



Lean Safety - Estudo do impacto do Lean Seis Sigma na Segurança

LILIANA RAQUEL MOREIRA ALVES TEIXEIRA

dezembro de 2020

**LEAN SAFETY - ESTUDO DO IMPACTO DO LEAN SEIS
SIGMA NA SEGURANÇA**

Liliana Raquel Moreira Alves Teixeira

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

LEAN SAFETY - ESTUDO DO IMPACTO DO LEAN SEIS SIGMA NA SEGURANÇA

Liliana Raquel Moreira Alves Teixeira

Estudante n.º 1180165

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

Uma dissertação de mestrado, embora seja um trabalho individual, necessita do contributo e do apoio de várias pessoas.

Assim, quero agradecer a todas as pessoas e organizações que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao professor José Carlos Vieira de Sá, pelos conhecimentos transmitidos, pelo auxílio e motivação constantes nas várias circunstâncias em que este trabalho decorreu.

Aos meus colegas de curso, pela entreaajuda, colaboração e amizade que me deram ao longo destes meses em que decorreu o mestrado.

À minha família, pelo apoio, motivação e compreensão constantes.

A todos muito obrigado!

página propositadamente em branco

RESUMO

Lean Seis Sigma é uma filosofia que combina a estratégia *Lean* e Seis Sigma, para reduzir custos e melhorar a eficiência das empresas, reduzindo a variabilidade dos processos e eliminando desperdícios e atividades que não agregam valor.

Esta é uma filosofia utilizada em vários setores, cujo sucesso depende sobretudo do envolvimento da gestão, dos funcionários e do compromisso com a melhoria da satisfação do cliente. Mas quando o foco é a produtividade e otimização dos processos, manter a segurança e o envolvimento dos colaboradores pode ser um desafio.

Assim, é importante que as implementações de ferramentas de melhoria contínua, tenham em conta os aspetos relacionados com a Segurança Ocupacional, uma vez que a ocorrência de incidentes podem interromper a atividade e colocar em risco toda a desempenho das empresas.

O objetivo deste trabalho é avaliar de que forma a implementação desta filosofia tem impacto na Segurança e Saúde do Trabalho, em especial se a maturidade de um sistema de melhoria pode afetar a cultura de segurança da empresa.

Para tal desenvolveu-se um modelo conceptual que permite relacionar a maturidade de implementação de ferramentas *Lean Seis Sigma* com a cultura de segurança das empresas.

O modelo foi validado através da realização de um inquérito dirigido a empresas que implementam ferramentas *Lean* ou Seis Sigma.

O estudo estatístico efetuado aos resultados obtidos do inquérito, permitiu comprovar a fiabilidade do inquérito, uma vez que o valor obtido de Alfa de Cronbach foi de 0,92. No entanto não se conseguiu comprovar estatisticamente, que a maturidade de implementação de ferramentas *Lean Seis Sigma* está relacionada níveis de cultura de segurança superiores. No entanto este estudo permitiu concluir que as empresas, sobretudo do setor industrial português, que participaram na amostra, utilizam maioritariamente as ferramentas 5S, Gestão visual, *Standard Work*, *Kaizen* diário e *Kanban*, e que a certificação nos referenciais ISO 45001 e 14001 está relacionada afeta positivamente a cultura de segurança das organizações.

PALAVRAS-CHAVE

Lean Safety, *Lean Seis Sigma*, Segurança e Saúde do Trabalho, *Lean*, Seis Sigma, 5S's.

página propositadamente em branco

ABSTRACT

Lean Six Sigma is a philosophy that combines the *Lean* and Six Sigma strategy to reduce costs and improve the efficiency of companies, reducing the variability of processes and eliminating waste and activities that do not add value.

This is a philosophy used in several sectors, whose success depends mainly on the involvement of management, employees, and commitment to improving customer satisfaction. But when the focus is on productivity and process optimization, maintaining safety and employee involvement can be a challenge.

Thus, it is important that the implementation of continuous improvement tools, consider aspects related to Occupational Safety, since the occurrence of incidents can interrupt the activity and endanger the entire performance of companies.

The objective of this work is to evaluate how the implementation of these philosophies has an impact on Occupational Health and Safety, especially if the maturity of an improvement system can affect the company's safety culture.

To this end, a conceptual model was developed that allows to relate the implementation maturity of *Lean Six Sigma* tools with the security culture of companies.

The model was validated by conducting a questionnaire addressed to companies that implement Lean or Six Sigma tools.

The statistical study carried out on the results obtained from the survey, allowed to prove the reliability of the survey, since the value obtained from Cronbach's alpha was 0.92. It was not possible to prove statistically, that the implementation maturity of Lean Six Sigma tools is related to higher levels of safety culture. However, this study allowed us to conclude that companies, mainly from the Portuguese industrial sector, which participated in the sample, mostly use the tools 5S, Visual Management, Standard Work, Daily Kaizen and Kanban, and that the certification in ISO 45001 and 14001 is related positively affects in the safety culture of organizations.

KEY WORDS:

Lean Safety, Lean Six Sigma, Occupational Safety and Health, Lean, Six Sigma, 5S's.

página propositadamente em branco

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABELAS	XI
LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS.....	XIII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento e pertinência	1
1.2. Questão e objetivos de investigação.....	3
1.3. Opções metodológicas	4
1.4. Estrutura do trabalho	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1. Melhoria contínua	6
2.1.1. Filosofia <i>Lean</i>	6
2.1.2. <i>Kaizen</i>	8
2.1.3. Seis Sigma.....	9
2.2. Relação entre a cultura de segurança e as ferramentas de melhoria.....	10
2.3. Metodologia de pesquisa	12
3. Desenvolvimento de <i>framework</i>	21
3.1. Modelo conceptual proposto de relação da maturidade do sistema com a SST.....	21
3.2. Validação da <i>Framework</i>	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1. Metodologia análise estatística.....	27
4.2. Análise estatística dos dados e discussão resultados	27
5. CONCLUSÃO	73
5.1. Conclusões finais	73
5.2. Limitações e investigação futura.....	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
APÊNDICE A.....	79

