



MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO E DA SEGURANÇA ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS LEAN NUMA EMPRESA METALOMECÂNICA

JOSÉ PAULO TAVARES MARQUES FILHO

novembro de 2020

MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO E DA SEGURANÇA ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS LEAN NUMA EMPRESA METALOMECÂNICA

José Paulo Tavares Marques Filho

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO E DA SEGURANÇA ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS LEAN NUMA EMPRESA METALOMECÂNICA

José Paulo Tavares Marques Filho

Estudante n.º 1161050

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

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

AGRADECIMENTOS

O trabalho que aqui se apresenta só foi possível graças à colaboração e apoio de algumas pessoas, às quais não posso deixar de prestar o meu reconhecimento.

Agradeço ao meu orientador do Instituto Superior de Engenharia do Porto, Professor José Carlos Sá, pela disponibilidade e apoio demonstrado durante a realização do trabalho.

Agradeço ao meu orientador na empresa Rubete, o Engenheiro Paulo Soares, pelo incentivo e conhecimento partilhado.

Agradeço à empresa Rubete pelo interesse, apoio e pela confiança demonstrada.

Agradecimento especial à minha família, pais, irmã, avó Teresa e Lorena por toda força e entusiasmo.

RESUMO

A saúde e segurança no trabalho é um tópico com grande importância nos dias atuais das organizações, visto as implicações sociais e financeiras que dele advêm. Para acentuar tais problemas, a indústria transformadora é uma das principais responsáveis pela quantidade de acidentes de trabalho no ano de 2017, em Portugal. Além disso, as organizações focam nas melhorias dos processos e na eliminação dos desperdícios dos fluxos produtivos. Deste modo, existe a necessidade de desenvolver ferramentas capazes de conjugar esses dois temas.

A metodologia *Safety and Value Stream Mapping (SVSM)* foi desenvolvida a partir do estudo de 73 artigos envolvendo o *Lean Manufacturing* e a segurança, verificando os pontos fortes e lacunas entre os temas, bem como a combinação de ferramentas já existentes, sendo essas o *Value Stream Mapping (VSM)*, *Safety Stream Mapping (SSM)* e o *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Esta metodologia visa facilitar a identificação do nível de risco de cada posto de trabalho, obtido através da avaliação de riscos, verificar o tipo de risco como causa da falha de segurança e indicar a ferramenta Lean mais adequada a aplicar para a resolução do risco. Além disso, é possível obter um diagnóstico do fluxo produtivo, com os indicadores produtivos mais significantes para análise.

De forma a comprovar a funcionalidade da metodologia desenvolvida, esta deve ser aplicada numa empresa. Assim, o SVSM foi implementado numa empresa metalomecânica, Rubete – Equipamentos Industriais, S.A, onde foram identificados problemas no âmbito produtivo e da segurança. Após realização dos procedimentos do SVSM para a resolução dos problemas encontrados, foram aplicadas as ferramentas Lean mais adequadas a cada processo, o *Total Productive Maintenance (TPM)* e o *Standard Work*. As melhorias obtidas com o TPM foram de 38% do nível de risco do posto de trabalho e na introdução de uma manutenção preventiva na organização. As melhorias obtidas com o Standard Work foram de 31,8% na redução do tempo de processo e 49,3% na redução do nível do risco.

A aplicabilidade desta metodologia foi eficiente e promissora, visto o impacto positivo na segurança ocupacional e na produtividade da organização. Porém, é necessário implementá-la em diferentes organizações e em diferentes setores industriais.

PALAVRAS-CHAVE

Lean; Saúde e Segurança no Trabalho; *Lean Safety*; *Safety and Value Stream Mapping*; *TPM*; *Standard Work*.

ABSTRACT

The health and safety at work is a topic with great importance today in organizations, due to social and financial implications that result from it. To accentuate such problems, the manufacturing industry is one of the main responsible for the number of accidents at work in 2017, in Portugal. Furthermore, the organizations concentrate on improving processes and eliminating waste from production flows. Therefore, it is necessary to develop tools capable of combining these two themes.

The Safety and Value Stream Mapping (SVSM) methodology was developed from the study of 73 articles involving Lean Manufacturing and Safety, verifying the greatest strength and gaps between the topics, as well as the combination of already existent tools, these being the Value Stream Mapping (VSM), Safety Stream Mapping (SSM) and the Overall Equipment Effectiveness (OEE). This methodology aims to facilitate the identification of the risk level of each workstation, obtained through the risk assessment, to verify the type of risk as to the cause of the security breach and to indicate the most appropriate Lean tool to be applied for the resolution of the risk. Besides, it is possible to obtain a diagnosis of the production flow, with the most significant production indicator for analysis.

In order to prove the functionality of the developed methodology, it must be applied in a company. Therefore, the SVSM was implemented in a metalworking company, Rubete - Equipamentos Industriais, S.A, in which problems were identified in the productive and safety fields. After performing the SVSM procedures to solve the problems found, the most appropriate Lean tools were applied to each process, being Total Productive Maintenance (TPM) and Standard Work. The improvements obtained with the TPM were in 38% of the risk level of the job and in the introduction of preventive maintenance in the organization. The improvements obtained with Standard Work were 31.8% in the reduction of process time and a reduction in the level of risk by 49.3%.

The applicability of this methodology was efficient and promising, due to the positive impact on occupational safety and productivity of the organization. However, it is necessary to implement it in different organizations and different industrial sectors.

KEYWORDS

Lean; Health and Safety at work; Lean Safety; Safety and Value Stream Mapping; TPM; Standard Work.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABELAS	IX
LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS.....	XI
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento e pertinência	1
1.2. Questão e objetivos de investigação.....	3
1.3. Opções metodológicas	3
1.4. Apresentação da empresa.....	4
1.5. Estrutura do trabalho	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. Lean	5
2.1.1. Desperdícios no Lean	6
2.1.2. Ferramentas Lean	8
2.2. Saúde e Segurança no Trabalho	17
2.2.1. Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho	18
2.2.2. Análise e Avaliação do Risco	19
2.2.3. Controlo do Risco	20
2.3. Lean Safety	21
2.3.1. Impactos do Lean na saúde e segurança	22
2.3.2. Estudo das publicações do Lean manufacturing e da segurança	24
3. DESENVOLVIMENTO	44
3.1. Metodologia <i>Safety and Value Stream Mapping</i> (SVSM)	44
3.2. Aplicação da Metodologia SVSM.....	46
3.2.1. Apresentação da Rubete – Equipamentos Industriais, S.A.....	46
3.2.2. Dados históricos – Acidentes de trabalho.....	54
3.2.3. Dados históricos – Produção dos equipamentos.....	57
3.2.4. Definição da família de produtos.....	58
3.2.5. Construção do mapa do estado atual	59
3.2.6. Construção do mapa do estado futuro	64
3.2.7. Construção de um plano de ações.....	64
3.3. Resultados obtidos	83
4. CONCLUSÃO	87
4.1. Conclusões finais	87
4.2. Limitações e investigação futura.....	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
APÊNDICE A – AVALIAÇÕES DE RISCO DOS PROCESSOS	99

APÊNDICE B – SAFETY AND VALUE STREAM MAPPING [ESTADO ATUAL DA RUBETE]	107
APÊNDICE C – SAFETY AND VALUE STREAM MAPPING [ESTADO FUTURO DA RUBETE]	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Logótipo da Rubete	4
Figura 2 –Empresa Rubete	4
Figura 3 – Casa Lean	5
Figura 4 – Ciclo PDCA (adaptado de Souza, Rodríguez e Leite, 2016).....	8
Figura 5 – Processo dos 5S (adaptado de Almeida, 2006)	10
Figura 6 – Mapeamento do Fluxo de Valor adaptado de (Oliveira, Sá, & Fernandes, 2017).....	12
Figura 7 – Exemplo do One Point Lesson	13
Figura 8 – Sistema Andon como sinal de alerta adaptado de (Astromskis, Janes, Sillitti, & Succi, 2013)	14
Figura 9 – Sistema Andon como sinal informativo adaptado de (Mohamad et al., 2019)	14
Figura 10 – Obeya Room na Toyota (adaptado de Aasland & Blankenburg, 2012).....	17
Figura 11 – Fábrica da Rubete.....	47
Figura 12 – Processo produtivo dos compressores a Pistão	47
Figura 13 - Receção das chapas.....	47
Figura 14 –Receção dos fundos.....	47
Figura 15 – Guilhotina	48
Figura 16 –Máquina de Furar Radial	48
Figura 17 –Calandragem da chapa	48
Figura 18 – Transformação da chapa em virola	48
Figura 19 - Prensa 25 ton. (Balancé)	49
Figura 20 – Máquina MAG circular automática	49
Figura 21 –Máquina de arco submerso longitudinal	50
Figura 22 – Colocação de Fundos.....	50
Figura 23 – Prensa Hidráulica Horizontal	50
Figura 24 – Máquina de arco submerso circular.....	50
Figura 25 – Posto de trabalho da soldadura semiautomática	51
Figura 26 - Processo soldadura MAG semiautomática	51
Figura 27 –Processo da prova hidráulica.....	51
Figura 28 – Manómetro	51
Figura 29 – Verificação do pré-reservatório	52
Figura 30 –Teste do espelho	52
Figura 31 – Processo de Decapagem.....	52
Figura 32 – Limpeza do pré-reservatório	53
Figura 33 – Pintura do pré-reservatório.....	53
Figura 34 - Montagem dos compressores a pistão	53
Figura 35 – Embalagem do compressor	53
Figura 36 – Armazém de expedição	54
Figura 37 - Compressor Rubete 300 TP	58
Figura 38 – Compressor Rubete 300 TDP.....	58
Figura 39 – Exemplo real da avaliação de riscos da Conformação	61
Figura 40 – Instrução de Limpeza e Inspeção para o Balancé.....	68
Figura 41 – Instrução de Limpeza e Inspeção para a máquina de soldar MAG	68

Figura 42 – Relatório de Intervenção pelo operador	69
Figura 43 –Relatório de Intervenção pela a equipa de manutenção	69
Figura 44 – Ficha de Manutenção do Balancé	70
Figura 45 – Ficha de Manutenção da Máquina de Soldar MAG.....	70
Figura 46 – Planeamento Manutenção Preventiva.....	70
Figura 47 – Matriz de Competências da equipa de manutenção e dos operadores na serralharia	71
Figura 48 - Balancé Prensa 25 ton.....	72
Figura 49 – Zona de trabalho Balancé.....	72
Figura 50 – Proposta de solução atuadores óticos	73
Figura 51 – Proposta de solução blindagem móvel	73
Figura 52 – Pedal com botão de emergência.....	74
Figura 53 – Botão de emergência na zona de trabalho	74
Figura 54 –Falta de proteção da biela do Balancé	74
Figura 55 – Falta de proteção do interior do volante de inércia.....	74
Figura 56 – Células de montagem e embalagem dos compressores.....	75
Figura 57 – Processo de Trabalho Montagem e Embalagem.....	76
Figura 58 – Standardized Work Chart	77
Figura 59 – Standard Work Combination Sheet.....	78
Figura 60 – Kit de montagem do compressor 300 DPT SBD	79
Figura 61 – Stock dos tubos	80
Figura 62 –Stock dos disjuntores	80
Figura 63 – Stock das bases dos compressores.....	81
Figura 64 – Exemplo Work Instruction da montagem e embalagem do compressor	82
Figura 65 - Standardized Work Chart após propostas de soluções.....	85
Figura 66 – Standard Work Combination Sheet após propostas de soluções	85

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1– Desperdícios no processo produtivo e ferramentas a implementar (adaptado de Melton, 2005)	7
Tabela 2 – Medidas de Correção (adaptada de (Departamento de Saúde Pública, 2010)).....	21
Tabela 3– Principais contribuições dos princípios Lean (adaptado de (M.S. Bajjou & Chafi, 2018)	23
Tabela 4– Causa dos acidentes e implementação das ferramentas Lean (adaptado de (Mohamed Saad Bajjou et al., 2017)).....	24
Tabela 5 – Estudo dos artigos publicados envolvendo o Lean Manufacturing e Segurança	28
Tabela 6 – Proposta de combinação de ferramentas	44
Tabela 7 –Grau de Perigosidade de acordo com o Método de William T. Fine.....	45
Tabela 8 – Ferramentas Lean adequadas de acordo com o tipo de risco associado e causa por falha	46
Tabela 9 –Dados dos acidentes de trabalho na Rubete entre 2015 a 2019	54
Tabela 10 – Indicadores de sinistralidade de 2015 a agosto de 2020 na Rubete	55
Tabela 11 – Classificação de sinistralidade de acordo com a OMS.....	56
Tabela 12 – Quantidade equipamentos vendidos em 2019	57
Tabela 13 – Quantidade de produtos de acordo com a família de produtos	59
Tabela 14 – Tempos observados dos processos	59
Tabela 15 – Resultados dos tempos normalizados dos processos	60
Tabela 16 – Escala de fator de probabilidade	60
Tabela 17 – Escala de fator de exposição.....	60
Tabela 18 – Escala de fator de consequência	61
Tabela 19 – Resultados obtidos no mapa do estado atual	61
Tabela 20 – Ferramentas e Métodos a utilizar de acordo com a prioridade.....	64
Tabela 21 – Comparação de resultados de todas as etapas do processo.....	83
Tabela 22 – Melhorias esperadas com a implementação das ferramentas indicadas	84

LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS

Lista de Siglas

ACT	Autoridade para as Condições de Trabalho
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
JIT	Just in Time
OEE	Overall Equipment Effectiveness
OHSAS	<i>Occupational Health and Safety Assessment Series</i>
OIT	Organização Internacional do Trabalho
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPL	One Point Lesson
PDCA	Plan Do Check Act
P.Porto	Instituto Politécnico do Porto
SGSST	Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho
SMED	Single-Minute Exchange of Die
SSM	Safety Stream Mapping
SST	Segurança e Saúde no Trabalho
SVSM	Safety and Value Stream Mapping
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
TQM	<i>Total Quality Management</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
WID	<i>Waste Identification Diagram</i>

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão abordados os seguintes tópicos: enquadramento e pertinência, as questões e objetivos de investigação, opções metodológicas, apresentação da empresa e estrutura do trabalho.

1.1. Enquadramento e pertinência

Segundo Hämäläinen, Kiat e Boon (2017), estima-se que morrem todos os dias 1000 pessoas devido a acidentes de trabalho e 6500 devido a doenças profissionais a nível mundial. Além disso, foram registadas 2,33 milhões de mortes relacionados com o trabalho em 2014 e 2,78 milhões de mortes em 2017.

Num estudo realizado em Portugal por Bastos, Sá, Silva, e Fernandes (2014), no qual foram recolhidas 613 respostas de 900 organizações do setor da indústria, construção, serviços, agricultura e solidariedade, em relação aos acidentes de trabalho nos anos de 2011 a 2014, foi relatado que a maioria das organizações, 91,2%, cumprem com as normas da Segurança e Saúde no Trabalho (SST). Como também foi constatado que 89% dos colaboradores dessas organizações sofreram acidentes e não obtiveram formações em segurança e saúde no trabalho, havendo 22 colaboradores mortos na atividade de trabalho.

De acordo com os dados estatísticos do Gabinete de Estratégia e Planeamento do Ministério da Solidariedade e da Segurança Social, publicado em 13 de setembro de 2019, o total de acidentes de trabalho em Portugal foi de 209 390 no ano de 2017, sendo 140 acidentes mortais. Ao analisar o setor da atividade económica que mais influenciou a obtenção desses valores, verificou-se que o principal responsável foi a indústria transformadora, a qual representa 25,62% dos acidentes de trabalho não mortais (Gabinete de Estratégia e Planeamento do Ministério da Solidariedade e da Segurança Social, 2017).

Além disso, pode-se dizer que os acidentes de trabalho ou as doenças profissionais são mais frequentes nos locais de trabalho em que a administração da empresa não apresenta uma gestão na segurança e saúde do colaborador, de forma a controlar e limitar os perigos e os fatores de risco. De acordo com Gečevska, Čaloska, Polenakovik, Donev e Jovanovski (2015), um perigo é qualquer atividade, situação ou substância que possa causar danos. Os riscos, podem ser divididos em: riscos para a saúde e riscos para a segurança, e os fatores desses riscos podem ser: biológicos, físicos, químicos, relacionados com o trabalho ou atividade e psicossociais.

Em conformidade com Booth e Lee (1995) e Chan, Kwok e Duffy (2004), os fatores que mais influenciam a ocorrência de acidentes de trabalho são: desmotivação dos colaboradores, falta de um procedimento claramente definido, falta de controlo, de instruções e de formação e baixo compromisso da gestão com a segurança. Todos esses fatores podem ser controlados e definidos com um sistema da segurança e saúde do trabalho corretamente implementado.

Atualmente, as empresas têm obrigações legais para implementar e melhorar as condições de trabalho. Em Portugal, é a Lei nº 102/2009 de 10 de setembro que regula o regime jurídico da promoção e prevenção da segurança e saúde no trabalho, sendo a Autoridade para as Condições de Trabalho (ACT) a responsável por inspecionar e aplicar essas normas. Porém, as implementações

das normas acabam por ser dificultadas pela resistência à mudança por parte dos gestores da empresa, devido ao facto dos ganhos não serem alcançados a curto prazo. Rundmo e Hale (2003) referem que os gestores acreditam que o cumprimento das regras de segurança, por parte dos colaboradores, fazem com que a produtividade da produção seja reduzida.

Em contrapartida, Bastos, Sá e Silva (2013), comprovam que a falta de investimento na formação de segurança e saúde no trabalho corrobora nas perdas superiores ao investimento necessário para essa formação. Além disso, Fernández-Muñiz, Beatriz Montes-Peón, José Manuel Vázquez-Ordás (2011) referem que o investimento nas condições de trabalho dos colaboradores se repercute numa imagem positiva da empresa e da sua competitividade, através da satisfação dos seus clientes.

Contudo, muito ainda deve ser realizado para conscientizar os gestores da segurança e saúde do trabalho, e os diversos setores de atividade, em relação aos acidentes e doenças profissionais. Assim, com o desenvolvimento e validação da aplicação Lean e os resultados positivos obtidos, foi elaborado um método que permite associar conceitos da segurança ocupacional aos conceitos Lean, permitindo reduzir riscos associados ao trabalho dos colaboradores, sendo conhecido como *Lean safety* (Said, Said & Halim, 2012).

O *Lean Safety* é a criação de um ambiente de trabalho com segurança e saúde, em que é realizada uma gestão dos riscos, reduzindo-os ou eliminando-os, e procurando motivar os colaboradores (Gnoni, Andriulo, Maggio & Nardone, 2013). A utilização do *Lean safety* para a melhoria da segurança e saúde do trabalho nas indústrias de manufatura contribui na redução dos desperdícios, nomeadamente no tempo em que os colaboradores se ausentam das suas atividades, nos custos provenientes de pagamentos aos seguros dos colaboradores e às ferramentas ou equipamentos danificados (Jilcha & Kitaw, 2016).

De acordo com Gecevska et al (2015) e Jilcha e Kitaw (2016), o *Lean Safety* nas organizações torna-se bastante eficaz com a aplicação de ferramentas do *Lean Manufacturing*, como: *Kaizen*, *6 S* (5S + Segurança), *Value Stream Mapping* (VSM), *Visual Management*, *Poka-Yoke* e *Total Productive Maintenance* (TPM).

Conforme Jilcha e Kitaw (2016), a segurança dos colaboradores é uma proposta que agrega valor e com a implementação de melhorias no processo da segurança do local de trabalho, a consequência será a fabricação de produtos ou serviços mais rápidos, melhores, mais seguros e com menor custo.

A pertinência e importância do estudo com o tema “Melhoria do processo produtivo e da segurança através da implementação das ferramentas Lean numa empresa metalomecânica”, advém da necessidade de explorar e conhecer mais o impacto e as melhorias que as ferramentas Lean introduzidas no âmbito da segurança e saúde no trabalho podem causar, com a finalidade de promover uma cultura de segurança em toda organização.

Além disso, como a Rubete, organização em que será realizada o estudo, está inserida num setor crítico dos acidentes de trabalho, apresentando piores índices de sinistralidade, justifica-se a relevância desse estudo numa organização de manufatura metalomecânica.

1.2. Questão e objetivos de investigação

As questões que vão orientar esta proposta de investigação são: Qual o impacto que a implementação das ferramentas Lean traz para a segurança e saúde numa indústria metalomecânica? E quais são as ferramentas *Lean* mais adequadas para serem aplicadas nos locais de trabalho a fim de reduzir os riscos de doenças e acidentes?

O objetivo desta proposta de investigação consiste no desenvolvimento de uma metodologia, capaz de proporcionar ao utilizador uma visão geral da organização, em termos da produtividade e saúde e segurança. Além disso, possibilita identificar facilmente as ferramentas Lean adequadas para a resolução dos problemas verificados. Para atingir este objetivo é necessário realizar um levantamento e análise do estado atual das condições de trabalho, avaliar o impacto na área da segurança ocupacional, de forma a verificar a existência de falhas na segurança e a ineficiência do processo produtivo. A seguir, deve-se implementar as ferramentas Lean adequadas.

1.3. Opções metodológicas

De acordo com Mello, Turrioni, Xavier e Campos (2012, p. 2), “na investigação-ação, o termo investigação refere-se à produção do conhecimento e o termo ação, a uma modificação intencional de uma dada realidade”. Assim, pode-se dizer que a investigação-ação é uma intervenção na prática, em que é desenvolvido um diagnóstico e solucionado o problema.

Este trabalho foi realizado seguindo a metodologia investigação-ação, visto que existe um problema prático para ser resolvido dentro da empresa e uma pesquisa a ser realizada, sendo esta a integração de dois temas: a saúde e segurança no trabalho e a filosofia Lean.

A metodologia investigação-ação utilizada segue o modelo de Whitehead, apresentando o seguinte processo (Coutinho et al., 2009):

- Observar – foi realizado uma análise de todo o sistema produtivo atual da empresa;
- Refletir – foi realizada uma pesquisa bibliográfica do Lean, Saúde e Segurança no Trabalho e Lean Safety, como também um estudo de 73 artigos relacionando o Lean e a Saúde e Segurança no Trabalho;
- Agir – foi desenvolvida e aplicada a metodologia *Safety and Value Stream Mapping (SVSM)*, em que consiste na combinação de ferramentas, como: *Value Stream Mapping (VSM)*, *Safety Stream Mapping (SSM)* e *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, recolhendo os indicadores do sistema produtivo e realizando as avaliações de riscos profissionais;
- Avaliar – avaliação dos dados históricos dos acidentes de trabalho e da produção na Rubete, identificação da família com maior significância para o estudo, avaliação dos postos de trabalho, identificando os pontos mais críticos ao sistema de produção e as oportunidades de melhoria;
- Modificar – foram aplicadas as ferramentas Lean indicadas para melhoria do fluxo do processo no âmbito da segurança e produtivo, como também uma avaliação dos resultados obtidos;

- Continuação dos procedimentos implementados e verificação de novas oportunidades de melhoria;

1.4. Apresentação da empresa

A Rubete – Equipamentos Industriais, S.A. é uma empresa familiar, sediada em Valadares - Vila Nova de Gaia, fundada em 1980 e que teve como ideia inicial fabricar compressores a pistão, mas com o aumento progressivo das representações e com o seu crescimento, diversificou para equipamentos industriais.

Atualmente, a Rubete comercializa compressores, máquinas pneumáticas, equipamentos de proteção, máquinas para pintura e limpeza, equipamentos industriais, máquinas para soldadura, ferramentas manuais, entre outros. Porém, apenas são produzidos na Rubete, os compressores a pistão, compressores a parafuso, reservatórios e estruturas. Além disso, a empresa atua na distribuição de material, na prestação de serviços e na assistência ao cliente.



Figura 1 - Logótipo da Rubete



Figura 2 –Empresa Rubete

1.5. Estrutura do trabalho

No primeiro capítulo é realizada a introdução do trabalho, tendo em vista o enquadramento e a pertinência do tema em questão, os objetivos de investigação, as opções metodológicas assumidas para a realização do trabalho, uma breve apresentação da empresa onde o caso de estudo foi realizado e a estrutura do trabalho.

No segundo capítulo é apresentado a revisão bibliográfica abordando três conceitos: o Lean, de acordo com os seus princípios, seus benefícios, as ferramentas que devem ser aplicadas nas organizações, como também, o impacto trazido por elas; a Saúde e Segurança no Trabalho, de acordo com o conceito dos sistemas de gestão, a análise e a avaliação do risco, os métodos e a forma de controlá-lo; o *Lean Safety*, de acordo com os impactos para a saúde e segurança através da implementação do Lean, bem como um estudo de 73 artigos, analisando as ferramentas Lean mais utilizadas para a melhoria da segurança e os pontos fortes e lacunas da relação entre a saúde e segurança no trabalho e o conceito Lean.

No terceiro capítulo é apresentado o desenvolvimento do trabalho. Assim, este capítulo inicia-se com a explicação do método *Safety and Value Stream Mapping (SVSM)*, sendo elaborado para solucionar as lacunas encontradas entre os dois conceitos envolvidos e nas ferramentas já existentes. Em seguida, são apresentadas todas as etapas da aplicação dessa metodologia na empresa, bem como uma análise dos dados históricos da área de segurança e produção da Rubete. Por fim, são apresentados os resultados obtidos com a aplicação da metodologia.

No quarto capítulo é realizada a conclusão deste trabalho, tendo em vista as limitações verificadas para a realização do trabalho e a investigação futura.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo pretende-se investigar e aprofundar três conceitos que suportam este trabalho. De início, é apresentado o conceito *Lean*, de acordo com os seus princípios, seus benefícios, as ferramentas que devem ser aplicadas nas organizações, como também, o impacto trazido por elas. De seguida, são expostos os conceitos relacionados com a Segurança e Saúde no Trabalho (SST). Por fim, é apresentado o conceito que integra os tópicos mencionados, sendo este o *Lean Safety*.

2.1. Lean

O conceito de *Lean*, conhecido também como *Toyota Production System (TPS)*, surgiu e foi desenvolvido na empresa Toyota, no qual tem como principais responsáveis: Sakichi Toyoda, fundador da Toyoda Teares; Kiichiro Toyoda, filho de Sakichi, sendo este o fundador da Toyota, conhecida atualmente; Eiji Toyoda, primo de Kiichiro e um dos presidentes da Toyota; Taiichi Ohno, engenheiro e um dos grandes responsáveis pelo sucesso dos modelos do sistema; e Shigeo Shingo, engenheiro e responsável pela melhoria no setup e Poka-Yoke.

Segundo Womack e Jones (1998), o conceito *Lean* envolve cinco princípios, sendo esses: valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, produção puxada e perfeição. Assim, o seu objetivo é analisar o processo produtivo e identificar os pontos que possuem valor para o cliente, sendo esses os principais processos da empresa. Os processos restantes são considerados desperdícios, e devem ser eliminados. Assim, deve ser introduzido um pensamento de melhoria contínua, com um fluxo de produção puxado, no qual só deve ser produzido apenas quando existe encomenda e sempre com qualidade. Por isso, as consequências desse sistema são produtividade e eficiência, com redução do stock e do lead time.



Figura 3 – Casa Lean

Os pilares do TPS são representados por uma casa, indicando as ferramentas e as práticas que devem ser implementadas, de forma a compreender as suas funções e as relações entre os conceitos, como pode ser verificado na figura 3.

A casa TPS tem como início ou como base, para sustentar os conceitos posteriores, a produção nivelada, também conhecida como *heijunka*, os processos estáveis e padronizados, a gestão visual e a filosofia do Modelo Toyota. Os pilares são constituídos pelo *Just-in-time* e pela autonomia, em que podem ser utilizadas diversas ferramentas, como se pode verificar na figura acima. O centro da casa é constituído pelo conceito *Kaizen*, que significa melhoria contínua, como também, pela importância que deve ser dada às pessoas, equipa de trabalho e a redução das perdas. Por fim, o telhado que representa os objetivos do sistema de produção Toyota, sendo a melhor qualidade, menor custo, menor *lead time*, mais segurança e moral alta.

2.1.1. Desperdícios no Lean

No sistema Lean, existem 3 tipos de desperdícios na indústria, a *Muda*, a *Mura* e o *Muri*. Esses são conceitos japoneses e que são representados pelos 3 M's, no qual tem como principal função identificar e eliminar os desperdícios.

O termo *Muda* representa o excesso de atividade desempenhada no processo, no qual vai gerar desperdício, aumentar os esforços por parte dos colaboradores e uma redução da produtividade da produção.

O termo *Mura* representa um desnivelamento da produção. Assim, pode-se dizer que existe uma inconsistência das máquinas ou do trabalho, no qual uma máquina está a trabalhar de forma desigual se comparada a outra.

A *Mura* pode ser evitada com a implementação do *Just In Time* (JIT), que destaca a importância de produzir no momento certo e mantendo o nível de inventário baixo. Como também, outras ferramentas Lean podem ser utilizadas, sendo estas o sistema *Kanban* e *Heijunka*, no qual tem como objetivo o controle da produção nas diferentes fases e o nivelamento da produção respetivamente.

O termo *Muri* pode ser analisado também como uma consequência da *Muda* e da *Mura*, pois está relacionado com a sobrecarga das máquinas, dos colaboradores ou dos recursos financeiros, exigindo um esforço maior num período maior do que o suportado. O *Muri* é evitado com a padronização do trabalho, dividindo as tarefas igualmente e com uma metodologia eficiente.

Na indústria discute-se muito a respeito dos desperdícios e de como evitá-los. Segundo Taylor (1995), as maiores perdas estavam vinculadas aos desperdícios das coisas materiais, entretanto para Ford e Faurote (1929), as perdas dos materiais estavam associadas a uma perda ainda mais relevante, sendo estas a utilização incorreta de pessoas nos processos industriais.

Em relação aos desperdícios na indústria, Taiichi Ohno desenvolveu uma lista com os sete tipos de desperdícios nos processos de produção, sendo esses:

- Defeitos: Os defeitos correspondem à produção de produtos que não atendem aos requisitos mínimos de qualidade. Segundo Shingo (1996), para lidar com as causas das perdas por fabricação de produtos não conforme, é necessário estabelecer sistemas de

inspeção na fonte, evitando os defeitos através do controlo das principais causas que originam e influenciam a qualidade do produto.

- Excesso de produção: O elemento chave do *Just In Time* é produzir apenas a quantidade necessária dos produtos, evitando assim a acumulação de stock e evitando que os produtos produzidos não sejam vendidos.
- Espera: Segundo Ohno (1997), as perdas de espera estão relacionadas com o tempo em que máquinas e colaboradores não estão a ser utilizados devidamente, ou seja, não estão a contribuir para agregar valor ao produto.
- Transporte: As perdas associadas ao transporte estão relacionadas com as atividades de movimentação de materiais que não agregam valor ao produto e geram custos (Shingo, 1996).
- Movimentação: As perdas associadas as movimentações estão relacionadas com as atividades de movimentação do colaborador, mas que estas não agregam valor ao produto.
- Processo inadequado: As perdas por processos inadequados acontecem pela falta de uma padronização das atividades e que podem corresponder em outros tipos de desperdícios, como: defeitos e movimentações.
- Stocks: A produção de um grande nível de stock é um mal necessário na conceção das empresas ocidentais, como item de segurança para suprir as oscilações da demanda (Shingo, 1996).

Segundo Melton (2005), a organização deve identificar todos os desperdícios no processo de produção e reduzi-los de forma a alcançar um processo sem desperdícios. Assim, a tabela 1 indica as ferramentas Lean adequadas para cada tipo de desperdício.

Tabela 1– Desperdícios no processo produtivo e ferramentas a implementar (adaptado de Melton, 2005)

Tipo de desperdício	Exemplo de Desperdícios no Processo Produtivo	Ferramenta e Técnicas
Defeitos	Material fora das especificações; Erros ou dados incompletos na documentação do produto;	<i>Poka-Yoke; Jidoka; Gemba Sigma; Ferramentas da qualidade;</i>
Excesso de Produção	Produção em escala, grandes lotes; Fabricação de um produto que não é suportado pelo <i>bottleneck</i> ;	<i>Sistema Kanban; Heijunka; Single Minute Exchange of Die;</i>
Espera	Colaboradores a espera por componentes, pelas ferramentas, pelo trabalho da máquina, de informações;	<i>Sistema Kanban; Heijunka; Single Minute Exchange of Die; Total Productive Maintenance; Jidoka;</i>
Transporte	Movimentação de produtos entre postos de trabalho;	<i>Melhoria do layout; Sistema Pull</i>
Movimentação	Procura por ferramentas ou componentes; Movimentação de documentação;	<i>5 S; Standard Work; Ferramentas da qualidade; Kaizen</i>
Processo Inadequado	Aumento do tempo de processamento com etapas de verificação; retrabalho de produtos;	<i>Kaizen; Ferramentas da qualidade; Standard Work;</i>
Stocks	Grandes lotes em armazém; grande quantidade de produtos <i>work in process</i> ;	<i>Sistema Kanban; Sistema Pull;</i>

2.1.2. Ferramentas Lean

Para implementar o Lean nas organizações, deve-se primeiro localizar os desperdícios no processo e em seguida, aplicar as técnicas ou ferramentas Lean de forma a eliminá-los ou reduzi-los (Abdulmalek & Rajgopal, 2007). As ferramentas Lean atuam de forma a mitigar as atividades que não acrescentam valor, reforçar os processos que acrescentam valor, facilitar e simplificar processos e tornar processos mais fluidos e robustos (Melton, 2005). A seguir são apresentadas as técnicas e ferramentas do Sistema Toyota de Produção.

Kaizen

O *Kaizen* é uma palavra japonesa que no português significa mudar para melhor, ou seja, ter uma melhoria continuada em pequenos passos e com resultados a longo prazo. Um dos grandes responsáveis por essa ferramenta é Masaaki Imai, o qual introduziu e ampliou o conhecimento dessa ferramenta.

O objetivo do *Kaizen* é eliminar os desperdícios, aumentando a produtividade, rentabilidade, qualidade da produção e a satisfação dos stakeholders. Porém, para isso é necessário o envolvimento de todos os colaboradores, encorajando a mudança e a inovação. Como também é importante, que esta metodologia seja aplicada todos os dias, visando sempre melhorar aos poucos, e em todas as áreas, agrupando todos os setores. Segundo Slack, Chambers, Harland, Harrison e Johnston (2006), esta filosofia *Kaizen* não tem como objetivo apenas aumentar a produtividade, eliminação de desperdícios e redução de custos, mas também a melhoria contínua das condições de trabalho dos colaboradores.

O ciclo de Deming ou PDCA é uma importante representação da metodologia Kaizen, pois o objetivo desse ciclo é melhorar e gerir continuamente os processos, verificando os possíveis problemas e desenvolvendo soluções para as mesmas. Pode ser dividido em 4 fases: *Plan* (planejar), *Do* (executar), *Check* (verificar) e *Act* (atuar). O seu funcionamento deve ser de forma contínua, exatamente na função de um ciclo.



Figura 4 – Ciclo PDCA (adaptado de Souza, Rodríguez e Leite, 2016)

Na etapa de planejar, devem ser estabelecidos os objetivos e os processos essenciais para garantir os resultados desejados. Assim, deve se identificar e analisar os possíveis problemas, seguindo a ordem de definição do problema, definindo os métodos e os planos de ação. A etapa seguinte, etapa da ação, deve-se ter rigor no acompanhamento da execução para verificar se a

mesma é executada como planeado. Assim realizada, devem registrar-se os resultados obtidos e verificar se foram minimizados os desvios dos objetivos na mesma.

A próxima etapa está relacionada com o verificar, no qual os resultados devem ser comparados com o planeado, analisando as possíveis falhas na execução e identificando os acertos. Caso resultado seja positivo, é importante que o processo seja padronizado. Já na etapa que está relacionada com o atuar, o objetivo é aplicar ações corretivas ao processo para melhorá-lo, pois só assim o processo estará a ser aperfeiçoado e reduzirá os desperdícios.

Segundo Coimbra (2008), são sete os princípios do *Kaizen* que garantem bons resultados em qualquer atividade de melhoria contínua, sendo eles:

- *Gemba Kaizen* - Segundo Masaaki Imai, Gemba significa sítio onde decorre a ação, pelo qual se consegue alterar para melhor os hábitos de trabalho das pessoas. Para Euclides Coimbra podem modificar-se os hábitos de trabalho através de uma alteração do layout do local de trabalho, como também no treinamento das pessoas para seguirem um novo padrão de trabalho.
- Desenvolvimento das pessoas - Neste princípio, temos em foco os colaboradores, para que através das sugestões para a melhoria dos seus setores, façam com que os mesmos tenham melhores desempenhos nas suas atividades.
- Normas: Através das normas, conseguimos desempenhar uma tarefa de forma mais eficiente. Por isso, elas devem ser claras e objetivas, ajudando aos diferentes colaboradores a concretização de uma tarefa da mesma forma.
- Processo e Resultado - Segundo Masaaki Imai, devemos ter atenção aos detalhes do processo e analisar uma forma de o melhorar, pois melhorando os processos automaticamente vão melhorar os resultados.
- Qualidade em 1º - A crença na qualidade em 1º é suportada por 3 conceitos: Orientação para o mercado, o processo seguinte é o cliente e por fim, melhoria do fluxo.
- Eliminação dos desperdícios – Este princípio visa a eliminação da Muda, ou pelo menos a sua redução. Muda representa tudo aquilo que não representa valor, como por exemplo: o transporte, a armazenagem, inspeção, correção de defeitos, excesso de produção, espera de pessoas e movimentos.
- Abordagem “*Pull Flow*” - “*Pull Flow*” significa organizar toda a cadeia de abastecimento, em termos de otimização do fluxo de materiais e do fluxo de informação. Isto significa enfatizar a eliminação de muda por minimização da espera de materiais. O termo “*Pull*” significa que o fluxo do material deve ser puxado e iniciado pelo consumo do cliente ou pelas encomendas do cliente.

