro						
Q4: Melhoria ao nível de stress e diário						
Q5: Atualmente tem uma maior autonomia						
Q6: Melhoria na motivação para desenvolver o trabalho em segurança						
Q7: Maior participação para contribuir para a melhoria dos métodos de trabalho						
Q8: Maior facilidade na identificação dos riscos ocupacionais aos quais estava exposto						
Q9: Dias de ausência devido a problemas de saúde diminuíram						
Q10: Os conhecimentos em matéria de segurança melhoraram						
Q11: As ferramentas <i>Lean</i> , melhoraram a integração da segurança com as atividades de trabalho desenvolvidas						
Q12: Melhor preparação para responder às emergências						
Q13: Em termos globais, considera que a ferramenta <i>Lean</i> , melhorou as suas condições de trabalho						

APÊNDICE I

No questionário apresentado, por favor dê uma resposta para cada uma das frases, marcando uma cruz no quadrado, em função da escala apresentada. Na sequência das melhorias processuais realizadas no seu posto de trabalho, solicitava que respondesse às seguintes questões:

1 = Discordo totalmente, 2 = Discordo parcialmente, 3 = Não concordo nem discordo, 4 = Concordo parcialmente e 5 = Concordo totalmente						
Considero que relativamente às metodologias <i>Lean</i> e à segurança do meu posto de trabalho:	1	2	3	4	5	Obs.
Q1: De modo geral estou satisfeito com as metodologias <i>Lean</i> implementadas no meu setor de trabalho						
Q2: Atualmente estou satisfeito com o a nível de segurança do meu posto de trabalho						