página propositadamente em branco

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Custo relacionado com acidentes de trabalho.....	2
Figura 2: Anos Perdidos como resultado de acidentes ou doença profissional	3
Figura 3: Oito desperdícios do <i>Lean Manufacturing</i>	7
Figura 4: Métodos e Ferramentas <i>Lean</i>	8
Figura 5: Ciclo Kaizen.....	9
Figura 6: Artigos pesquisados por ano de publicação.....	13
Figura 7: Resumo do processo sistemático de pesquisa bibliográfica.....	14
Figura 8: Representação esquemática das etapas da pesquisa.....	14
Figura 9: Relação das ferramentas de melhoria dos artigos revistos.	15
Figura 10: <i>Lean Six Sigma Safety Behavior</i>	22
Figura 11: Distribuição percentual da atividade das empresas inquiridas.	28
Figura 12: Proporção de empresas por classes de número de funcionários.	28
Figura 13: Certificação em sistemas de gestão.....	29
Figura 14: Distribuição percentual de utilização das ferramentas <i>Lean Seis Sigma</i>	30
Figura 15: Tempo de implementação das ferramentas <i>Lean Seis Sigma</i>	31
Figura 16: Proporção de empresas com funções profissionais afetas a melhoria contínua.....	31
Figura 17: Percentagem de empresas que recorreram a consultoria especializada em melhoria contínua.	32
Figura 18: Proporção de empresas que possuía cargos dedicados a SST.	32
Figura 19: Acidentes de trabalho e doenças profissionais reportados em 2019.	33
Figura 20: Distribuição percentual do nível de concordância por tema abordado.	36
Figura 21: Grafico scree plot da análise fatorial exploratória.....	39
Figura 22: Resumo dos testes de Kruskal Wallis entre o tempo de utilização de ferramentas Lean Seis sigma e variáveis relativas à cultura de segurança.....	40
Figura 23: Resumo dos testes de Mann Whitney entre a certificação ISO 45001 e as variáveis relativas à cultura de segurança.	44
Figura 24: Teste de Mann Whitney para as variáveis ISO 45001 e Limpeza e organização.....	45
Figura 25: Teste de Mann Whitney para as variáveis ISO 45001 e Cumprimento de regras de trabalho e SST.	45
Figura 26: Teste de Mann Whitney para as variáveis ISO 45001 e Envolvimento da gestão de topo.	46
Figura 27: Teste de Mann Whitney para as variáveis ISO 45001 e Envolvimento dos colaboradores.	46
Figura 28: Teste de Mann Whitney para as variáveis ISO 45001 e Reporte de falhas.....	47
Figura 29: Resumo dos testes de Mann Whitney entre a certificação ISO 14001 e as variáveis relativas à cultura de segurança.	48
Figura 30: Teste de Mann Whitney para as variáveis ISO 14001 e Limpeza e organização.....	49
Figura 31: Teste de Mann Whitney para as variáveis ISO 14001 e Cumprimento de regras de trabalho e SST.....	49
Figura 32: Teste de Mann Whitney para as variáveis ISO 14001 e Investimento em SST.	50
Figura 33: Teste de Mann Whitney para as variáveis ISO 14001 e Formação contínua dos colaboradores.	50

Figura 34: Teste de Mann Whitney para as variáveis ISO 14001 e Formação suficiente dos colaboradores.	52
Figura 35: Resumo dos testes de Mann Whitney entre a certificação ISO 9001 e as variáveis relativas à cultura de segurança.	53
Figura 36: o dos testes de Mann Whitney para outras certificações e as variáveis relativas à cultura de segurança.	54
Figura 37: Resumo dos testes de Mann Whitney entre a ferramenta Gestão visual e as variáveis relativas à cultura de segurança.	56
Figura 38: Teste de Mann Whitney para o uso de Gestão visual e a variável Investimento em medidas SST.	57
Figura 39: Resumo dos testes de Mann Whitney entre a ferramenta A3 e as variáveis relativas à cultura de segurança.	58
Figura 40: Teste de Mann Whitney para o uso da ferramenta A3 e a variável Cumprimento de regras de trabalho e SST.	59
Figura 41: Teste de Mann Whitney para o uso da ferramenta A3 e a variável Reporte de falhas. .	59
Figura 42: Teste de Mann Whitney para o uso da ferramenta A3 e a variável Formação e desenvolvimento dos colaboradores.	60
Figura 43: Teste de Mann Whitney para o uso da ferramenta A3 e a variável Autonomia dos colaboradores.	60
Figura 44: Resumo dos testes de Mann Whitney entre a ferramenta <i>Standard work</i> e as variáveis relativas à cultura de segurança.	61
Figura 45: Teste de Mann Whitney para o uso da ferramenta <i>Standard work</i> e a variável Investimento medidas SST.	62
Figura 46: Resumo dos testes de Mann Whitney entre a ferramenta OEE e as variáveis relativas à cultura de segurança.	63
Figura 47: Teste de Mann Whitney para o uso da ferramenta OEE e a variável Cumprimento de regras de trabalho e SST.	64
Figura 48: Teste de Mann Whitney para o uso da ferramenta OEE e a variável Reporte de falhas.	64
Figura 49: Teste de Mann Whitney para o uso da ferramenta OEE e a variável Investimento em medidas SST.	65
Figura 50: Teste de Kruskal Wallis para as classes do número de funcionários e as variáveis relativas à cultura de segurança.	66
Figura 51: Teste de Mann Whitney que relaciona a existência de cargos associados à melhoria e as variáveis relativas à cultura de segurança.	67
Figura 52: Teste de Kruskal-Wallis para as variáveis Cargos associados à melhoria Contínua e Envolvimento dos colaboradores.	68
Figura 53: Teste de Mann Whitney que relaciona a existência de cargos associados à SST e as variáveis relativas à cultura de segurança.	69
Figura 54: Teste de Kruskal-Wallis para as variáveis Cargos associados a SST e Investimento em SST.	70
Figura 55: Teste de Kruskal-Wallis para as variáveis Cargos associados a SST e Investimento em SST.	71

página propositadamente em branco

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Riscos ocupacionais associados aos desperdícios Lean.	11
Tabela 2: Critérios de inclusão e exclusão na pesquisa bibliográfica.....	13
Tabela 3: Descrição sucinta dos artigos revistos.....	15
Tabela 4: Relação entre maturidade do sistema e comportamentos relevantes para SST.	23
Tabela 5: Frequência absoluta e relativa das ferramentas <i>Lean Seis Sigmas</i> utilizadas.....	30
Tabela 6: Correspondência entre escala de Likert e o nível de cultura de segurança.	34
Tabela 7: Proporção de respostas globais por níveis de concordância.	34
Tabela 8: Análise descritiva das respostas por nível de concordância e por tema abordado.	35
Tabela 9: Consistência interna do questionário segundo o valor de alfa..	37
Tabela 10: Estatísticas de fiabilidade.	37
Tabela 11: Estatística de fiabilidade por item.....	37
Tabela 12: Análise fatorial, teste KMO e Bartlett.	38
Tabela 13: Matriz de componente rotativa.	38
Tabela 14: Tabulação cruzada entre tempo de implementação da ferramenta e variáveis de cultura de segurança.	41