Metodologia 5S

A metodologia 5S teve a sua origem no Japão e possui como conceito geral, o conjunto de práticas para eliminar os desperdícios e melhorar o desempenho dos processos e das pessoas. Assim, procura estabelecer as melhores condições de trabalho, mantendo o local organizado, ordenado e arrumado. Como também, com a implantação desta metodologia, os próprios

colaboradores sentir-se-ão mais seguros e mais confortáveis com o desenvolvimento do trabalho, aumentando a sua produtividade.

Os 5S representam cinco palavras japonesas que vão definir os passos que devem ser seguidos para a implementação, sendo estas:

- *Seiri* (Segregação) – Representa a segregação, pelo qual deve se começar num pequeno local de trabalho e verificar todos os materiais, ferramentas, equipamentos e documentos que estão espalhados pelo mesmo. Em seguida, deve se analisar se estes elementos são realmente necessários no local e refletir se a sua utilização o requer em tempo integral ou se este raramente é utilizado. Assim, deve se separar o útil do inútil do local de trabalho e retirar todos os elementos desnecessários. Com isso, consegue diminuir significativamente o tempo de procura dos materiais e ferramentas.
- *Seiton* (Organizar) – Representa a organização, pelo qual todos os elementos necessários são colocados diariamente no local de trabalho, em lugares predeterminados dentro do processo produtivo e o mais próximo das mãos dos colaboradores. Os elementos que são utilizados uma vez ou mais por semana, devem ser organizados em prateleiras e devem ser etiquetados. Já os elementos que são utilizados uma vez por mês, devem ser organizados no armazém geral. Com isso, o local arrumado de uma forma lógica aumentará a eficiência na procura de matérias, reduzindo desperdícios.
- *Seiso* (Limpeza) – Representa a limpeza, pelo qual é necessário não só limpar o local de trabalho, mas também definir normas para manter o mesmo adequado e com melhor aparência. É necessário também, verificar quais são os materiais que mais sujam o ambiente e melhorá-los. Assim, com o ambiente limpo fica mais fácil identificar algum ruído que não seja comum e evitar possíveis falhas nos equipamentos. Por fim, após a implementação do *seiso* deve-se colocar uma foto do ambiente num local visível, informando o novo padrão de limpeza que deve ser seguido.
- *Seiketsu* (Normalizar) – Representa a normalização, pelo qual é necessário manter o que foi conquistado nos três S's anteriores, padronizando as rotinas anteriores, definindo normas de limpeza nos postos de trabalho e identificando as ajudas visuais e procedimentos de arrumação. Assim, evita-se que os elementos voltem a ficar desarrumados e com o local de trabalho desorganizado.
- *Shitsuke* (Disciplina) – Representa a disciplina, pelo qual os colaboradores devem entender a importância do processo e ter uma grande autodisciplina, cumprindo com todas as normas. Assim, todos os colaboradores devem trabalhar em conjunto e cumprir suas responsabilidades sem ter a necessidade de vigilância. Portanto, deve ser elaborada uma checklist para verificar se está tudo a correr como previsto e facilitando a realização da ferramenta 5S.



Figura 5 – Processo dos 5S (adaptado de Almeida, 2006)

Ao tentar implementar a metodologia 5S, é normal encontrar algumas resistências por parte dos colaboradores, pois estes são submetidos a mudanças do seu modo de trabalho e do fluxo de funcionamento da empresa. Porém, quando são apresentados os benefícios trazidos com o cumprimento dos 5 S e é destacada a importância do envolvimento dos próprios colaboradores na aplicação da ferramenta, existe uma abertura em relação as mudanças.

Segundo Almeida (2006), as vantagens obtidas com a implementação da metodologia 5S, irá favorecer não só os resultados da empresa, mas também a natureza pessoal dos colaboradores. Assim, as vantagens podem ser: visuais, pelo qual se pode comparar uma fotografia do estado antigo com a fotografia do estado atual; no local de trabalho, fazendo com que os colaboradores sintam-se com maior segurança para desempenhar as atividades e na confiança entre os mesmos; nos tempos de produção, pelo qual vão ser evitados desperdícios na procura de ferramentas e nas falhas humanas durante as operações. Assim, é possível reduzir paragens na produção e quando estas existirem, será mais fácil detetar problemas. Como também, é possível melhorar os indicadores de performance da produção, como a produtividade e a eficiência.

Visual Management

A ferramenta *Visual Management*, ou gestão visual, tem como objetivo compartilhar informação de forma rápida e eficaz entre os colaboradores. É através dessa ferramenta que os colaboradores aprimoram a autonomia e a mobilidade, pois estão atuando diretamente na gestão do conhecimento e no desenvolvimento de métodos para a realização das tarefas. Assim, consegue-se reduzir algumas funções de mediação improdutivas e não conformidades na produção (Hamilton & Greif, 2017).

Segundo Pinto (2014), a gestão visual deve ser utilizada nas organizações de forma simples, reduzindo a dependência dos sistemas informáticos e processos formais. Além disso, esta ferramenta contribui de várias formas na aplicação de diferentes ferramentas *Lean*, como nos cartões *Kanban*, nos quadros *Andon*, nas caixas *Heijunka*, na implementação da metodologia 5S, nas marcas pintadas no chão ou parede, nas fardas de diferentes cores dos colaboradores, nos semáforos ou LED.

A gestão visual possibilita obter um ambiente de trabalho controlado, em que as anormalidades, como: defeitos, acidentes, atrasos e avarias, são visíveis e podem ser detetadas rapidamente, originando em ações corretivas (Pinto, 2014).

Value Stream Mapping (VSM)

O *Value Stream Mapping*, ou mapeamento do fluxo de valor, é uma ferramenta *Lean* que possibilita obter uma visão global do fluxo da produção, desde a chegada de matérias-primas até a armazenagem dos produtos acabados. Além disso, é através dessa ferramenta que se consegue analisar e desenhar com detalhes todo o processo da produção, funcionando como um diagnóstico, pois identifica como está o funcionamento do processo e reconhece os seus problemas.

O VSM é uma ferramenta capaz de apresentar o fluxo de materiais e de informação entre todo o processo produtivo, como também, identificar os tempos de espera, quantidade de

materiais em stock, quantidade de colaboradores em cada posto de trabalho, transporte de materiais, entre outros, como pode ser verificado na figura 6.

De acordo com Abdulmalek e Rajgopal (2007), o VSM pode ser definido como um mapa da produção, em que é possível identificar os desperdícios, as oportunidades de melhoria e as ferramentas *Lean* a serem utilizadas. Para que o VSM seja aplicado é necessário: selecionar o produto ou a família de produto que servirá de base para a implementação; desenhar o atual estado do fluxo da produção; desenhar o futuro estado da produção, retirando as ineficiências identificadas; e elaborar um plano para alcançar o futuro estado da produção (J. Oliveira, Sá, & Fernandes, 2017).

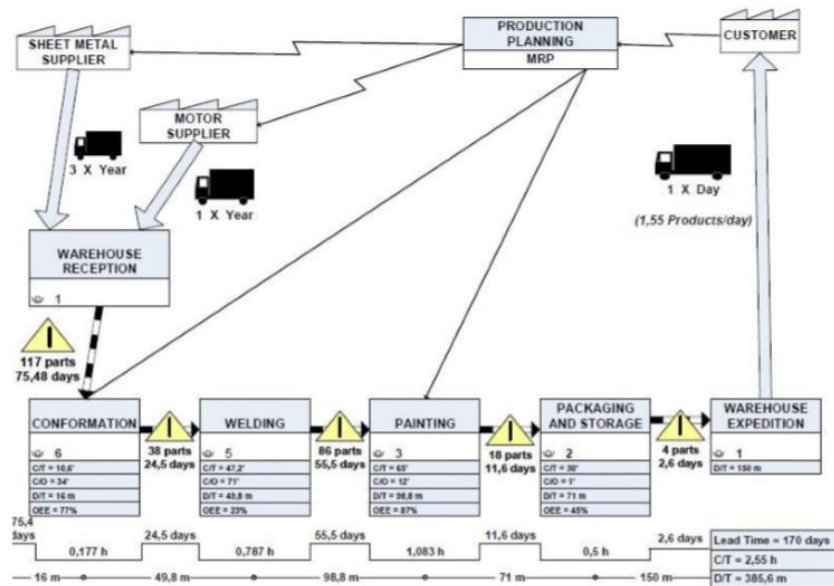


Figura 6 – Mapeamento do Fluxo de Valor adaptado de (Oliveira, Sá, & Fernandes, 2017)

O VSM pode ser utilizado como uma ferramenta para: mapear a atividade de processo industrial; gerir as operações de gargalo da produção; mapear o fluxo de qualidade; analisar a eficiência da resposta aos clientes e da logística; e mapear a estrutura física da produção (Pereira, Silva, Domingues, & Sá, 2019).

A3 – Problem Solving

O *A3 Problem Solving* é uma ferramenta, em forma de papel A3, que relata as soluções para problemas de forma eficiente. Assim, é um documento que se baseia no Ciclo PDCA, pois atua de forma a reconhecer o problema e suas causas, planejar as etapas e atividades para a sua resolução, atuar e indicar responsabilidades, verificação o cumprimento dessas ações e apresentação dos resultados do processo (Bassuk & Washington, 2013).

Esta ferramenta tem a capacidade de comunicar factos com começo, meio e fim, em que são apresentadas as seguintes divisões: o tema, em que o problema é apresentado de forma sucinta; a definição do problema, com o enquadramento da situação; a quantificação da situação atual, com a apresentação de indicadores; os objetivos, com metas específicas, mensuráveis, alcançáveis, relevantes e temporais; a análise das causas, a partir de diagramas que indiquem todas as causas

do problema; as propostas de melhoria; o plano de ações, indicando de quem é a responsabilidade e o quê e quando deve realizar; e por fim, o plano de verificação (Shook, 2009).

Standard Work

O modelo tradicional de fabrico utilizava a padronização dos processos com o objetivo de alcançar o mais baixo custo unitário possível. Com a implementação do princípio *Lean*, o objetivo passou a ser a redução dos desperdícios. Assim, o *Standard Work* consiste na padronização do melhor método de trabalho possível, com a menor quantidade de desperdícios, produzindo o produto com a melhor qualidade ao menor custo (Jeffrey K. Liker & Meier, 2006).

A implementação desta ferramenta pode trazer os seguintes benefícios: redução da variabilidade; redução dos custos, através da redução dos desperdícios e da melhoria do fluxo produtivo; melhoria da qualidade, através da redução de defeitos; envolvimento dos colaboradores, através da identificação de oportunidades de melhoria; melhoria do processo, através da simplificação do mesmo (G. Santos, Sá, Oliveira, Ramos, & Ferreira, 2019).

One Point Lesson (OPL)

O *One Point Lesson* (OPL) é uma ferramenta visual e funciona como uma explicação da correta atividade que o colaborador deve executar. Assim, o colaborador é capaz de adquirir um conhecimento de forma imediata, através de uma rápida e simples leitura de ilustrações, imagens ou diagramas (G. Santos et al., 2019).

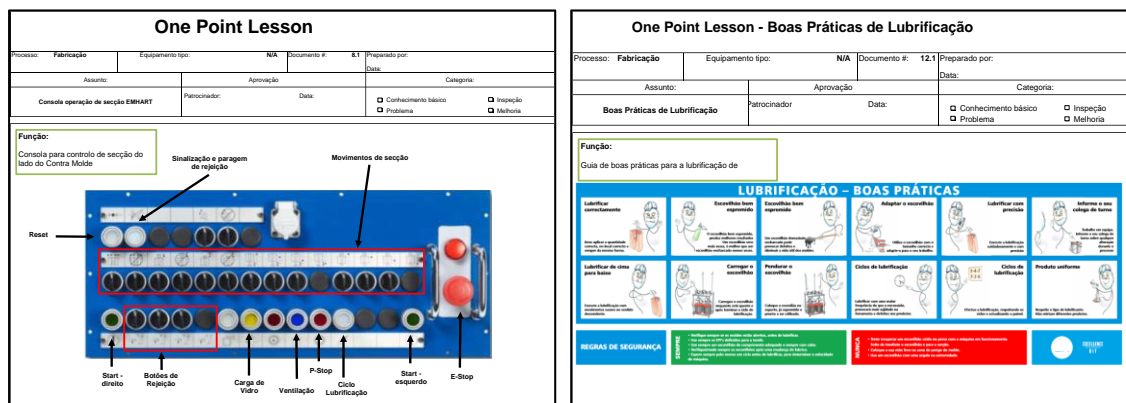


Figura 7 – Exemplo do One Point Lesson

Andon

O *Andon* é uma ferramenta *Lean* implementada como parte do *visual management* para impulsionar a comunicação na indústria. Dessa forma, o *Andon* pode ser definido como um sinal que fornece informação ou dar alertar, destacando um problema, como por exemplo: semáforos, quadros eletrónicos ou placas de exibição (Mohamad, Rahman, Ito, & Rahman, 2019).

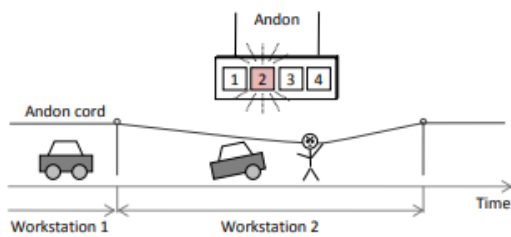


Figura 8 – Sistema Andon como sinal de alerta adaptado de (Astromskis, Janes, Sillitti, & Succu, 2013)

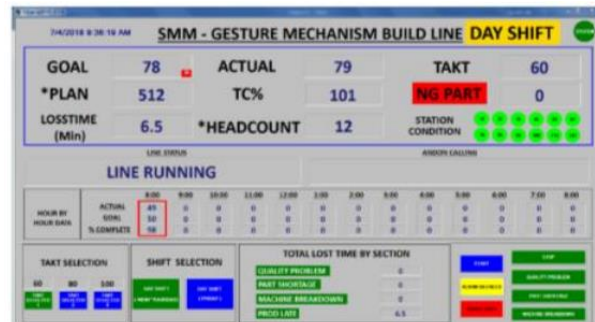


Figura 9 – Sistema Andon como sinal informativo adaptado de (Mohamad et al., 2019)

Heijunka

O *Heijunka* é uma ferramenta *Lean* que incorpora conceitos de nivelamento e equilíbrio de linhas. Assim, o objetivo desta ferramenta é possibilitar um fluxo constante de pequenos lotes, gerando uma diversificação de produtos fabricados, redução dos stocks e maior velocidade na produção. Como também, é utilizada para estabilizar um sistema de produção, reduzindo o efeito chicote (Matzka, Di Mascolo, & Furmans, 2012).

Outro ponto importante do *Heijunka*, dá-se na combinação de cargas de trabalho em cada processo da produção e aproximar os colaboradores, fazendo com que estes fabriquem a mesma quantidade de trabalho ao mesmo tempo (Matzka et al., 2012).

Em experiências realizadas por Korytkowski, Wisniewski e Rymaszewski (2013), foi verificado que há relações entre características do *heijunka* e a eficiência do sistema de fabrico. Assim, os resultados obtidos foram ganhos no tempo de produção de 12,8% e de trabalho em processo (WIP) de 9,1%.

Kanban

O *Kanban* é uma palavra com origem japonesa e representa cartão ou uma placa com informações visuais. É uma ferramenta que tem como objetivo puxar os fluxos de materiais necessários no sistema de fabrico, através da criação de um fluxo de informação correspondente a movimentação do *kanban* (Wijaya, Debora, Supriadi, & Ramadhan, 2018).

O *Kanban* é bastante eficaz, principalmente com a competitividade, velocidade e agilidade da indústria de manufatura. Porém, esse sistema apresenta algumas restrições, não sendo adequado em situações de procura instável, quando as operações não são padronizadas, quando existe uma grande variedade de artigos, quando existe uma incerteza de fornecimento de matérias-primas, quando existe uma instabilidade do tempo de processamento e quando o tempo de instalação do sistema é longo (Braglia, Gabbrielli, & Marrazzini, 2019).

Em relação a resultados, a aplicação do Kanban numa empresa de manufatura pode minimizar custos operacionais, desperdícios e redução de stocks de superprodução, possibilitando controlar o mesmo em cada posto de trabalho (Gozali, Widodo, Sudiarta, & Sukania, 2020).

Jidoka

O *Jidoka* é uma palavra japonesa e representa automação com inteligência humana, pois tem como objetivo detectar erros de produção e interromper automaticamente a produção, em vez de continuar a fabricar o produto com defeito (Danovaro, Janes, & Succi, 2008).

Esta ferramenta visa a autonomia, impedindo o fluxo de produtos defeituosos e fornecendo informações aos colaboradores para tomar medidas e continuar a produção. Assim, é possível aumentar a eficiência dos equipamentos com a participação dos colaboradores, controlar a qualidade dos produtos, reduzir custos da produção, aumentar a capacidade de adaptação às flutuações da procura, redução dos produtos não-conformes e redução do número dos colaboradores (Tekin, Arslandere, Etlioğlu, Koyuncuoğlu, & Tekin, 2019).

Poka-Yoke

O *Poka-Yoke* é uma ferramenta Lean, criada por Shigeo Shingo, que em português significa a prova de erro. É um dispositivo que ajuda aos colaboradores a realizar as suas atividades bem da primeira vez, prevenindo a ocorrência de erros ou defeitos (Shahin & Ghasemaghaei, 2010).

A partir da implementação desta ferramenta é possível eliminar a principal causa do erro, reduzir a oportunidade de cometer erros, tornar o processo mais sensível a erros humanos e eliminar as atividades que não acrescentam valor ao processo (Gupta, 2005).

Single-Minute Exchange of Die (SMED)

De acordo com Shigeo Shingo (1985), “o SMED é uma abordagem científica para a redução do tempo de *setup*, que pode ser aplicada em qualquer unidade industrial e qualquer máquina”. Com a implementação dessa ferramenta é possível obter os seguintes impactos na produção: responder mais facilmente as flutuações na procura do mercado, reduzir o lead time, eliminar os desperdícios durante a mudança de ferramentas e a redução do tamanho dos lotes através da diminuição dos tempos de *setup* (Shingo, 1985).

Para a implementação do método, é necessário seguir os seguintes passos (Shingo, 1985):

- 1º Passo – Identificar as tarefas que só devem ser executadas com a máquina parada (*setup* interno) e as que podem ser realizadas com a máquina em movimento (*setup* externo).
- 2º Passo – Separar as atividades de *setup* interno e de *setup* externo.
- 3º Passo – Converter as atividades de *setup* interno em atividades de *setup* externo, de maneira a reduzir o tempo de paragem da máquina.
- 4º Passo – Desenvolver melhorias das tarefas de *setup* interno, afim de encontrar soluções para reduzir ao máximo o tempo da máquina parada.
- 5º Passo – Desenvolver melhorias das tarefas de *setup* externo, afim de reduzir tempos e distâncias.

A partir da implementação do SMED é possível obter os seguintes benefícios: redução dos custos, aumento da velocidade da produção, aumento da produção, rápida e eficiente preparação

da máquina, aumento da competitividade, rentabilidade e satisfação. Assim, consegue-se introduzir outros conceitos do Lean, como: maior variedade de tamanho de lotes, menor inventário e maior satisfação dos clientes (Allahverdi & Soroush, 2008).

Total Productive Maintenance (TPM)

O *Total Productive Maintenance* (TPM) é um conceito japonês e tem como origem a introdução da manutenção preventiva no Japão, em 1951 (Ali, 2019). O objetivo desta ferramenta é impedir que máquinas parem por avarias, através da manutenção regular dos equipamentos pelos colaboradores para detetar e prevenir as anomalias (Abdulmalek & Rajgopal, 2007).

A metodologia TPM é sustentada por 8 pilares, sendo estes: melhorias específicas, manutenção autónoma, manutenção planeada, manutenção da qualidade, controlo inicial, educação e treinamento, TPM na administração, segurança, saúde e meio ambiente.

O indicador mais utilizado para medir o desenvolvimento do TPM é o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), sendo este um indicador de desempenho utilizado nas indústrias de manufatura em todo mundo. Assim, é possível medir a eficiência global dos equipamentos de produção, indicando a diferença entre o ideal e o real. Além disso, é medido as perdas no processo produtivo, podendo ser: perdas de tempo, devido a paradas; perdas de velocidade, devido as máquinas funcionando abaixo da velocidade ideal; e perdas de qualidade, devido a produção de artigos defeituosos (Mazur, Rosa, Da Silva, Tanaka, & Zampini, 2018).

O OEE é calculado através de três componentes: a disponibilidade, definida pela capacidade de uma máquina estar em condições de executar a operação; a performance, considerando a utilização do equipamento; e a qualidade, relacionando os produtos bons e o total dos produtos. Dessa forma, a meta é obter um OEE acima ou igual a 85% para os equipamentos (Mazur et al., 2018).

De acordo com Abdulmalek e Rajgopal (2007), o TPM consegue reduzir as avarias aleatórias nos equipamentos, o inventário e o lead-time. Assim, com a redução das paragens e outras perdas de produção, é possível melhorar o OEE. A empresa Volvo Gent reportou que com a introdução da metodologia TPM aumentou o OEE de 69% para 90%, onde a maior parte do aumento resulta da eliminação de anomalias nas máquinas e pequenas paragens.

Obeya Room

O termo Obeya tem origem japonesa e significa grande sala ou sala de guerra. É um conceito da Toyota, utilizado inicialmente na década de 1990 e tem como objetivo reunir os responsáveis pelos departamentos da produção numa sala e realizar uma rápida discussão, com máximo de 15 minutos, de forma a tomar decisões rápidas e eficazes (Aasland & Blankenburg, 2012).



Figura 10 – Obeya Room na Toyota (adaptado de Aasland & Blankenburg, 2012)

No Obeya Room juntam-se os responsáveis das equipas de produção, compras, qualidade, segurança, logística, marketing e financeira. Assim, deve-se promover uma comunicação aberta e o trabalho em equipa, em que os problemas são identificados e resolvidos e as tarefas são identificadas, planeadas e realizadas (Aasland & Blankenburg, 2012).

2.2. Saúde e Segurança no Trabalho

Os acidentes de trabalho e as doenças profissionais prejudicam colaboradores, seus familiares e a organização como um todo. Os dois primeiros são afetados a nível económico, do bem-estar físico e emocional, no curto e longo prazo. O terceiro é afetado a nível da produtividade e eficiência da produção, e conseqüentemente, prejudicando a sua competitividade, a cadeia de abastecimento, a economia e a sociedade (Organização Internacional do Trabalho, 2019).

No estudo realizado por Bastos, Sá, Silva e Fernandes (A. Bastos et al., 2014), mencionado anteriormente, foi verificado que a maioria das organizações portuguesas dos setores da indústria, construção, serviços, agricultura e solidariedade, que responderam ao inquérito, cumprem com as normas de Segurança e Saúde no Trabalho (SST). Como também, foi constatado que 89% dos colaboradores dessas organizações sofreram acidentes e não obtiveram formações em SST, contando com 22 colaboradores mortos na atividade de trabalho.

Em recentes estimativas da Organização Mundial da Saúde (OMS) indicam que os acidentes de trabalho e as doenças profissionais afetam 2,7% da população mundial, contabilizando as mortes e as incapacidades causadas nos ambientes de trabalho (Organização Internacional do Trabalho, 2019). Segundo Driscoll (2018), são os fatores ergonómicos, os fatores de risco de lesão, as partículas em suspensão, gases, fumos e ruídos que correspondem às principais causas de doenças profissionais. Além disso, em investigações recentes da OMS foi constatado que cerca de 20% dos casos de dor na cervical e na zona lombar e 25% dos casos de perdas auditivas em adultos são causados por influencia das exposições profissionais (Organização Internacional do Trabalho, 2019).

Segundo a *European Agency for Safety and Health at Work* (2011), os custos associados aos acidentes e doenças relacionadas ao trabalho a nível mundial e europeu são bastante significativos, como pode ser verificado no gráfico 1.

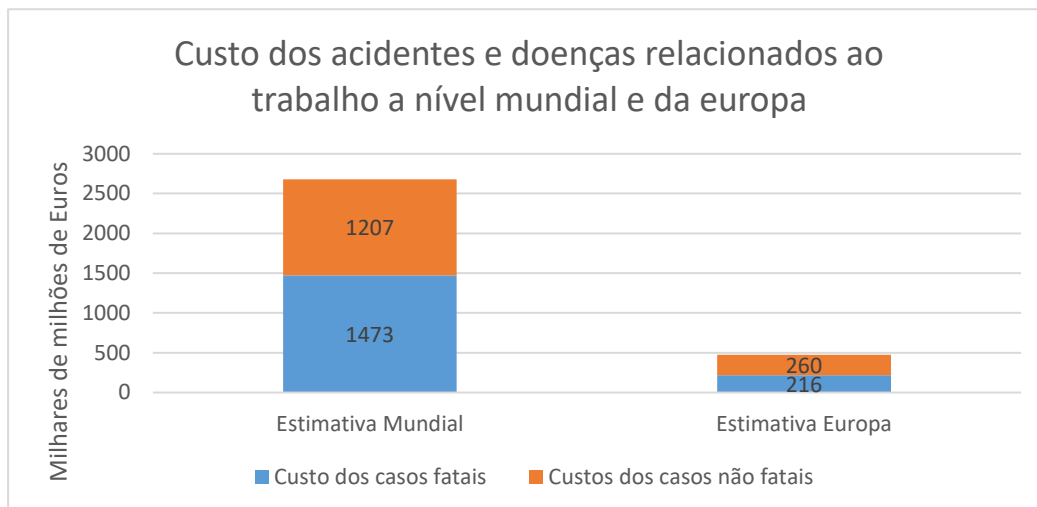


Gráfico 1 – Custo dos acidentes e doenças relacionadas ao trabalho a nível mundial e europeu adaptado de *European Agency for Safety and Health at Work* (2011)

A partir dos valores apresentados, pode-se verificar que os custos a nível europeu são significativamente inferiores do que a nível mundial, principalmente pelo facto da europa apresentar um nível superior de segurança e de saúde no trabalho. Porém, esses custos ainda são consideráveis, representando 3,3% do PIB europeu.

2.2.1. Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho

Nas primeiras décadas do século XX, as questões relacionadas com a SST eram tratadas pelos estados com apoio de inspeções criadas especificamente para o efeito. Porém, pouco era realizado para solucionar tais problemas. A resposta surgiu através da mobilização e organização dos trabalhadores e do desenvolvimento de um corpo de especialistas regulamentares, compostos por administradores públicos e organizações de previdência social, em que conseguiram um quadro de controlos regulamentares, obrigando as organizações a salvaguardar os trabalhadores de lesões ou problemas de saúde e compensar financeiramente em caso de acidentes (Organização Internacional do Trabalho, 2019).

A Organização Internacional do Trabalho (OIT) foi fundada no final da Primeira Guerra Mundial, no Tratado de Versalhes de 1919, em que foi verificada a necessidade de proteger os trabalhadores de riscos, nas atividades industriais (Organização Internacional do Trabalho, 2019). Ao longo do tempo, a abordagem a SST foi-se desenvolvendo, e foram surgindo normas e guias para orientarem as organizações na implementação de um Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (SGSST) (O. J. Oliveira, Bizan, & Oliveira, 2010).

Em 1996, foi criada uma norma britânica BS 8800, em que estabeleceu com sucesso uma referência normativa para a implementação da SGSST. Com base nesta norma, em 1999 foi publicada a norma *Occupational Health and Safety Assessment Series* (OHSAS) 18001 para gerenciar as obrigações das organizações relacionadas com a SST. Esta norma foi atualizada em 2007, introduzindo novas exigências e novos requisitos para a investigação de acidentes (O. J. Oliveira et al., 2010).

A OIT tem vindo a adotar e promover instrumentos que definem os requisitos mínimos de controlo e gestão dos riscos profissionais e de proteção aos trabalhadores. As principais normas internacionais de trabalho direcionadas a segurança e saúde no trabalho, são classificadas como normas (Organização Internacional do Trabalho, 2019):

- a) Relacionadas com riscos específicos: radiações ionizantes, amianto, cancro de origem profissional e químicos;
- b) Relacionadas com setores específicos ou ramos de atividade específicos: agricultura, construção e atividade mineira;
- c) Que englobam princípios gerais e resultados: riscos relacionados com gestão em matérias de SST, inspeção do trabalho e serviços sociais;
- d) Princípios fundamentais de SST: convenção (nº 155) sobre SST de 1981 e o respetivo protocolo de 2002, convenção (nº 161) sobre SST de 1985, convenção (nº 187) sobre o quadro promocional para SST de 2006;

De acordo com Oliveira (2010), o princípio básico de um SGSST é “baseado em aspetos normativos e envolve a necessidade de se determinarem parâmetros de avaliação que incorporem não só os aspetos operacionais, mas também a política, o gerenciamento e o comprometimento da alta direção com o processo, bem como a mudança e a melhoria contínua das condições de segurança e saúde no trabalho”.

Atualmente, é a Lei nº 102/2009 de 10 de setembro que estabelece as obrigatoriedades em Portugal, relativos aos princípios gerais e sistemas de prevenção de riscos profissionais, as obrigações gerais do empregador e do trabalhador e representação dos trabalhadores. Assim, as organizações sentem cada vez mais a necessidade e a importância de assegurar as condições de segurança e de saúde no local de trabalho, desenvolvendo medidas de prevenção e proteção aos colaboradores e sociedade em geral.

2.2.2. Análise e Avaliação do Risco

De acordo com o Departamento de Saúde Pública (2010), a análise do risco é composta por identificar o perigo ou os fatores de risco e identificar os trabalhadores expostos. Já a avaliação do risco é representada por estimar a gravidade e a probabilidade de ocorrência do risco, estimar a magnitude do risco e tomada de decisão se o risco é ou não aceitável.

A definição de perigo é qualquer situação, atividade ou substância que possa causar danos. Em relação aos riscos, estes podem ser divididos em duas categorias: riscos para a saúde e riscos para a segurança. Além disso, os riscos podem ser divididos em fatores, como biológicos, físicos, químicos, relacionados com o trabalho ou atividade e psicossociais (Gečevska et al., 2015).

A identificação do perigo ou dos fatores de risco pode ser efetuada através de algumas fontes, como: registo de acidentes de trabalho, procedimentos e normas de trabalho, medidas de controlo estipuladas, manuais de instruções de equipamentos e fichas de dados de segurança dos produtos utilizados. Porém, pode ser efetuada através das observações do ambiente de trabalho existente, das atividades realizadas no local de trabalho, atividades não rotineiras e intermitentes, dos fatores exteriores e contribuições de fatores psicológicos e sociais (Departamento de Saúde Pública, 2010).

A identificação dos trabalhadores expostos deve ser realizada de acordo com os fatores de risco identificados anteriormente, com maior atenção aos trabalhadores com necessidades especiais, como: trabalhadoras grávidas, trabalhadores jovens e idosos, trabalhadores sem formação ou inexperientes, trabalhadores isolados nas atividades profissionais e trabalhadores com imunidade comprometida ou doenças crônicas (Departamento de Saúde Pública, 2010).

De acordo com Marhavidas, Koulouriotis e Gemeni (2011), os métodos de análise e avaliação dos riscos podem ser classificadas em três categorias: os métodos qualitativos, os métodos quantitativos e os métodos híbridos ou semi-quantitativos. Assim, pode-se dizer que a técnica qualitativa é baseada em processos de estimativa analítica, a técnica quantitativa considera o risco como um valor, estimando-o por uma expressão matemática, com auxílio de um histórico dos acidentes de trabalho no local de trabalho. Já a técnica semi-quantitativa, identifica as prioridades de intervenção de acordo com os riscos mais relevantes.

Os métodos qualitativos são utilizados para facilitar a seleção das medidas preventivas através das normas e especificações. Além disso, são métodos mais subjetivos e mais simples de serem aplicados (Măzăreanu, 2007). São exemplos desses métodos a análise preliminar de risco, check-lists, análise *What-If*, auditorias de segurança e estudo dos riscos e operações (Marhavidas et al., 2011).

Os métodos quantitativos são utilizados quando há necessidade de justificar o custo ou dificuldade em aceitar algumas ações preventivas. Além disso, estes métodos têm como objetivo principal obter uma resposta numérica da magnitude do risco e atribuir valores de acordo com a probabilidade de ocorrência. Podem ser utilizados em indústria com alta tecnologia e de alto risco (Apostolakis, 2004). O índice de fiabilidade e a matriz de riscos são exemplos de métodos quantitativos (Marhavidas et al., 2011).

Os métodos semi-quantitativos são utilizados quando os métodos qualitativos são insuficientes e quando os métodos quantitativos não são adequados. Assim, este método baseia-se em estimar o valor numérico do risco, a partir da probabilidade e da gravidade do risco.

Um exemplo dos métodos semi-quantitativos é o método William T. Fine, o qual permite avaliar a gravidade do risco através da multiplicação da consequência do risco, da exposição ao risco e da probabilidade de o risco ocorrer. Dessa forma, para calcular a gravidade do risco é necessário obter dados históricos dos acidentes de trabalho, observar as atividades realizadas e analisar as consequências dos mesmos. A seguir, deve-se verificar as prioridades de intervenções de acordo com as ações corretivas e os custos associados (Fine, 1971).

2.2.3. Controlo do Risco

De acordo com o Departamento de Saúde Pública (2010), o controlo do risco consiste num conjunto de processos que permitem conduzir os riscos que não são aceitáveis para níveis aceitáveis. Além disso, o controlo de risco pode representar ações de acompanhamento ou de reavaliação dos riscos, os quais devem ser devidamente registados e avaliados.

No controlo do risco é possível identificar: riscos aceitáveis, que necessitam de acompanhamento; riscos que devem ser eliminados; riscos que são minimizados com medidas corretivas simples; e riscos que para serem minimizados necessitam de medidas corretivas mais sofisticadas (Departamento de Saúde Pública, 2010).

As medidas de correção ou redutoras dos riscos identificados seguem uma hierarquia e que devem ser respeitadas, como podem ser verificadas na tabela 2.

Tabela 2 – Medidas de Correção (adaptada de (Departamento de Saúde Pública, 2010))

Medidas	Correção a ser realizada
1ª Medida	Eliminar o risco
2ª Medida	Combater o risco na origem
3ª Medida	Adaptar o trabalho aos trabalhadores, nomeadamente no que respeita à conceção dos postos de trabalho, à escolha dos equipamentos e aos métodos de trabalho, com o objetivo de atenuar o trabalho monótono e repetitivo e de reduzir os seus efeitos para a saúde
4ª Medida	Redução do tempo de exposição ao risco
5ª Medida	Redução do número de trabalhadores expostos
6ª Medida	Substituir o que é perigoso pelo menos perigoso ou sem perigo
7ª Medida	Adotar medidas que privilegiem a proteção coletiva à proteção individual

2.3. Lean Safety

O pensamento *Lean* é muito utilizado para obter ganhos produtivos e para reduzir desperdícios. De acordo com Bajjou e Chafi (2018), os desperdícios mais relevantes nas indústrias e que possuem relação com os princípios *Lean*, são: transporte, movimento, stock, espera, sobreprodução, defeitos, sobre processamento, criatividade não utilizada dos colaboradores e acidentes de trabalho. Assim, as ferramentas *Lean* podem ser utilizadas com a finalidade de melhoria do ambiente de trabalho e redução dos acidentes de trabalho, sendo esta abordagem conhecida como *Lean Safety*.

De acordo com (Gnoni et al., 2013), o *Lean Safety* é definido como a criação de um ambiente de trabalho seguro e saudável, através de uma boa gestão das atividades realizadas pelos colaboradores e que os mesmos estejam motivados.

Num estudo realizado por Y. Wong, K. Wong e Ali (2009), com o objetivo de analisar a implementação do conceito *Lean* nas indústrias do setor eletrónico na Malásia, foi verificado que a adoção do pensamento *Lean* pode trazer resultados positivos na segurança e na ergonomia das empresas. O estudo contou com a resposta de 44 gestores de diferentes indústrias desse setor e procurou identificar as áreas dentro das empresas que mais adotaram o conceito *Lean*. Assim, foi constatado que a melhoria da segurança e da ergonomia estava significativamente correlacionada com a aplicação das ferramentas e técnicas que suportam este conceito.

A partir do pensamento *Lean*, a falta de segurança deve ser vista como um desperdício para a empresa, mais especificamente através dos custos de compensação dos trabalhadores, a perda da produtividade e a maior rotatividade dos colaboradores. Assim, para melhorar as condições de segurança deve-se normalizar e regularizar a produção, através da introdução das estratégias *Lean* na empresa, como por exemplo: o incentivo a manter o local de trabalho limpo, ordenado, com apenas materiais necessários e com um fluxo de trabalho sistemático (Nahmens & Ikuma, 2009).

Num estudo realizado por Song, Guo, Lee e Jiang (2016), foi criado um método de gestão da segurança nos campos petrolíferos, através de conceitos e das ferramentas *Lean*. Assim, o

método ficou conhecido como “DREAM”, pois apresentava como etapas: definir, reconhecer, avaliar, aplicar e monitorizar.

Assim, a primeira etapa está relacionada com a análise e a definição do processo e dos objetivos. A segunda etapa está relacionada com o reconhecimento dos riscos e perigos nas operações, para isso, deve ser utilizado *brainstorming*, diagrama espinha de peixe e a ferramenta VSM. A terceira etapa está relacionada com a avaliação das causas desses riscos e perigos através dos 5 porquês, diagrama espinha de peixe e das *checklist*. A quarta etapa está relacionada com a análise dos dados anteriores e a criação de melhores soluções, através das ferramentas 5S e *Kanban*. Por fim, a quinta e última etapa está relacionada com o controlo e a constante melhoria, através da *checklist* (Song et al., 2016).

2.3.1. Impactos do Lean na saúde e segurança

A relação entre o *Lean* e a saúde e segurança é clara, visto que a última colabora para perdas de produtividade e prejuízo para os colaboradores e o primeiro tem por conceito eliminá-los (Howell, Ballard, Abdelhamid, & Mitropoulos, 2002). Assim, é importante conhecer quais são as ferramentas Lean mais adequadas para serem implementadas e quais os impactos trazidos na sua aplicação.