página propositadamente em branco

LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS

Lista de Siglas

5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke</i>
AR	Avaliação de riscos
DMAIC	<i>Define, Measure, Analyze, Improve and Control</i>
DMADV	<i>Define, Measure, Analyze, Design and Verify</i>
DFSS	<i>Design for Six Sigma</i>
EUA	Estados Unidos da América
EU-OSHA	Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho
GT	Gestão de topo
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
ISO	<i>Internacional Standard Organization</i>
JIT	<i>Just-in-time</i>
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPL	<i>One Point Lesson</i>
SST	Segurança e Saúde do Trabalho
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
UE	União Europeia

página propositadamente em branco

1. INTRODUÇÃO

A atual conjuntura empresarial e social requer às empresas constantes mudanças. As novas tecnologias, a necessidade de diversificação de produtos ou serviços disponibilizados e as constantes alterações de paradigma das partes interessadas, nomeadamente a responsabilidade social e ambiental, obrigam as empresas a constantes alterações nos seus processos produtivos. Não é possível permanecer no mercado, sem de diferenciar da concorrência, pelo que o aperfeiçoamento constante dos processos produtivos é essencial para assegurar a continuidade e competitividade do negócio. Produzir mais, ao menor custo, com qualidade, em segurança e criando valor para todas as partes interessada, são desafios constantes para todas as organizações (Pinto, 2009).

A Melhoria Contínua é uma prática adotada por várias empresas, independentemente da sua dimensão ou complexidade, com vista a aumentar a eficiência e potenciar a produtividade. Não existe uma “fórmula” que permita obter os melhores resultados. É um processo cíclico, que consiste na implementação de ferramentas, de forma consistente e organizada, promovendo o fluxo de informação entre departamentos, e que gera um conjunto de ideias e práticas que beneficiam toda a estrutura empresarial.

Quando falamos de melhoria contínua, surgem, com frequência, associados os conceitos Lean, Kaizen e Seis Sigma. Cada metodologia tem a sua particularidade, mas todos compartilham a mesma filosofia de melhoria contínua, que inclui ciclos de avaliação, definição de métricas, aperfeiçoamento e monitorização. O *Lean Seis Sigma* surgiu da junção da metodologia Seis Sigma com os conceitos de *Lean Manufacturing*. Esta metodologia permite reduzir a variabilidade dos processos e eliminar desperdícios e atividades que não agregam valor.

Mas será que este modelo de excelência operacional, cria valor para todas as partes interessadas? Uma dessas partes interessadas são os colaboradores, que têm importância decisiva no sucesso da implementação de qualquer ferramenta de melhoria contínua. Alguns estudos apontam que com a aplicação de ferramentas de melhoria, as condições de trabalho são preteridas em detrimento de maiores níveis de produtividade, o que podem gerar aumento da carga de trabalho, stress e lesões diversas.

Assim, neste trabalho pretende-se, através de revisão de literatura e desenvolvimento de um modelo conceptual, avaliar o impacto das ferramentas *Lean Seis Sigma* na Segurança e Saúde Ocupacional.

1.1. Enquadramento e pertinência

Durante o desempenho da sua atividade laboral, os colaboradores estão expostos a diversos riscos para a sua segurança e saúde. Todos os perigos que possam existir associados ao espaço e a tarefas de trabalho influenciam diretamente o ambiente de trabalho geral e a organização, pelo que a Segurança e Saúde do Trabalho (SST) assume um papel preponderante na gestão estratégica dos

recursos humanos. Acidentes de trabalho e doenças profissionais, para além do prejuízo para os próprios trabalhadores, geram custos avultados para as empresas e para a sociedade.

A segurança do local de trabalho é considerada por Organização Mundial da Saúde (OMS), uma prioridade para promoção da saúde e para o desenvolvimento económico e social sustentáveis (OMS, 2010).

Continua a verificar-se a necessidade de melhorar as condições de trabalho nas empresas da União Europeia (UE). Em 2016, foram relatados 3182 acidentes de trabalho mortais e cerca de 2,4 milhões de acidentes, não mortais, dos quais resultaram pelo menos 4 dias de ausência no trabalho. Outro estudo contabilizou que em 2013, cerca de 7,9% dos trabalhadores no ativo, sofriam problemas de saúde ocupacional (EU-OSHA - European Agency for Safety and Health at Work, 2019). Estima-se que lesões relacionadas com acidentes de trabalho custaram cerca de 2,680 biliões de euros, a nível global, sendo que 476 biliões de euros é o custo resultante dos acidentes ocorridos só nos países da EU (Figura 1). Cerca de 123,3 milhões de dias de trabalho são perdidos globalmente como resultado de doenças ou lesões relacionadas com o trabalho (Figura 2) (EU-OSHA - European Agency for Safety and Health at Work, 2020).

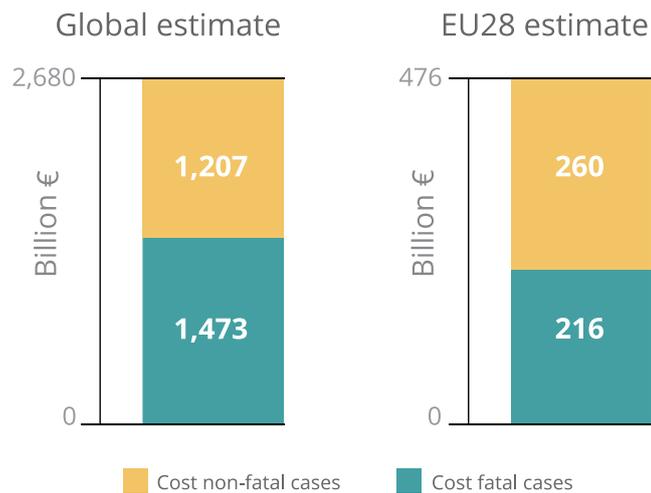


Figura 1: Custo relacionado com acidentes de trabalho (OSH costs - Data Visualisation Tool - European Agency for Safety and Health at Work, 2017).

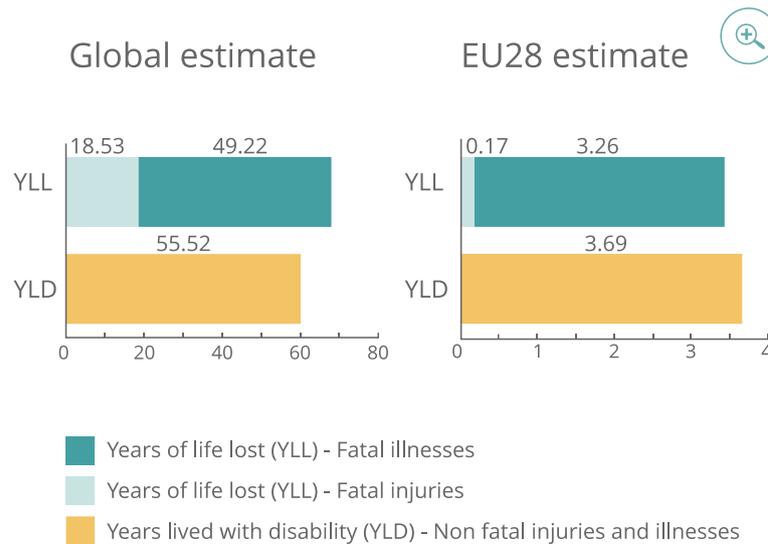


Figura 2: Anos Perdidos como resultado de acidentes ou doença profissional (OSH costs - Data Visualisation Tool - European Agency for Safety and Health at Work, 2017).

Alguns autores referem que os uso de ferramentas *Lean* melhoram o local de trabalho. Costa et al. (2018) e Jiménez et al. (2019), afirmam que a implementação da ferramenta 5S's melhora a organização dos locais de trabalho e por conseguinte os níveis de segurança. Já Mor et al. (2019) refere que a utilização de *Standard Work* possibilitou ganhos a nível de eficiência e segurança dos processos. Existem, no entanto, outros estudos citados por Longoni et al. (2013), em que são referidos impactos negativos das ferramentas *Lean* na segurança, como é o caso do *Just-in-time* (JIT), que ao diminuir as possibilidade de pausas, pode aumentar a carga e a intensidade de trabalho. Hamja et al. (2019), sugere que são necessários mais estudos, a longo prazo, que avaliem os efeitos na SST, em particular nas lesões músculo-esqueléticas que possam resultar do aumento de produtividade e diminuição do tempo de ciclo.

Conclui-se assim, que a relação entre as ferramentas *Lean* e a segurança e saúde ocupacional, ainda não é claramente entendida, o que justifica a pertinência deste trabalho.

1.2. Questão e objetivos de investigação

Este trabalho tem como objetivo perceber a relação entre *Lean* e Seis Sigma na Segurança Ocupacional.

Para estudar a relação entre as filosofias e as condições SST, das organizações onde essas ferramentas foram implementadas, foi primeiramente efetuada uma revisão sistemática de artigos e estudos relacionados com *Lean* e a Segurança e Saúde do Trabalho, a partir da qual se pretende-se perceber:

- Quais as ferramentas mais comumente utilizadas pelas organizações, que referem o uso de metodologias de melhoria continua e têm em consideração os aspetos relacionados com a segurança ocupacional;

- Qual a relação de cada ferramenta com as condições de segurança e saúde dos locais de trabalho; perceber se o efeito na SST é positivo ou negativo;
- Identificar, sempre que possível, as lacunas associadas a cada ferramenta.

Posteriormente, e tendo em consideração os resultados obtidos na revisão bibliográfica efetuada, pretende-se desenvolver um modelo conceptual com o objetivo de relacionar a maturidade da implementação das ferramentas Lean Seis Sigma, com a cultura de segurança das organizações.

1.3. Opções metodológicas

A metodologia utilizada para esta dissertação foi a metodologia investigação dedutiva, por ser a que melhor se enquadra neste projeto, uma vez que permite testar hipóteses resultantes de análise de informação e raciocínio lógico.

Esta metodologia parte de princípios reconhecidos como verdadeiros, que através de uma construção lógica que advém de pressuposições, permite obter uma conclusão, ou seja, uma possível solução para o problema (Gil, 2008).

O raciocínio dedutivo tem como objetivo explicar o conteúdo das premissas, por intermédio de uma cadeia de raciocínio de ordem descendente, da análise do geral para o particular (Prodanov & Freitas, 2013).

O método dedutivo tem muita aplicabilidade nas ciências lógicas, mas é de uso menos frequentemente na área das ciências sociais, sobretudo devido à dificuldade de obtenção de princípios, cuja veracidade não possa ser contestada (Gil, 2008).

Existem vários tipos de procedimentos de pesquisa. Neste caso irá ser utilizado o método de *survey*, que visa estudar uma população, a partir de uma amostra da mesma, com o objetivo de descobrir eventuais inter-relações, distribuições, incidência ou relações de causa-efeito de variáveis. Este método consiste na utilização de um questionário estruturado, que permite recolher dados e informações a partir de características e opiniões de grupos de indivíduos (amostra). O resultado encontrado, pode ser extrapolado para toda a população em estudo, desde que o grupo seja representativo dessa população.

1.4. Estrutura do trabalho

Este trabalho é composto por cinco capítulos: Introdução, Revisão Bibliográfica, Desenvolvimento de *Framework*, Resultados e Discussão e por fim as Conclusões.

Na Introdução, faz-se o enquadramento e pertinência do trabalho e a metodologia utilizada.

A Revisão Bibliográfica explica resumidamente os conceitos associados à filosofia *Lean* e Seis Sigma e a sua possível relação com a Segurança e Saúde do Trabalho, bem como toda a metodologia de pesquisa utilizada na revisão bibliográfica que serviu de base a este trabalho.

No capítulo Desenvolvimento de Framework é proposto um modelo conceptual a partir do qual se pretende relacionar a maturidade do sistema implementado com o nível de segurança de uma organização. São também apresentados os meios e os pressupostos que auxiliam no desenvolvimento do modelo proposto e a forma de validação escolhida que foi a realização de um inquérito dirigido às empresas.

Nos capítulos Resultados e Discussão e Conclusões são discutidos os resultados obtidos com este estudo e feito o resumo das conclusões principais. São também indicados alguns aspetos que tiveram influência neste estudo e possibilidades de melhoria.

Complementam estes capítulos o Resumo (e *Abstract*), os Índices e listas, bem como as Referências Bibliográficas e os anexos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é feito o enquadramento da filosofia *Lean* Seis Sigma e a sua possível relação com a Segurança e Saúde do Trabalho, sendo abordados os aspetos que podem ter influência em ambas as perspetivas. É também descrita a metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho e feita uma breve análise dos resultados obtidos.