Segundo Santos, Sá, Oliveira, Ramos e Ferreira (2019), as empresas devem implementar o Lean, através da redução das atividades que não apresentam valor para os clientes, como é o caso dos acidentes e os custos associados, com o intuito de obter melhor produtividade, eficiência e rentabilidade. De acordo com Martínez-Jurado, Moyano-Fuentes e Jerez-Gómez (2014), as ferramentas com maior capacidade de compreensão por parte dos colaboradores e que apresentam melhores resultados relacionados com o ambiente de trabalho e a ergonomia são: os 5S, o *Value Stream Mapping* (VSM) e o *Visual Management*.

De forma a relacionar a ferramenta VSM com a segurança, Gonçalves, Sá, Santos, e Gonçalves (2019) realizaram um estudo numa indústria têxtil, em que implementaram uma nova metodologia denominada de *Safety Stream Mapping* (SSM). Esta ferramenta é baseada no VSM e no diagrama de identificação de resíduos (WID), e atua de forma a conhecer os riscos e as causas da falta de segurança nas áreas pertencentes ao fluxo produtivo da organização.

Além dessas ferramentas, a metodologia *Kaizen*, também conhecida por melhoria contínua, deve ser utilizada para projetos que mantenham: ambientes de trabalho organizado, limpo, iluminado e com temperatura adequada; processos produtivos fisicamente seguros, através de postos de trabalho ergonômicos e de trabalho padronizado; processos produtivos psicologicamente seguros, através de ambientes de trabalho seguros, simplificados e com uma cultura de segurança; sistema de segurança e saúde adequados e eficazes (J. K. Liker & Hoseus, 2008).

Num estudo realizado por Bajjou e Chafi (2018), em que um dos objetivos era verificar a relação entre os principais princípios do *Lean* e os desperdícios que existem na indústria da construção, foi comprovado que as práticas do Lean contribuem para a redução dos acidentes de trabalho, como pode ser verificado na tabela 3.

Tabela 3– Principais contribuições dos princípios Lean (adaptado de (M.S. Bajjou & Chafi, 2018)

Princípios do Lean	Contribuição Prática
Melhoria Contínua	Um dos pilares da melhoria contínua é a melhoria dos indicadores de desempenho em curso. Assim, a taxa de acidentes é um dos principais indicadores e que necessita de constantes melhorias para reduzi-la ao mínimo possível.
Eliminar o desperdício	Conscientizar os colaboradores a respeito da criticidade dos acidentes, tornando a força de trabalho mais cautelosa em termos de cumprimento das instruções de segurança.
Envolvimento dos colaboradores	A incorporação dos colaboradores na gestão da segurança, permite reduzir a taxa de acidentes através das formações e auditorias diárias.
Planeamento	Capacitando os colaboradores para se comprometerem com as tarefas que podem desempenhar contribui de forma tangível para a redução dos acidentes. Além disso, a introdução dos colaboradores nas tarefas de planeamento, que correspondem à sua capacidade, poderia aumentar a motivação pessoal, e conseqüentemente, os acidentes relacionados com as questões mentais e o stress excessivo poderiam ser reduzidos.
Qualidade	As ferramentas qualitativas como o Brainstorming, diagrama espinha de peixe e os cinco porquês podem ajudar a identificar as principais causas dos acidentes de trabalho. Além disso, os dispositivos Poka-Yoke são considerados ideais para evitar erros não intencionais, alertando os perigos em causa e interrompendo o processo. Outra vantagem na utilização desses dispositivos é que os colaboradores são impedidos de atravessarem ou aproximarem de locais perigosos, através de alarmes sonoros ou luminosos.
Padronização	Permitir que os colaboradores realizem tarefas perigosas da sua maneira, aumenta os riscos de ferimento ou mortes. Com efeito, a utilização de processos padronizados minimiza o nível de ações perigosas, e conseqüentemente, reduz os acidentes profissionais.
Transparência	Uma das principais causas de acidentes de trabalho é a má organização do local de trabalho. A metodologia 5S e o Visual Management colabora para a organização do local de trabalho, aumento da produtividade e promove a segurança.

Em outro estudo realizado por Mohamed Saad Bajjou, Chafi, & En-nadi (2017), foi comprovado a eficácia das ferramentas Lean na segurança das indústrias do setor da construção. Para chegar a esta conclusão, foi realizada uma pesquisa rigorosa de 86 documentos do campo da gestão da segurança. Neste trabalho foi comprovado que as ferramentas (*Last Planner System*, metodologia 5S, *Visual Management* e Poka-Yoke) e as práticas do conceito Lean podem minimizar os riscos de acidentes, promover a segurança do trabalhador, minimizar os perigos, motivar o envolvimento dos colaboradores e prevenir erros humanos.

Assim, foram identificadas as principais causas dos acidentes nas pesquisas realizadas, como também, as ferramentas mais adequadas para minimizar a taxa de acidentes. A seguir, é apresentada a tabela 4 com os resultados obtidos.

Tabela 4– Causa dos acidentes e implementação das ferramentas Lean (adaptado de (Mohamed Saad Bajjou et al., 2017)

Causa dos acidentes	Ferramentas Lean	Práticas
Excessivo stress; pressão organizacional; planeamento e controlo ineficiente; trabalho árduo que excede a capacidade física e mental dos colaboradores; falta de coordenação nas tarefas realizadas em simultaneidade; falta de colaboradores envolvidos na fase de planeamento; instruções de trabalho ineficazes.	Last Planner System	A correlação entre as tarefas programadas e a capacidade dos colaboradores; análise de risco as tarefas; o envolvimento dos colaboradores no planeamento; escolha de métodos de trabalho em conformidade com os requisitos de segurança; planos de controlo e vigilância; plano de trabalho semanal.
Ausência de transparência no local de trabalho devido a falta de ferramentas visuais; locais de trabalho não equipados com sinais de segurança; ausência de painéis com indicadores de desempenho em relação a níveis de segurança atuais e direcionados aos níveis de segurança.	Visual Management	A incorporação de ferramentas visuais, como: painéis gráficos, digitais e sinais de segurança; simplificação da comunicação entre os colaboradores, especialmente aqueles que trabalham simultaneamente no mesmo local de trabalho; identificação das áreas que representam um risco para os colaboradores; aumento da motivação pessoal.
Local de trabalho mal-organizado, perigoso e com componentes desnecessários bloqueando o fluxo de trabalho; Condensação de materiais e equipamentos no armazém.	5S	Simplificação do fluxo da produção; local de trabalho organizado, limpo e seguro; melhoria da ergonomia; eliminação dos materiais desnecessários; redução dos movimentos e deslocações dos colaboradores.
Erros cometidos pelos colaboradores; falhas nos equipamentos; risco na queda de materiais.	Poka-Yoke	Introdução de sistemas de alerta e aviso; alerta de falhas no sistema; proteção das áreas perigosas através de aparelhos de alarme sonoro ou visual.

2.3.2. Estudo das publicações do Lean manufacturing e da segurança

De forma a identificar e analisar artigos publicados com os temas apresentados anteriormente, realizou-se um estudo através da plataforma *Web of Science*, de maneira a perceber as ferramentas Lean mais utilizadas, os benefícios e as lacunas da implementação do Lean manufacturing com o foco na melhoria da segurança ocupacional. Assim, como primeiro passo da investigação deve-se definir as palavras-chave, com filtro das palavras-chave exatas, sendo as palavras *Lean Manufacturing* e *Safety*.

Em seguida, deve-se definir critérios para inclusão dos artigos no estudo realizado, sendo assim, os critérios foram os artigos devem estar relacionados com o tema das melhorias da

segurança através da utilização de ferramentas ou métodos Lean e os artigos devem estar escritos em inglês, português, espanhol ou francês.

Dessa forma, esse estudo conta com 73 artigos, sendo o primeiro publicado no ano de 2007 e os últimos no início de 2020, como pode ser verificado no gráfico 2:



Gráfico 2 – Publicações de artigos sobre o Lean Manufacturing e Segurança

Em termos de citações, pode-se verificar o crescente número de citações dessas publicações, sendo 685 o resultado da soma desses números. Além disso, a média de citações por cada publicação corresponde ao valor de 9,38, ou seja, mostra que esse tema é bastante pertinente e atual. Pode-se verificar o gráfico das citações ao longo dos anos abaixo:



Gráfico 3 - Citações dos artigos publicados envolvendo o Lean Manufacturing e Segurança

Em relação aos países em que foram desenvolvidos os artigos, estes podem ser verificados no gráfico 4.



Gráfico 4 – Registo de artigos por país

Como pode-se verificar, o registo de países com o desenvolvimento de artigos é bastante diversificado, estão em todos os continentes. Vale ressaltar que mais da metade dos artigos publicados foram desenvolvidos nos Estados Unidos, na Índia, na Itália, no Brasil e na Espanha. Além disso, outro ponto que deve ser abordado está relacionado com a pouca atuação de Portugal neste tema, o qual apresenta apenas 1 artigo publicado.

Em relação as fontes que publicaram os artigos em estudo, estas podem ser verificadas no gráfico 5.

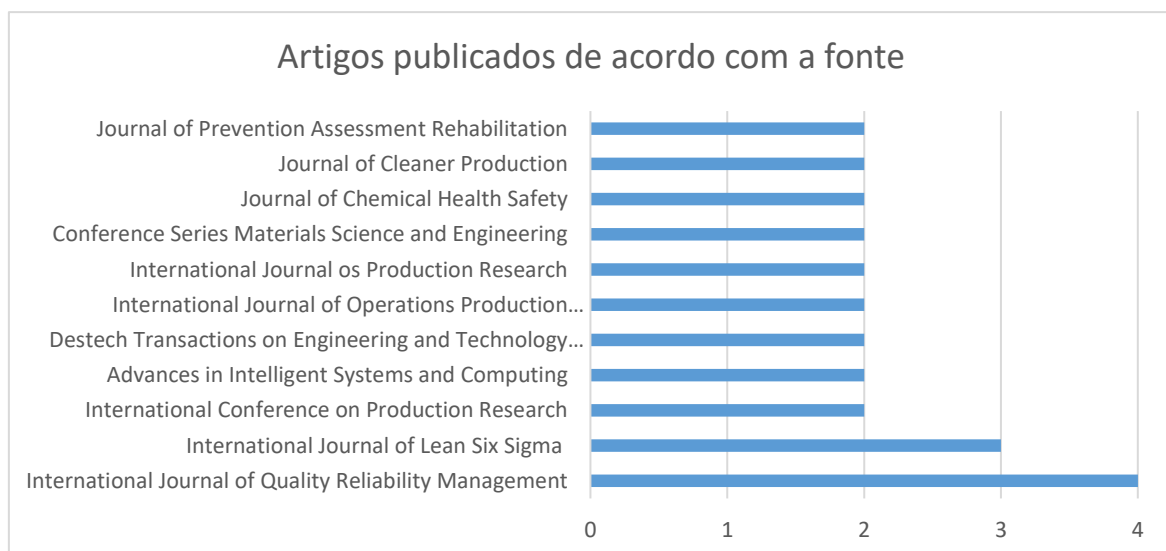


Gráfico 5 – Artigos publicados de acordo com a fonte

Como pode-se verificar no gráfico 5, estão apresentados algumas das principais fontes em que foram publicados ao menos 2 artigos com os tópicos do *Lean manufacturing* e segurança. Assim, pode-se verificar que o *International Journal of Quality Reliability Management* e o

International Journal of Lean Six Sigma foram as fontes com mais artigos publicados, sendo 4 e 3 respetivamente.

Em relação as categorias que os artigos publicados se enquadram, estas podem ser verificadas no gráfico 6.



Gráfico 6 – Categorias dos artigos publicados

Dessa forma, os quatro primeiros temas representam 66,67% de todos os temas envolvidos nos artigos. Assim, os principais temas são *management*, *engineering industrial*, *engineering manufacturing* e *Operations Research Management Science*.

Como pode-se verificar na tabela abaixo, será apresentado cada publicação, com intuito de perceber os pontos fortes e fracos da ligação Lean manufacturing e segurança, bem como indicar quais foram as ferramentas Lean com maior impacto na segurança.

Publicação	Ganhos	Lacunas	Kaizen	5S	Visual Manag.	VSM	Standard Work	Andon	Kanbans	Poka-Yoke	SMED	TPM
(Ferdows & Thurnheer, 2011)	Criação de um modelo complementar as práticas do Lean manufacturing capaz de melhorar a segurança, reduzir a variabilidade do produto, compartilhar o conhecimento prático da produção, melhorar a capacidade de resposta e melhorar a eficiência do trabalho e das máquinas.	Necessidade de mais pesquisas para testar o modelo, principalmente para comprovar as diferenças nos conceitos da organização Lean e organização fitness, com fim de perceber onde termina um e começa o outro, bem como na validação dos resultados na segurança.	X									
(Jiménez, Romero, Domínguez, & Espinosa, 2015)	Aplicação da ferramenta 5S nos laboratórios de universidades obtendo melhorias nos tempos, mas principalmente na prevenção, identificação e eliminação dos riscos. Além disso, deve ser realizada uma adaptação da metodologia 5S para a segurança, adicionando o 6S.	O resultado da aplicação dessa ferramenta pode ser bastante afetado de acordo com a complexidade da organização. Além disso, a metodologia 5S não é vista da mesma forma em todos os países, pois alguns países a utilizam como estratégia para a excelência em todo negócio, enquanto outros a vêem como uma maneira simples de cumprir requisitos mínimos de saúde e segurança.		X								
(J. P. E. Souza & Alves, 2018)	Criação de um modelo que correlaciona os princípios e as ferramentas de um sistema Lean manufacturing com um sistema de gestão ambiental, sistema de gestão de saúde e segurança ocupacional e sistema de gestão de responsabilidade social, com o objetivo de racionalizar recursos, capacitar os colaboradores e impedir a perda de eficiência organizacional.	A implementação de sistemas de gestão juntamente com o sistema Lean manufacturing nas organizações podem ser dificultadas devido a complexidade da organização, grande quantidade de processos e de recursos humanos.	X		X							
(Worley & Doolen, 2015)	Implementação de práticas Lean apresentam efeitos positivos nas habilidades de resolução de problemas dos colaboradores, através de um treinamento adequado e formação nas ferramentas Lean e na identificação e análise de causa raiz dos problemas.	Existe uma dificuldade de adoção dessas ferramentas, com essa finalidade, numa organização com baixo volume e alta variedade de produtos. Além disso, há evidências que em algumas organizações as práticas Lean não são bem-sucedidas, porque não considerou na sua totalidade o elemento humano como um dos fatores fundamentais na implementação.		X								

Publicação	Ganhos	Lacunas	Kaizen	5S	Visual Manag.	VSM	Standard Work	Andon	Kanbans	Poka-Yoke	SMED	TPM
(Botti, Mora, & Regattieri, 2017)	Modelo matemático que envolve as práticas do Lean manufacturing, ergonomia dos colaboradores, saúde ocupacional e fatores dos riscos relacionados. Assim, é possível definir estações de trabalho manual e automática, apresentando para cada solução da linha de montagem o nível aceitável de risco.	A automação desempenha um papel estratégico no aumento da produtividade e na eliminação de condições perigosas para os colaboradores, entretanto o alto custo desse processo, em alguns setores, inviabiliza este processo.			X							
(Vieira, Balbinotti, Varasquin, & Gontijo, 2012)	A criação de uma cultura de melhoria contínua na organização, torna os processos mais simples e eficazes. Além disso, foi constatado na pesquisa que a produtividade dos colaboradores estava diretamente relacionada ao programa ergonômico da organização.	Algumas organizações ainda apresentam uma baixa preocupação com a qualidade do ambiente de trabalho, em que as melhorias são realizadas após um acidente de trabalho, demorando para solucionar o problema e apresentando perdas na produção.	X	X		X						
(Ikuma, Nahmens, & James, 2011)	Implementação da ferramenta Lean manufacturing, o Kaizen, e ferramentas de análise de segurança como forma de realizar alterações rápidas e de baixo custo, destinadas a melhorar a produtividade num layout de construção modular e os riscos ergonômicos e de segurança. Pode-se verificar neste estudo que a produtividade e a segurança podem ser melhorados simultaneamente por meio de ferramentas combinadas.	A variabilidade no setor da construção é uma dificuldade e uma complexidade na aplicação deste modelo, porque as tomadas de decisões em um determinado momento podem não ser ideais em ambientes em mudança. Assim, com essa variabilidade os riscos à segurança dos colaboradores também variam e pode necessitar de ajustar para se adaptar a este ambiente.	X									
(Randhawa & Ahuja, 2017a)	Aplicação da ferramenta 5S com a finalidade de melhorias gerais no envolvimento dos colaboradores no processo, melhorias na comunicação organizacional, trabalho em equipa, melhorias na qualidade, fluxo de trabalho e segurança para os colaboradores.	Existem barreiras na implementação dos 5S, como: comprometimento insuficiente por parte dos colaboradores, falta de motivação por parte dos colaboradores e conhecimento insuficiente de orientação aos princípios Lean, fraca relação entre colaboradores e ausência de espírito de equipa.		X								

Publicação	Ganhos	Lacunas	Kaizen	5S	Visual Manag.	VSM	Standard Work	Andon	Kanbans	Poka-Yoke	SMED	TPM
(Wong, Wong, & Ali, 2009b)	A segurança e a ergonomia como fatores importantes na melhoria da produtividade, redução de lesões e fadigas. Permitindo redução de movimentos desnecessários e redução de erros causados por falhas humanas.	Diversas empresas, no estudo realizado, não apontaram a área da segurança como um fator importante na implementação do Lean manufacturing.	X									
(Kumar, Maiti, & Gunasekaran, 2018)	Existe uma crescente adoção de sistemas de gestão da saúde e segurança, como OHSAS 18001, e da ferramenta TPM de forma a que as organizações consigam gerir da melhor maneira os aspetos da segurança ocupacional e melhorar o seu desempenho.	São poucos os estudos que relacionam à segurança, o desempenho ambiental como parte do desempenho operacional e o Lean manufacturing.	X									X
(Gherghea, Bungau, & Negrau, 2019)	Implementação da ferramenta VSM e do conceito do Lean Manufacturing numa indústria de manufatura, apresentando melhorias em todo o processo, reduzindo tempos de inatividade e as atividades que os colaboradores necessitavam realizar.	Nesse artigo, foi aplicado o VSM com o propósito de melhoria apenas na produtividade, podendo ter verificado e introduzido novos indicadores relacionados com a segurança dos colaboradores no processamento das máquinas.	X			X						
(Bertholey, Bourniquel, Rivery, Coudurier, & Follea, 2009)	Utilização das práticas Lean e das ferramentas para que de forma sustentável desenvolva as capacidades de trabalho em equipa e de melhoria do ambiente de trabalho de forma agradável e eficiente.	A implementação desses conceitos deve ser apoiada por um sistema de gestão apropriado. Caso este não seja bem adotado, podem ocorrer alguns benefícios momentâneos, mas a longo prazo os resultados não serão satisfatórios.		X		X						
(Gil-Vilda, Sune, Yagüe-Fabra, Crespo, & Serrano, 2017)	Utilização de um robô colaborativo numa célula de produção em formato de U, capaz de melhorar a produtividade em 18% e reduzir riscos de acidentes de trabalho.	A utilização de robôs colaborativos e a implicação emocional para os colaboradores nesta área de trabalho pouco foi abordado e desenvolvido.	X									
(Gratiela, 2012)	Modelo de equação de conhecimento do produto capaz de identificar as variáveis observadas que representam desperdícios dentro do processo do produto, tendo em vista o conceito Lean.	Para aplicação do modelo de equação é necessária total colaboração por parte dos trabalhadores, bem como o investimento a longo prazo da formação e treinamento dos colaboradores	X	X								

Publicação	Ganhos	Lacunas		Kaizen	5S	Visual Manag.	VSM	Standard Work	Andon	Kanbans	Poka-Yoke	SMED	TPM
(Pozzi, Noè, & Rossi, 2015)	Apresentação de um jogo que possui como objetivo ensinar os estudantes a metodologia Lean, a aplicação das ferramentas e a introdução de indicadores e metas de melhorias na qualidade e na segurança.	As conclusões obtidas dizem respeito apenas ao jogo mencionado, não podendo ser aplicada como resposta para situações reais com mais variáveis e maior complexidade.		X	X								
(Adler, Shalom Hakkert, Kornbluth, & Sher, 2012)	Modelo desenvolvido baseado no Lean manufacturing e na programação linear com o objetivo de maximizar os benefícios das unidades de polícia de trânsito com relação a segurança no trânsito.	Para aplicação do modelo é necessário realizar mais análises dos dados atuais e do custo-benefício da implementação de mais parâmetros.		X									
(Song et al., 2016)	Nova metodologia de gestão da segurança nos campos de petróleo a partir da combinação de ferramentas Lean com o objetivo de melhorar a eficiência e a segurança.	As ferramentas Lean são amplamente utilizadas, mas necessitam ser modificados e ajustados a situação real do local, para não ser aplicada de maneira errada.		X	X					X			
(Mohan Sharma & Lata, 2018)	Utilização da ferramenta 5S numa indústria indiana com o objetivo de melhorar as questões de limpeza e segurança de oficinas e escritórios.	A falta de formações e treinamento aos colaboradores poderá impactar negativamente na manutenção da limpeza dos espaços e dos novos hábitos.			X	X							
(Hultman et al., 2016)	Implementação de ferramentas Lean e programa Six Sigma em microcirurgia das mamas com melhorias na redução do tempo pré-operatório e do tempo total da operação, redução da variabilidade e aumento da eficiência.	Aplicação das ferramentas Lean e do Six Sigma apresentam ganhos marginais e incrementais, podendo ser difícil de manter as melhorias, especialmente num ambiente de constante mudança.		X			X						
(Ramdass, 2015)	Implementação de ferramentas Lean, principalmente dos 5S, com o objetivo de reduzir custos com os desperdícios nas organizações, aumento da qualidade e da produtividade e fortalecimento das relações de trabalho.	A resistência à mudança e a obtenção dos ganhos apenas a longo prazo são aspetos que impactam negativamente a implementação das ferramentas Lean nas organizações.			X	X							
(Yadav et al., 2020)	Aplicação de uma ferramenta capaz de quantificar e identificar as inter-relações entre as ferramentas e práticas Lean determinantes para obter melhorias na qualidade do produto, da produtividade e da segurança e saúde dos colaboradores.	Existem outras pesquisas que utilizam outros métodos de avaliação das ferramentas Lean, corroborando para uma diferente identificação da conjugação de ferramentas e práticas.			X	X	X	X					

Publicação	Ganhos	Lacunas	Kaizen	5S	Visual Manag.	VSM	Standard Work	Andon	Kanbans	Poka-Yoke	SMED	TPM
(Mor, Bhardwaj, Singh, & Sachdeva, 2019)	Aplicação do VSM como forma de identificar as atividades que não agregam valor e posteriormente, implementação da ferramenta standard work, criando transparência no fluxo de trabalho, aumento da segurança e eliminação dos 3Ms.	A implementação dessa pesquisa deverá ser aplicada em diferentes meios de produção de forma a generalizar a eficácia do standard work, bem como os resultados obtidos nesta pesquisa.				X	X					
(Coetzee, van Dyk, & van der Merwe, 2019)	Análise do conceito Respect for People com o princípio Lean, verificando os temas mais importantes desse conceito, sendo trabalho em equipa, desenvolvimento de pessoas, motivação, segurança e eliminação dos desperdícios.	Além de ser um tema pouco abordado, não existe nenhum estudo que aplique totalmente os seus conceitos e apresente dados empíricos que validem a sua estrutura de implementação.	X									
(Goshime, Kitaw, & Jilcha, 2019)	Análise da aplicação do Lean e os efeitos relacionados com a produtividade e com a satisfação dos clientes. Uma ferramenta que deve ser amplamente utilizada é o 5S com a adição do 6S para a segurança.	Outros desperdícios foram constatados, como o desperdício de talentos dentro das organizações, a falta de eficácia na utilização de fontes de energia e os desperdícios do espaço.	X	X								
(Nunes & Santos, 2017)	Modelo que integra conceitos do Lean, Six Sigma e ergonomia, de forma a obter ganhos na segurança, saúde, conforto, eficiência ambiental e eficiência produtiva.	Necessidade de aplicar este modelo em diferentes meios organizacionais para posterior análise e validação das etapas.	X			X						
(Potyomkina, Kibirev, Lontsikh, Kunakov, & Livshitz, 2017)	Modelo que visa indicar os campos em que a empresa necessita atuar de melhor forma, como: desempenho de qualidade, nível de segurança e nível de satisfação dos recursos humanos, através de métodos de eficiência.	A aplicação desse modelo muitas vezes é realizado de forma subjetiva, alterando os resultados e não demonstrando a realidade da organização. Como também, a avaliação é feita sem a influência das mudanças futuras internas e externas.	X									
(Randhawa & Ahuja, 2017b)	Implementação dos 5S nas indústrias de manufatura indiana possibilitando benefícios significativos na produtividade, segurança e qualidade. Como também, reduções de acidentes e ferimentos no local de trabalho, criação de um ambiente livre de poluição e com os colaboradores mais motivados.	A grande maioria dos estudos das ferramentas Lean, como o 5S, estão relacionados com as indústrias de manufatura, enquanto que o setor de serviços pouco é analisado.		X								

Publicação	Ganhos	Lacunas	Kaizen	5S	Visual Manag.	VSM	Standard Work	Andon	Kanbans	Poka-Yoke	SMED	TPM
(Cawley, Richardson, & Wang, 2011)	Desenvolvimento de um software para o fabrico de dispositivos médicos, o qual possibilita aplicar alguns conceitos do Lean, tendo em vista reduzir desperdícios, melhorar a segurança e a conformidade.	Existe uma lacuna em relação a aplicação dos conceitos Lean e o desenvolvimento tecnológico. Assim, o desenvolvimento de software que auxiliem a aplicação desses conceitos deveriam ser melhorados	X									
(Sanders, Elangeswaran, & Wulfsberg, 2016)	Implementação do Lean Manufacturing através das tecnologias da indústria 4.0, em que a partir de sistemas integrados de informação e comunicação é possível melhorar a produtividade e eliminar os desperdícios.	É necessário desenvolver novas pesquisas orientadas para o aumento do poder da computação e automação das indústrias e a sua influência na perspetiva do colaborador.	X									
(Iktrinasari, Hasibuan, & Kosasih, 2018)	Implementação do VSM e do <i>Green Manufacturing</i> , com o objetivo de reduzir os desperdícios de materiais, de energia, melhoria da produtividade e da segurança da organização.	Os indicadores abordados e os resultados obtidos pouco influenciaram na segurança dos colaboradores, apenas foi introduzido o ruído do local de trabalho.			X					X		
(Leso, Fontana, & Iavicoli, 2018)	Introdução da indústria 4.0 nas organizações, juntamente com os conceitos Lean, tendo em vista melhorias na segurança e saúde dos colaboradores, da condição de trabalho e da motivação dos mesmos.	A automação e a informatização do local de trabalho irão corroborar em redução do contacto humano, aumento dos riscos psicológicos e aumento da taxa de desemprego.	X									
(Jewalikar & Shelke, 2017)	Introdução de sistemas de gestão com os conceitos e ferramentas Lean nas pequenas e médias empresas com o objetivo de simplificar o processo e melhorar as condições de trabalho e práticas de eliminação de resíduos que não agredem o ambiente.	A principais limitações da integração desse sistema são os processos documentados em demasia, que implica em perdas de tempo, e resistência a mudança.	X	X								
(Randhawa & Ahuja, 2017c)	Modelo de equações estruturais validando a implementação dos 5S como forma de obter excelência comercial nas organizações de manufatura. Comprometimento da alta gestão em treinar e motivar os colaboradores adequando a todos aos 5S.	O modelo foi aplicado em indústrias de manufatura indiana e é necessário realizar adaptações para aplicação em outros locais demográficos. Além disso, as empresas devem enfatizar o quinto S, de forma a não perder as melhorias obtidas.	X	X								

Publicação	Ganhos	Lacunas	Kaizen	5S	Visual Manag.	VSM	Standard Work	Andon	Kanbans	Poka-Yoke	SMED	TPM
(Sakthi Nagaraj, Jeyapaul, Vimal, & Mathiyazhagan, 2019)	Implementação do Ergo-Lean, modelo que tem como objetivo reduzir os efeitos negativos do Lean na qualidade de vida dos colaboradores e melhora o desempenho operacional, sendo estes o rendimento da produção, lead time total, relação de valor agregado e redução dos defeitos.	A aplicação apenas do conceito Lean apresenta efeitos negativos na qualidade de vida dos colaboradores, afetando no desempenho dos mesmos. Além disso, a validação do modelo ergo-Lean apresentou limitações em termos de tempo, sendo ignorados aspetos ambientais e de segurança.	X			X						
(Cournoyer, Merhege, Costa, Art, & Gubernatis, 2014)	Investigação de um modelo que integra o conceito Lean e o Six Sigma com o objetivo de melhorar a qualidade, custos e o lead time total. Como o modelo foi realizado para garantir a segurança de instalações nucleares, o modelo fornece informações que melhoram a segurança da operação.	O modelo apresentado está focado apenas em questões envolvendo instalações nucleares. As ferramentas Lean foram pouco abordadas nesse contexto, tendo maior foco controlar as infrações do controlo de segurança.	X									
(Reeb, Leavengood, & Knowles, 2009)	Pesquisa que avalia as necessidades da indústria de produtos florestais do Oregon, verificando que empresas com 20 a 100 colaboradores, o Lean Manufacturing é uma das maiores necessidades educacionais existentes. As áreas que as empresas mais necessitavam de conhecimento eram controlo da qualidade, normas de segurança e habilidade básicas para resolução de problemas.	A pesquisa apresentava limitações em termos de resposta das empresas, pois pressupõe que elas reconheçam as suas necessidades e os seus conhecimentos.	X									
(Costa, Godinho Filho, Fredendall, & Ganga, 2020)	A implementação de conceitos do Lean Manufacturing e do Six Sigma na indústria de alimentos apresentou um desempenho positivo muito valorizado no setor, sendo esses ganhos financeiros e qualidade do produto. As empresas que apresentaram um nível de experiência nessas práticas obtiveram melhores resultados.	A adoção do Lean e do Six Sigma na indústria de alimentos ainda é muito baixa, pois, o mesmo não apresenta familiaridade com os conceitos e aplicação das ferramentas Lean e foca a qualidade apenas como fator de segurança e higiene.	X									X

Publicação	Ganhos	Lacunas	Kaizen	5S	Visual Manag.	VSM	Standard Work	Andon	Kanbans	Poka-Yoke	SMED	TPM
(Amrani & Ducq, 2020)	A implementação do método apresentado trouxe melhorias em relação a taxa de defeitos, ao tempo de ciclo, eliminação de desperdícios e reduções dos gastos no setor da logística. Um dos pontos principais foi o fornecimento de treinamento, recursos e conhecimentos aos colaboradores, de forma a se envolver no processo.	Uma das dificuldades da implementação do Lean é o facto do mesmo variar significativamente de um setor para o outro. Além disso, este é o primeiro método específico utilizado para adaptar as ferramentas Lean ao setor aeroespacial.	X		X	X				X	X	
(Sancha, Wiengarten, Longoni, & Pagell, 2019)	A prática do trabalho temporário tem sido cada vez mais realizada. A junção com os conceitos do Lean Manufacturing causam impactos positivos no que se refere ao mix de produtos e flexibilidade do volume dos produtos, sendo uma metodologia benéfica a curto prazo para esses aspetos relacionados com a resposta ao mercado.	O trabalho temporário é muito utilizado por empresas para diminuir custos e responder rapidamente as mudanças nas expectativas dos clientes. Porém, esta política apresenta impactos negativos no Lean Manufacturing, principalmente no que se refere a qualidade do produto e a segurança dos colaboradores.	X									X
(Jiménez, Romero, Fernández, Espinosa, & Domínguez, 2019)	Introdução de um novo S (Segurança), na metodologia 5S. Assim, o objetivo do mesmo consiste em otimizar os processos de produção, cumprindo estritamente os padrões de segurança e saúde ocupacional, permitindo cumprir a meta de zero acidentes.	A conscientização dos colaboradores para os riscos associados as suas tarefas, bem como manter a equipa informada e motivada foram as maiores dificuldades encontradas.		X								
(Bocquet, Dubouloz, & Chakor, 2019)	Implementação de uma metodologia que integra o conceito Lean e as práticas de segurança dos colaboradores, apresentando indicadores tradicionais e a necessidade de considerar novos de acordo com as práticas de prevenção.	O método apresentado estuda o processo na conceção da gestão das empresas, não fornecendo maiores dados e resultados nos aspetos das condições de trabalho, práticas de comunicação dos recursos humanos e treinamentos e formações dos colaboradores.	X									
(Buandra, 2019)	Introdução do conceito Lean e realização de um estudo dos movimentos e dos tempos, proporcionando redução da carga horária dos colaboradores, melhoria das condições de segurança, reduções de tempos de operações e redução da emissão de gases.	O estudo realizado pouco abordou os indicadores de segurança obtidos para analisar as condições de trabalho dos colaboradores, bem como as práticas realizadas que poderiam acrescentar melhorias na segurança e saúde.	X			X						

Publicação	Ganhos	Lacunas	Kaizen	5S	Visual Manag.	VSM	Standard Work	Andon	Kanbans	Poka-Yoke	SMED	TPM
(Hamja, Maalouf, & Hasle, 2019)	Estudo da implementação dos conceitos Lean na indústria de vestuário, visando a produtividade e a SST, indicando melhorias de tempos, da eficiência e afetando positivamente os fatores psicossociais nas organizações que envolvem os colaboradores na introdução das ferramentas.	A segurança e saúde ocupacional depende do contexto da implementação dos conceitos Lean. Caso as práticas e ferramentas Lean sejam aplicadas de forma inadequada, implicará num aumento dos riscos sobre os colaboradores.		X		X						
(Furman, 2019)	Estudo do impacto das ferramentas Lean na segurança ocupacional em uma organização industrial, em que foi verificado uma melhoria das condições de trabalho relacionadas à ergonomia, redução dos riscos de acidentes de trabalho e uma colaboração por parte dos colaboradores a darem sugestões.	As dificuldades encontradas para a implementação das ferramentas foram: resistência a mudança, baixo nível de comprometimento por parte da administração e má comunicação e entendimento sobre os objetivos propostos.	X	X						X		X
(Koeshardono & Baihaki, 2019)	Implementação de práticas Lean na indústria de processamento de metais, visando a melhoria no corte dos materiais e na segurança do colaborador e obtendo bons resultados com a introdução dos 5S.	Nesse estudo os parâmetros da segurança e saúde no trabalho não foram abordados, sendo focado apenas a introdução dos 5S como forma de limpar os equipamentos.		X								
(Goti, Calle, Errasti, Bom, & Garc, 2018)	Implementação de sistemas informáticos, baseados nos conceitos do Lean, que gerem os dados e o desempenho dos indicadores relacionados com a qualidade e a segurança da organização.	Para a implementação desses sistemas, a organização necessita investir em significativa quantia, não sendo possível para muitas organizações. Como também, os indicadores devem ser escolhidos e medidos adequadamente e transformado de uma maneira simples e rápida para o formato informático.	X									
(Botti, Mora, Piana, & Regattieri, 2017)	Implementação de um modelo matemático para a avaliação de risco ergonômico nas atividades manuais dos colaboradores, tendo em vista os conceitos Lean. Assim, os colaboradores apresentaram uma melhor percepção do trabalho, melhorando as condições de trabalho e evitando o cansaço excessivo e as lesões acidentais.	A aplicação de princípios Lean, como: <i>Just In Time</i> e a normalização do trabalho, de forma inapropriada aumentaram o ritmo de trabalho, o stress psicológico e os fatores de risco músculo-esqueléticos.	X									

Publicação	Ganhos	Lacunas	Kaizen	5S	Visual Manag.	VSM	Standard Work	Andon	Kanbans	Poka-Yoke	SMED	TPM
(R. F. L. Santos et al., 2018)	Implementação de estratégias envolvendo as máquinas de preparação de pneus, em que foi adotada a ferramenta 5S, melhorando a qualidade do produto, a segurança dos colaboradores, reduzindo custos de manutenção e melhorando o desempenho da máquina.	Deveria ser analisado outros impactos relacionados com os colaboradores, de acordo com o desenvolvimento das máquinas e das novas estratégias. Como também, envolver os colaboradores no processo.		X								
(Kuczyńska-Chałada, 2019)	Introdução de conceitos Lean na indústria de rolamentos, com a implementação do SMED no processo de forjamento, apresentando uma redução do tempo total de 53%. Como também, tendo em vista incluir condições de trabalho seguras e reduzir o número de acidentes.	Para verificar as melhorias no âmbito da segurança e saúde ocupacional, deveria ter sido introduzido indicadores que refletissem no aspeto de segurança do local de trabalho.	X							X		
(Ponikierska & Stefaniak, 2017)	Introdução dos 5S para a gestão de um armazém, em que foi possível melhorar a utilização do espaço, melhorar as condições de trabalho, aumentar a comunicação e colaboração dos trabalhadores, melhorar a segurança e conscientizar os colaboradores sobre a cultura Lean.	Em termos de segurança, não foi implementado indicadores ou mais uma fase dentro dos 5S que focasse exclusivamente na segurança dos colaboradores e na melhoria das condições de trabalho para a redução de acidentes.		X								
(Cournoyer, Lawton, Apodaca, Bustamante, & Armijo, 2016)	Investigação dos acidentes de trabalho no desenvolvimento de detonadores de armas nucleares, tendo em vista os conceitos e práticas do Lean e do <i>Six Sigma</i> , de forma a analisar as causas dos acidentes e melhorar as condições de trabalho.	Com a introdução do Lean, outras ferramentas poderiam e deveriam ser adotadas, além do Kaizen, como forma de reduzir as lesões dos colaboradores nos locais de trabalho.	X									
(Nurul Huda, 2017)	Implementação da ferramenta 5S, com a adição do 6S da segurança, numa usina de óleo, apresentando melhorias no desempenho do colaborador e mapas que indicam os riscos dos acidentes de trabalho.	Com a apresentação dos mapas com as indicações dos riscos da usina, deveriam ser indicados os métodos ou novas ferramentas para a melhoria da segurança e saúde ocupacional.		X								

Publicação	Ganhos	Lacunas	Kaizen	5S	Visual Manag.	VSM	Standard Work	Andon	Kanbans	Poka-Yoke	SMED	TPM
(Kuppusamy, Velukkudi Santhanam, Bangaru, & Doraiswamy, 2016)	Modelo desenvolvido para a identificação de um responsável dentro da organização que demonstre obter recursos de forma a integrar e implementar as práticas do <i>Lean-Green</i> , com um foco maior no fator humano e no impacto ao meio ambiente.	O modelo apresentado deve ser utilizado e validado em outros setores de indústrias, além da indústria de transformação. Além disso, deve ser verificado as respostas e as ações obtidas pela pessoa escolhida pelo modelo.	X									
(Morvan, Delecroix, & Quillerou-Grivot, 2019)	Estudo das condições de trabalho dos colaboradores, numa perspectiva ergonómica de implementar ações preventivas que evitem as lesões músculo-esqueléticas e evitem os desperdícios de atividades que não trazem valor para a produção.	Maiores estudos devem ser realizados de forma a perceber a relação entre o espaço de trabalho, as condições de trabalho durante o processo e a interação entre os próprios colaboradores, tendo em vista as práticas ergonómicas e o Lean manufacturing.	X			X						
(Nadarajan, 2014)	Modelo de manutenção centrada na confiabilidade, desenvolvido a partir de estratégia de manutenção, como o TPM, e tem como objetivo melhorar a segurança e a integridade ambiental, melhorar a compreensão, a disponibilidade, a confiabilidade do equipamento e a eficiência da manutenção.	A dificuldade de implementação desse modelo nas organizações estão relacionadas com o custo associado e a complexidade do sistema e dos processos da organização.	X									X
(Wasinger, 2014)	Implementação dos conceitos Lean no desmantelamento de reatores de energia nuclear, tendo em vista o planeamento das atividades, mitigação dos riscos sociais, ambientais e económicos e os efeitos socioeconómicos para a comunidade e região.	As abordagens estratégicas e as ferramentas utilizadas foram adaptadas particularmente para os problemas e desafios do desmantelamento de reatores de energia nuclear.	X			X						
(Harikumar & Saleeshya, 2019)	Implementação de um método de análise e avaliação dos riscos desenvolvidos num hospital, conseguindo controlá-los e evitar outros tipos de desperdícios, através das ferramentas Lean adequadas a cada tipo de riscos.	Os métodos foram adotados em hospitais credenciados e que apresentam boa infraestrutura e garantia de qualidade, não podendo ser validado para outros tipos de hospitais que apresentam uma grande quantidade de riscos.	X	X	X		X		X	X		

Publicação	Ganhos	Lacunas	Kaizen	5S	Visual Manag.	VSM	Standard Work	Andon	Kanbans	Poka-Yoke	SMED	TPM
(Wong et al., 2009a)	Pesquisa realizada na Malásia, em que tem como objetivo verificar a introdução de conceitos e ferramentas Lean no setor de eletroeletrônicos. Além disso, foi verificado que as organizações que introduziram o Lean, apresentaram resultados positivos em termos da segurança.	Por ser uma pesquisa que limita o estudo em termos de região e do setor da indústria, outras pesquisas devem ser realizadas com propósito de verificar as respostas de organizações do setor secundário e terciário num contexto amplo em relação a sua região.	X	X	X							

Ao analisar os pontos fortes e as lacunas encontradas nos artigos estudados, é verificado que, na sua maioria, os autores apontam que quando existe o envolvimento dos colaboradores na aplicação e desenvolvimento das práticas e ferramentas Lean nas organizações, as mesmas influenciam positivamente o nível da saúde e segurança ocupacional. Porém, a falta de indicadores relacionados com a segurança do colaborador, o custo associado a implementação de sistemas de gestão, a complexidade das indústrias dificultando a aplicação dessas ferramentas Lean e a implementação do *Just In Time* sem o desenvolvimento adequado do sistema de gestão dos recursos humanos foram algumas das lacunas encontradas que corroboram para um impacto negativo na saúde e segurança dos colaboradores.

Além disso, os artigos apontam para a utilização de quatro ferramentas Lean que melhoram as condições de trabalho e corrobora para uma redução de acidentes de trabalho, sendo: o *Kaizen*, a metodologia 5S, o *Value Stream Mapping* e o *Visual Management*, como pode ser verificado no gráfico 7.

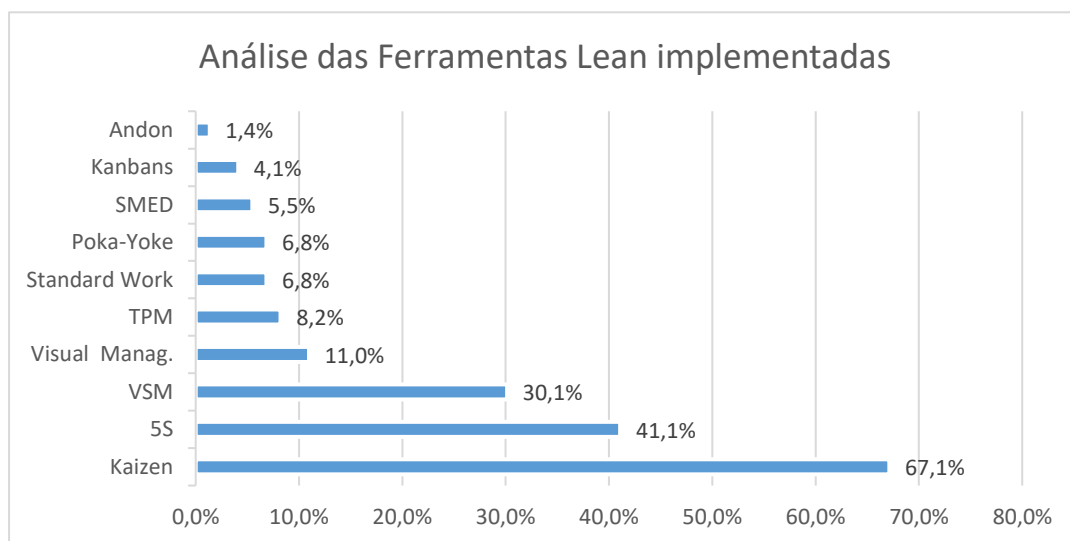


Gráfico 7 – Análise das ferramentas Lean implementadas nos artigos em estudo

Dessa forma, pode-se destacar que a introdução do conceito Lean como forma de melhoria do processo produtivo, nos diversos setores da indústria, está cada vez mais sendo desenvolvida e aprofundada. Entretanto, a aplicação deste conceito na área da segurança não acompanha tal desenvolvimento, devendo ser mais explorada.

3. DESENVOLVIMENTO

Esta proposta de investigação procura interligar produtividade e saúde e segurança no trabalho através da filosofia Lean e na aplicação das suas ferramentas como resposta aos desperdícios apresentados nas organizações.

Neste capítulo, pretende-se apresentar a metodologia que foi desenvolvida, permitindo a organização perceber quais são os desperdícios encontrados, a eficiência dos seus postos de trabalho e os riscos ocupacionais verificados ao longo dos processos. Além disso, é apresentada a Rubete – Equipamentos Industriais, S.A, empresa utilizada para a implementação e análise dos resultados da metodologia.

3.1. Metodologia *Safety and Value Stream Mapping (SVSM)*

Para o desenvolvimento da metodologia *Safety and Value Stream Mapping (SVSM)*, os critérios utilizados como base foram:

- O SVSM ser incorporado ao VSM, visto que os utilizadores já apresentam um domínio da ferramenta e pela sua facilidade da visão do processo;
- O SVSM deve enfatizar a perspetiva da segurança ocupacional;
- O SVSM deve apresentar no seu mapa de estado todos os desperdícios mencionados no *Lean*;

Como já foi abordado, o VSM é a ferramenta mais indicada para obter uma visão global de todos os processos da organização, pois analisa o fluxo de material e de informação necessários para a realização de um produto ou serviço. Além disso, é através desta ferramenta que é possível identificar as causas e o local dos desperdícios e as oportunidades de melhoria. Porém, apresenta limitações em termos das avaliações dos riscos nos postos de trabalho, da representação dos indicadores de saúde e segurança ocupacional, da representação do layout da organização e da apresentação de todos os desperdícios mencionados no *Lean*.

De forma a solucionar algumas das limitações apresentadas pela ferramenta VSM, verificou-se a necessidade de desenvolvimento de uma nova metodologia com a adição de outras ferramentas como indicadores, com o objetivo de analisá-lo não só na perspetiva produtiva dos processos, mas também na perspetiva da segurança e da eficiência.

Tabela 6 – Proposta de combinação de ferramentas

Proposta de combinação das ferramentas	
VSM	Perspetiva da produtividade, através do mapeamento do fluxo de informação, material e do processo.
SSM	Perspetiva da segurança ocupacional, através do nível de risco de cada área da produção.
OEE	Perspetiva da eficiência, através dos cálculos dos parâmetros: disponibilidade, performance e qualidade.

De forma a indicar o procedimento de aplicação dessa metodologia, é necessário seguir os seguintes passos:

1. Definir a família de produtos ou serviços que deve ser analisada, tendo em vista o objetivo da aplicação desta ferramenta. Neste caso, o intuito é verificar a família de produtos ou serviços que estão mais relacionados com os colaboradores.
2. Construção do mapa do estado atual da organização, desenhando todo o processo que ocorre no momento em que foi documentando. Assim, é necessário realizar uma recolha de dados para o pré-mapeamento, mapear a sequência dos processos e introduzir os seguintes dados:
 - Número de colaboradores em cada posto de trabalho;
 - Tempo de ciclo de cada posto de trabalho;
 - Tempo de mudança de máquina;
 - Distância percorrida entre postos de trabalhos, seguindo o fluxo do produto;
 - Disponibilidade do equipamento para a produção;
 - Performance do equipamento, comparando a velocidade atual e a velocidade esperada;
 - Qualidade dos produtos produzidos;
 - Nível de risco de cada posto de trabalho, tendo em conta a causa do risco ser por falha de segurança no espaço, humana ou nos equipamentos;
 - Stock intermediário entre os postos de trabalho;
 - Forma de comunicação entre a organização e os clientes e a periodicidade de entregas;
 - Forma de comunicação entre a organização e os fornecedores e a periodicidade de entregas;

A partir desses indicadores, são realizados os cálculos do takt time, o tempo de ciclo de todo o processo, o tempo utilizado em que houve acréscimo de valor, o tempo utilizado em que não houve acréscimo de valor e a distância total percorrida.

Além disso, para a realização do nível de risco deve ser escolhido o método de identificação e avaliação dos riscos, podendo por métodos de avaliação quantitativos ou por métodos de avaliação semi-quantitativos. No caso da utilização de uma metodologia semi-quantitativa, como a William T. Fine, o grau de perigosidade pode ser representado como na tabela 7.

Tabela 7 – Grau de Perigosidade de acordo com o Método de William T. Fine

Nível de Risco	Nível de Intervenção	Medidas
> 400	Grave	Suspensão imediata da atividade perigosa
200 - 400	Alta	Correção imediata
70 - 200	Notável	Correção logo que possível
20 - 70	Moderada	Deve ser corrigida, mas não é uma emergência
< 20	Aceitável	Situação a manter

3. Construção do mapa do estado futuro, tendo em vista a identificação dos problemas encontrados no mapa anterior e projetando as oportunidades de melhoria. Assim, nesta fase, deve ser analisado os indicadores, tendo maior atenção no nível de risco de cada posto de trabalho, e aplicar as ferramentas Lean adequadas para a minimização dos riscos, como pode ser verificado na tabela 8.

Tabela 8 – Ferramentas Lean adequadas de acordo com o tipo de risco associado e causa por falha

Tipo de Risco	Causa por falha	Ferramentas Lean
Riscos Físicos	Espaço	Visual Management
	Equipamento	SMED
Riscos Ergonômicos	Espaço	5 S, Visual Management
	Humano	Poka-Yoke, Standard Work, One Point Lesson
	Equipamento	SMED
Riscos Químicos	Espaço	Visual Management
	Humano	Poka-Yoke, Standard Work, Andon
Riscos Biológicos	Espaço	Visual Management
	Humano	Poka-Yoke, Standard Work, Andon
Riscos Mecânicos	Espaço	5 S, Visual Management
	Humano	Poka-Yoke, Standard Work, Andon
	Equipamento	TPM, SMED

Além disso, é necessário analisar se a capacidade é suficiente para responder à procura e em seguida, atuar de forma a equilibrar os processos e balancear a linha de produção.

4. Construção de um plano de ações, através da identificação das ferramentas indicadas no mapa do estado futuro e classificando-os, de forma a priorizar as ações que apresentem maior impacto para a produtividade e segurança da organização.
5. Implementação das ações discutidas anteriormente, com vista a mudança e ao objetivo definido.

3.2. Aplicação da Metodologia SVSM

Para aplicar a metodologia SVSM, deve-se primeiro conhecer a empresa, de forma a realizar uma análise global da mesma, verificar o registo de segurança e as etapas do processo produtivo e a família de produto a ser investigado. Em seguida, deve-se atuar de forma mais prática, sendo necessário construir o mapa do estado atual, o mapa do estado futuro, o plano de ações e implementar as ferramentas Lean mais adequadas para melhoria do processo produtivo e da segurança.

3.2.1. Apresentação da Rubete – Equipamentos Industriais, S.A.

A Rubete – Equipamentos Industriais, S.A. é uma empresa familiar, sendo fundada em 1980, com a finalidade de fabricar compressores a pistão. Atualmente, a Rubete comercializa compressores, máquinas pneumáticas, equipamentos de proteção, máquinas para pintura e limpeza, equipamentos industriais, máquinas para soldadura, ferramentas manuais, entre outros. Porém, apenas são produzidos na Rubete os compressores a pistão, compressores a parafuso, reservatórios e estruturas.



Figura 11 – Fábrica da Rubete

Atualmente, o processo produtivo dos compressores passa pelas seguintes etapas:

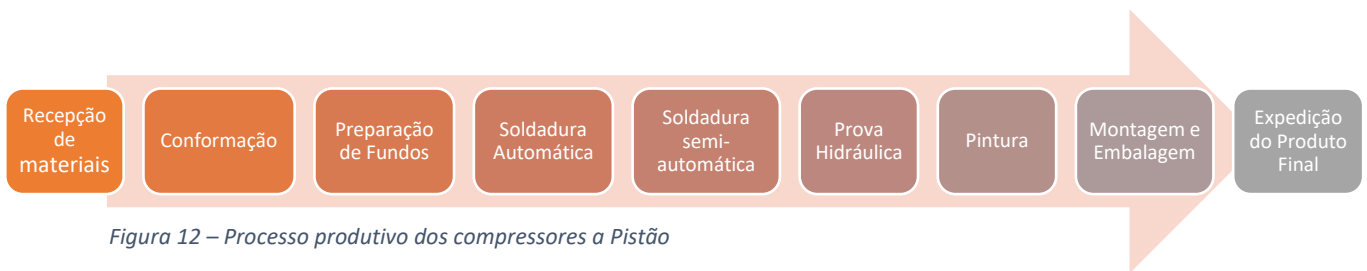


Figura 12 – Processo produtivo dos compressores a Pistão

1. Recepção de materiais

Nesta etapa, são rececionados os materiais, podendo ser: chapas, fundos, motores, cabeças, acessórios, entre outros, como pode-se verificar nas figuras 13 e 14. Assim, os mesmos são conferidos, armazenados nas prateleiras correspondentes e identificados de acordo com o número do lote.



Figura 13 - Recepção das chapas



Figura 14 –Recepção dos fundos

2. Conformação

Nesta fase, o processo está relacionado com a chapa e é composto por três atividades, sendo: o corte, a furação e a calandragem. Para a realização dessas atividades são utilizados, respectivamente, os seguintes equipamentos: a guilhotina, a máquina de furar radial e a calandra.

A primeira atividade, representada na figura 15, consiste no corte da chapa na guilhotina, com as dimensões definidas para cada reservatório. Existe alguns modelos onde a chapa já vem com as dimensões finais, pelo que não é necessário realizar esta operação.

A segunda atividade, representada na figura 16, consiste na furação da chapa na máquina de furar radial, de forma a furar o local onde futuramente serão colocadas as argolas.

A terceira atividade, representadas nas figuras 17 e 18, consiste no enrolamento da chapa através da calandra de forma a obter a virola, conferindo ao material uma curvatura específica e mantendo uma espessura constante.



Figura 15 – Guilhotina



Figura 16 – Máquina de Furar Radial



Figura 17 – Calandragem da chapa



Figura 18 – Transformação da chapa em virola

3. Preparação de fundos

Os fundos são furados no topo onde será colocada uma argola, e para isso é utilizada uma prensa de 25 toneladas, balancé, como pode-se verificar na figura 19. Concluindo este processo as argolas são soldadas nos fundos na máquina de soldadura automática da figura 20. Este é um processo de soldadura automática MAG, que estabelece um arco entre a peça e um fio eléctrodo alimentado de forma contínua, onde os parâmetros reguláveis são:

- Velocidade de soldadura,
- Amperagem
- Distância da tocha à peça.



Figura 19 - Prensa 25 ton. (Balancé)



Figura 20 – Máquina MAG circular automática

4. Soldadura automática

É nesta etapa que os pré-reservatórios assumem a forma final, e onde são efetuadas as soldaduras principais. O processo de soldadura utilizado é automático de arco submerso, sendo feito em duas fases distintas, a primeira é uma soldadura longitudinal da virola e a segunda uma soldadura radial dos fundos na virola. Entre estas fases são colocados numa prensa os fundos na virola previamente soldada.

Fase 1 - As duas extremidades da virola são unidas, a partir de um processo de soldadura automático de arco submerso na direção longitudinal da virola, em que o fluxo atua de forma a estabilizar o arco durante a soldadura e protegendo o banho de fusão da atmosfera, figura 21.

Fase 2 – Os fundos são colocados na virola com a ajuda de uma prensa hidráulica horizontal, figuras 22 e 23.

Fase 3 - Consiste na ligação dos fundos copados à virola, através do mesmo processo de soldadura descrito anteriormente, distinguindo-se a direção da soldadura, que neste caso é circular, seguindo a ligação entre o fundo e a virola, figura 24.



Figura 21 – Máquina de arco submerso longitudinal



Figura 22 – Colocação de Fundos



Figura 23 – Prensa Hidráulica Horizontal



Figura 24 – Máquina de arco submerso

5. Soldadura semiautomática

Esta etapa tem como finalidade a colocação de todos os acessórios e componentes (patas, tubuladuras, apoios de base, suporte de disjuntor e suporte de chapa de características), de forma a terminar o pré-reservatório. Esta etapa é dividida em duas atividades:

A **primeira** consiste em “pingar” os componentes ao pré-reservatório. Com a ajuda de gabaris os componentes são colocados no pré-reservatório e “pingados” de forma a garantir a fixação destes na posição correta, figuras 25 e 26.

A **segunda** consiste na soldadura final dos acessórios previamente “pingados”. Numa primeira fase são soldados com o processo MAG semiautomático, de forma a garantir maior penetração da solda, seguindo-se o enchimento da solda com o processo de soldadura de eletrodo manual MMA.



Figura 25 – Posto de trabalho da soldadura semiautomática Figura 26 - Processo soldadura MAG semiautomática

6. Prova Hidráulica

No fabrico de reservatórios sob pressão é obrigatório a realização de uma prova hidráulica que deve ser efetuada a 1,5 x Pressão de projeto. A realização deste ensaio com água tem como objetivo a verificar de potenciais falhas minimizando o risco de explosão, figura 27.

Os pré-reservatórios são colocados na área das provas hidráulicas. Nos reservatórios de 10 bar, é colocada a água nos reservatórios até se atingir uma pressão de 15 bar e mantém-se a mesma durante 1 hora, figura 28. Ao fim deste tempo analisa-se cada reservatório, verificando-se se existe deformação do mesmo ou alguma fuga de água pelas soldaduras das tubuladuras, longitudinal e dos fundos, figuras 29 e 30. Concluída a verificação, é retirada a água dos reservatórios, terminando a prova hidráulica.



Figura 27 – Processo da prova hidráulica



Figura 28 – Manómetro



Figura 29 – Verificação do pré-reservatório



Figura 30 – Teste do espelho

7. Pintura

Os pré-reservatórios já estão prontos e armazenados na área respectiva, ficando a aguardar a pintura final. O processo de pintura é composto por duas fases, uma primeira de desgorduramento e decapagem e o segundo é a pintura final.

Fase 1 – A decapagem é realizada num equipamento automático, com a projeção de um abrasivo metálico com 1mm de diâmetro na superfície do pré-reservatório, para preparar a superfície para a pintura, ficando esta limpa e com uma rugosidade adequada para a adesão da tinta, figura 31. No final a superfície é limpa manualmente com um produto desgordurante para serem retiradas quaisquer gorduras que possam permanecer na superfície, figura 32.

Fase 2 – Após a decapagem e limpeza a superfície é verificada e são reparados os defeitos maiores encontrados. De seguida o pré-reservatório vai para a cabine de pintura onde são dadas várias demãos de tinta, para proteger o metal da corrosão e dar o acabamento desejado para o produto final, figura 33.



Figura 31 – Processo de Decapagem



Figura 32 – Limpeza do pré-reservatório



Figura 33 – Pintura do pré-reservatório

8. Montagem e embalagem

Nesta etapa é realizada a assemblagem final do compressor. Esta operação é realizada numa das células de montagem onde estão todos os componentes necessários como unidade compressora, motor, correias, válvulas, entre outros para todos os modelos fabricados, figura 34. O processo de fabrico é unitário, permitindo uma grande flexibilidade, pois praticamente não existe tempo de *setup* entre diferentes modelos. Quando terminado o compressor é testado e embalado, figura 35.



Figura 34 - Montagem dos compressores a pistão



Figura 35 – Embalagem do compressor

9. Expedição do produto final

Esta é a última etapa do processo, em que os compressores prontos são colocados no armazém de expedição e aguardam o envio para o cliente final, como pode-se verificar na figura 36.



Figura 36 – Armazém de expedição

3.2.2. Dados históricos – Acidentes de trabalho

Apresenta-se de seguida, o número dos acidentes de trabalho, as horas não trabalhadas por acidentes de trabalho e as horas não trabalhadas por doenças profissionais na Rubete no período de 2015 a agosto de 2020.

Tabela 9 – Dados dos acidentes de trabalho na Rubete entre 2015 a 2019

Ano	Número de colaboradores	Acidentes de trabalho	Horas não trabalhadas por acidentes de trabalho	Horas não trabalhadas por doenças profissionais
2015	49	2	104	198
2016	53	3	168	2176
2017	55	0	-	1394
2018	57	3	248	3305
2019	59	2	296	3513
2020	59	2	344	1202

A partir da tabela 9, é possível constatar que, em média, existem 2 acidentes de trabalho por ano, aproximadamente 205 horas não trabalhadas por acidentes de trabalho e 2080 horas não trabalhadas por doenças profissionais na Rubete. Além disso, pode-se destacar que não existiu grande variação em termos da quantidade de colaboradores na empresa, como também, pode-se verificar que o ano com menor quantidade de acidentes de trabalho foi em 2017, não havendo acidentes, e os anos com maior quantidade foram 2016 e 2018, com 3 acidentes de trabalho.

De forma a comparar e classificar esses valores de sinistralidade com os valores definidos pela OIT do setor em estudo, é necessário calcular os seguintes indicadores:

- Índice de Incidência: Representa o número de acidentes com baixa por cada mil colaboradores e por cada ano de trabalho.

$$\text{Ind. Incidência} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de acidentes com baixa}}{\text{n}^\circ \text{ de colaboradores}} \times 1.000$$

- Índice de Frequência: Representa a quantidade de acidentes com baixa ocorridos por milhão de horas-homem trabalhadas, independentemente da sua gravidade.

$$Ind. Frequência = \frac{n^{\circ} \text{ de acidentes com baixa}}{n^{\circ} \text{ de horas trabalhadas}} \times 1.000.000$$

- Índice de Gravidade: Representa o número de dias úteis perdidos por acidente em cada milhão de horas trabalhadas.

$$Ind. Gravidade = \frac{n^{\circ} \text{ de dias perdidos}}{n^{\circ} \text{ de horas trabalhadas}} \times 1.000$$

- Índice de Duração: Representa o número médio de dias perdidos por cada acidente, tendo em vista a gravidade dos acidentes.

$$Ind. Duração = \frac{n^{\circ} \text{ de dias perdidos}}{n^{\circ} \text{ de acidentes}}$$

A partir dos dados da tabela 9 e das fórmulas dos indicadores acima descritos, é possível calcular o índice de cada ano, como pode-se verificar na tabela 10.

Tabela 10 – Indicadores de sinistralidade de 2015 a agosto de 2020 na Rubete

	Índice de Incidência	Índice de Frequência	Índice de Gravidade	Índice de Duração
2015	40,82	22,16	0,14	6,50
2016	56,60	31,38	0,22	7,00
2017	0	0	0	0
2018	35,09	19,65	0,30	10,33
2019	33,90	19,01	0,35	18,50
2020*	33,90	41,65	0,90	21,50
Média	35,35	23,62	0,34	11,26

Vale ressaltar que está a ser considerado até ao mês de agosto de 2020, sendo este um ano atípico devido a pandemia COVID-19. Assim, são apresentados os indicadores de 2015 a agosto de 2020 nos gráficos 8 e 9.

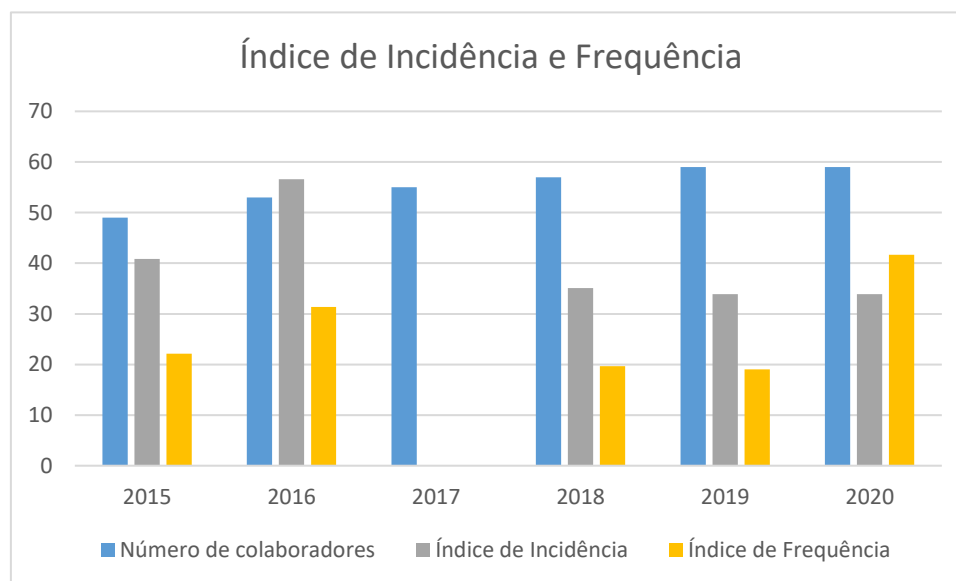


Gráfico 8 – Indicadores de Sinistralidade de 2015 a agosto de 2020 na Rubete

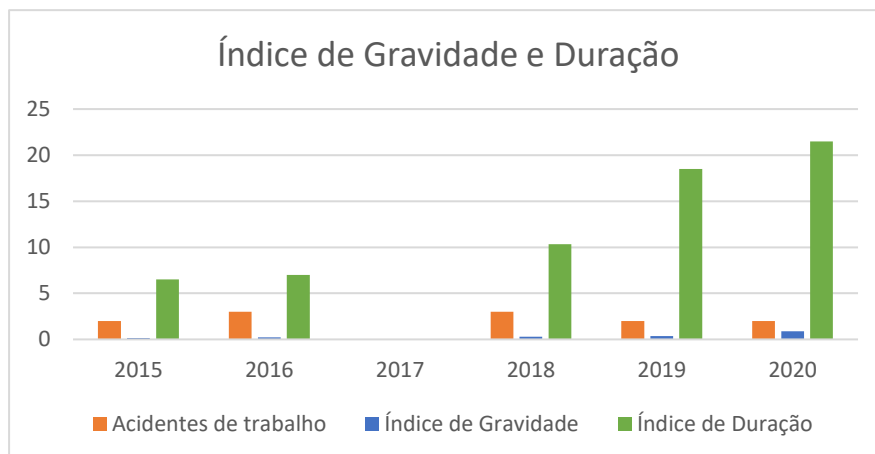


Gráfico 9 – Indicadores de Gravidade e Duração, 2015 a agosto de 2020

Os valores de referência dos índices de sinistralidade, segundo a OMS são:

Tabela 11 – Classificação de sinistralidade de acordo com a OMS

Classificação	Índice de Frequência	Índice de Gravidade
Muito Bom	< 20	< 0,5
Bom	20 a 40	0,5 a 1
Médio	40 a 60	1 a 2
Mau	60 a 100	> 2

De acordo com a classificação dos índices de sinistralidade emitida pela OMS, pode-se concluir que o desempenho da Rubete é bom, visto que o índice de frequência é de 23,62 e o índice de gravidade é de 0,34.

Além disso, deve-se apresentar as causas e as consequências dos acidentes de trabalho ocorridos nesse período na Rubete.

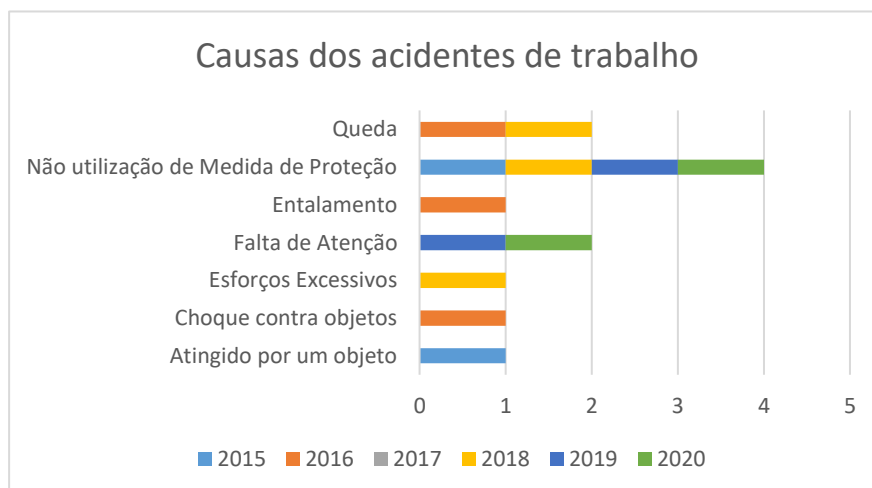
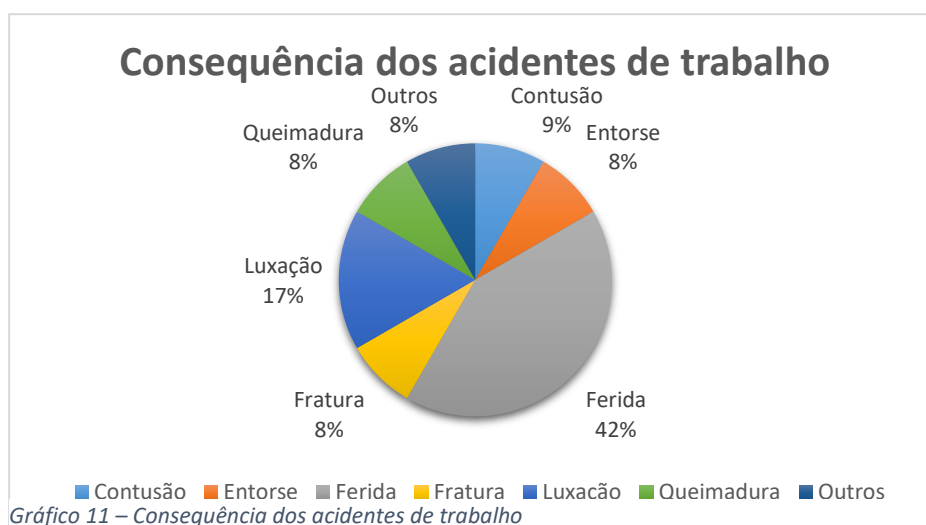


Gráfico 10 – Causas dos acidentes de trabalho

Como pode-se verificar no gráfico 10, a não utilização das medidas de proteção e a falta de atenção juntas representam 50% das causas dos acidentes de trabalho, sendo este resultado insatisfatório, visto que são causas evitáveis através de formações e com adequado controlo de segurança.



Como pode-se verificar no gráfico 11, a maior consequência dos acidentes de trabalho são as feridas, representando 42% de todas as consequências, sendo este resultado esperado, pois nesse tipo de indústria, os colaboradores estão muitas vezes utilizando ferramentas de corte ou com elementos de arestas cortantes próximos.

3.2.3. Dados históricos – Produção dos equipamentos

A Rubete comercializa compressores, máquinas pneumáticas, equipamentos de proteção, máquinas para pintura e limpeza, equipamentos industriais, máquinas para soldadura, ferramentas manuais, entre outros. Porém, apenas são produzidos na Rubete os compressores a pistão, compressores a parafuso, reservatórios e estruturas.

Ao realizar uma análise das vendas dos equipamentos produzidos na empresa, no ano de 2019, são verificadas as seguintes quantidades:

Tabela 12 – Quantidade equipamentos vendidos em 2019

Equipamentos	Total
Compressores a pistão	649
Compressor parafuso	121
Reservatórios	405
Estruturas	56
Total	1231

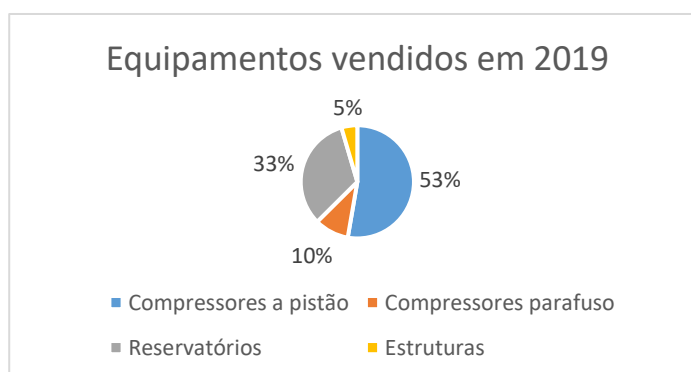


Gráfico 12 – Percentagem equipamentos vendidos em 2019

Como pode-se verificar na tabela 12 e o gráfico 12, os compressores a pistão foram os equipamentos mais vendidos no ano passado pela Rubete, correspondendo a aproximadamente

53%. O modelo mais vendido de compressores a pistão foi o 300 DPT SBD, representando 23,1% desse tipo de equipamento.

3.2.4. Definição da família de produtos

Tendo em vista o primeiro passo da metodologia SVSM, deve ser definido a família de produtos a analisar. Assim, como o objetivo da proposta de investigação é interligar produtividade e segurança, deve ser verificada a família de produtos que mais relaciona esses temas e que esteja mais relacionada com os colaboradores, sendo esta a família de produtos que mais vezes é produzida pela empresa.

Dessa forma, como foi verificado anteriormente, os compressores a pistão são os equipamentos mais produzidos pela empresa, servindo de base para a análise da família de produtos. Com isso, os compressores foram separados de acordo com a capacidade do seu reservatório.

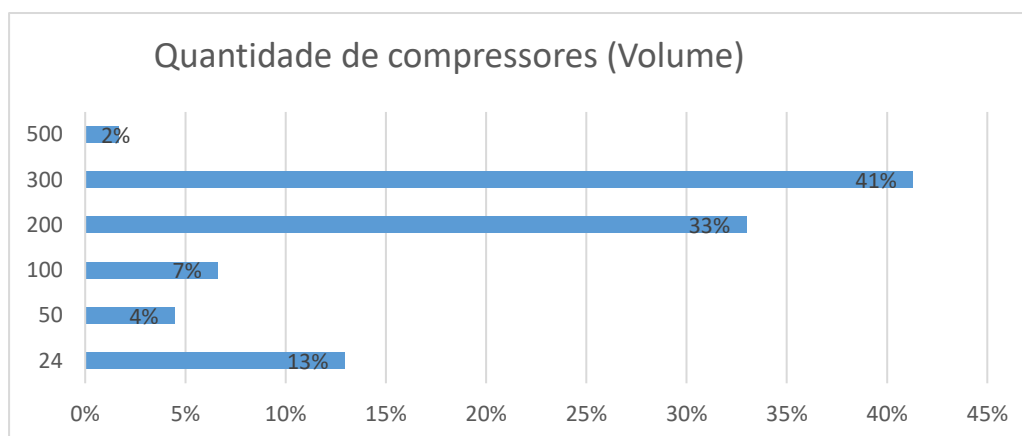


Gráfico 13 – Quantidade de compressores vendidos de acordo com a sua capacidade

Como pode ser verificado no gráfico 13, os compressores com o reservatório de 300 L são os mais produzidos, representando 41% dos compressores a pistão. Além disso, esses tipos de compressores podem ser divididos em dois grupos: os que apresentam um conjunto de cabeça e motor na sua constituição e os que apresentam dois conjuntos desses componentes, figuras 37 e 38.



Figura 37 - Compressor Rubete 300 TP

Figura 38 – Compressor Rubete 300 TDP

Assim, pode ser analisada, na tabela 13, a quantidade de equipamentos produzidos no ano de 2019 desses dois grupos de compressores a pistão.

Tabela 13 – Quantidade de produtos de acordo com a família de produtos

Família de produtos	Total	%
300 TP - 300 TP2 - 300 PT SBD - 300 PTK18	54	20
300 DPT SBD - 300 TDP - 300 TDP2	214	80
Total	268	100

Desta forma, pode-se concluir que a família de produtos a analisar e mapear os processos é a que apresenta os compressores: 300 DPT SBD, 300 TDP e 300 TDP2.