2.1. Melhoria contínua

2.1.1. Filosofia *Lean*

A filosofia *Lean* surgiu da evolução do sistema Toyota Production System (TPS) e das suas variantes. Sob a orientação de Taiichi Ohno e outros, a TPS transformou a Toyota em líder de montagem, primeiro no Japão e depois globalmente. O conceito *Lean* foi criado nos EUA na década de 1990 e ganhou força depois de Womack e Jones publicarem, em 1990, “The machine that changed the world” e “Lean Thinking - banish waste and create wealth in your corporation”, em 1996 (McCarthy & Rich, 2004). O TPS assenta em 14 princípios (Liker, 2004):

- Princípio 1: Decisões baseadas no pensamento a longo prazo, mesmo que no início os custos sejam superiores;
- Princípio 2: Criar um fluxo contínuo para todos os processos;
- Princípio 3: Utilizar sistemas de produção puxada para evitar sobreproduções;
- Princípio 4: Nivelar o volume de produção, para evitar desperdício e sobrecarga de trabalho;
- Princípio 5: Estabelecer uma cultura de parar e resolver as causas do problema, para que a qualidade aconteça desde o início do processo produtivo;
- Princípio 6: Padronizar tarefas e processos, aumentando a segurança e autonomia dos colaboradores, constituído a base da melhoria contínua;
- Princípio 7: Usar sistemas de controlo visual, para facilitar a compreensão pelas pessoas e para que não haja problemas ocultos;
- Princípio 8: Usar apenas tecnologias fiáveis e testadas quanto à sua eficácia nos processos;
- Princípio 9: Desenvolver líderes que conheçam e entendam profundamente o trabalho, sirvam de exemplo e o transmitam aos outros.
- Princípio 10: Investir no desenvolvimento de colaboradores, que sigam a filosofia da empresa e que entendam que o sucesso é baseado no conjunto da equipa.
- Princípio 11: Respeitar parceiros e fornecedores e contribuir para o seu desenvolvimento;
- Princípio 12: Ver por si mesmo, para entender por completo o funcionamento dos processos:

- Princípio 13: Tomar decisões ponderadas, por consenso, considerando todas as opções e implementando-as rapidamente;
- Princípio 14: Transformar a organização pelo método da aprendizagem contínua e reflexão constante.

O pensamento *Lean* visa estabelecer processos de trabalho eficientes. Existem três grandes perdas que podem influenciar os processos negativamente: Muda (desperdício), Muri (sobrecarga) e Mura (irregularidade) (Pinto, 2009).

- Muda: representa qualquer atividade que implique utilização de recursos sem criar valor para o cliente. Originalmente descritos por Taiichi Ohno, as sete atividades onde este tipo de desperdício pode ocorrer são: Produção em excesso, processamento desnecessário, tempo de espera, excesso de stocks, transporte, movimentação e defeitos. Mais tarde, na década de 90, um oitavo desperdício foi acrescentado, resultado da adoção do TPS no ocidente, que é a não utilização do conhecimento das pessoas que integram a organização. Neste caso, o conhecimento e habilidades das pessoas que trabalham na organização, não são considerados como um contributo importante na melhoria dos processos.

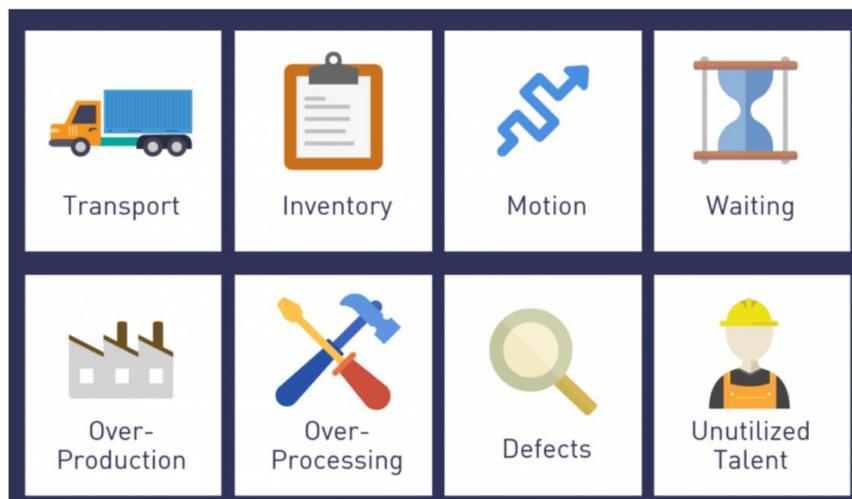


Figura 3: Oito desperdícios do *Lean Manufacturing* (McSharry, 2019).

- Muri: está ligado à sobrecarga de equipamentos ou operadores, exigindo que operem em ritmo mais intenso, empregando mais força, por um período maior de o que podem suportar. Este tipo de desperdício são os que têm potencial de causar mais danos à segurança e saúde dos colaboradores.
- Mura: inclui irregularidades, variações na cadeia produtiva, no trabalho dos operadores. Representa cortes, pausas, paragem de máquinas, etc. O ideal é criar um ritmo de trabalho nivelado.

Ao longo dos anos, várias ferramentas foram desenvolvidas seguindo os princípios *Lean* (figura2). São exemplos o sistema 5S, *Kanban*, *Single Minute Exchange of Die* (SMED- Mudança Rápida de

Ferramentas), *Value Stream Mapping (VSM- Mapeamento do Fluxo de valor)*, *Gestão Visual*, *Poka Yoke*, *Standard Work*, *Andon* entre outros.