3.2.5. Construção do mapa do estado atual

De forma a conhecer o fluxo de materiais e informação, desde a receção dos materiais até a expedição do produto final para o cliente, tendo em vista o processo produtivo para a produção dos compressores (300 DPT SBD, 300 TDP e 300 TDP2), é realizado o segundo passo da metodologia Safety and Value Stream Mapping, sendo este a construção do mapa do estado atual.

Para a elaboração do mapa, deve-se recolher dados relativos aos indicadores descritos na metodologia em cada etapa do processo e identificar o fluxo de materiais. Dessa forma, para a verificar o tempo de ciclo para a realização dos processos, deve-se utilizar uma técnica para estudar os tempos, sendo neste caso utilizado a técnica de cronometragem.

Assim, para verificar a quantidade de observações necessárias a serem realizadas (N'), deve-se utilizar a seguinte fórmula:

$$N' = \frac{\text{Nível de confiança } (Z) \times \text{desvio_padrão } (s)}{\text{precisão } (\epsilon) \times \text{média } (m)}$$

Neste caso, foi utilizado um nível de confiança de 95% e uma precisão de $\pm 5\%$. De forma a simplificar a cronometragem e visto que em todos os processos não necessitam mais do que 3 observações, foram realizadas a mesma quantidade de observações para todos os processos. Os tempos observados podem ser verificados na tabela 14.

Tabela 14 – Tempos observados dos processos

Processos	TO 1	TO 2	TO 3	Desvio-padrão	Média	N'
Conformação	28	26	29	1,247	27,667	1,767
Preparação de Fundos	26	27	25	0,816	26	1,231
Soldadura Automática	75	70	72	2,055	72,333	1,114
Soldadura Semiautomática	63	66	68	2,055	65,667	1,227
Prova Hidráulica	30	30	30	0	30	0
Pintura	47	51	47	1,886	48,333	1,529
Montagem e Embalagem	119	117	125	3,4	120,333	1,107

A seguir, para calcular o tempo normalizado (TN), deve ser utilizada a seguinte fórmula:

$$TN_i = \text{Tempo Observado } i \times \frac{\text{Fator de Atividade } i}{\text{Atividade de Referência}}$$

Como o fator de atividade avalia a cadência de trabalho do colaborador, foi verificado que o ritmo apresentado foi o normal para a realização do mesmo. O resultado do estudo de tempos pode ser verificado na tabela 15.

Tabela 15 – Resultados dos tempos normalizados dos processos

Processos	FA	TN 1	TN 2	TN 3	TN Médio
Conformação	100	28	26	29	28
Preparação de Fundos	100	26	27	25	26
Soldadura Automática	100	75	70	72	72
Soldadura Semiautomática	100	63	66	68	66
Prova Hidráulica	100	30	30	30	30
Pintura	100	47	51	47	48
Montagem e Embalagem	100	119	117	125	120

Para a avaliação dos riscos, o método escolhido foi o de William T. Fine, visto que é aplicado mundialmente nas indústrias e que utiliza três fatores para medir o risco, sendo o grau de exposição, as consequências dos acidentes e a probabilidade de o acidente ocorrer.

Assim, os critérios de avaliação da probabilidade, consequência e exposição são apresentados nas tabelas abaixo:

Tabela 16 – Escala de fator de probabilidade

Descrição Probabilidade (P)	Fator (NP)
Muito provável	10
Possível	6
Raro	3
Repetição improvável	1
Nunca aconteceu	0,5
Praticamente impossível	0,1

Tabela 17 – Escala de fator de exposição

Descrição Exposição (E)	Fator (NE)
Continua	10
Frequente	6
Ocasional	5
Irregular	4
Raro	1
Pouco provável	0,5

Tabela 18 – Escala de fator de consequência

Descrição Consequência (C)	Fator (NC)
Catástrofe	100
Várias mortes	50
Morte	25
Lesões graves	15
Lesões com baixa	5
Pequenas feridas	1

A seguir, pode ser calculado o grau de perigosidade através da multiplicação dos três fatores descritos acima. De forma a compreender melhor o documento de avaliação de riscos, pode-se verificar na figura 39, um exemplo real da avaliação de riscos realizada.

RUBETE - EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS										
Avaliação de Riscos		Conformação		Método William Fine				Preparado por: José Paulo Marques Data: 17/02/2020		
Perigo	Risco associado	Consequência	FC	FE	FP	GP	Nível de Intervenção	Medidas Preventivas/Corretivas	Tipo	Causa
Utilização inadequada da serra	Golpe/corte	Fratura, escoriações	15	10	1	150	Notável	A máquina deve ser manipulada sem distrações e de acordo com as regras de segurança estabelecidas. Nunca introduzir as mãos no interior da zona perigosa da máquina. A manutenção da máquina deve ser feita com o equipamento parado. Sempre que tal não seja possível devem ser tomadas medidas de prevenção em conformidade com a situação.	MEC	HUM
Projeção de fragmento no processo de corte	Projeção de materiais/partículas	Lesão ocular	1	10	3	30	Moderado	Utilizar óculos de proteção adequados.	QUI	HUM

Figura 39 – Exemplo real da avaliação de riscos da Conformação

Desta forma, as avaliações de risco de cada processo podem ser verificadas no APÊNDICE A e o mapa do estado atual do SVSM pode ser verificado no APÊNDICE B.

A seguir, é apresentado os resultados obtidos para cada processo:

Tabela 19 – Resultados obtidos no mapa do estado atual

Posto de Trabalho	Núm. Cola b.	Tempo Ciclo (min)	Tempo Setup (min)	Distância (m)	OEE (%)	Nível Risco	N. R. Físico	N. R. Ergon	N. R. Quím	N. R. Bio	N. R. Mec.
Receção dos Materiais	1	-	-	-	-	56	0	30	0	0	82
Conformação	2	28	14	18	58,4	72	60	30	110	0	88
Preparação de Fundos	1	26	30	25	57,8	107	30	09	130	0	258
Soldadura Automática	2	72	37	36	58,4	85	60	0	105	0	90
Soldadura Semiautomática	1	66	17	22	59,2	85	60	0	105	0	90
Prova Hidráulica	1	30	30	34	66,5	95	0	30	180	0	74

Posto de Trabalho	Núm. Cola b.	Tempo Ciclo (min)	Tempo Setup (min)	Distância (m)	OEE (%)	Nível Risco	N. R. Físico	N. R. Ergon .	N. R. Quím	N. R. Bio	N. R. Mec.
Pintura	2	48	18	105	64,6	44	30	0	34	0	69
Montagem e Embalagem	1	120	0	20	57,7	71	45	30	150	0	58
Expedição	1	-	-	26	-	56	0	30	0	0	82
Transporte (Manual e Empilhador)	-	-	-	-	-	52	0	30	0	0	74
Transporte Empilhador	-	-	-	-	-	85	0	0	0	0	85

Após o desenho do estado atual, é possível verificar os problemas produtivos e de segurança dos processos. Assim, tendo em vista os problemas produtivos, encontra-se a produção empurrada (*Push*), em que é produzida uma quantidade maior do que é necessária, contando como um desperdício pelo excesso de produção. Outro problema que surge com esta prática é o acréscimo de falhas, produtos não conformes, pois, a detecção da mesma só é realizada na próxima atividade.

Outro ponto negativo relacionado a produtividade é o resultado do Overall Equipment Effectiveness, sendo este aproximadamente 60%. Este resultado está classificado a nível mundial como um OEE médio, mas apresenta grandes perdas económicas.

Em relação aos problemas de segurança, o mais alto nível de risco encontrado foi de 107 valores, sendo este na preparação de fundos, o qual indica um risco notável e que necessita ser corrigido, mas não apresenta urgência na sua correção. Em média, o nível de risco de todos os processos é de 77 valores, o qual indica um risco notável.

Para verificar o tempo em que deve ser produzida uma unidade dessas encomendas e satisfazer o cliente, deve ser calculado o *Takt Time*. Este parâmetro indica a frequência com que deve ser fabricado o produto final para satisfazer a procura do cliente, então a fórmula para calcular o *Takt Time* é:

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ de\ trabalho\ disponível}{Procura\ do\ cliente}$$

Tendo em vista que a Rubete labora 8 horas por dia, sendo 30 minutos de paragem, o tempo útil de trabalho disponível são de 7 horas e 30 minutos, assim pode ser calculado a disponibilidade mensal:

$$Tempo\ de\ trabalho\ disponível = 7,5\ horas \times 21\ dias = 157,5\ horas/mês$$

Entretanto, deve ser calculado apenas o tempo disponível para a produção dos compressores indicados na família em análise. Assim, deve ser verificada a percentagem que a família representa em toda a produção.

$$\text{Percentagem da família em análise} = \frac{214 \text{ compressores/ano}}{1110 \text{ produtos/ano}} = 19,3\%$$

A partir da percentagem disponível para a família em análise, é possível calcular o tempo de trabalho disponível para a família em análise, sendo:

$$\text{Tempo de trabalho disponível (família)} = 157,5 \frac{\text{horas}}{\text{mês}} \times 19,3\% = 30,4 \text{ horas/mês}$$

Como foi analisado no capítulo anterior, a quantidade de produtos da família em questão que foram encomendados no ano de 2019 foi de 214, assim, a procura média mensal é:

$$\text{Procura média mensal} = \frac{214 \text{ compressores/ano}}{12 \text{ meses}} \cong 18 \text{ compressores/mês}$$

Desta forma, com o tempo de trabalho disponível para a família de produtos em questão e a procura média mensal, tem-se o valor do *Takt Time*.

$$\text{Takt Time} = \frac{30,4 \text{ horas/mês}}{18 \text{ compressores/mês}} \times 60 \text{ minutos} = 101,4 \text{ minutos}$$

Assim, pode-se destacar que para a empresa conseguir atender a procura dos seus clientes, relativos aos compressores da família em análise, é necessário produzir 1 compressor a cada 101,4 minutos.

De forma a verificar a capacidade do processo em atender as encomendas, deve ser verificado o tempo de produção de cada posto de trabalho e compará-lo com o takt time calculado anteriormente, como pode ser verificado no gráfico 14.

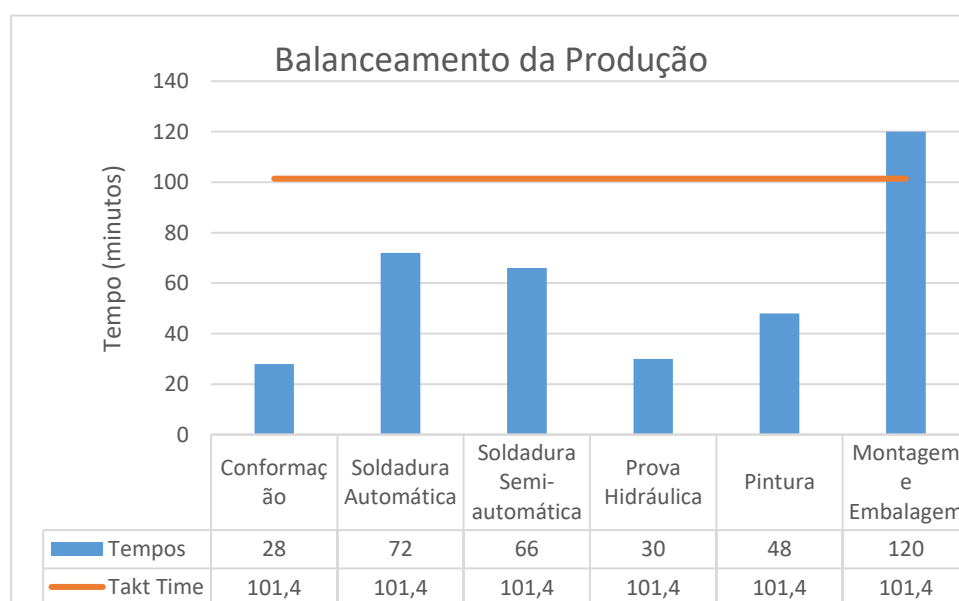


Gráfico 14 – Balaceamento da Produção

Desta forma, pode-se verificar que os cinco primeiros processos estão abaixo do *takt time* indicando um desperdício por apresentar tempos vazios. Porém, o tempo de operação da montagem e embalagem é maior do que o *takt time*, ou seja, este processo não tem capacidade produtiva de acordo com as necessidades do cliente, não satisfazendo as encomendas. Assim, para a resolução deste problema poderia ser reduzido o tempo de operação do processo, aumentar os stocks intermédios ou aumentar o número de colaboradores neste posto de trabalho.

De acordo com que foi apresentado durante o mapa do estado atual da empresa Rubete, pode-se concluir que a mesma apresenta oportunidades de melhoria em relação a produtividade e a segurança, sendo necessário implementar as ferramentas Lean adequadas a cada situação, conforme o tipo de risco e causa da falha.

3.2.6. Construção do mapa do estado futuro

Tendo em vista o terceiro passo da metodologia SVSM, a construção do mapa do estado futuro é o estabelecimento da situação que se pretende chegar, a partir dos problemas existentes no fluxo de valor mostrado no mapa anterior. Assim, deve-se perceber as melhorias que devem ser realizadas, ao indicar as ferramentas Lean que devem ser aplicadas, tendo em vista os riscos associados, as dificuldades produtivas e problemas de eficiência de cada posto de trabalho.

Desta forma, tem-se o mapa do estado futuro da Rubete, segundo a metodologia SVSM, no APÊNDICE C.

Assim, a partir do momento que é estabelecida a situação pretendida e são indicadas as soluções, ferramentas Lean a aplicar, devem ser analisadas as oportunidades de melhoria a serem priorizadas.

3.2.7. Construção de um plano de ações

Tendo em vista o quarto passo da metodologia SVSM, o plano de ações deve indicar todas as oportunidades de melhoria relatadas nos mapas anteriores, de forma a solucionar os problemas encontrados. Além disso, deve priorizar os aspetos mais críticos, de acordo com o nível de risco, OEE e indicadores de produtividade. Assim, as ações recebem uma pontuação de acordo com as prioridades de segurança e de produtividade, como pode ser verificado na tabela 20.

Tabela 20 – Ferramentas e Métodos a utilizar de acordo com a prioridade

Ferramenta/Método a utilizar	Segurança	Produtividade	Total
Supermercado entre a Receção de Materiais e a Conformação	1	3	3
Supermercado entre a Receção de Materiais e a Conformação	1	3	3
Gestão Visual - Marcação da pista de circulação dos empilhadores	5	1	5
TPM nos equipamentos da Conformação	3	4	12
TPM nos equipamentos da Preparação de Fundos (apresenta o nível de risco mais alto)	5	4	20
Redução do tamanho do lote nos processos de serralharia	1	4	4
SMED – Redução do tempo de <i>setup</i> da Soldadura Automática	3	4	12

Supermercado entre Postos de Trabalho (a seguir dos processos de serralharia)	1	3	3
Sistema <i>Kanban</i> (a seguir dos processos de serralharia)	2	3	6
Standard Work na Soldadura Semiautomática	3	4	12
Poka-Yoke na Prova Hidráulica	2	2	4
Alteração do layout – Redução da distância entre Prova Hidráulica e Pintura	2	2	4
Sistema Andon na Pintura	3	1	3
Poka-Yoke na Pintura	2	2	4
Standard Work na Montagem e Embalagem (Gargalo do Processo)	3	5	15
Gestão Visual na Expedição dos Produtos	2	2	4

Como pode-se verificar na tabela 19, as ferramentas a implementar, que apresentam uma maior prioridade relacionadas a segurança e a produtividade, são: TPM nos equipamentos da preparação de fundos, *Standard Work* na montagem e embalagem, TPM nos equipamentos de conformação, SMED na soldadura automática e *Standard Work* na soldadura semiautomática.

De acordo com o tempo disponível para análise e implementação das ferramentas, foi decidido focar nas duas ferramentas com os aspetos mais críticos do processo, sendo estas o TPM nos equipamentos de preparação de fundos e o *Standard Work* na montagem e embalagem.

1. TPM nos equipamentos da Preparação de Fundos

Como foi verificado no mapa do estado futuro da Rubete e no plano de ações, uma das ferramentas a serem implementadas é o *Total Productive Maintenance* (TPM). Esta ferramenta tem como vantagens a maximização do rendimento dos equipamentos, o envolvimento e participação de todos os colaboradores no processo e a criação de um ambiente de trabalho mais seguro e com menos desperdícios.

Para implementar o TPM, a primeira fase é a de preparação, em que deve ser estabelecido um plano de introdução da ferramenta na organização, sendo a sua duração de 3 a 6 meses. Em seguida, tem-se a fase de implementação, sendo este o período mais importante e mais complexo do processo, tendo como duração prevista de 2 a 3 anos. Por fim, a terceira fase é de estabilização, em que os resultados obtidos devem ser comparados com os definidos anteriormente e definidos os novos. Para o desenvolvimento da ferramenta é necessário realizar as seguintes atividades:

- a. Eliminar as 6 grandes perdas, como avarias devido a falhas, preparação e ajuste do equipamento (setup), paragens curtas e tempos vazios, velocidade reduzida, defeitos da qualidade, menor rendimento entre o início de produção e a produção estável (velocidade cruzeiro), etc.
- b. Estabelecer um programa de manutenção autónoma.
- c. Estabelecer um programa de manutenção, devidamente calendarizado.
- d. Dar formações adequadas às equipas de manutenção e de produção.

e. Estabelecer um plano inicial de gestão dos equipamentos.

Atualmente, a Rubete não apresenta nenhuma gestão de manutenção dos equipamentos, sendo a única participação dos colaboradores nessa área, a limpeza de cada posto de trabalho, mas esta não se encontra padronizada e calendarizada. Além disso, a manutenção dos equipamentos é realizada dependendo do tipo de problema e do próprio equipamento, visto que substituições de componentes e reparações de equipamentos menos complexos são realizadas por alguns colaboradores da empresa, mas quando estas são mais complexas é enviado um pedido de manutenção para determinadas empresas subcontratadas.

Tendo em vista o tempo para a aplicação do TPM, foi definido que seria realizada numa área piloto servindo como modelo e a partir dos seus resultados, viabilizar a implementação da ferramenta em todos os equipamentos da empresa. Além disso, como a empresa ainda se encontra numa fase inicial do TPM, serão introduzidos 5 pilares bases da ferramenta, sendo a melhoria do equipamento, manutenção autónoma, manutenção planeada, educação/formação e segurança e higiene.

O processo com maior necessidade de intervenção, como verificado no mapa de estado atual do SVSM, é a preparação de fundos, que consiste na utilização do balancé e da máquina MAG de circulação automática e apresenta o maior nível de risco de todo o processo e pouca eficiência. É neste processo que será introduzida a ferramenta.

Em seguida, são apresentados os 5 pilares que vão suportar o TPM na organização, utilizados no processo da preparação de fundos.

➤ 1º Pilar – Melhoria do equipamento

Nesta primeira etapa, deve-se identificar as perdas de produtividade que o processo apresenta, de forma a eliminá-las ou reduzi-las.

Uma ferramenta da qualidade muito utilizada para análise de problemas e tomada de decisões é o Diagrama de Pareto, o qual permite ordenar os dados por ordem decrescente das ocorrências. Esta ferramenta também é conhecida como análise ABC, pois atua pelo princípio que 20% das causas são responsáveis por 80% dos problemas. Desta forma, foram observadas, durante 8 semanas, as causas das perdas de produtividade nos equipamentos balancé e máquina MAG de circulação automática, assim, deve-se representar os dados retirados num diagrama de Pareto, como podem ser verificados nos gráficos 15 e 16.

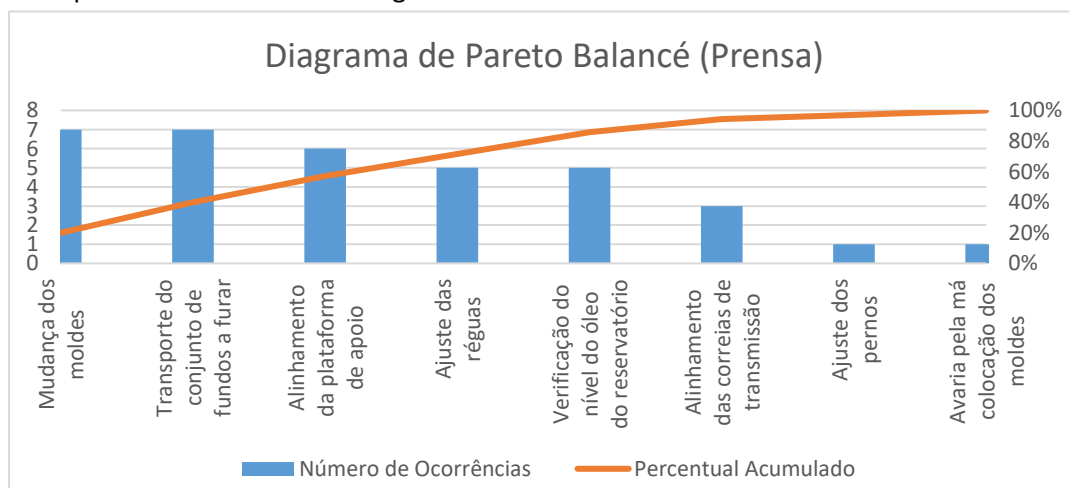


Gráfico 15 – Diagrama de Pareto Balancé

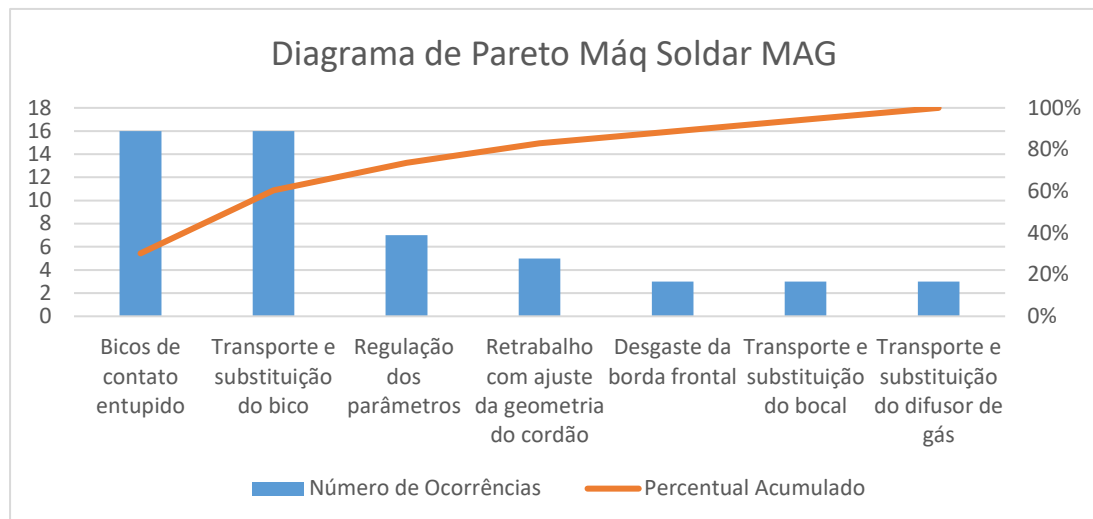


Gráfico 16 – Diagrama de Pareto Máquina de Soldar MAG circular automática

A partir do diagrama de Pareto do Balancé e da máquina de soldar MAG circular automática, deve-se verificar as causas mais significativas para as perdas produtivas durante o processo. No balancé, os problemas estão relacionados com o tempo de *setup*, ajustes e preparações, representando 57% das perdas produtivas. Na máquina de soldar MAG, os problemas com os bicos de contato e a manutenção corretiva representam 60% das perdas produtivas, este valor pode aumentar para 72%, caso sejam considerados os problemas com o bocal, o difusor de gás e as manutenções corretivas associados.

A introdução dos próximos pilares tem em vista modificar o planejamento da manutenção realizada na Rubete e melhorar os processos, de forma a reduzir as perdas produtivas apresentadas nesse pilar.

➤ 2° Pilar – Manutenção autónoma

Nesta segunda etapa, deve-se focar no estabelecimento de condições necessárias que os equipamentos devem apresentar, em termos de limpeza, ajustes e lubrificações, como também no desenvolvimento de métodos de detenção dos defeitos.

Dessa forma, o envolvimento dos operadores nas atividades de manutenção é de extrema importância, pois eles que devem executar tais operações diariamente e vão reportar pequenas anomalias a serem tratadas. Além disso, a limpeza, lubrificação e ajustes dos equipamentos, devem ser padronizados e calendarizados, de acordo com a necessidade do equipamento, de forma a mantê-lo sempre a trabalhar nas condições ideais.

O primeiro passo foi definir que as operações de limpeza, ajuste e lubrificações serão realizadas pelos colaboradores que utilizam as máquinas diariamente, assim, devem ser elaboradas formações e instruções de trabalho para que os colaboradores consigam desempenhar bem essas funções. Além disso, como a empresa não apresenta um departamento específico para a realização das manutenções, essas serão realizadas pelos colaboradores da assistência técnica, de forma a funcionar como uma equipa de manutenção, que deve receber formações para as manutenções dos equipamentos.

O segundo passo foi definir o padrão de limpeza, lubrificação, ajustes e de inspeções que devem ser realizadas nos equipamentos balancé e máquina MAG circulação automática, de forma a padronizar as tarefas realizadas e identificar as reparações necessárias e as possíveis melhorias. Assim, foi desenvolvido uma instrução de trabalho para cada equipamento, com a informação do tipo de procedimento a ser realizado, a regularidade e a descrição do procedimento, como pode-se verificar nas figuras 40 e 41.


 RUBETE INSTRUÇÃO DE LIMPEZA E INSPEÇÃO		
IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO		
Código: MC 022 Marca: MECÂNICA EXATA Modelo/Referência: CPE 120		Designação do equipamento: Prensa 120 Toneladas (Balancé) N.º Série: - Localização: Serralharia
Procedimento de Limpeza e Inspeção		
Tipo Procedimento	Regularidade	Descrição do Procedimento
Limpeza externa	Diariamente, no tempo destinado a limpeza e inspeção dos equipamentos	Limpar o exterior da máquina, bem como os componentes que servem de suporte, utilizando o pano de limpeza.
Limpeza interna	Semanalmente, no tempo destinado a limpeza e inspeção dos equipamentos	Limpar o interior do quadro elétrico, bem como as portas laterais, com auxílio de uma pistola de pressão, utilizando baixa pressão de ar para não danificar a máquina.
Limpeza interna	Semanalmente, no tempo destinado a limpeza e inspeção dos equipamentos	Limpar o motor principal com os desperdícios, retirando toda a sujidade.
Limpeza externa	Semanalmente, no tempo destinado a limpeza e inspeção dos equipamentos	Limpar o filtro variador principal do motor, utilizando o pano de limpeza, retirando toda a sujidade.
Inspeções elétricas	Diariamente, no tempo destinado a limpeza e inspeção dos equipamentos	Verificar as ligações elétricas no seu interior, com intuito a detetar algum problema de ligação de algum fio elétrico.
Inspeções Componentes	Diariamente, no tempo destinado a limpeza e inspeção dos equipamentos	Inspeção aos componentes de segurança, verificando o seu funcionamento.
Inspeções Componentes	Semanalmente, no tempo destinado a limpeza e inspeção dos equipamentos	Inspeção ao nível do óleo do reservatório.
Inspeções Componentes	Trimestralmente, no tempo destinado a limpeza e inspeção dos equipamentos	Inspeção do funcionamento correto e do desgaste dos discos de travão.
Inspeções Componentes	Semanalmente, no tempo destinado a limpeza e inspeção dos equipamentos	Verificar o aperto no suporte do ventilador.

Figura 40 – Instrução de Limpeza e Inspeção para o Balancé




 RUBETE INSTRUÇÃO DE LIMPEZA E INSPEÇÃO		
IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO		
Código: MC 024 Marca: NUOVA CERSO Modelo/Referência: IMARC.SOMN		Designação do equipamento: Maq. Soldar MIG/MAG – Circular Pequena N.º Série: 17522 Localização: Serralharia
Procedimento de Limpeza e Inspeção		
Tipo Procedimento	Regularidade	Descrição do Procedimento
Limpeza interna	Diariamente, no tempo destinado a limpeza e inspeção dos equipamentos	Limpar o interior da máquina, bem como as portas laterais, com auxílio de uma pistola de pressão, utilizando baixa pressão de ar para não danificar a máquina.
Limpeza interna	Diariamente, no tempo destinado a limpeza e inspeção dos equipamentos	Limpar o bocal utilizando um anti respingo biodegradável (spray ou gel) que evita ou reduz o acúmulo de respingos em toda região frontal. Caso não for mais possível a remoção do acúmulo de respingos ou a sua borda estiver
Limpeza interna	Quinzenalmente, no tempo destinado a limpeza e inspeção dos equipamentos	Remover as limalhas liberadas pelo arame sólido em atrito com a guia. A limpeza é facilmente realizada tirando-a da tocha, enrolar em forma de arco, dar pequenas batidas sobre uma superfície plana e depois injetar ar comprimido através do bico de entrada da guia para expulsar a limalha.
Limpeza externa	Diariamente, no tempo destinado a limpeza e inspeção dos equipamentos	Limpar o exterior da máquina, bem como os componentes que servem de suporte, utilizando o pano de limpeza.
Inspeções elétricas	Diariamente, no tempo destinado a limpeza e inspeção dos equipamentos	Verificar as ligações elétricas no seu interior, com intuito a detetar algum problema de ligação de algum fio elétrico.
Inspeções Componentes	Dois em dois dias	Inspeção da existência de acúmulo de respingos.
Inspeções Componentes	Semanalmente	Inspeção do o-ring, verificando a sua composição (ter em atenção as mordeduras) e se necessário, reparação do

Figura 41 – Instrução de Limpeza e Inspeção para a máquina de soldar MAG

O terceiro passo foi estruturar um processo, em que fosse possível obter informações das intervenções realizadas nos equipamentos, de forma a poder analisar os dados detalhados e iniciar uma manutenção preventiva eficiente. Assim, foi desenvolvido um documento, Relatório de Intervenção, figuras 42 e 43, que indica de forma detalhada a detecção de um problema no equipamento, bem como a resolução do mesmo. Dessa forma, quando o Relatório de Intervenção apresenta uma etiqueta azul, o próprio operador do equipamento é capaz de solucionar a avaria, entretanto quando o documento apresenta uma etiqueta vermelha, o responsável pela manutenção deve intervir e solucionar a anomalia. Além disso, este documento deve apresentar os dados referentes ao equipamento, o colaborador que detetou a anomalia, a descrição da mesma e descrição para a sua solução.

TPM - Relatório de Intervenção	
	Nº Ordem: _____
Equipamento: _____	
Data da Detecção: ____/____/____	
Responsável pela detecção: _____	
Descrição do Problema: _____ _____ _____	

Data da Resolução: ____/____/____	
Responsável pela Resolução: _____	
Descrição da Resolução: _____ _____ _____	

TPM - Relatório de Intervenção	
	Nº Ordem: _____
Equipamento: _____	
Data da Detecção: ____/____/____	
Responsável pela detecção: _____	
Descrição do Problema: _____ _____ _____	

Data da Resolução: ____/____/____	
Responsável pela Resolução: _____	
Descrição da Resolução: _____ _____ _____	

Figura 42 – Relatório de Intervenção pelo operador

Figura 43 – Relatório de Intervenção pela a equipa de manutenção

3º Pilar – Manutenção planeada

Nesta terceira etapa, deve-se focar no desenvolvimento de manutenções periódica. Dessa forma, o objetivo é reduzir ou eliminar a manutenção corretiva que é realizada, visto que essa apresenta um elevado tempo de inatividade dos equipamentos e pode corroborar em elevados custos para a organização.

Assim, para reduzir a probabilidade de avarias do equipamento, é implementada uma manutenção preventiva, de forma a realizar revisões periódica com um intervalo de tempo previsto. Dessa forma, as manutenções corretivas serão cada vez menos frequentes e as manutenções preventivas serão mais rápidas e efetivas.

Pode-se verificar nas figuras 44 e 45, as fichas de manutenção dos equipamentos em análise, de forma a perceber os componentes a serem inspecionados e substituídos.

 Ficha de Manutenção		
IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO		
Código: MC 022	Designação do equipamento: Prensa 120 Toneladas (Balancé)	
Marca: MECÂNICA EXATA	N.º Série: -	
Modelo/Referência: CPE 120	Localização: Serralharia	
Manutenção a realizar		
Tipo	Instrução	Atuação
I	Substituição do Óleo do Reservatório	1000 Horas
	Substituição do Filtro do Ventilador	1000 Horas
II	Substituição das Correias	5000 Horas
	Substituição dos Discos de Travão	5000 Horas

Figura 44 – Ficha de Manutenção do Balancé


 Ficha de Manutenção			
IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO			
Código: MC 024	Designação do equipamento: Maq. Soldar MIG/MAG – Circular Pequena		
Marca: NUOVACERSO	N.º Série: 17522		
Modelo/Referência: IMARC.SOMN	Localização: Serralharia		
Manutenção dos componentes da Tocha para solda MIG/MAG			
Tipo	Componentes	Vida Útil	Desgastes naturais
I	Bico de Contato	Em média, aproximadamente 8 horas de uso	Ovalização do orifício de saída; Carbonização por excesso de uso;
II	Bocal	Em média, aproximadamente 60 horas de uso	Redução do encaixe, devido a perda do efeito mola; Danos na rosca de fixação, devido a dilatação; Desgaste ou deformação da borda frontal;
	Difusor de gás	Em média, aproximadamente 60 horas de uso	Erosão por conta do calor excessivo e acúmulo de respingos na região;
III	Porta Bico	Em média, aproximadamente 140 horas de uso	Perda da rosca de fixação do bico, provocada pela natural e constante troca do bico de contato; Curto circuito provocado por acúmulo excessivo de respingos em sua superfície, principalmente se for utilizado sem o difusor de gás;
IV	Guia do Arame	Em média, aproximadamente 240 horas de uso	Deformação pelo recozimento do aço causando a perda do efeito mola e desgaste por conta do atrito com o arame;
V	Euro Conector	-	Comprometimento do fluxo de gás, devido a desgaste ou falta do o'ring;

Figura 45 – Ficha de Manutenção da Máquina de Soldar MAG

Dessa forma, deve-se realizar um planejamento das manutenções a serem realizadas conforme o seu tipo. Assim, pode-se verificar na figura 46, o planejamento das manutenções.

Planeamento Manutenção		2020																				
		Agosto				Setembro				Outubro				Novembro				Dezembro				
Código	Designação	Sem 32	Sem 33	Sem 34	Sem 35	Sem 36	Sem 37	Sem 38	Sem 39	Sem 40	Sem 41	Sem 42	Sem 43	Sem 44	Sem 45	Sem 46	Sem 47	Sem 48	Sem 49	Sem 50	Sem 51	Sem 52
MC 022	Balancé (Prensa 120 T)							I			II											
MC 024	Maq. Soldar MIG/MAG – Circular Pequena	I	I, II	I, III	I, II	I, IV	I, II	I	I, II	I, III	I, II	I	I, II	I	I, II, III	I, IV	I, II	I	I, II	I, III	I, II	I

Figura 46 – Planeamento Manutenção Preventiva

Assim, o planejamento realizado visa introduzir uma manutenção preventiva na Rubete, inicialmente nas máquinas do processo de preparação de fundos, sendo esta realizada pela equipa de manutenção. Além disso, é responsabilidade da equipa realizar todas as análises dos tempos de paragens dos equipamentos, bem como propor melhorias para aumentar o tempo de vida das máquinas.

➤ 4º Pilar – Educação e treinamento

Este pilar é um dos mais importantes da ferramenta TPM, sendo utilizado para a formação e treinamento dos operadores das máquinas e nos técnicos de manutenção para realizarem todos os pilares descritos anteriormente.

De forma a verificar as competências de cada colaborador tanto da equipa de manutenção, como os operadores da serralharia, foi desenvolvido uma matriz de competências, na qual indica a competência atual do colaborador em diferentes áreas, bem como a competência que lhe é desejada. Assim, é possível planejar as formações que devem ser dadas para cada colaborador, de forma a adquirirem as necessárias competências.


MATRIZ DE COMPETÊNCIAS															
Legenda:		Nível de Competências:					Equipa de Manutenção					Operadores Serralharia		Data Avaliação Inicial: 21/07/2020	
SI - Situação Inicial	1 - Não Habilitado	4 - Experiente (Sabe Fazer Bem)										Data Avaliação Pós Ações: 02/10/2020			
ND - Nível Desejado	2 - Em Treinamento	5 - Instrutor (Sabe Ensinar)													
	3 - Habilitado (Sabe Fazer)														
Descrições das Competências		Iniciais:	VS	HD	PP	LP	CL	RF	VV	JS	HS	Média			
Instalações sistemas mecânicos e seus componentes em geral		SI	5	5	3	2	1	1	3	1	2	3			
		ND	5	5	4	4	1	2	4	1	2	3			
Instalações elétricas (Conhecimento de circuito elétricos)		SI	4	4	1	1	5	1	1	3	1	2			
		ND	5	5	2	2	5	2	1	4	2	3			
Sistemas pneumáticos e componentes em geral		SI	5	5	3	2	1	1	3	2	2	3			
		ND	5	5	3	3	1	2	3	3	3	3			
Sistemas hidráulicos e componentes em geral		SI	4	4	2	1	1	1	3	2	2	2			
		ND	5	5	3	2	1	2	4	3	3	3			
Reparações Balancé (Prensa)		SI	2	2	1	1	2	2	2	1	1	2			
		ND	4	4	2	2	3	4	3	2	1	3			
Reparações Máquinas de Soldar		SI	1	2	1	1	5	2	1	2	1	2			
		ND	1	3	1	1	5	4	1	3	1	2			
Conhecimento de sistemas e dispositivos de segurança		SI	3	3	1	1	3	1	1	1	1	2			
		ND	4	4	2	2	4	2	2	2	1	3			
Conhecimento da ferramenta TPM		SI	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1			
		ND	4	4	2	2	4	2	2	2	2	3			
Conhecimento da ferramenta 5S		SI	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1			
		ND	4	4	2	2	3	3	2	2	2	3			

Figura 47 – Matriz de Competências da equipa de manutenção e dos operadores na serralharia

Como pode-se verificar na figura 47, a média das classificações dos conhecimentos das ferramentas TPM e 5S é de 1 valor, representando que a maioria dos colaboradores não possui conhecimentos sobre o tema. Porém, o nível desejado pela empresa é que a maioria não só saiba fazer, como também faça bem feito. Dessa forma, a empresa demonstra que está interessada em melhorar e formar os seus colaboradores nesses temas.