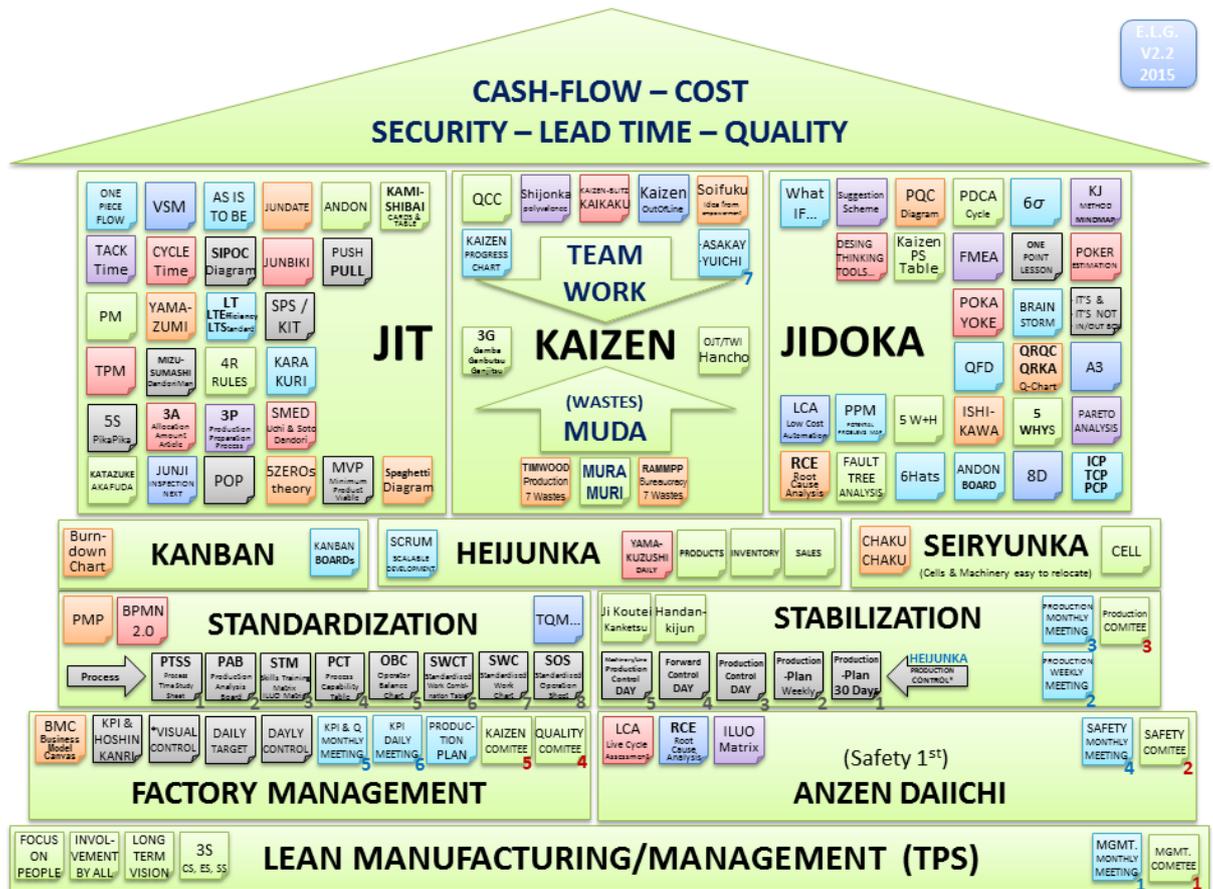


Figura 4: Métodos e Ferramentas Lean (E.L.G., 2015).

2.1.2. Kaizen

Kaizen significa “mudança para melhor” e é outra filosofia de melhoria contínua utilizada em várias organizações. Com princípios muito semelhantes do *Lean manufacturing* e também de origem japonesa, assenta no princípio de que todos os aspetos da vida devem ser constantemente aprimorados. É, portanto, uma filosofia que pode ser aplicada à vida pessoal, social ou profissional. Embora as melhorias no *kaizen* sejam pequenas e incrementais, o processo gera resultados expressivos ao longo do tempo (Imai, 1997). A metodologia segue a abordagem do ciclo de PDCA (Plan-Do-Check-Act) e envolve todos os colaboradores da organização (trabalhadores, gestores e gestão de topo). Ferramentas como 5S, Poka Yoke, Jidoka, SMED, *Just-in-Time (JIT)*, podem ser utilizadas para suportar a implementação desta metodologia (Tanasic et al., 2020).



Figura 5: Ciclo Kaizen (VectorMine, 2020).

2.1.3. Seis Sigma

O Seis Sigma teve origem nos anos 80 na empresa americana Motorola. É uma filosofia que visa a satisfação do cliente e a melhoria do processo de negócio.

O foco é reduzir a variação e eliminar defeitos, sendo que é considerado defeito qualquer coisa que não conformidade do produto ou serviço que não corresponda às especificações do cliente. Uma empresa “seis-sigma” não produzirá mais que 3,4 defeitos por milhão de oportunidades (Klefsjö et al., 2001). A sua aplicação baseia-se em utilização de técnicas estatísticas para prever e melhorar os processos, com vista à redução de falhas.

Uma das metodologias mais utilizadas é o DMAIC, acrónimo inglês de definir Definir, Medir; Analisar; Melhora e Controlar (Staudter et al., 2009), que sucintamente se pode descrever da seguinte forma:

- Definir: neste primeiro passo, pretende-se definir o problema e como ele está a afetar o processo atual.
- Medir: durante esta etapa, são medidos e analisados em detalhe os dados atuais do processo.
- Analisar: Faz-se a análise dos dados, a identificação das causas reais do desempenho do processo e identificam-se possíveis oportunidades de melhoria.
- Melhorar: empregar técnicas que permitam melhorar o processo tendo por base a análise de dados efetuada. Nesta fase podem ser usados várias ferramentas como 5S's, Poka Yoke, Standard Work, etc.

- Controlo: Depois de implementadas as ações que melhoram o processo, é necessário assegurar que qualquer desvio que possa ocorrer é corrigido antes de se tornar um defeito.

Outra metodologia aplicada no Seis Sigma é DMADV (definir, medir, analisar, projetar e verificar), também conhecida como DFSS - Design for Six Sigma. A técnica desenvolve-se em cinco fases e é em tudo semelhante ao DMAC, mas vocacionado para o desenvolvimento de novos produtos ou serviços (Staudter et al., 2009).

2.2. Relação entre a cultura de segurança e as ferramentas de melhoria

Cultura de segurança é um conceito frequentemente utilizado para mencionar a parte relacionada com os perigos e riscos associados às atividades de trabalho.

É um conceito complexo que tem sido objeto de extensas pesquisas desde os anos oitenta. A primeira vez que o termo surgiu foi no relatório da Agência Internacional de Energia Atómica, relativo ao acidente nuclear Chernobyl de 1986. Em 1993, a *ACSNI Study Group on Human Factors* definiu a cultura de segurança como " o produto de valores individuais e de grupo, atitudes, perceções, competências e padrões de comportamento que podem determinar o compromisso, e o estilo e proficiência do sistema de gestão de saúde e segurança de uma organização (ACSNI, 1993).