Além disso, de forma a melhorar o conhecimento dos seus colaboradores, as formações já estão planeadas e novas avaliações serão realizadas, a começar em outubro, para perceber o nível de competências da equipa de manutenção e dos operadores da serralharia.

➤ 5º Pilar – Segurança e Higiene

Nesta última etapa, deve-se focar nas melhorias dos aspetos de segurança dos equipamentos, de forma a reduzir os riscos associados as atividades realizadas nas operações da preparação dos fundos.

Tendo em vista que os riscos mais significativos estão relacionados ao balancé, como também, um dos acidentes de trabalho ocorridos na Rubete foi na utilização deste equipamento, o foco maior será na análise e melhoria do mesmo.

Assim, o balancé é uma prensa utilizada para fazer cortes e furos em peças de chapa, e possui o seguinte modo de funcionamento: um volante de inércia que acumula energia com o movimento de rotação, sendo essa energia passada para o conjunto biela/punção no momento em que é dada a ordem de acionamento pelo operador, figuras 48 e 49. Desta forma, o punção, em conjunto com a matriz, dará a forma desejada ao furo ou corte.



Figura 48 - Balancé Prensa 25 ton



Figura 49 – Zona de trabalho Balancé

Como já foi realizada a avaliação de riscos da utilização da prensa, o próximo passo será eliminar ou reduzir o grau de perigosidade do risco associado. Deste modo, pode-se verificar os principais perigos detetados durante a atividade.

- Acionamento da máquina, podendo ser pelo arranque intempestivo após falha de eletricidade ou avaria do circuito de comando, obstrução da paragem da máquina ou da paragem de emergência.
- Movimentação dos componentes situados na proximidade dos colaboradores.
- Procedimento de colocação da matriz, punção e da chapa nas zonas de trabalho.
- Projeção de partículas pelo trabalho da ferramenta sobre as peças.

Para solucionar os problemas descritos anteriormente, devem ser desenvolvidas medidas de correção ou de prevenção. Desta maneira, as soluções propostas foram:

- Para impedir que o equipamento seja acionado enquanto o colaborador esteja com as mãos na zona de trabalho, duas propostas foram encontradas. A primeira é a colocação de atuadores óticos, detetando nos locais específicos as movimentações

dos membros superiores do colaborador e emitindo sinais para o sistema elétrico, como pode ser verificado na figura 50. A segunda é uma opção para caso a solução anterior seja considerada muito dispendiosa, sendo a colocação de uma blindagem móvel com atuadores, os quais inibem os comandos, caso a blindagem esteja aberta, como pode ser verificado na figura 51.

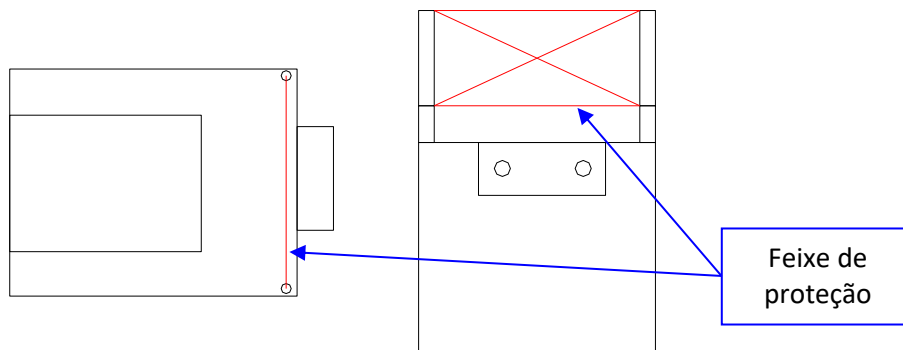


Figura 50 – Proposta de solução atuadores óticos

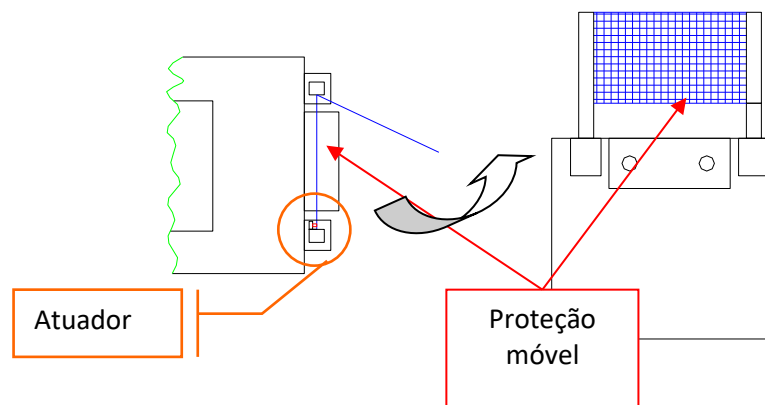


Figura 51 – Proposta de solução blindagem móvel

- Para impedir que existam obstruções no acionamento do botão de segurança, devem ser adicionados mais possibilidades de paragem de emergência ao sistema dos que existem atualmente. Assim, seria utilizado um novo pedal com um botão de emergência na parte superior, a altura dos membros superiores do colaborador, como pode ser verificado na figura 52. Além disso, outro botão de emergência seria incluído o mais próximo da zona de trabalho, como pode ser verificado na figura 53.



Figura 52 – Pedal com botão de emergência

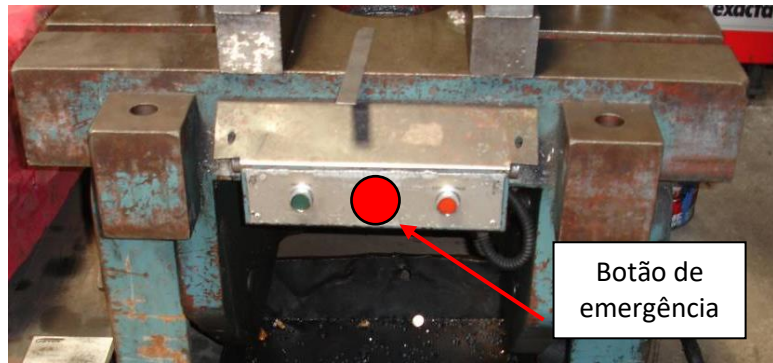


Figura 53 – Botão de emergência na zona de trabalho

- Para impedir o contacto com os componentes em movimento, deve-se colocar uma rede para impedir o acesso ao volante de inércia pelo seu interior, bem como deve-se colocar uma proteção na biela, figuras 54 e 55.



Figura 54 – Falta de proteção da biela do Balancé



Figura 55 – Falta de proteção do interior do volante de inércia

- Para impedir acidentes com quedas de objetos, projeção de partículas, problemas auditivos e cortes, deve-se garantir a utilização pelos colaboradores dos equipamentos de proteção como botas com biqueira de aço, óculos, auriculares e luvas de proteção mecânica.

Em relação aos resultados esperados na aplicação dessas propostas, esses serão apresentados na secção 3.3 deste capítulo.

2. Standard Work na Montagem e Embalagem

A partir da análise do mapa do estado atual e do balanceamento da produção, é possível verificar que a montagem e embalagem é o único processo que apresenta o tempo de operação 18,3% superior ao *takt time*, sendo considerado o gargalo do processo e o responsável pelas falhas

no tempo de entrega ao cliente. Além disso, esse posto de trabalho apresentou um nível de risco de 71 valores, sendo um risco notável e que necessita de correções.

Desta forma, é preciso rever e melhorar o processo de forma a reduzir o tempo de processamento, o nível de risco e aumentar a eficiência da produção. Para isso, é aplicado o *Standard Work*, visto que é uma ferramenta de padronização das operações, na qual cria um modelo de execução de tarefas, de acordo com a ordem que estas devam ser realizadas, o procedimento a ser feito, as ferramentas a utilizar, os equipamentos de proteção que devem ser utilizados. Além disso, o *Standard Work* está relacionado ao *Kaizen*, como um processo em melhoria contínua, sendo elaborado, testado e normalizado.

O primeiro passo para a construção do *Standard Work* consiste na observação das operações, registrando a sequência de trabalho e os tempos de execução de cada operação. Devem ser realizadas mais observações com o mesmo colaborador, de forma a comparar tempos e analisar o tempo realmente necessário para cada operação.

Nesse caso, a análise será realizada a partir da montagem e embalagem do compressor a pistão 300 DPT SBD. Esse posto de trabalho é composto por 2 células paralelas, mas o compressor específico só é produzido na célula 2, figura 56.



Figura 56 – Células de montagem e embalagem dos compressores

Dessa forma, é possível verificar na figura 57, a sequência de trabalho, os tempos e a ferramenta utilizada para cada operação.

 RUBETE - EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS		Documento: RB-75 Versão: 01	
Montagem e Embalagem		Processo de Trabalho	
Compressor Pistão 300 DPT SBD		Operador: BC	Célula: 02
Data: 04/06/2020			
OPERAÇÃO	ATIVIDADE	TEMPO	FERRAMENTA UTILIZADA
1	Colocar o reservatório em cima do carrinho de montagem	0:02:30	Garibalde
2	Fazer as roscas nos furos dos suportes de base e nas argolas do reservatório	0:01:45	Fresa
3	Endireitar o suporte do disjuntos e suporte	0:00:40	Maço
4	Limpar os resíduos do compressor	0:00:40	Pistola pneumática
5	Desparafusar parte de cima do pressostato na mesa	0:01:00	Chave de estrela
6	Enroscar o "T" no pressostato, com líquido vedante verde e o teflon	0:01:30	Chave inglesa
7	Envolver a válvula de segurança e o Joelho M/F 1/2 galvanizado com teflon	0:01:30	-
8	Enroscar a válvula de segurança no Joelho M/F 1/2 galvanizado na mesa	0:01:40	Chave de bocas
9	Retirar o excesso de teflon da junção da válvula de segurança e do Joelho	0:00:30	Faca
10	Pintar o Joelho galvanizado com tinta da cor do reservatório, colocando para secar	0:01:50	Pincel e tinta

11	Enroscar 2 contraporcas nas argolas e colocar teflon	0:02:40	-
12	Enroscar as válvulas de retenção e apertar as contra-porcas	0:01:50	Chave de bocas
13	Retirar o excesso de teflon da válvula de retenção	0:00:40	Faca
14	Enroscar o "T" com o pressostato na argola do reservatório. Enroscar o manômetro no "T" com líquido vedante verde	0:02:50	Chave inglesa
15	Enroscar o taco de 1/2' com teflon na argola do reservatório	0:01:20	Pistola pneumática
16	Retirar o excesso de teflon do taco de 1/2'	0:00:40	Faca
17	Enroscar o casquilho de redução 10/F 2x1/2 nos fundos do reservatório com teflon. Apertar o casquilho	0:02:30	Pistola pneumática + Chave de lunetas
18	Retirar o excesso de teflon do casquilho de redução 10/F 2x1/2	0:00:40	Faca
19	Enroscar o passador de 1/2' no casquilho de redução, do fundo oposto à chapa de fixação de matrícula	0:02:20	Chave inglesa
20	Colocar o Joelho pintado no casquilho de redução, situado no fundo do reservatório que contem a chapa de fixação de matrícula	0:02:00	Chave inglesa
21	Apontar os 8 parafusos M10 x 20 com 8 anilhas de chapa M10 e com 8 anilhas de pressão M10 nos furos dos suportes de base do reservatório	0:01:50	-
22	Colocar o primeiro tubo de cobre, (com 1 "T"), na válvula de retenção direita e dobrar o tubo para que este ligue à segunda válvula de retenção	0:03:30	Chave inglesa
23	Introduzir o segundo tubo de cobre, no "T" do primeiro e ligar a outra ponta do tubo ao pressostato	0:03:20	Chave inglesa
24	Fazer os furos do suporte do disjuntor	0:02:40	Furadora
25	Colocar as chapas de base na banca de montagem de bases	0:02:40	-
26	Colocar as cabeças compressoras em cima das chapas de base	0:02:50	-
27	Colocar os motores em cima das chapas de base, do lado esquerdo das bases	0:03:30	-
28	Introduzir 4 parafusos M8x40 e 4 anilhas chapa M8 em cada uma das cabeças compressoras	0:02:00	-
29	Colocar no lado inferior das chapas de base, 4 anilhas de base larga e 4 porcas M8 para fixar os parafusos	0:01:30	-
30	Colocar 2 barras de fixação do motor na parte inferior de cada chapa de base	0:02:40	-
31	Fixar em cada motor, as bases com 4 parafusos M8x25 e 4 anilhas de base larga	0:03:30	Pistola pneumática + Chave de bocas
32	Furar as polias e roscar os furos	0:04:20	Furadora + Fresa
33	Colocar as polias no veio de cada motor e apontar o perno no furo da polia	0:03:40	-
34	Alinhar as polias do motor com o volante das cabeças compressoras	0:04:30	Régua de alinhamento
35	Apertar as cabeças compressoras e os motores as bases	0:02:00	Pistola pneumática + Chave de bocas
36	Apertar os pernos das polias dos motores	0:01:40	Chave 6 tavadas
37	Introduzir as correias de transmissão nas duas bases com a devida tensão (198 N)	0:03:30	Tensiómetro
38	Colocar as bases no reservatório	0:03:00	-
39	Abrir a tampa da cabeça compressora direita e virar o disco ao contrário	0:01:20	Chave de roquete + Dinamômetro
40	Retirar os favos das cabeças compressoras e colocar um casquilho de redução 3/4' x 1/2', um Joelho galvanizado de 45 graus e um casquilho de latão	0:02:30	Chave de bocas + Tubo de ferro
41	Introduzir os favos na cabeça compressora e colocar os tubos da cabeça/válvula	0:01:10	Chave de bocas
42	Fixar os disjuntores no suporte de disjuntores com 4 parafusos M4x10	0:01:20	Chave de estrela
43	O relé térmico do disjuntor deverá ser ajustado para os 6A	0:00:35	Chave de estrela
44	Introduzir 4 terminais em 4 pontas dos fios elétricos provenientes do disjuntor	0:01:25	Alicate de terminais
45	Fazer a ligação das 4 pontas de fios ao motor e ao pressostato	0:05:35	Alicate de corte
46	Colocar a blindagem no compressor, fixando 6 parafusos M6x20, 4 anilhas M6, 2 anilhas M6 base larga e 4 porcas serrilhadas	0:02:00	Chave de bocas
47	Colocar os autocolantes no compressor com 8 indicações na parte frontal do compressor	0:03:00	-
48	Introduzir o número da série do compressor na chapa e fixar a chapa no fundo do reservatório	0:01:30	Martelo + Ponteiro + Máquina de rebitar
49	Teste do funcionamento correto dos compressores	0:15:00	-
50	Embalamento	0:01:00	-

Figura 57 – Processo de Trabalho Montagem e Embalagem

De forma a analisar os desperdícios que possam ser originados durante a montagem e o embalamento do compressor, deve ser elaborado um documento, *Standard Work Chart* ou esquema de tarefas elementares, o qual representa o layout do posto de trabalho, a sequência da operação, o posicionamento e a movimentação do colaborador com e sem componentes, as operações que necessitam da verificação da qualidade, da utilização dos equipamentos de proteção e os tempos de esperas.

O *Standard Work Chart* pode ser verificado na figura 58 e representa a montagem e embalagem do compressor 300 DPT SBD na célula 2. Tendo em conta que este processo apresenta 50 operações, estas foram analisadas de acordo com a movimentação do colaborador e organizadas em tarefas, de forma a simplificar e facilitar a perceção sobre o documento.

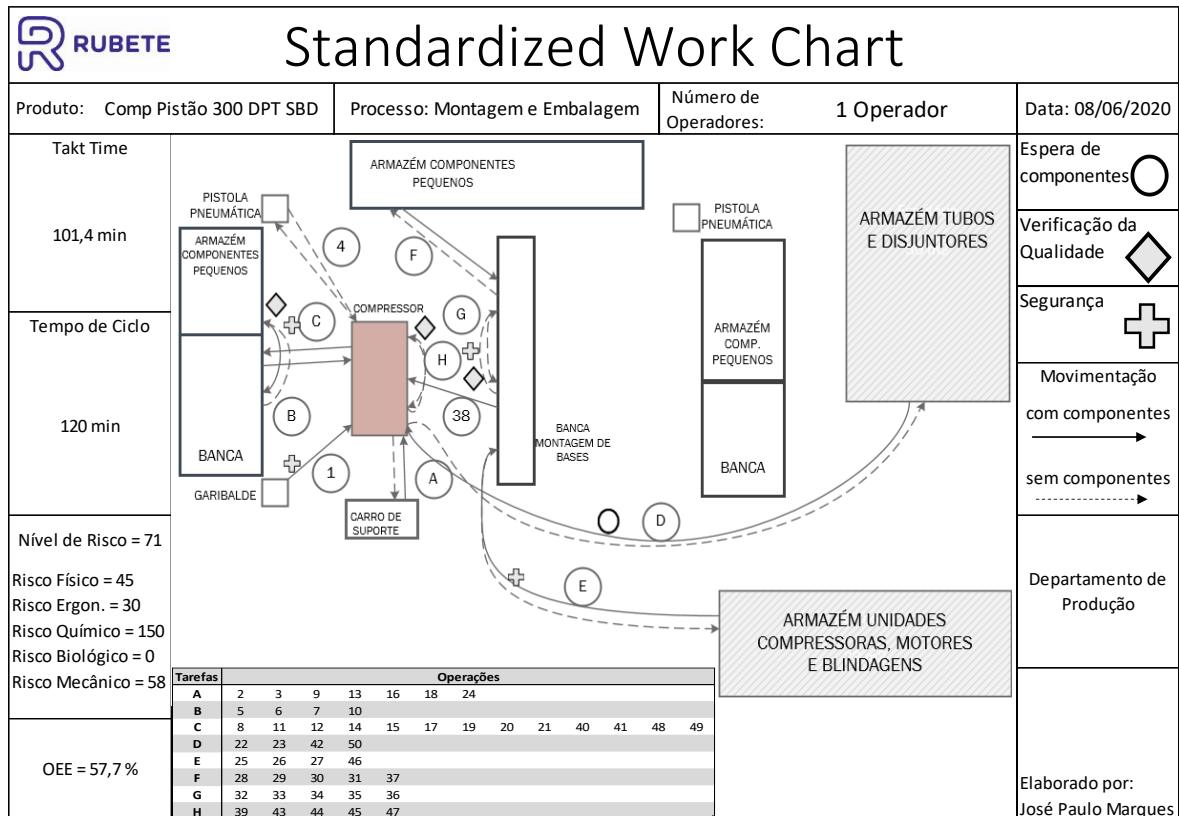


Figura 58 – Standardized Work Chart

A partir do *Standard Work Chart* é possível verificar que a tarefa C, corresponde a 26% das operações realizadas pelo colaborador, sendo trabalhos rápidos e com curtas distâncias. Todavia, as tarefas D e E correspondem a 16% das operações e são trabalhos com maior duração e distância percorrida, principalmente pela deslocação aos armazéns de componentes com maiores dimensões.

A seguir deve ser analisada cada operação, de forma a perceber do tempo total, quanto é utilizado para trabalhos manuais, deslocamentos e trabalhos de máquinas. Para isso, é elaborado o documento *Work Combination Table* ou tabela de combinação de tarefas, figura 59. Além disso, pode-se verificar a comparação entre o tempo de operação e o takt time.

- Elaboração do documento *Work Instruction* ou instrução de trabalho

A seguir, podem ser verificadas as propostas de soluções indicadas anteriormente.

➤ Desenvolvimento do kit de montagem dos compressores a pistão 300 DPT SBD

Como foi verificado no *Standard Work Chart*, existem excessivas movimentações entre os armazéns com componentes de menor dimensão para a banca e para o compressor. Como também, perde-se tempo produtivo a procura dos componentes a serem utilizados e na falta de uma sequência previamente estabelecida.

Dessa forma, foi desenvolvido um kit com os principais componentes que serão integrados ao reservatório durante a montagem. Para o funcionamento correto do mesmo, deve-se proceder as seguintes etapas:

Primeira etapa: O responsável pela separação dos componentes deverá preparar o kit, de forma a introduzir os componentes numa sequência de processamento, seguindo o manual de instrução de trabalho, como pode ser verificado na figura 60.



Figura 60 – Kit de montagem do compressor 300 DPT SBD

Segunda etapa: A partir do planeamento de montagem dos compressores, o kit será levado pelo responsável para o local definido na célula 2, em que estará organizado pela ordem de montagem de compressores. Assim, logo no início da produção, o kit já estará disponível para a utilização.

Terceira etapa: De forma a facilitar a gestão dos kits, este funcionará como um sistema de dupla caixa, em que o consumo de um kit indicará a necessidade de preparação de um novo kit.

Com a solução descrita acima, é possível verificar melhorias no âmbito produtivo e da segurança, visto que o kit possibilita reduzir movimentações desnecessárias, serve como sequência de montagem pela sua organização, reduz o stress causado pela procura de componentes, reduz a probabilidade de troca de componentes, melhorando a qualidade final do produto. O resultado quantitativo será apresentado na secção 3.3 deste capítulo.

➤ Reformulação da montagem de bases dos compressores

Como verificado no balanceamento da produção, a montagem e embalagem é o gargalo da produção, impedindo que o processo tenha capacidade de satisfazer as encomendas. Logo, é o posto de trabalho que deve-se atuar, de forma a reduzir o tempo de ciclo deste posto de trabalho.

A proposta de solução consiste na reformulação da montagem das bases dos compressores, fazendo com que este cumpra o mesmo procedimento que os tubos e disjuntores, sendo previamente montados por um colaborador que alimenta o stock desses componentes, figuras 61 e 62.



Figura 61 – Stock dos tubos



Figura 62 – Stock dos disjuntores

Dessa forma, ao retirar a montagem das bases do processo, o tempo de operação da montagem passa de 120 minutos para 81 minutos e 50 segundos, uma redução de 32% em todo o processo, como pode ser verificado no gráfico 17. Como também, o processo já apresenta capacidade de responder as encomendas, pois o tempo de operação é menor que o takt time.

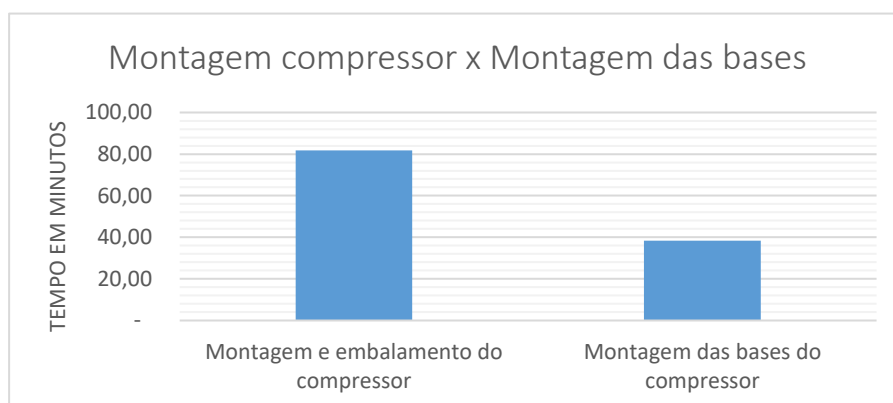


Gráfico 17 – Comparação montagem do compressor e dos seus componentes

Para verificar a quantidade de bases que devem ser realizadas, tem-se que calcular o seu consumo médio diário:

$$\text{Procura média diária} = \frac{18 \text{ compressores/mês}}{21 \text{ dias}} \cong 0,86 \text{ compressor/dia}$$

Sabe-se que este tipo de compressor recebe duas bases, quase idênticas, devido ao posicionamento da unidade compressora e do motor. Assim, o consumo médio diário é de aproximadamente 2 bases.

Assim, é necessário verificar o tempo para a montagem dos disjuntores, tubos e bases, sendo a soma dos tempos de operação de 60 minutos e 50 segundos, como pode-se verificar no gráfico 18.

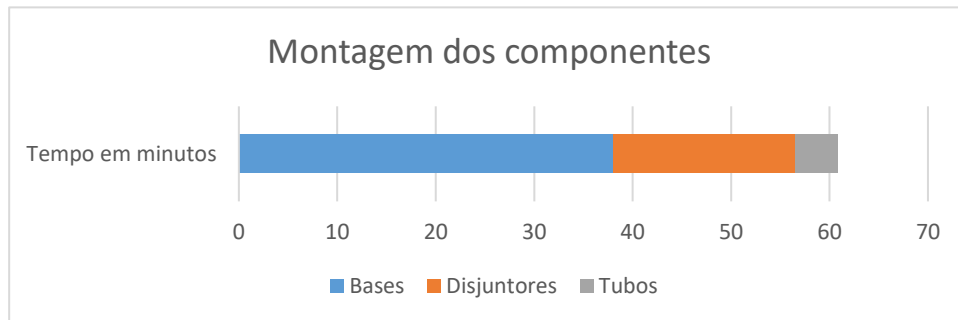


Gráfico 18 – Tempo de operação da montagem dos componentes

Para verificar o stock mínimo necessário desses componentes, deve ser verificado o tempo de ciclo, então:

$$CT \text{ montagem dos componentes} = \frac{1,01 \text{ h}}{7,5 \text{ h (dia)}} = 0,14 \text{ dias}$$

Como o stock mínimo deve ser maior que o tempo de ciclo, este será de 1 dia, ou seja, 2 unidades.

Tendo em vista que o stock de segurança é calculado a partir da multiplicação da procura diária e do stock mínimo diário, pode-se definir que o stock de segurança para os componentes serão duas unidades de base, um disjuntor e duas unidades do tubo, figura 63. Assim, o colaborador alimenta o stock, de acordo com o consumo do mesmo.



Figura 63 – Stock das bases dos compressores

Com a solução descrita acima, é possível verificar melhorias na redução de movimentações desnecessárias, redução do tempo de operação da montagem e embalagem e aumento da capacidade do processo, satisfazendo as encomendas.

➤ Instrução de trabalho (Work Instruction)

De forma a padronizar todas as operações necessárias para a montagem do compressor, foi elaborado um manual com a sequência correta das operações, as ferramentas que devem ser utilizadas, os tempos médios a serem seguidos, os alertas de segurança que os colaboradores devem ter em atenção e os equipamentos de proteção a serem utilizados.

Dessa forma, o documento *Work Instruction* ou instrumentação de trabalho, figura 64, vai ser utilizado como procedimento de montagem, em que os colaboradores devem seguir, como também, servir como formação para os novos colaboradores do posto de trabalho.

Para elaborar este documento foi necessário rever o processo de trabalho, para definir o procedimento e sequência mais correta das operações, bem como verificar a avaliação dos riscos realizada, de forma a mitigar os riscos associados.

R RUBETE		WORK INSTRUCTION		R RUBETE	
Título:		Standard Work - Processo de Trabalho			
Documento número:		IT-76			
Processo:		Montagem e Embalagem			
Produto:		Compressor Pistão 300 DPT SBD			
Avisos de Segurança:					
Equipamentos de Segurança:					
OPERAÇÃO	INSTRUÇÃO	AVISOS	TEMPO	IMAGEM	
1	Colocar o reservatório em cima do carrinho de montagem através do garibalde ou do empilhador		0:02:30		
2	Fazer as roscas nos furos dos suportes de base e nas argolas do reservatório, através da fresa (macho)		0:01:45		
3	Endireitar o suporte do disjuntos e suporte com o suporte do maço		0:00:40		
4	Limpar os resíduos do compressor através do pistola de ar		0:00:40		
Página 1/10					

Figura 64 – Exemplo *Work Instruction* da montagem e embalagem do compressor

3.3. Resultados obtidos

Neste subcapítulo, deve-se indicar os resultados obtidos na comparação do mapa do estado atual e do mapa do estado futuro da metodologia SVSM, ou seja, indicar os ganhos que são esperados, a partir da implementação das ferramentas Lean adequadas para cada etapa do processo. Como também, indicar as melhorias obtidas com a introdução do TPM na preparação de fundos e nos resultados obtidos com o Standard Work na montagem e embalagem.

Desta forma, o primeiro passo é comparar os indicadores de cada etapa do processo dos mapas dos estados, em que os valores do estado futuro são os resultados esperados da implementação das ferramentas Lean indicadas no mapa, tendo em atenção os aspetos produtivos e de segurança. A comparação dos resultados pode ser verificada na tabela 21.

Tabela 21 – Comparação de resultados de todas as etapas do processo

Etapa do Processo	Mapa do Estado	C/T (min)	C/O (min)	OEE	N. Risco	R. FÍS	R. ERG	R. QUI	R. BIO	R. MEC
Receção de materiais	Atual	-	-	-	56	0	30	0	0	82
	Futuro	-	-	-	39	0	30	0	0	49
Conformação	Atual	28	14	58,4	72	60	30	110	0	88
	Futuro	28	14	70,4	32	30	20	10	0	66
Preparação de Fundos	Atual	26	30	57,8	107	30	09	130	0	258
	Futuro	26	30	69,6	66	30	09	100	0	126
Soldadura Automática	Atual	72	37	58,4	85	60	0	105	0	90
	Futuro	65	40	64,2	72	30	0	105	0	80
Soldadura Semiautomática	Atual	66	17	59,2	85	60	0	105	0	90
	Futuro	53	16	65	72	30	0	105	0	80
Prova Hidráulica	Atual	30	30	66,5	95	0	30	180	0	74
	Futuro	30	30	66,5	57	0	30	90	0	51
Pintura	Atual	48	18	64,6	44	30	0	34	0	69
	Futuro	48	18	64,6	32	30	0	24	0	32
Montagem e Embalagem	Atual	120	0	57,7	71	45	30	150	0	58
	Futuro	96	0	71,9	36	30	30	50	0	33
Expedição de produto acabado	Atual	-	-	-	56	0	30	0	0	82
	Futuro	-	-	-	39	0	30	0	0	44
Transporte manual de Materiais	Atual	-	-	-	52	0	30	0	0	74
	Futuro	-	-	-	40	0	30	0	0	51
Transporte com empilhador de materiais	Atual	-	-	-	85	0	0	0	0	85
	Futuro	-	-	-	63	0	0	0	0	63

A partir da análise da tabela 21, é possível verificar que as ferramentas que apresentam maior impacto nos aspetos produtivos são: SMED, Standard Work e TPM. Além disso, essas mesmas ferramentas influenciaram na redução dos riscos das etapas do processo. Outras ferramentas que obtiveram resultados na redução do nível de riscos das etapas do processo foram: Andon, Poka-Yoke e Gestão Visual.

Em relação a comparação dos indicadores de todo o processo, estes podem ser verificados na tabela 22.

Tabela 22 – Melhorias esperadas com a implementação das ferramentas indicadas

Indicadores	Mapa do Estado Atual	Mapa do Estado Futuro	Melhorias
Lead Time	86 dias	37 dias	67%
Tempo de Ciclo	364 min	320 min	12%
OEE	60,37%	67,47%	7,10%
Nível de Risco	77	54	30%
Distância	268 metros	233 metros	13%

Como pode-se verificar na tabela 22, as ferramentas e métodos apresentaram ganhos produtivos significativos no lead time e de segurança na redução do nível de risco em 30%. Porém, vale ressaltar que esses são resultados esperados com a execução das ações mencionadas no plano de ações.

Desta forma, deve ser verificado o segundo passo da demonstração de resultados, sendo este os valores reais obtidos na implementação da ferramenta TPM no processo de preparação de fundos e do Standard Work no processo de montagem e embalagem.

A começar pelo TPM, esta por ser uma ferramenta com diferentes fases, uma duração mais extensa na sua implementação e conseqüentemente na obtenção de resultados, foi definido apenas preparar os 5 pilares, com propostas de soluções para as manutenções e de melhorias nos aspetos de segurança deste posto de trabalho.

Assim, os pilares da manutenção autónoma e manutenção planeada tem como resultado esperado a redução das perdas de eficiência apresentadas no diagrama de Pareto, de forma a melhorar a produtividade do processo, a performance na execução das tarefas, a qualidade do produto pelo maior controlo dos componentes dos equipamentos e conseqüentemente, melhoria do OEE. É esperado que o OEE deste processo apresente uma melhoria de aproximadamente 12%.

Em relação aos pilares da educação/formação e da segurança e higiene, os resultados esperados estão associados as reduções do nível de risco, do número de acidentes de trabalho, ao aumento da motivação dos colaboradores, a criação de um ambiente de trabalho mais limpo e seguro e colaboradores mais conscientes da utilização dos equipamentos de protecção, ferramentas Lean e da própria colaboração entre os mesmos. Em termos de resultados quantitativos, a melhoria esperada neste processo é a redução do nível de risco em 38%, de forma ao grau de perigosidade passar de notória para moderada.

A seguir, deve-se verificar os resultados obtidos com a implementação do Standard Work e soluções desenvolvidas para eliminar ou mitigar os desperdícios, sendo estas o kit de montagem dos compressores da família em análise, reformulação da montagem das bases e elaboração do manual com a instrução de trabalho de montagem dos compressores.

De forma a perceber as melhorias obtidas neste processo, deve-se utilizar e analisar os mesmos esquemas apresentados anteriormente. Assim, foi realizado o Standardized Work Chart,

As soluções foram desenvolvidas de forma a padronizar as operações, simplificar o trabalho e instruir os colaboradores influenciaram positivamente: no tempo de ciclo do processo, ao ultrapassar o objetivo definido e reduzir o tempo para 81 minutos e 50 segundos; no nível de risco, ao conseguir reduzir 49,3% do risco inicial; no OEE, ao ultrapassar o objetivo definido, conseguindo uma eficiência de 73,7%; na movimentação do colaborador; redução dos riscos psicossociais, ao formar os colaboradores a respeito da realização e sequência correta das operações; e redução do tempo de espera dos materiais;

Além disso, a implementação desta ferramenta possibilitou solucionar um dos pontos mais importantes nesse processo, sendo a capacidade produtiva de acordo com as necessidades do cliente, pois como foi verificado no mapa do estado atual, o tempo operativo não permitia a satisfação das encomendas. Assim, com esta redução do tempo ciclo, o processo já é capaz de responder as necessidades dos clientes.

4. CONCLUSÃO

Neste capítulo pretende-se concluir o trabalho realizado, como também apresentar as limitações verificadas e as investigações futuras.

4.1. Conclusões finais

Esta dissertação permitiu interligar o conceito Lean, já bastante abordado e comprovado pelos resultados produtivos positivos, ao tema da saúde e segurança ocupacional. Assim, o objetivo da dissertação centrava-se na análise do impacto causado pela aplicação das ferramentas Lean numa organização metalomecânica, tendo em vista os riscos associados aos acidentes de trabalho, as doenças profissionais nos postos de trabalho e a produtividade dos processos.

Dessa forma, para atingir os objetivos propostos e facilitar a análise do sistema de produção das organizações no âmbito produtivo e da segurança, foi desenvolvida uma metodologia, *Safety and Value Stream Mapping (SVSM)*, capaz de solucionar as lacunas encontradas na investigação realizada e reforçar os pontos fortes encontrados.

Esta metodologia serve como um complemento do Value Stream Mapping, do Safety Stream Mapping e da avaliação de riscos, de forma a possibilitar ao utilizador implementar a metodologia numa organização produtiva e verificar os indicadores produtivos e de segurança mais significativos, com a vantagem de identificar mais facilmente o nível de risco de cada posto de trabalho, o tipo de risco como causa da falha da segurança e a ferramenta Lean mais adequada a aplicar para a resolução do problema.

Os resultados obtidos com a implementação da metodologia SVSM e aplicação das ferramentas foram bastante satisfatórias, visto que possibilitou solucionar alguns problemas detetados no mapa do estado atual da Rubete, sendo a incapacidade de cumprir com as necessidades dos clientes, bem como os riscos associados aos postos de trabalho dos postos de trabalho. Além disso, o comprometimento e o envolvimento dos colaboradores corroboraram para o sucesso na implementação das ferramentas.

Em relação a ferramenta TPM, como já foi relatado, apenas foi implementada a primeira fase do processo, de forma a indicar para a gestão de topo as vantagens obtidas com a aplicação da mesma, sendo expectável uma redução de 38% do nível de risco no posto de trabalho analisado. Assim, o resultado foi bastante positivo, tanto no âmbito produtivo como na saúde e segurança ocupacional, corroborando para a viabilidade da atuação em todos os outros equipamentos do processo produtivo e continuidade da realização das demais fases da ferramenta.

Em relação a ferramenta Standard Work, a sua implementação possibilitou solucionar os problemas da incapacidade de responder as necessidades dos clientes e da falta de padronização na montagem do compressor. Assim, foi possível reduzir o tempo de ciclo em 31,8% e reduzir o nível de risco em 49,3%.

Por fim, pode-se concluir que a implementação da metodologia SVSM e posteriormente, das ferramentas Lean trazem benefícios para a saúde e segurança dos colaboradores e da produtividade do processo, entretanto, devem ser realizadas com o envolvimento e participação

de todos os colaboradores e da gestão de topo. Além disso, é fundamental qualificar e habilitar os colaboradores de forma a serem autónomos na manutenção dos equipamentos, executarem corretamente os procedimentos de trabalho e sugerirem melhorias na segurança do local de trabalho.

4.2. Limitações e investigação futura

Como limitações pode-se verificar o tempo disponível para a aplicação do TPM, sendo uma ferramenta bastante poderosa, em que é necessário um prazo de 2 a 3 anos para constatar os reais resultados obtidos com a introdução da mesma. Dessa forma, como investigação futura recomenda-se dar continuidade a aplicação das ferramentas abrangendo mais equipamentos da organização, bem como a introdução de novos pilares.

A metodologia SVSM foi desenvolvida para ser introduzida em qualquer tipo de organização produtiva, mas deve ser aplicada em diferentes setores industriais, de forma a ser comprovada e validada em termos de resultados. Como também, pode-se estudar se existem setores industriais onde a metodologia apresenta um resultado mais expressivo.

Além disso, a metodologia ainda pode ser melhorada, tendo em vista solucionar algumas desvantagens do VSM, como representar mais de uma família de forma mais simples e rápida e ser capaz de representar visualmente o layout da organização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aasland, K., & Blankenburg, D. (2012). An analysis of the uses and properties of the Obeya. *2012 18th International Conference on Engineering, Technology and Innovation, ICE 2012 - Conference Proceedings*, (June 2012). <https://doi.org/10.1109/ICE.2012.6297660>
- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, Vol 107(1), 223–236.
- Adler, N., Shalom Hakkert, A., Kornbluth, J., & Sher, M. (2012). Lean management for traffic-police enforcement planning. *Policing: An International Journal of Police Strategies & Management*, 35(4), 662–686. <https://doi.org/10.1108/13639511211275382>
- Ali, A. Y. (2019). *Application of Total Productive Maintenance in Service Organization*. 8(2), 176–186. <https://doi.org/10.22105/riej.2019.170507.1076>
- Allahverdi, A., & Soroush, H. M. (2008). The significance of reducing setup times/setup costs. *European Journal of Operational Research*, 187(3), 978–984. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.09.010>
- Almeida, M. G. (2006). *Pedagogia Empresarial: Saberes, Práticas e Referências* (27.ª ed.). Rio de Janeiro: Brasport.
- Amrani, A., & Ducq, Y. (2020). Lean practices implementation in aerospace based on sector characteristics: methodology and case study. *Production Planning and Control*, 0(0), 1–23. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1706197>
- Apostolakis, G. E. (2004). How useful is quantitative risk assessment? *Risk Analysis*, 24, 515–520.
- Astromskis, S., Janes, A., Sillitti, A., & Succi, G. (2013). Andon for dentists. *Proceedings of the International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, SEKE, 2013-Janua*(January), 147–152.
- Bajjou, M.S., & Chafi, A. (2018). The potential effectiveness of lean construction principles in reducing construction process waste: an input-output mode. Em *Journal of Mechanical Engineering and Sciences* (Vol. 12, pp. 4141–4160). <https://doi.org/https://doi.org/10.15282/jmes.12.4.2018.12.0358>
- Bajjou, Mohamed Saad, Chafi, A., & En-nadi, A. (2017). The Potential Effectiveness of Lean Construction Tools in Promoting Safety on Construction Sites. Em *International Journal of Engineering Research in Africa* (Vol. 33, pp. 179–193). <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JERA.33.179>
- Bassuk, J. A., & Washington, I. M. (2013). The a3 problem solving report: a 10-step scientific method to execute performance improvements in an academic research vivarium. *PLoS one*, 8(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0076833>
- Bastos, A., Sá, J., Silva, O., & Fernandes, M. C. (2014). A study on the reality of portuguese companies about work health and safety. *Occupational Safety and Hygiene II - Selected Extended and Revised Contributions from the International Symposium Occupational Safety and Hygiene, SHO 2014*, 687–691. <https://doi.org/10.1201/b16490-121>
- Bastos, António, Sá, J. C., & Silva, O. (2013). *The Importance of Training for Preventing Occupational Risks The Importance of Training for Preventing Occupational Risks*. (SEPTEMBER 2013), 308–312.
- Bertholey, F., Bourniquel, P., Rivery, E., Coudurier, N., & Follea, G. (2009). Méthodes

- d'amélioration organisationnelle appliquées aux activités des établissements de transfusion sanguine (ETS) : Lean manufacturing, VSM, 5S. *Transfusion Clinique et Biologique*, 16(2), 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.tracli.2009.04.007>
- Bocquet, R., Dubouloz, S., & Chakor, T. (2019). Lean Manufacturing, Human Resource Management and Worker Health: Are there Smart Bundles of Practices along the Adoption Process? *Journal of Innovation Economics & Management*, n°30(3), 113. <https://doi.org/10.3917/jie.pr1.0050>
- Booth, R. T., & Lee, T. R. (1995). The role of human factors and safety culture in safety management. *Journal of Engineering Manufacture*, 209.
- Botti, L., Mora, C., Piana, F., & Regattieri, A. (2017). The Impact of Ergonomics on the Design of Hybrid Multi-model Production Lines in Lean Manufacturing. *Advances in Ergonomics of Manufacturing: Managing the Enterprise of the Future*, 606(2194–5357), 167–178.
- Botti, L., Mora, C., & Regattieri, A. (2017). Integrating ergonomics and lean manufacturing principles in a hybrid assembly line. *Computers and Industrial Engineering*, 111, 481–491. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.05.011>
- Braglia, M., Gabbriellini, R., & Marrazzini, L. (2019). Rolling Kanban: a new visual tool to schedule family batch manufacturing processes with kanban. *International Journal of Production Research*, (July). <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1639224>
- Brito, M. P. De, & Ward, Y. (2007). Lean-Safe-Green Operations for the Aviation Industry. *Human Factors*, (June 2005), 1–9.
- 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>
- Buandra, A. (2019). Optimization of Metal Tapping Cycle Operation at INALUM. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 505(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/505/1/012002>
- Cawley, O., Richardson, I., & Wang, X. (2011). *Medical Device Software Development - A Perspective from a Lean Manufacturing Plant*. 84–96. https://doi.org/10.1007/978-3-642-21233-8_8
- Chan, A. H. S., Kwok, W. Y., & Duffy, V. G. (2004). Using AHP for determining priority in a safety management system. *Industrial Management and Data Systems*, 104(5), 430–445. <https://doi.org/10.1108/02635570410537516>
- Coetzee, R., van Dyk, L., & van der Merwe, K. R. (2019). Towards addressing respect for people during lean implementation. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(3), 830–854. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-07-2017-0081>
- Coimbra, E. (2008). Os sete princípios Kaizen. *Suplemento do Jornal Vida Económica*, N 02.
- Costa, L. B. M., Godinho Filho, M., Fredendall, L. D., & Ganga, G. M. D. (2020). The effect of Lean Six Sigma practices on food industry performance: Implications of the Sector's experience and typical characteristics. *Food Control*, 112(January), 107110. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107110>
- Cournoyer, M. E., Lawton, C. M., Apodaca, M., Bustamante, R. A., & Armijo, M. A. (2016). Investigation of injury data at a detonator facility. *Journal of Chemical Health and Safety*, 23(3), 4–9. <https://doi.org/10.1016/j.jchas.2015.08.001>
- Cournoyer, M. E., Merhege, J. F., Costa, D. A., Art, B. M., & Gubernatis, C. (2014). Investigation of Criticality Safety Control Infraction Data at a Nuclear Facility. *Los Alamos National*

- Laboratory*, 87545(505), 1–19.
- Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J., & Vieira, S. (2009). Investigação-Ação: Metodologia Preferencial nas Práticas Educativas. Em *Psicologia Educação e Cultura* (Vol XIII, pp. 455–479). P.P.C.M.C.M.
- Danovaro, E., Janes, A., & Succi, G. (2008). Jidoka in software development. *Proceedings of the Conference on Object-Oriented Programming Systems, Languages, and Applications, OOPSLA*, 827–830. <https://doi.org/10.1145/1449814.1449874>
- Das, B., Venkatadri, U., & Pandey, P. (2014). Applying lean manufacturing system to improving productivity of airconditioning coil manufacturing. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 71(1–4), 307–323. <https://doi.org/10.1007/s00170-013-5407-x>
- Departamento de Saúde Pública. (2010). Gestão dos Riscos Profissionais em Estabelecimentos de Saúde. Em *Ministério da Saúde, Administração Regional da Saúde de Lisboa e Vale do Tejo, IP*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Distelhorst, G., Hainmueller, J., & Locke, R. M. (2017). Does lean improve labor standards? Management and social performance in the Nike supply chain. *Management Science*, 63(3), 707–728. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2015.2369>
- Dora, M., Kumar, M., Van Goubergen, D., Molnar, A., & Gellynck, X. (2013). Operational performance and critical success factors of lean manufacturing in European food processing SMEs. *Trends in Food Science and Technology*, 31(2), 156–164. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.03.002>
- Driscoll, T. (2018). The 2016 Global burden of disease arising from occupational exposures. *Sydney School of Public Health*, 75(Suppl 2), 142–143.
- EU-OSHA, E. A. for S. and H. at W. (2011). An international comparison of the cost of work-related accidents and illnesses. *XXI World Congress on Safety and Health at Work*, 1–10. Obtido de http://www.josepastore.com.br/artigos/rt/rt_320.htm
- Ferdows, K., & Thurnheer, F. (2011). Building factory fitness. *International Journal of Operations and Production Management*, 31(9), 916–934. <https://doi.org/10.1108/01443571111165820>
- Fernández-Muñiz, Beatriz Montes-Peón, José Manuel Vázquez-Ordás, C. J. (2011). Safety climate in OHSAS 18001-certified organisations: Antecedents and consequences of safety behaviour. *Accident Analysis and Prevention*, 45, 745–758.
- Fine, W. T. (1971). Mathematical Evaluation for Controlling Hazards. *Journal of Safety Research*, 3, 175–166.
- Ford, A. L., Williams, J. A., Spencer, M., McCammon, C., Khoury, N., Sampson, T. R., ... Lee, J. M. (2012). Reducing door-to-needle times using Toyota's lean manufacturing principles and value stream analysis. *Stroke*, 43(12), 3395–3398. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.112.670687>
- Ford, H., & Faurote, R. L. (1929). *My Philosophy of Industry*. Kessinger Publishing Co.
- 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>
- Gabinete de Estratégia e Planeamento do Ministério da Solidariedade e da Segurança Social. (2017). *Acidentes de trabalho - Estatística e síntese; Data de disponibilização 13 de setembro de 2019*.
- Gečevska, V., Čaloska, J., Polenakovik, R., Donev, V., & Jovanovski, B. R. (2015). Integration of Lean Principles and Safety Management System. *Mechanical Engineering Scientific Journal*

- Машинско Инженерство Научно Списание*, 33(3), 221.
- Gherghea, I. C., Bungau, C., & Negrau, D. C. (2019). Lead time reduction and increasing productivity by implementing lean manufacturing methods in cnc processing center. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 568(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/568/1/012014>
- Gil-Vilda, F., Sune, A., Yagüe-Fabra, J. A., Crespo, C., & Serrano, H. (2017). Integration of a collaborative robot in a U-shaped production line: a real case study. *Procedia Manufacturing*, 13, 109–115. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.015>
- Gnoni, M. G., Andriulo, S., Maggio, G., & Nardone, P. (2013). « Lean occupational» safety: An application for a Near-miss Management System design. *Safety Science*, 53(March), 96–104. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2012.09.012>
- 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 *Occupational and Environmental Safety and Health* (Vol. 202, pp. 701–709). <https://doi.org/10.1007/978-3-030-14730-3>
- Goshime, Y., Kitaw, D., & Jilcha, K. (2019). Lean manufacturing as a vehicle for improving productivity and customer satisfaction: A literature review on metals and engineering industries. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(2), 691–714. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2017-0063>
- Goti, A., Calle, A. De, Errasti, A., Bom, P. R. D., & Garc, P. (2018). Development and Application of an Assessment Complement for Production System Audits Based on Data Quality , IT Infrastructure , and Sustainability. *Sustainability*, 10(4679). <https://doi.org/10.3390/su10124679>
- Gozali, L., Widodo, L., Sudiarta, N., & Sukania, I. W. (2020). *Kanban System and Calculation of Kanban Production in Stamping Division of PT. XYZ*. (January). <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200515.012>
- Gratiela, B. D. (2012). Study Case: Yellow Tag vs Quality Management. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 62, 313–318. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.051>
- Gupta, P. (2005). Six Sigma and Poka-Yoke. *Quality Digest*, (February 2005).
- Hämäläinen, P., Kiat, J. T., & Boon, T. (2017). Global Estimates of Occupational Accidents and Work-related Illnesses 2017 Published. Em *Workplace Safety and Health Institute*.
- Hamilton, B., & Greif, M. (2017). The visual factory: Building participation through shared information. Em *The Visual Factory: Building Participation through Shared Information*. <https://doi.org/10.1201/9780203719114>
- Hamja, A., Maalouf, M., & Hasle, P. (2019). The effect of lean on occupational health and safety and productivity in the garment industry. *Production and Manufacturing Research*, 7(1), 316–334. <https://doi.org/10.1080/21693277.2019.1620652>
- Harikumar, P., & Saleeshya, P. G. (2019). Integrating FMEA, QFD and Lean for Risk management in hospitals. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 577(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/577/1/012040>
- 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.
- Hultman, C. S., Kim, S., Lee, C. N., Wu, C., Dodge, B., Hultman, C. E., ... Halvorson, E. G. (2016). Implementation and analysis of a lean six sigma program in microsurgery to improve operative throughput in perforator flap breast reconstruction. *Annals of Plastic Surgery*,

- 76(June), S352–S356. <https://doi.org/10.1097/SAP.0000000000000786>
- Ikatrinasari, Z. F., Hasibuan, S., & Kosasih, K. (2018). The Implementation Lean and Green Manufacturing through Sustainable Value Stream Mapping. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 453(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/453/1/012004>
- Ikuma, L. H., Nahmens, I., & James, J. (2011). Use of safety and lean integrated kaizen to improve performance in modular homebuilding. *Journal of Construction Engineering and Management*, 137(7), 551–560. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000330](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000330)
- Jewalikar, A. D., & Shelke, A. (2017). Lean Integrated Management Systems in MSME Reasons, Advantages and Barriers on Implementation. *Materials Today: Proceedings*, 4(2), 1037–1044. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.01.117>
- Jilcha, K., & Kitaw, D. (2016). Lean Influence on Occupational Safety and Health in Manufacturing Industries. *Global J. of Researches in Engineering: G Industrial Engineering*, 16(June).
- Jiménez, M., Romero, L., Domínguez, M., & Espinosa, M. del M. (2015). 5S methodology implementation in the laboratories of an industrial engineering university school. *Safety Science*, 78, 163–172. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.04.022>
- Jiménez, M., Romero, L., Fernández, J., Espinosa, M. del M., & Domínguez, M. (2019). Extension of the Lean 5S methodology to 6S with an additional layer to ensure occupational safety and health levels. *Sustainability (Switzerland)*, 11(14), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su11143827>
- Koeshardono, F., & Baihaki, A. (2019). Analysis of chips formation in subtractive manufacturing for working safety. *AIP Conference Proceedings*, 2187(December). <https://doi.org/10.1063/1.5138315>
- Korytkowski, P., Wisniewski, T., & Rymaszewski, S. (2013). Multivariate simulation analysis of production leveling (heijunka) - A case study. *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, 46(9), 1554–1559. <https://doi.org/10.3182/20130619-3-RU-3018.00285>
- Kuczyńska-Chałada, M. (2019). Implementation of the SMED method in a production enterprise. *Multidisciplinary Aspects of Production Engineering*, 2(1), 224–233. <https://doi.org/10.2478/mape-2019-0022>
- Kumar, P., Maiti, J., & Gunasekaran, A. (2018). Impact of quality management systems on firm performance. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 35(5), 1034–1059. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-02-2017-0030>
- Kuppusamy, B., Velukkudi Santhanam, S. K., Bangaru, M., & Doraiswamy, V. (2016). *Evaluation and Identification of Lean-Green Resourced Person (LGRP) for Integrating and Implementing Lean and Green Practices in a Manufacturing Industry*. (February 2018). <https://doi.org/10.1115/imece2016-66516>
- Leso, V., Fontana, L., & Iavicoli, I. (2018). The occupational health and safety dimension of Industry 4.0. *Medicina del Lavoro*, 109.
- Liker, J. K., & Hoseus, M. (2008). *Toyota Culture: The Heart and Soul of the Toyota Way*. New York: McGraw-Hill.
- Liker, Jeffrey K., & Meier, D. (2006). *The Toyota Way: A practical guide for implementing Toyota's 4Ps*. <https://doi.org/10.10360071448934>
- Longoni, A., & Cagliano, R. (2015). Cross-functional executive involvement and worker involvement in lean manufacturing and sustainability alignment. *International Journal of Operations and Production Management*, 35(9), 1332–1358. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-02-2015-0113>

- Longoni, A., Pagell, M., Johnston, D., & Veltri, A. (2013). When does lean hurt? - An exploration of lean practices and worker health and safety outcomes. *International Journal of Production Research*, 51(11), 3300–3320. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.765072>
- Marhavilas, P. K., Koulouriotis, D., & Gemeni, V. (2011). Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: On a review, classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000-2009. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 24(5), 477–523. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2011.03.004>
- Martínez-Jurado, P. J., Moyano-Fuentes, J., & Jerez-Gómez, P. (2014). Human resource management in Lean Production adoption and implementation processes: Success factors in the aeronautics industry. *BRQ Business Research Quarterly*, 17(1), 47–68. <https://doi.org/10.1016/j.cede.2013.06.004>
- Matzka, J., Di Mascolo, M., & Furmans, K. (2012). Buffer sizing of a Heijunka Kanban system. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 23(1), 49–60. <https://doi.org/10.1007/s10845-009-0317-3>
- Măzăreanu, P. V. (2007). Risk Management and Analysis: Risk Assessment (Qualitative and Quantitative). Em *Scientific Annals of the "Alexandru Ioan Cuza" University of Iasi: Economic Sciences Series*.
- Mazur, I., Rosa, A., Da Silva, A. M., Tanaka, W. Y., & Zampini, E. D. F. (2018). Monitoramento Em Tempo Real Do Índice OEE. *South American Development Society Journal*, 4(Esp01), 244. <https://doi.org/10.24325/issn.2446-5763.vespi1p244-264>
- Mello, C. H. P., Turrioni, J. B., Xavier, A. F., & Campos, D. F. (2012). Action research in production engineering: A structure proposal for its conduction. *Producao*, 22(1), 1–13. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132011005000056>
- 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>
- Mohamad, E., Rahman, M. S. A., Ito, T., & Rahman, A. A. A. (2019). Framework of Andon Support System in Lean Cyber-Physical System Production Environment. *The Proceedings of Manufacturing Systems Division Conference*, (0), 63–65. <https://doi.org/10.1299/jsmemsd.2019.404>
- Mohan Sharma, K., & Lata, S. (2018). Effectuation of Lean Tool «5S» on Materials and Work Space Efficiency in a Copper Wire Drawing Micro-Scale Industry in India. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 4678–4683. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.12.039>
- Mor, R. S., Bhardwaj, A., Singh, S., & Sachdeva, A. (2019). Productivity gains through standardization-of-work in a manufacturing company. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(6), 899–919. <https://doi.org/10.1108/JMTM-07-2017-0151>
- Morvan, E., Delecroix, B., & Quillerou-Grivot, E. (2019). Redefinig room for maneuver from an occupational health perspective. *Presses Universitaires de France*, 78(1).
- Nadarajan, S. K. S. (2014). Effective maintenance strategy to improve performance through RCM concept. *Proceedings of the IEEE/CPMT International Electronics Manufacturing Technology (IEMT) Symposium*, 36(M), 1–9. <https://doi.org/10.1109/IEMT.2014.7123145>
- 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.
- Nunes, E. F. dos S., & Santos, L. dos. (2017). Advances in Intelligent Systems and Computing.

- Advances in Social & Occupational Ergonomics. *Proceedings of the AHFE 2016 International Conference on Social and Occupational Ergonomics*, 487(November 2016), 397–407. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-41688-5>
- Nurul Huda, L. (2017). Healthy and Safety Workplace Design to Enhance Work Performance. *Advances in Health Sciences Research*, 1(PHICo 2016), 51–56. <https://doi.org/10.2991/phico-16.2017.55>
- Ohno, T. (1997). *O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala* (1.ª ed.). Bookman.
- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through “Lean Tools”: An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082–1089. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>
- Oliveira, O. J., Bizan, A., & Oliveira, D. (2010). Gestão da segurança e saúde no trabalho em empresas produtoras de baterias automotivas : um estudo para identificar boas práticas. Em *Produção UNESP*.
- Organização Internacional do Trabalho. (2019). *Segurança e Saúde no Centro do Futuro do Trabalho*.
- Pereira, A. M. H., Silva, M. R., Domingues, M. A. G., & Sá, J. C. (2019). Lean six sigma approach to improve the production process in the mould industry: A case study. *Quality Innovation Prosperity*, 23(3), 103–121. <https://doi.org/10.12776/QIP.V23I3.1334>
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean : A filosofia das organizações vencedoras* (6 edição). Lidel.
- Ponikierska, A., & Stefaniak, R. (2017). Manufacturing systems improvement with 5S practices. *24 th International Conference on Production Research*, 260–265.
- Potyomkina, M. V., Kibirev, Y. V., Lontsikh, P. A., Kunakov, E. P., & Livshitz, I. I. (2017). Machinery manufacturing and construction organisations processes and safety efficiency evaluation based on lean manufacturing approach. *Proceedings of the 2017 International Conference «Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies», IT and QM and IS 2017*, 761–765. <https://doi.org/10.1109/ITMQIS.2017.8085937>
- Pozzi, R., Noè, C., & Rossi, T. (2015). Experimenting ‘learn by doing’ and ‘learn by failing’. *European Journal of Engineering Education*, 40(1), 68–80. <https://doi.org/10.1080/03043797.2014.914157>
- Prakash, R. (2010). *Framework for understanding the relationship between lean and safety in Construction*. (May), 1–52. Obtido de <http://repositories.tdl.org/tdl-ir/handle/1969.1/ETD-TAMU-2010-05-7966>
- Ramdass, K. (2015). Integrating 5S principles with process improvement: A case study. *Portland International Conference on Management of Engineering and Technology, 2015-Septe*, 1908–1917. <https://doi.org/10.1109/PICMET.2015.7273045>
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017a). 5S – a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 34(3), 334–361. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2015-0045>
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017b). Evaluating impact of 5S implementation on business performance. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 66(7), 948–978. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-08-2016-0154>
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017c). Structural equation modeling for validating impact of 5S implementation on business excellence of manufacturing organizations. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 34(9), 1592–1615.

- <https://doi.org/10.1108/IJQRM-08-2016-0129>
- Reeb, J. E., Leavengood, S., & Knowles, C. (2009). Needs assessment of the Oregon forest products industry. *Forest Products Journal*, 59(4), 35–39.
- Rubete - Equipamentos Industriais. (2020). A Empresa. Obtido 18 de Janeiro de 2020, de <http://www.rubete.pt/sobre.php>
- Rundmo, T., & Hale, A. R. (2003). Managers' attitudes towards safety and accident prevention. *Safety Science*, 41(7), 557–574. [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(01\)00091-1](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(01)00091-1)
- Said, S. M., Said, F., & Halim, Z. A. (2012). The determinants of industrial accidents in the Malaysian manufacturing sector. *African Journal of Business Management*, 6(5), 1999–2006. <https://doi.org/10.5897/AJBM11.2439>
- Sakthi Nagaraj, T., Jeyapaul, R., Vimal, K. E. K., & Mathiyazhagan, K. (2019). Integration of human factors and ergonomics into lean implementation: ergonomic-value stream map approach in the textile industry. *Production Planning and Control*, 30(15), 1265–1282. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1612109>
- Sancha, C., Wiengarten, F., Longoni, A., & Pagell, M. (2019). The moderating role of temporary work on the performance of lean manufacturing systems. *International Journal of Production Research*, 0(0), 1–21. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1651458>
- Sanders, A., Elangeswaran, C., & Wulfsberg, J. (2016). Industry 4.0 implies lean manufacturing: Research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(3), 811–833. <https://doi.org/10.3926/jiem.1940>
- Santos, G., Sá, J. C., Oliveira, J., Ramos, D. G., & Ferreira, C. (2019). QUALITY AND SAFETY CONTINUOUS IMPROVEMENT THROUGH LEAN TOOLS. Em *Nova Science Publishers*.
- Santos, R. F. L., Silva, F. J. G., Gouveia, R. M., Campilho, R. D. S. G., Pereira, M. T., & Ferreira, L. P. (2018). The Improvement of an APEX Machine involved in the Tire Manufacturing Process. *Procedia Manufacturing*, 17, 571–578. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.098>
- Shahin, A., & Ghasemaghaei, M. (2010). Service Poka Yoke. *International Journal of Marketing Studies*, 2(2). <https://doi.org/10.5539/ijms.v2n2p190>
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System* (1 Edition). Productivity Press.
- Shingo, S. (1996). *O Sistema Toyota de Produção: do Ponto de Vista da Engenharia de Produção* (1.ª ed.). Bookman.
- Shook, J. (2009). Toyota's Secret : The A3 Report. *MIT Sloan: Management Review*, 50 (4)(50408), 30–33.
- Silva, S. P., Pereira, R. F. P., Abreu, G. A., Panzera, T. H., & Brandão, L. C. (2010). Machining optimization of sleeve and valves of hydraulic steering system. *WCE 2010 - World Congress on Engineering 2010*, 3(June 2014), 2407–2412.
- Silvério, L., Trabasso, L. G., & Pereira Pessôa, M. V. (2019). A roadmap for a leanness company to emerge as a true lean organization. *Concurrent Engineering Research and Applications*, 28(1), 3–19. <https://doi.org/10.1177/1063293X19888259>
- Slack, N., Chambers, S., Harland, C., Harrison, A., & Johnston, R. (2006). *Administração da Produção* (Edição Com). São Paulo: Atlas.
- Song, J., Guo, B., Lee, J., & Jiang, S. (2016). *Application of Lean Tools in the Oil Field Safety Management*. 6(11), 58–67.
- Souza, J. P. E., & Alves, J. M. (2018). Lean-integrated management system: A model for sustainability improvement. *Journal of Cleaner Production*, 172, 2667–2682.

- <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.144>
- Souza, J. S. D. E., Rodríguez, J. L. M., & Leite, J. C. (2016). Falha no ciclo de Deming no monitoramento dos processos em uma indústria de disjuntores. *Revista Sodebras - Vol 11*, (121), 160–165.
- Taylor, F. W. (1995). *Princípios da Administração Científica*. São Paulo: Atlas.
- Teichgräber, U. K., & De Bucourt, M. (2012). Applying value stream mapping techniques to eliminate non-value-added waste for the procurement of endovascular stents. *European Journal of Radiology*, 81(1), e47–e52. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2010.12.045>
- Tekin, M., Arslandere, M., Etlioğlu, M., Koyuncuoğlu, Ö., & Tekin, E. (2019). An Application of SMED and Jidoka in Lean Production. Em *Proceedings of the International Symposium for Production Research 2018* (pp. 530–545). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-92267-6>
- Ulewicz, R., & Lazar, L. V. (2019). The Effect of Lean Tools on the Safety Level in Manufacturing Organisations. *System Safety: Human - Technical Facility - Environment*, 1(1), 514–521. <https://doi.org/10.2478/czoto-2019-0066>
- Vieira, L., Balbinotti, G., Varasquin, A., & Gontijo, L. (2012). Ergonomics and Kaizen as strategies for competitiveness: A theoretical and practical in an automotive industry. *Work*, 41(SUPPL.1), 1756–1762. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0381-1756>
- Vinodh, S., Arvind, K. R., & Somanaathan, M. (2011). Tools and techniques for enabling sustainability through lean initiatives. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 13(3), 469–479. <https://doi.org/10.1007/s10098-010-0329-x>
- Wasinger, K. (2014). Enhanced Productivity in Reactor Decommissioning and Waste Management. *International Journal for Nuclear Power*, 59(4), 234–239. Obtido de www.nucmag.com
- Wijaya, S., Debora, F., Supriadi, G., & Ramadhan, I. (2018). A Framework of e-Kanban System for Indonesia Automotive Mixed-model Production Line. *International Journal of Science and Research*, (June). <https://doi.org/10.21275/ART20198943>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1998). *A mentalidade enxuta nas empresas*. Rio de Janeiro: Campus.
- Wong, Y. C., Wong, K. Y., & Ali, A. (2009a). A study on lean manufacturing implementation in the Malaysian electrical and electronics industry. *European Journal of Scientific Research*, 38(4), 521–535.
- Wong, Y. C., Wong, K. Y., & Ali, A. (2009b). Key practice areas of lean manufacturing. *2009 International Association of Computer Science and Information Technology - Spring Conference, IACSIT-SC 2009*, 267–271. <https://doi.org/10.1109/IACSIT-SC.2009.44>
- Worley, J. M., & Doolen, T. L. (2015). Organizational structure, employee problem solving, and lean implementation. *International Journal of Lean Six Sigma*, 6(1), 39–58. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2013-0058>
- Yadav, G., Luthra, S., Huisingh, D., Mangla, S. K., Narkhede, B. E., & Liu, Y. (2020). Development of a lean manufacturing framework to enhance its adoption within manufacturing companies in developing economies. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118726. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118726>

APÊNDICE A – AVALIAÇÕES DE RISCO DOS PROCESSOS

RUBETE		RUBETE - EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS					RUBETE			
Avaliação de Riscos		Recepção		Método William Fine			Preparado por: José Paulo Marques Data: 17/02/2020			
Perigo	Risco associado	Consequência	FC	FE	FP	GP	Nível de Intervenção	Medidas Preventivas/Corretivas	Tipo	Causa
Movimentação mecânica de cargas com recurso a empilhador	Queda e choque com objetos	Contusão	5	10	1	50	Moderado	O empilhador só deve ser manobrado por um condutor devidamente habilitado. Nunca se poderá elevar uma carga superior à capacidade máxima de transporte do empilhador. Movimentando a carga com os dois garfos. Manobrar o empilhador em pavimentos resistentes e sem irregularidades.	MEC	ESP
	Quedas a diferentes níveis	Contusão, entorse	5	10	3	150	Notável	O condutor do empilhador deverá manobrá-lo sempre sentado e com o cinto de segurança ou barra metálica colocada. O condutor do empilhador deverá manter as extremidades do corpo dentro dos limites da cabina do empilhador.	MEC	ESP
	Atropelamento/ Esmagamento/Entalamento	Traumatismos múltiplos	15	10	0,5	75	Notável	Deverá existir delimitação da zona de circulação de empilhador e da zona destinada à circulação de pessoas. Os condutores do empilhador devem ter especial cuidado nos cruzamentos, passagens de altura limitada, desníveis do pavimento. Estas zonas devem ser sinalizadas ou eventualmente, proceder-se a colocação de espelhos. É expressamente proibido o transporte de pessoas no empilhador (excepto o condutor).	MEC	HUM
	Capotamento	Traumatismos múltiplos	15	10	0,5	75	Notável	Na descida de rampas, o empilhador deverá ser manobrado em marcha-atrás e com a carga ligeiramente inclinada para trás.	MEC	ESP
	Incêndio	Queimadura, perdas patrimoniais	15	10	0,5	75	Notável	Nunca fumar ou foguear na proximidade do empilhador a gás. Desligar sempre o motor quando o empilhador não se encontra a manobrar.	MEC	HUM
Utilização de escada de mão	Queda a diferentes níveis	Contusão, fraturas	5	10	3	150	Notável	Apenas utilizar escadas de mão resistentes, rígidas, construídas com materiais sólidos, isentas de defeitos, em bom estado de conservação e de utilização. As escadas de mão devem ser colocadas de modo a garantir a sua estabilidade durante a utilização. Os apoios das escadas de mão devem assentar em suporte estável e resistente, de dimensão adequada e imóvel, de modo a que os degraus se mantenham em posição horizontal durante a utilização. As escadas só devem ser utilizadas por um colaborador de cada vez. Não transportar nada nas mãos quando sobe ou desce uma escada de mão. Não colocar escadas de mão atrás das portas ou em locais de passagem ou circulação.	MEC	ESP
Movimentação manual de cargas	Posturas incorretas	Lesão músculo-esqueléticas	1	10	3	30	Moderado	Evitar o manuseamento de cargas não adequadas em termos de volume ou peso Adoptar uma posição correta de trabalho, tendo em consideração: o centro de gravidade do colaborador deve estar mais próximo possível e por cima do centro de gravidade da carga, respeitar os princípios ergonómicos estabelecidos para um correto manuseamento de cargas. Formar os colaboradores para o correto manuseamento das cargas e adoção de posturas de trabalho adequadas.	ERG	HUM
	Cortes	Escoriações	1	10	3	30	Moderado	Utilizar luvas de proteção mecânica.	MEC	HUM
	Choque/pancadas com materiais	Hematomas	1	10	3	30	Moderado	Transportar as peças metálicas e varões ao ombro por um mínimo de dois colaboradores. Se tal não for possível, a frente deve estar a uma altura superior ao capacete do colaborador que as transporta, de forma a evitar ferimentos no rosto dos colegas.	MEC	ESP
	Queda de materiais/objetos	Contusão, fraturas	1	10	3	30	Moderado	Usar botas de proteção com palmilhas e biqueira de aço.	MEC	HUM
	Quedas ao mesmo nível	Contusão, entorse, fratura	5	10	3	150	Notável	Sinalizar as zonas de passagem perigosa. Manter os espaços de circulação e operação junto às máquinas desobstruídos, arrumados e limpos de limalhas e desperdícios.	MEC	ESP

RUBETE		RUBETE - EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS						RUBETE		
Avaliação de Riscos		Conformação		Método William Fine				Preparado por: José Paulo Marques Data: 17/02/2020		
Perigo	Risco associado	Consequência	FC	FE	FP	GP	Nível de Intervenção	Medidas Preventivas/Corretivas	Tipo	Causa
Utilização inadequada da serra	Golpe/corte	Fratura, escoriações	15	10	1	150	Notável	A máquina deve ser manipulada sem distrações e de acordo com as regras de segurança estabelecidas. Nunca introduzir as mãos no interior da zona perigosa da máquina. A manutenção da máquina deve ser feita com o equipamento parado. Sempre que tal não seja possível devem ser tomadas medidas de prevenção em conformidade com a situação.	MEC	HUM
Projeção de fragmento no processo de corte	Projeção de materiais/partículas	Lesão ocular	1	10	3	30	Moderado	Utilizar óculos de proteção adequados.	QUI	HUM
Manutenção da máquina de serra de corte deficiente ou inexistente	Contacto elétrico	Eletrocussão, choque elétrico	15	10	0,5	75	Notável	Realizar manutenções periódicas nas máquinas no sentido de se verificar o seu funcionamento seguro, e inspeções adicionais sempre que sejam feitas alterações na máquina, haja um acidente ou por falta de uso prolongado. Ligar as máquinas e equipamentos elétricos à terra e proteger o circuito elétrico com disjuntores; o quadro elétrico deve ser conservado em bom estado, sem humidade e protegido de poeiras e outros resíduos.	MEC	EQ
Movimentação da chapa	Queda de material	Contusão, fraturas	1	10	3	30	Moderado	Garantir a estabilidade da peça durante a operação de corte. Utilizar botas de proteção com biqueira de aço.	ERG	ESP
Serra de corte em funcionamento	Exposição ao ruído	Surdez	1	10	6	60	Moderado	Efetuar exames audiométricos regulares e medição do ruído. Organizar o trabalho de modo a diversificar a atividade e permitir a rotatividade.	FIS	EQ
Uso de roupas largas no processo de corte	Agarramento	Hematomas, fratura	15	10	1	150	Moderado	Não usar roupas largas ou jóias, pois podem prender-se em alguma peça móvel. Garantir a proteção das partes móveis da máquina.	MEC	HUM
Trabalhos de perfuração	Exposição ao ruído	Surdez	1	10	6	60	Moderado	Efetuar exames audiométricos regulares e medição do ruído. Organizar o trabalho de modo a diversificar a atividade e permitir a rotatividade.	FIS	EQ
Manutenção da máquina de furar deficiente ou inexistente	Contacto elétrico	Eletrocussão, choque elétrico	15	10	0,5	75	Notável	As máquinas devem ser alvo de manutenções periódicas no sentido de se verificar o seu funcionamento seguro, e de inspeções adicionais sempre que sejam feitas alterações na máquina, haja um acidente ou por falta de uso prolongado. Ligar as máquinas e equipamentos elétricos à terra e proteger o circuito elétrico com disjuntores; o quadro elétrico deve ser conservado em bom estado, sem humidade e protegido de poeiras e outros resíduos.	MEC	EQ
Projeção de fragmentos no processo de furação	Projeção de materiais/partículas	Lesão ocular	5	10	3	150	Notável	Utilizar óculos de proteção adequados.	QUI	HUM
Uso de roupas largas no processo de furação	Agarramento / Perfuração	Hematomas, fraturas	15	10	1	150	Notável	Garantir a proteção das partes móveis (broca), de modo a evitar o contacto das mãos com a ferramenta em movimento. O resguardo frontal deverá ser transparente, de modo a permitir que se observe a peça a ser trabalhada. Não usar roupas largas ou jóias, pois podem prender-se em alguma peça móvel. Utilizar pressores para a fixação das peças na mesa de trabalho, de modo a garantir que as mãos estejam longe da área de operação da máquina. Garantir que funcionamento do furador só ocorre após o desbloqueio da patilha de segurança ou com a movimentação descendente do punho da máquina. Manipular a máquina com cuidado, sem distrações e de acordo com as regras de segurança estabelecidas.	MEC	HUM
Máquina de polimento com esmeril sem proteção	Agarramento/Entalamento	Hematomas, fraturas	5	10	1	50	Moderado	Garantir a proteção da mó móvel (sob a forma de pala), em material transparente e resistente (por ex.: policarbonato). Não usar roupas largas ou jóias, pois podem prender-se em alguma peça móvel.	MEC	EQ
Projeção de fragmentos no processo de polimento com esmeril	Projeção de materiais/peças	Lesão ocular	5	10	3	150	Notável	Na colocação da mó assegurar-se que esta fica em perfeito equilíbrio. Usar óculos de proteção adequados.	QUI	HUM
Manutenção da máquina deficiente ou inexistente	Contacto elétrico	Eletrocussão, choque elétrico	15	10	0,5	75	Notável	As máquinas devem ser alvo de manutenções periódicas no sentido de se verificar o seu funcionamento seguro, e de inspeções adicionais sempre que sejam feitas alterações na máquina, haja um acidente ou por falta de uso prolongado. Ligar as máquinas e equipamentos elétricos à terra e proteger o circuito elétrico com disjuntores; o quadro elétrico deve ser conservado em bom estado, sem humidade e protegido de poeiras e outros resíduos.	MEC	EQ
Movimentação manual de cargas	Posturas incorretas	Lesão músculo-esqueléticas	1	10	3	30	Moderado	Evitar o manuseamento de cargas não adequadas em termos de volume ou peso. Adoptar uma posição correta de trabalho, tendo em consideração: o centro de gravidade do colaborador deve estar mais próximo possível e por cima do centro de gravidade da carga, respeitar os princípios ergonómicos. Formar os colaboradores para o correto manuseamento das cargas e adoção de posturas de trabalho adequadas.	ERG	HUM
	Cortes	Escoriações	1	10	3	30	Moderado	Utilizar luvas de proteção mecânica.	MEC	HUM
	Choque/pancadas com materiais	Hematomas	1	10	3	30	Moderado	Transportar as peças metálicas e varões ao ombro por um mínimo de dois colaboradores. Se tal não for possível, a frente deve estar a uma altura superior ao capacete do colaborador que as transporta, de forma a evitar ferimentos no rosto dos colegas.	MEC	ESP
	Queda de materiais/objetos	Contusão, fraturas	1	10	3	30	Moderado	Usar botas de proteção com palmilhas e biqueira de aço.	MEC	HUM
Quedas ao mesmo nível	Contusão, entorse, fratura	5	10	3	150	Notável	Sinalizar as zonas de passagem perigosa. Manter os espaços de circulação e operação junto às máquinas desobstruídos, arrumados e limpos de limalhas e desperdícios.	MEC	ESP	