Existem várias abordagens possíveis para avaliar a cultura de segurança de uma empresa (EU-OSHA - European Agency for Safety and Health at Work, 2011), mas os aspetos chave a ter em conta são:

- Compromisso da gestão de topo com a segurança: é indicado pela proporção de recursos (tempo, recursos humanos e financeiros) concedido à segurança e pela importância deste aspeto face aos outros aspetos de negócio como produção, custos, aspetos comerciais, etc. O envolvimento ativo da gestão de topo é muito importante e por norma produz níveis elevados de motivação em toda a organização.
- Exemplos de gestão visíveis: os gestores de topo e intermédios devem "dar o exemplo" e envolverem-se ativamente nas temáticas relacionadas com a segurança. Devem intervir quando necessário e demonstrar o compromisso com o cumprimento de regras e condições de trabalho seguras.
- Comunicação entre colaboradores: as questões sobre saúde e segurança devem fazer parte das conversas de trabalho. Problemas não devem ser ocultados e as boas práticas devem ser transmitidas entre todos os setores. A gestão deve ouvir ativamente e considerar as opiniões de todos os colaboradores.
- Participação dos funcionários: a participação ativa dos colaboradores na segurança é importante, uma vez que estes possuem conhecimento elevado sobre as suas tarefas de trabalho. Em empresas com uma boa cultura de segurança as situações são avaliadas num exercício conjunto com a gestão e as decisões são ponderadas tendo em conta essa avaliação.
- Nível de proficiência dos colaboradores face às questões relacionadas com a segurança: no contexto profissional os colaboradores devem ser devidamente formados sobre os aspetos

teóricos e práticos relacionados com as atividades de trabalho. Quanto maior o nível de formação, maior será a capacidade de adaptação e o poder de realização de tarefas, o que pode ser diferenciador perante uma situação não prevista. O compromisso com a formação deve ser mútuo, o que quer dizer que a organização deve providenciar os meios necessários e os colaboradores devem participar de modo diligente na formação proporcionada.

Uma cultura de segurança positiva está relacionada com um bom desempenho de segurança. Ao melhorar a cultura de segurança de uma organização, assume-se que o comportamento e a participação dos colaboradores são influenciados positivamente, o que conduzirá a resultados como diminuição de incidentes de segurança (acidentes ou quase acidentes observados), maior conformidade dos colaboradores com as regras e procedimentos instituídos e maiores níveis de autonomia da tomada de decisões relacionadas com o seu trabalho.

Nesta abordagem é possível identificar vários pontos em comum com os 14 princípios do TPS, nomeadamente a importância da comunicação na organização, o envolvimento e formação dos colaboradores e o exemplo e envolvimento da gestão. Além disso um dos métodos utilizado na implementação de um sistema de gestão da segurança e saúde do trabalho, é o método PDCA, que está na base de muitas das ferramentas *Lean Seis Sigma*, de acordo com Sá et al.(2020). Assim, os conceitos de *Lean Seis Sigma* e Cultura de Segurança aparentam ser compatíveis e até complementares.

A implementação de boas práticas de trabalho, podem melhorar processos, eliminando perigos ou reduzindo a frequência de determinadas atividades (diminui o risco), o que contribui para a prevenção de acidentes de trabalho e doenças profissionais, que são considerados desperdícios nas filosofias *Lean e Seis Sigma*, pois frequentemente geram paragem produtivas, ausência ao trabalho e limitação dos recursos disponíveis. Alguns estudos têm sido desenvolvidos que analisam o efeito da integração de ferramentas *Lean Seis Sigma* na Segurança ocupacional. São exemplos o estudo de I. Gonçalves et al. (2019) que desenvolve uma ferramenta que permite a visualização do nível de risco ocupacional no VSM desenvolvido para uma organização e o estudo de Cordeiro et al. (2020) que refere impacto positivo das ferramentas 5S e OPL na segurança ocupacional e na percepção dos colaboradores da melhoria do ambiente de trabalho.

Considerando os desperdícios associados à filosofia *Lean*, teoricamente quando diminuimos ou eliminamos estes desperdícios, prevenimos a ocorrência de situações com potencial negativo na SST. Por exemplo, quando diminuimos a sobrecarga associada à Muri e as irregularidades associados à Mura evitamos situações de sobrecarga dos trabalhadores e ritmo intensos de trabalho, que é uma das possíveis causas para o aparecimento lesões músculo-esqueléticas. Também a eliminação dos desperdícios associados à Muda, podem ser associados a menores riscos nos locais de trabalho nomeadamente:

Tabela 1: Riscos ocupacionais associados aos desperdícios Lean (Elaborado pela autora).

Desperdício	Risco SST
Excesso de produção	Fadiga física e psicológica, sobrecargas musculares, incumprimentos dos procedimentos SST, etc.
Processamento desnecessário	Aumenta a exposição aos riscos presentes no posto de trabalho, nomeadamente interação homem-máquina, contacto com químicos, riscos mecânicos, exposição a ruído, entre outros.

Desperdício	Risco SST
	Também pode contribuir para aumentar a carga de trabalho logo situações de fadiga e stress.
Tempo de espera	Podem relacionar-se com período alternados com ritmos de trabalho muito intenso.
Excesso de stocks	Aumenta a exposição aos riscos inerente ao armazenamento como queda de materiais, queda ao mesmo nível, quedas em altura, colapso de estruturas, etc.
Transportes	Aumentam o risco de atropelamento por veículos de transporte de cargas e aumenta a exposição ao risco de resultante do transporte manual de cargas (sobre esforços, lesões músculo-esqueléticas, compressão de membros, entre outros).
Movimentação	Aumentam o risco decorrentes na circulação no espaço de trabalho (quedas, choques contra objetos, etc.) e os ergonômicos associados a posturas incorretas e a movimentação de cargas no caso de equipamentos.
Defeitos	Exposição a materiais perigosos ou insalubres durante a correção de defeitos, riscos decorrentes de uso de máquinas e equipamentos de trabalho necessários à correção de defeitos.

É nesse sentido que surge o Lean Safety. O princípio será integrar a SST na aplicação da filosofia Lean, de forma identificar e reduzir situações de risco, presentes no ambiente de trabalho e consequentemente prevenir a ocorrência de lesões, acidentes de trabalho e doenças profissionais. Com o planeamento adequado das atividades laborais será reduzida a exposição aos riscos e o trabalho será desenvolvido de uma forma mais segura. Além disso, locais de trabalho seguros é um aspeto que têm interferência na manutenção dos níveis de satisfação dos colaboradores, o que é particularmente importante, se tivermos em conta que o sucesso de implementação de muitas ferramentas Lean dependem do envolvimento destes (Longoni et al., 2013).

2.3. Metodologia de pesquisa

Para perceber o impacto do Lean sobre segurança e saúde no local de trabalho, este estudo segue uma abordagem sistemática de revisão da literatura divulgada em vários meios de publicações científicas.

O objetivo é identificar e analisar a relação entre as ferramentas Lean e o seu efeito na Segurança e Saúde Ocupacional.

A pesquisa foi executada no banco de dados *Web Of Science*. Estabeleceu-se que a pesquisa seria executada utilizando termos em língua inglesa.

Foi realizada uma pesquisa preliminar utilizando o termo “Lean Safety”, do qual retornou seis resultados, que se distribuíram pelos anos de 2014, 2015 e 2018.