RUBETE		RUBETE - EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS						RUBETE		
Avaliação de Riscos		Preparação de Fundos		Método William Fine				Preparado por: José Paulo Marques Data: 17/02/2020		
Perigo	Risco associado	Consequência	FC	FE	FP	GP	Nível de Intervenção	Medidas Preventivas/Corretivas	Causa	Causa
Acionamento do circuito hidráulico (Prensa)	Corte por cisalhamento	Perda membros superiores	25	5	3	375	Alto	Uso de dispositivos de segurança (comando bimanual e pedal) para evitar o acionamento inadvertido do avaral. Dificultar o acesso à zona perigosa (durante o fecho das ferramentas) através da colocação de protetores com sistema de encastramento (impedir o acesso a zonas perigosas através das cavas dos montantes e da parte posterior da máquina).	MEC	EQ
Maquinação de peças de grandes dimensões	Esmagamento	Perda membros superiores	25	5	3	375	Alto	Formação e informação dos trabalhadores no sentido de utilizarem a máquina de acordo com as recomendações do fabricante, de utilizarem a prensa dentro das condições de segurança e limites de força, com os dispositivos de segurança activos e correctamente colocados.	MEC	EQ
Projeção de fragmentos	Projeções de objetos, peças ou ferramentas	Lesão ocular	5	6	1	30	Moderado	Usar os equipamentos de proteção adequados (luvas de proteção e óculos de proteção.)	QUI	HUM
Ruído resultante da maquinação da peça	Exposição ao ruído	Surdez profissional	5	6	1	30	Moderado	Disponibilizar EPI's adequados e devidamente dimensionados (auriculares / abafadores).	FIS	HUM
Componentes em rotação situados na proximidade dos colaboradores	Arrastamento	Morte	25	5	3	375	Alto	Regulação do esbarro posterior em segurança: colocação de obstáculos nos sistemas de ajuste (apoio frontal e esbarro posterior) para evitar que o operador os alcance, passando as mãos por entre as ferramentas; o acerto dos esbarros e dos apoios deve ser feito com o circuito de potência desligado preferencialmente no seccionador geral; colocação de uma barreira fotoelétrica; formação e informação aos colaboradores. Utilizar de meios mecânicos positivos na fixação das ferramentas superiores.	MEC	EQ
Intervenção de manutenção	Contacto elétrico	Choque elétrico	5	10	3	150	Notável	Assegurar a estanqueidade do quadro eléctrico, uma correcta ligação à terra e a correcta manutenção dos fios condutores.	MEC	EQ
Adoção de posturas forçadas e movimentação manual de cargas	Posturas incorretas	Lesões músculo-esqueléticas	3	3	1	9	Aceitável	Formar os colaboradores para um correcto manuseamento das cargas e adopção de posturas de trabalho adequadas; respeitar os princípios ergonómicos estabelecidos para um correcto manuseamento de cargas elevadas.	ERG	HUM
Ligações de gases perigosos (monóxido de carbono)	Asfixia e inalação de gases e fumos nocivos	Desmaio, náuseas	5	6	6	180	Notável	Implementar um sistema de exaustão de gases de soldadura. Utilizar máscaras de proteção para fumos e gases.	QUI	HUM
Projeção de partículas incandescentes	Exposição a radiações	Queimaduras	5	6	6	180	Notável	O colaborador deverá utilizar um avaral e luvas de couro que lhe confirmam uma protecção térmica e mecânica. Utilizar óculos de proteção adequados.	QUI	HUM
Retorno da chama	Incêndio ou explosão	Queimaduras, perdas patrimoniais, morte	15	4	3	180	Notável	Aplicar válvulas anti-retorno nas garrafas. Estas deverão permanecer de pé e estar presas. Delimitar as zonas destinadas aos colaboradores aos trabalhos de soldadura, mantê-las devidamente arrumadas e desimpedidas de obstáculos e detritos, especialmente os combustíveis. Não fumar, nem foguear na zona de soldadura.	MEC	EQ
Incorreta utilização do aparelho de soldar	Risco elétrico	Eletrocussão, choque elétrico	5	6	3	90	Notável	Ligação dos equipamentos de soldadura à terra e protecção diferencial. Utilizar o equipamento de acordo com as instruções do manual de segurança.	MEC	HUM

RUBETE		RUBETE - EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS						RUBETE		
Avaliação de Riscos		Transporte Empilhador		Método William Fine				Preparado por: José Paulo Marques Data: 18/02/2020		
Perigo	Risco associado	Consequência	FC	FE	FP	GP	Nível de Intervenção	Medidas Preventivas/Corretivas	Tipo	Causa
Movimentação mecânica de cargas com recurso a empilhador	Queda e choque com objetos	Contusão	5	10	1	50	Moderado	O empilhador só deve ser manobrado por um condutor devidamente habilitado. Nunca se poderá elevar uma carga superior à capacidade máxima de transporte do empilhador. Movimentando a carga com os dois garfos. Manobrar o empilhador em pavimentos resistentes e sem irregularidades.	MEC	ESP
	Quedas a diferentes níveis	Contusão, entorse	5	10	3	150	Notável	O condutor do empilhador deverá manobrá-lo sempre sentado e com o cinto de segurança ou barra metálica colocada. O condutor do empilhador deverá manter as extremidades do corpo dentro dos limites da cabina do empilhador.	MEC	ESP
	Atropelamento/ Esmagamento/Entalamento	Traumatismos múltiplos	15	10	0,5	75	Notável	Deverá existir delimitação da zona de circulação de empilhador e da zona destinada à circulação de pessoas. Os condutores do empilhador devem ter especial cuidado nos cruzamentos, passagens de altura limitada, desníveis do pavimento. Estas zonas devem ser sinalizadas ou eventualmente, proceder-se a colocação de espelhos. É expressamente proibido o transporte de pessoas no empilhador (excepto o condutor).	MEC	HUM
	Capotamento	Traumatismos múltiplos	15	10	0,5	75	Notável	Na descida de rampas, o empilhador deverá ser manobrado em marcha-atrás e com a carga ligeiramente inclinada para trás.	MEC	ESP
	Incêndio	Queimadura, perdas patrimoniais	15	10	0,5	75	Notável	Nunca fumar ou foguear na proximidade do empilhador a gás. Desligar sempre o motor quando o empilhador não se encontra a manobrar.	MEC	HUM

RUBETE		RUBETE - EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS						RUBETE		
Avaliação de Riscos		Transporte Manual e Empilhador		Método William Fine			Preparado por: José Paulo Marques Data: 18/02/2020			
Perigo	Risco associado	Consequência	FC	FE	FP	GP	Nível de Intervenção	Medidas Preventivas/Corretivas	Tipo	Causa
Movimentação mecânica de cargas com recurso a empilhador	Queda e choque com objetos	Contusão	5	10	1	50	Moderado	O empilhador só deve ser manobrado por um condutor devidamente habilitado. Nunca se poderá elevar uma carga superior à capacidade máxima de transporte do empilhador. Movimentando a carga com os dois garfos. Manobrar o empilhador em pavimentos resistentes e sem irregularidades.	MEC	ESP
	Quedas a diferentes níveis	Contusão, entorse	5	10	3	150	Notável	O condutor do empilhador deverá manobrá-lo sempre sentado e com o cinto de segurança ou barra metálica colocada. O condutor do empilhador deverá manter as extremidades do corpo dentro dos limites da cabina do empilhador.	MEC	ESP
	Atropelamento/ Esmagamento/Entalamento	Traumatismos múltiplos	15	10	0,5	75	Notável	Deverá existir delimitação da zona de circulação de empilhador e da zona destinada à circulação de pessoas. Os condutores do empilhador devem ter especial cuidado nos cruzamentos, passagens de altura limitada, desníveis do pavimento. Estas zonas devem ser sinalizadas ou eventualmente, proceder-se a colocação de espelhos. É expressamente proibido o transporte de pessoas no empilhador (excepto o condutor).	MEC	HUM
	Capotamento	Traumatismos múltiplos	15	10	0,5	75	Notável	Na descida de rampas, o empilhador deverá ser manobrado em marcha-atrás e com a carga ligeiramente inclinada para trás.	MEC	ESP
	Incêndio	Queimadura, perdas patrimoniais	15	10	0,5	75	Notável	Nunca fumar ou foguear na proximidade do empilhador a gás. Desligar sempre o motor quando o empilhador não se encontra a manobrar.	MEC	HUM
Movimentação manual de cargas	Posturas incorretas	Lesão músculo-esqueléticas	1	10	3	30	Moderado	Evitar o manuseamento de cargas não adequadas em termos de volume ou peso. Adoptar uma posição correta de trabalho, tendo em consideração: o centro de gravidade do colaborador deve estar mais próximo possível e por cima do centro de gravidade da carga, respeitar os princípios ergonómicos estabelecidos para um correto manuseamento de cargas. Formar os colaboradores para o correto manuseamento das cargas e adoção de posturas de trabalho adequadas.	ERG	HUM
	Cortes	Escoriações	1	10	3	30	Moderado	Utilizar luvas de proteção mecânica.	MEC	HUM
	Choque/pancadas com materiais	Hematomas	1	10	3	30	Moderado	Transportar as peças metálicas e varões ao ombro por um mínimo de dois colaboradores. Se tal não for possível, a frente deve estar a uma altura superior ao capacete do colaborador que as transporta, de forma a evitar ferimentos no rosto dos colegas.	MEC	ESP
	Queda de materiais/objetos	Contusão, fraturas	1	10	3	30	Moderado	Usar botas de proteção com palmilhas e biqueira de aço.	MEC	HUM
	Quedas ao mesmo nível	Contusão, entorse, fratura	5	10	3	150	Notável	Sinalizar as zonas de passagem perigosa. Manter os espaços de circulação e operação junto às máquinas desobstruídos, arrumados e limpos de limalhas e desperdícios.	MEC	ESP

RUBETE		RUBETE - EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS						RUBETE		
Avaliação de Riscos		Soldadura Automática		Método William Fine			Preparado por: José Paulo Marques Data: 19/02/2020			
Perigo	Risco associado	Consequência	FC	FE	FP	GP	Nível de Intervenção	Medidas Preventivas/Corretivas	Tipo	Causa
Ruído resultante da maquinaria da peça	Exposição ao ruído	Surdez	1	10	6	60	Moderado	Efetuar exames audiométricos regulares. Organizar o trabalho de modo a diversificar a atividade e permitir a rotatividade.	FIS	EQ
Uso de roupas largas	Golpe / Corte	Escoriações, fratura	15	10	1	150	Notável	Verificar sempre a correta fixação do disco. Utilizar discos e ferramentas adequados à velocidade e especificidade dos trabalhos a executar. Manter operacionais as proteções do disco. Nunca remover as proteções do disco, exeto em situações de manutenção. Manipular as rebarbadoras com cuidado e de acordo com as boas práticas de segurança. Formar os colaboradores sobre a correta utilização das rebarbadoras.	MEC	HUM
Projeção de fragmentos e partículas de inox e ferro	Projeção de partículas	Lesão ocular	5	6	1	30	Moderado	Utilizar os equipamentos de proteção adequados (óculos de proteção e luvas de proteção).	QUI	HUM
	Inalação de poeiras	Danos nas vias respiratórias	5	6	1	30	Moderado	Utilizar máscaras de proteção para partículas.	QUI	HUM
Presença de materiais de combustível	Incêndio ou explosão	Queimaduras, perdas patrimoniais, morte	15	6	0,5	45	Moderado	Realizar as atividades numa zona adequada, afastada dos materiais combustíveis. Realizar revisões anuais aos equipamentos de combate a incêndio.	MEC	EQ
Manutenção da máquina deficiente ou inexistente	Contato elétrico	Eletrocussão, choque elétrico	15	6	0,5	45	Moderado	Verificar o bom estado de conservação dos equipamentos e dos respetivos cabos elétricos. Não sobrecarregar as tomadas ou extensões elétricas com muitas ligações em simultâneo. Não utilizando fios ou fichas elétricas danificadas. Não manusear equipamentos elétricos ligados à corrente, nem estabelecer ligações elétricas, com as mãos ou qualquer outra parte do corpo húmida ou molhada, ou sobre piso húmido ou molhado. Garantir a estabilidade da peça durante a operação de corte.	MEC	EQ
Movimentação de material	Queda de material em manipulação	Contusão, fratura	1	10	3	30	Moderado	Utilizar botas de proteção com biqueira de aço.	MEC	HUM
Ligações de gases perigosos (monóxido de carbono)	Asfixia e inalação de gases e fumos nocivos	Desmaio, náuseas	5	6	6	180	Notável	Implementar um sistema de exaustão de gases de soldadura.	QUI	HUM
								Utilizar máscaras de proteção para fumos e gases.		
Projeção de partículas incandescentes	Exposição a radiações	Queimaduras	5	6	6	180	Notável	O colaborador deverá utilizar um avental e luvas de couro que lhe confirmam uma proteção térmica e mecânica. Utilizar óculos de proteção adequados.	QUI	HUM
Retorno da chama	Incêndio ou explosão	Queimaduras, perdas patrimoniais, morte	15	4	3	180	Notável	Aplicar válvulas anti-retorno nas garrafas. Estas deverão permanecer de pé e estar presas. Delimitar as zonas destinadas aos colaboradores aos trabalhos de soldadura, mantê-las devidamente arrumadas e desimpedidas de obstáculos e detritos, especialmente os combustíveis. Não fumar, nem foguear na zona de soldadura.	MEC	EQ
Incorreta utilização do aparelho de soldar	Risco elétrico	Eletrocussão, choque elétrico	5	6	3	90	Notável	Ligação dos equipamentos de soldadura à terra e proteção diferencial. Utilizar o equipamento de acordo com as instruções do manual de segurança.	MEC	HUM

Avaliação de Riscos		Soldadura Semi-Automática		Método William Fine				Preparado por: José Paulo Marques Data: 19/02/2020		
Perigo	Risco associado	Consequência	FC	FE	FP	GP	Nível de Intervenção	Medidas Preventivas/Corretivas	Tipo	Causa
Ruído resultante da maquinação da peça	Exposição ao ruído	Surdez	1	10	6	60	Moderado	Efetuar exames audiométricos regulares. Organizar o trabalho de modo a diversificar a atividade e permitir a rotatividade.	FIS	EQ
Uso de roupas largas	Golpe / Corte	Escoriações, fratura	15	10	1	150	Notável	Verificar sempre a correta fixação do disco. Utilizar discos e ferramentas adequados à velocidade e especificidade dos trabalhos a executar. Manter operacionais as proteções do disco. Nunca remover as proteções do disco, exeto em situações de manutenção. Manipular as rebarbadoras com cuidado e de acordo com as boas práticas de segurança. Formar os colaboradores sobre a correta utilização das rebarbadoras. Utilizar os equipamentos de proteção adequados (óculos de proteção e luvas de proteção).	MEC	HUM
Projeção de fragmentos e partículas de inox e ferro	Projeção de partículas	Lesão ocular	5	6	1	30	Moderado	Utilizar os equipamentos de proteção adequados (óculos de proteção e luvas de proteção).	QUI	HUM
	Inalação de poeiras	Danos nas vias respiratórias	5	6	1	30	Moderado	Utilizar máscaras de proteção para partículas.	QUI	HUM
Presença de materiais de combustível	Incêndio ou explosão	Queimaduras, perdas patrimoniais, morte	15	6	0,5	45	Moderado	Realizar as atividades numa zona adequada, afastada dos materiais combustíveis. Realizar revisões anuais aos equipamentos de combate a incêndio.	MEC	ESP EQ
Manutenção da máquina deficiente ou inexistente	Contato elétrico	Eletrocussão, choque elétrico	15	6	0,5	45	Moderado	Verificar o bom estado de conservação dos equipamentos e dos respetivos cabos elétricos. Não sobrecarregar as tomadas ou extensões elétricas com muitas ligações em simultâneo. Não utilizando fios ou fichas elétricas danificadas. Não manusear equipamentos elétricos ligados à corrente, nem estabelecer ligações elétricas, com as mãos ou qualquer outra parte do corpo húmida ou molhada, ou sobre piso húmido ou molhado.	MEC	EQ
Movimentação de material	Queda de material em manipulação	Contusão, fratura	1	10	3	30	Moderado	Garantir a estabilidade da peça durante a operação de corte. Utilizar botas de proteção com biqueira de aço.	MEC	HUM
Ligações de gases perigosos (monóxido de carbono)	Asfixia e inalação de gases e fumos nocivos	Desmaio, náuseas	5	6	6	180	Notável	Implementar um sistema de exaustão de gases de soldadura. Utilizar máscaras de proteção para fumos e gases.	QUI	HUM
Projeção de partículas incandescentes	Exposição a radiações	Queimaduras	5	6	6	180	Notável	O colaborador deverá utilizar um avental e luvas de couro que lhe confiram uma proteção térmica e mecânica. Utilizar óculos de proteção adequados.	QUI	HUM
Retorno da chama	Incêndio ou explosão	Queimaduras, perdas patrimoniais, morte	15	4	3	180	Notável	Aplicar válvulas anti-retorno nas garrafas. Estas deverão permanecer de pé e estar presas. Delimitar as zonas destinadas aos colaboradores aos trabalhos de soldadura, mantê-las devidamente arrumadas e desimpedidas de obstáculos e detritos, especialmente os combustíveis. Não fumar, nem foguear na zona de soldadura.	MEC	EQ
Incorreta utilização do aparelho de soldar	Risco elétrico	Eletrocussão, choque elétrico	5	6	3	90	Notável	Ligação dos equipamentos de soldadura à terra e protecção diferencial. Utilizar o equipamento de acordo com as instruções do manual de segurança.	MEC	HUM

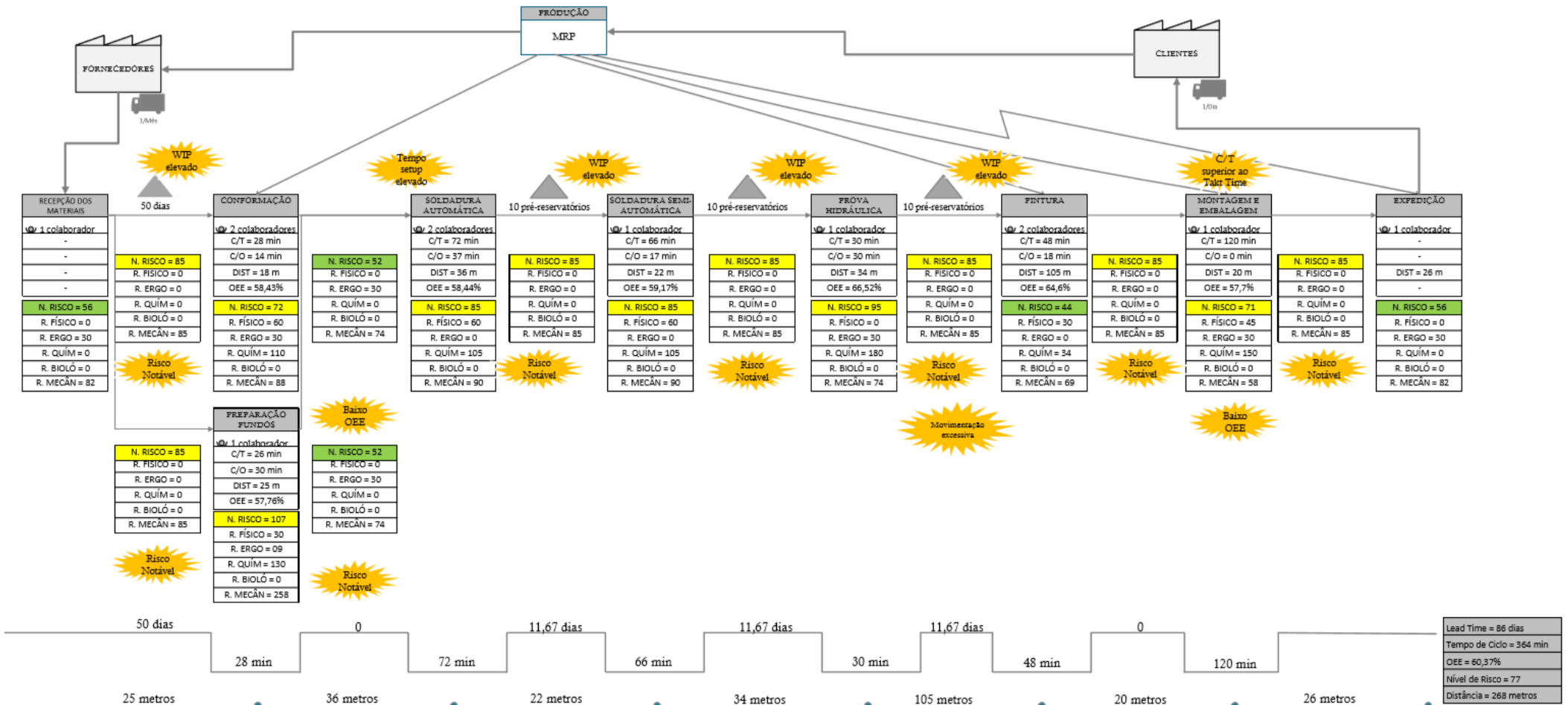
Avaliação de Riscos		Prova Hidráulica		Método William Fine				Preparado por: José Paulo Marques Data: 20/02/2020		
Perigo	Risco associado	Consequência	FC	FE	FP	GP	Nível de Intervenção	Medidas Preventivas/Corretivas	Tipo	Causa
Movimentação mecânica de cargas com recurso a empilhador	Queda e choque com objetos	Contusão	5	10	1	50	Moderado	O empilhador só deve ser manobrado por um condutor devidamente habilitado. Nunca se poderá elevar uma carga superior à capacidade máxima de transporte do empilhador. Movimentando a	MEC	ESP
	Quedas a diferentes níveis	Contusão, entorse	5	10	3	150	Notável	Manobrar o empilhador em pavimentos resistentes e sem irregularidades. O condutor do empilhador deverá manter as extremidades do corpo dentro dos limites da cabina do empilhador.	MEC	ESP
	Atropelamento/ Esmagamento/Entalamento	Traumatismos múltiplos	15	10	0,5	75	Notável	Deverá existir delimitação da zona de circulação de empilhador e da zona destinada à circulação de pessoas. Os condutores do empilhador devem ter especial cuidado nos cruzamentos, passagens de altura limitada, desníveis do pavimento. Estas zonas devem ser sinalizadas ou eventualmente, proceder-se a colocação de espelhos. É expressamente proibido o transporte de pessoas no empilhador (excepto o condutor).	MEC	HUM
	Capotamento	Traumatismos múltiplos	15	10	0,5	75	Notável	Na descida de rampas, o empilhador deverá ser manobrado em marcha-atrás e com a carga ligeiramente inclinada para trás.	MEC	ESP
	Incêndio	Queimadura, perdas patrimoniais	15	10	0,5	75	Notável	Nunca fumar ou foguear na proximidade do empilhador a gás. Desligar sempre o motor quando o empilhador não se encontra a manobrar.	MEC	HUM
	Ligações de gases perigosos (monóxido de carbono)	Asfixia e inalação de gases e fumos nocivos	Desmaio, náuseas	5	6	6	180	Notável	Implementar um sistema de exaustão de gases de soldadura. Utilizar máscaras de proteção para fumos e gases.	QUI
Movimentação manual de cargas	Posturas incorretas	Lesão músculo-esqueléticas	1	10	3	30	Moderado	Evitar o manuseamento de cargas não adequadas em termos de volume ou peso. Adoptar uma posição correta de trabalho, tendo em consideração: o centro de gravidade do colaborador deve estar mais próximo possível e por cima do centro de gravidade da carga, respeitar os princípios ergonómicos estabelecidos para um correto manuseamento de cargas. Formar os colaboradores para o correto manuseamento das cargas e adoção de posturas de trabalho adequadas.	ERG	HUM
	Cortes	Escoriações	1	10	3	30	Moderado	Utilizar luvas de proteção mecânica.	MEC	HUM
	Choque/pancadas com materiais	Hematomas	1	10	3	30	Moderado	Transportar as peças metálicas e varões ao ombro por um mínimo de dois colaboradores. Se tal não for possível, a frente deve estar a uma altura superior ao capacete do colaborador que as transporta, de forma a evitar ferimentos no rosto dos colegas.	MEC	ESP
	Queda de materiais/objetos	Contusão, fraturas	1	10	3	30	Moderado	Usar botas de proteção com palmilhas e biqueira de aço.	MEC	HUM
	Quedas ao mesmo nível	Contusão, entorse, fratura	5	10	3	150	Notável	Sinalizar as zonas de passagem perigosa. Manter os espaços de circulação e operação junto às máquinas desobstruídos, arrumados e limpos de limalhas e desperdícios.	MEC	ESP

Avaliação de Riscos		Pintura		Método William Fine				Preparado por: José Paulo Marques Data: 20/02/2020		
Perigo	Risco associado	Consequência	FC	FE	FP	GP	Nível de Intervenção	Medidas Preventivas/Corretivas	Tipo	Causa
Aplicação de produtos anticorrosivos e primários de pintura	Inalação de vapores tóxicos	Pneumoconioses, intoxicação, asfixia	1	10	3	30	Moderado	Todos os componentes químicos utilizados devem possuir fichas de segurança. As indicações (frases S e R) presentes na ficha de segurança deverão ser seguidas com precaução. Sempre que possível devem ser utilizadas tintas e solventes que apresentem a menor toxicidade possível. Redução ao mínimo indispensável das quantidades de tintas e solventes presentes na bancada e tapan convenientemente os frascos / latas sempre que não estejam a ser utilizados. Assegurar uma ventilação e renovação do ar eficiente no local onde são preparadas as tintas (e espaço envolvente). Usar os equipamentos de proteção individual adequados (máscaras para vapores).	QUI	ESP
Aplicação de produtos anticorrosivos e primários de pintura	Contacto com substâncias nocivas	Queimadura química, dermatites, irritação cutânea	1	10	3	30	Moderado	Usar os equipamentos de proteção individual adequados (luvas de proteção). Nunca utilizar diluente, nafta, tricloroetileno, tetracloretoileno ou detergentes de limpeza para lavar as mãos ou outra parte do corpo.	QUI	HUM
Aplicação de produtos anticorrosivos e primários de pintura	Incêndio ou explosão	Queimadura, perdas patrimoniais	15	10	0,5	75	Notável	Não fumar na zona de preparação das tintas. Realizar as atividades numa zona adequada afastada dos materiais combustíveis. Realizar uma revisão anual aos equipamentos de deteção e combate a incêndio.	MEC	EQ
Derrames de líquidos sobre a bancada de trabalho e sobre o pavimento	Queda ao mesmo nível	Contusão, entorse	5	10	1	50	Moderado	Limpar de imediato qualquer derrame de produto químico. Utilizar calçado adequado com cola antiderrapante.	MEC	HUM
Libertação de solventes orgânicos	Inalação de vapores químicos	Pneumoconioses, intoxicação, asfixia	1	10	3	30	Moderado	Implementar um sistema de extração/aspiração localizado. Assegurar uma ventilação e renovação do ar eficiente no local onde são preparadas as tintas. Utilizar os equipamentos de proteção individual adequados (máscaras para vapores).	QUI	ESP
Derrames de líquidos sobre a bancada de trabalho e sobre o pavimento	Contacto com materiais e substâncias químicas	Queimadura química, dermatites, irritação cutânea	1	10	3	30	Moderado	Sempre que possível, devem ser utilizadas tintas e solventes que apresentem a menor toxicidade possível. Os produtos devem ser colocados em cima de bacias de retenção.	QUI	HUM
Libertação de solventes orgânicos	Incêndio ou explosão	Queimaduras, perdas patrimoniais	15	10	0,5	75	Notável	Realizar os trabalhos numa zona adequada afastada de materiais combustíveis. Realização de uma revisão anual aos equipamentos de deteção e combate a incêndio. Não fumar no local de preparação das tintas.	MEC	EQ
Trabalho de pintura dentro da cabine	Incêndio ou explosão	Queimadura, perdas patrimoniais	15	10	0,5	75	Notável	Não fumar na cabine de pintura. A iluminação das câmaras de pintura deverá ser do tipo antideflagrante.	MEC	ESP
Trabalho de pintura dentro da cabine	Exposição ao ruído devido às ferramentas pneumáticas	Surdez profissional	1	10	3	30	Moderado	Proceder a medição do ruído. Caso os valores obtidos sejam superiores a 80 dB recomenda-se o uso de auriculares de proteção.	FIS	EQ
Trabalho de pintura dentro da cabine	Contacto e inalação de substâncias nocivas	Pneumoconioses, intoxicação, asfixia	5	10	1	50	Moderado	Colocação de sinalização de uso obrigatório de EPI's - para as vias respiratórias, mãos, olhos, pés e protecção auricular (se os níveis de ruído o justificarem). Usar máscaras de protecção de carvão activo. Utilizar sempre vestuário e calçado anti-estático apropriados às temperaturas existentes na câmara de pintura. Estabelecer uma calendarização regular para substituição dos filtros. Nunca permanecer na cabine de pintura durante todo o processo de secagem.	QUI	HUM

RUBETE		RUBETE - EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS					RUBETE			
Avaliação de Riscos		Montagem e Embalagem		Método William Fine			Preparado por: José Paulo Marques Data: 21/02/2020			
Perigo	Risco associado	Consequência	FC	FE	FP	GP	Nível de Intervenção	Medidas Preventivas/Corretivas	Tipo	Causa
Trabalhos de perfuração	Exposição ao ruído	Surdez	1	10	6	60	Moderado	Efetuar exames audiométricos regulares e medição do ruído. Organizar o trabalho de modo a diversificar a atividade e permitir a rotatividade.	FIS	EQ
Manutenção da máquina de furar deficiente ou inexistente	Contacto elétrico	Eletrocussão, choque elétrico	15	10	0,5	75	Notável	As máquinas devem ser alvo de manutenções periódicas no sentido de se verificar o seu funcionamento seguro, e de inspeções adicionais sempre que sejam feitas alterações na máquina, haja um acidente ou por falta de uso prolongado. Ligar as máquinas e equipamentos elétricos à terra e proteger o circuito elétrico com disjuntores; o quadro elétrico deve ser conservado em bom estado, sem humidade e protegido de poeiras e outros resíduos.	MEC	EQ
Projeção de fragmentos no processo de furação	Projeção de materiais/partículas	Lesão ocular	5	10	3	150	Notável	Utilizar óculos de proteção adequados.	QUI	HUM
Trabalho de retificação com o uso do martelo	Choques ou pancadas por objetos móveis	Lesões superficiais, contusão	1	10	3	30	Moderado	Avaliação periódica da exposição. Utilização dos equipamentos de proteção (luvas, botas de proteção com biqueira de aço).	MEC	HUM
	Exposição a vibrações	Efeitos das vibrações	1	10	3	30	Moderado	Avaliação periódica da exposição. Adoção de procedimentos e métodos de trabalho alternativos que permitam reduzir a exposição a vibrações mecânicas.	FIS	EQ
Movimentação manual de cargas	Posturas incorretas	Lesão músculo-esqueléticas	1	10	3	30	Moderado	Evitar o manuseamento de cargas não adequadas em termos de volume ou peso. Adoptar uma posição correta de trabalho, tendo em consideração: o centro de gravidade do colaborador deve estar mais próximo possível e por cima do centro de gravidade da carga, respeitar os princípios ergonómicos estabelecidos para um correto manuseamento de cargas. Formar os colaboradores para o correto manuseamento das cargas e adoção de posturas de trabalho adequadas.	ERG	HUM
	Cortes	Escoriações	1	10	3	30	Moderado	Utilizar luvas de proteção mecânica.	MEC	HUM
	Choque/pancadas com materiais	Hematomas	1	10	3	30	Moderado	Transportar as peças metálicas e varões ao ombro por um mínimo de dois colaboradores. Se tal não for possível, a frente deve estar a uma altura superior ao capacete do colaborador que as transporta, de forma a evitar ferimentos no rosto dos colegas.	MEC	ESP
	Queda de materiais/objetos	Contusão, fraturas	1	10	3	30	Moderado	Usar botas de proteção com palmilhas e biqueira de aço.	MEC	HUM
	Quedas ao mesmo nível	Contusão, entorse, fratura	5	10	3	150	Notável	Sinalizar as zonas de passagem perigosas. Manter os espaços de circulação e operação junto às máquinas desobstruídos, arrumados e limpos de limalhas e desperdícios.	MEC	ESP

RUBETE		RUBETE - EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS					RUBETE			
Avaliação de Riscos		Expedição		Método William Fine			Preparado por: José Paulo Marques Data: 21/02/2020			
Perigo	Risco associado	Consequência	FC	FE	FP	GP	Nível de Intervenção	Medidas Preventivas/Corretivas	Tipo	Causa
Movimentação mecânica de cargas com recurso a empilhador	Queda e choque com objetos	Contusão	5	10	1	50	Moderado	O empilhador só deve ser manobrado por um condutor devidamente habilitado. Nunca se poderá elevar uma carga superior à capacidade máxima de transporte do empilhador. Movimentando a carga com os dois garfos. Manobrar o empilhador em pavimentos resistentes e sem irregularidades.	MEC	ESP
	Quedas a diferentes níveis	Contusão, entorse	5	10	3	150	Notável	O condutor do empilhador deverá manobrá-lo sempre sentado e com o cinto de segurança ou barra metálica colocada. O condutor do empilhador deverá manter as extremidades do corpo dentro dos limites da cabina do empilhador.	MEC	ESP
	Atropelamento/ Esmagamento/Entalamento	Traumatismos múltiplos	15	10	0,5	75	Notável	Deverá existir delimitação da zona de circulação de empilhador e da zona destinada à circulação de pessoas. Os condutores do empilhador devem ter especial cuidado nos cruzamentos, passagens de altura limitada, desníveis do pavimento. Estas zonas devem ser sinalizadas ou eventualmente, proceder-se a colocação de espelhos. É expressamente proibido o transporte de pessoas no empilhador (exceto o condutor).	MEC	HUM
	Capotamento	Traumatismos múltiplos	15	10	0,5	75	Notável	Na descida de rampas, o empilhador deverá ser manobrado em marcha-atrás e com a carga ligeiramente inclinada para trás.	MEC	ESP
	Incêndio	Queimadura, perdas patrimoniais	15	10	0,5	75	Notável	Nunca fumar ou foguear na proximidade do empilhador a gás. Desligar sempre o motor quando o empilhador não se encontra a manobrar.	MEC	HUM
Utilização de escada de mão	Queda a diferentes níveis	Contusão, fraturas	5	10	3	150	Notável	Apenas utilizar escadas de mão resistentes, rígidas, construídas com materiais sólidos, isentas de defeitos, em bom estado de conservação e de utilização. As escadas de mão devem ser colocadas de modo a garantir a sua estabilidade durante a utilização. Os apoios das escadas de mão devem assentar em suporte estável e resistente, de dimensão adequada e móvel, de modo a que os degraus se mantenham em posição horizontal durante a utilização. As escadas só devem ser utilizadas por um colaborador de cada vez. Não transportar nada nas mãos quando sobe ou desce uma escada de mão. Não colocar escadas de mão atrás das portas ou em locais de passagem ou circulação.	MEC	ESP
Movimentação manual de cargas	Posturas incorretas	Lesão músculo-esqueléticas	1	10	3	30	Moderado	Adoptar uma posição correta de trabalho, tendo em consideração: o centro de gravidade do colaborador deve estar mais próximo possível e por cima do centro de gravidade da carga, respeitar os princípios ergonómicos estabelecidos para um correto manuseamento de cargas. Formar os colaboradores para o correto manuseamento das cargas e adoção de posturas de trabalho adequadas.	ERG	HUM
	Cortes	Escoriações	1	10	3	30	Moderado	Utilizar luvas de proteção mecânica.	MEC	HUM
	Choque/pancadas com materiais	Hematomas	1	10	3	30	Moderado	Transportar as peças metálicas e varões ao ombro por um mínimo de dois colaboradores. Se tal não for possível, a frente deve estar a uma altura superior ao capacete do colaborador que as transporta, de forma a evitar ferimentos no rosto dos colegas.	MEC	ESP
	Quedas ao mesmo nível	Contusão, entorse, fratura	5	10	3	150	Notável	Sinalizar as zonas de passagem perigosa. Manter os espaços de circulação e operação junto às máquinas desobstruídos, arrumados e limpos de limalhas e desperdícios.	MEC	ESP

APÊNDICE B – SAFETY AND VALUE STREAM MAPPING [ESTADO ATUAL DA RUBETE]



APÊNDICE C – SAFETY AND VALUE STREAM MAPPING [ESTADO FUTURO DA RUBETE]