Esta pesquisa demonstra que os artigos existentes foram publicados recentemente. A escassez de artigos também revela que a interação entre o Lean e a SST é ainda pouco explorada, pelo que se pressupõe que estas vertentes têm sido investigadas de forma separada, tornando pertinente esta revisão bibliográfica.

Desta forma foi necessário estabelecer outros termos de pesquisa. Foram utilizadas as expressões *Lean tools* em conjunção com *Safety*, do qual resultou 215 artigos.

Analisando o ano de publicação, grande parte dos artigos concentram-se nos anos de 2016 a 2019 (figura 8). Dada a extensão de artigos foi necessário reduzir o período da pesquisa para os anos de 2016-2020 (últimos cinco anos), retornando um resultado de 127 artigos.

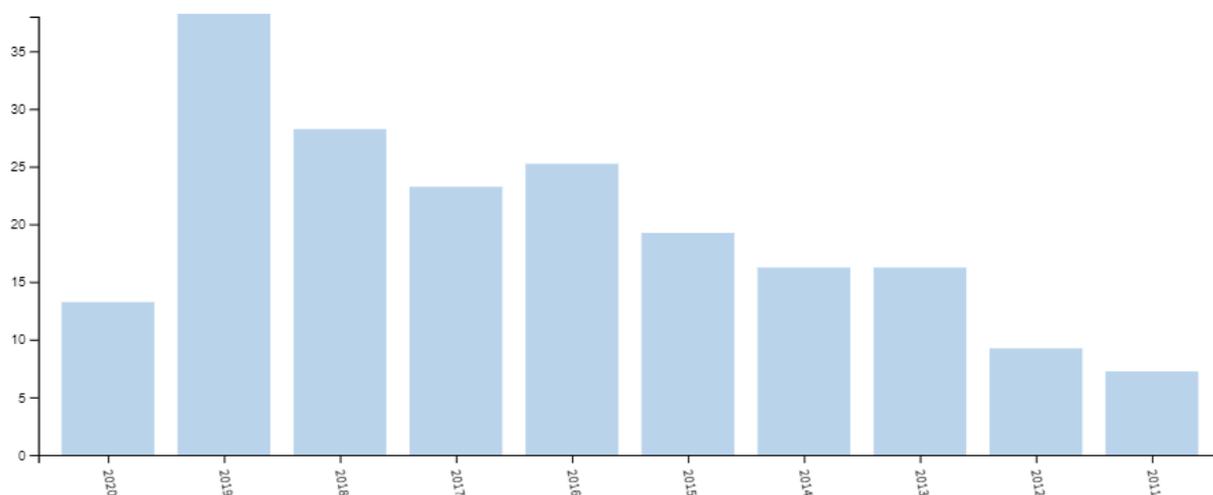


Figura 6: Artigos pesquisados por ano de publicação (Web of Science Core Collection Result Analysis,2020).

Após uma análise superficial verificou-se que a pesquisa retornou muitos artigos sem qualquer relação com o *Lean*, pelo que foi necessário acrescentar mais alguns critérios de filtragem. Artigos sem qualquer relação com os conceitos *Lean* ou Seis Sigma e Segurança e Saúde do Trabalho não foram considerados, bem como artigos aos quais não tenha sido possível aceder gratuitamente ao texto completo. Também artigos que visam a revisão de literatura foram excluídos, uma vez que se pretende analisar casos concretos, de forma a identificas as mais valias associadas à aplicação das ferramentas *Lean Seis Sigma* na SST e também possíveis lacunas.

Resumindo, os critérios de filtragem estabelecidos são os apresentados na tabela.

Tabela 2: Critérios de inclusão e exclusão na pesquisa bibliográfica.

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Artigos que evidenciem relação entre a SST e as ferramentas <i>Lean</i> ou Seis Sigma; Artigos publicados nos últimos 5 anos (2016-2020); Artigos escritos em Inglês.	Artigos não relacionados com o <i>Lean</i> ou Seis Sigma e SST ou que não estejam alinhados com o tema de pesquisa; Artigos aos quais não seja possível aceder ao texto completo de forma gratuita. Artigos de revisão de literatura.

Depois de aplicados os critérios de exclusão, os artigos restantes serão analisados tendo em conta o objetivo desta revisão de literatura, esperando-se obter as informações relevantes sobre a sua aplicação, a metodologia, os benefícios alcançados e as lacunas identificadas.

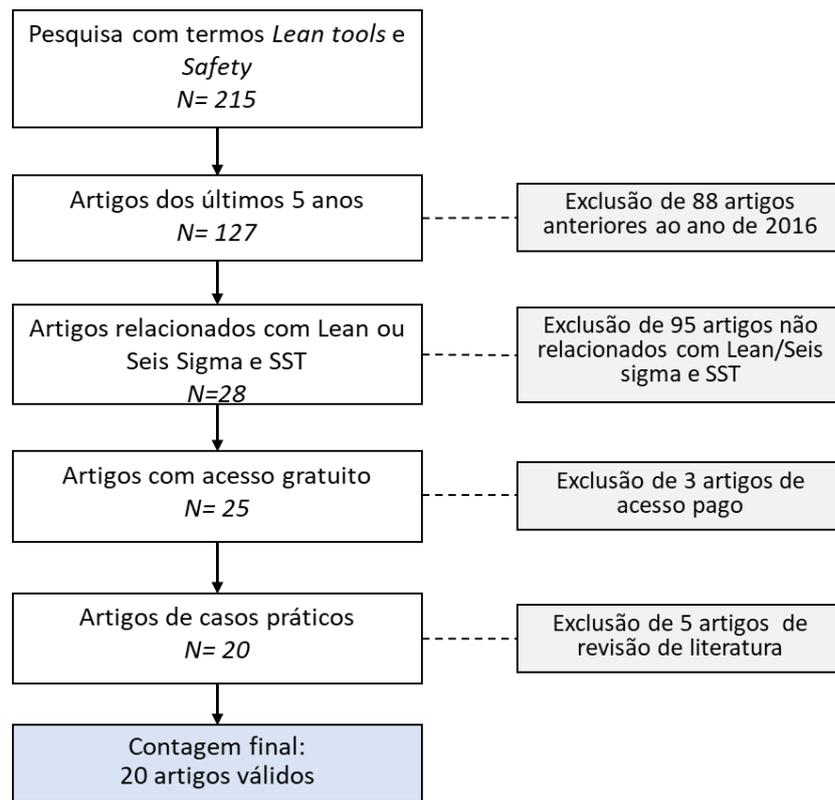


Figura 7: Resumo do processo sistemático de pesquisa bibliográfica.

Esquemáticamente, a revisão de literatura segue as seguintes etapas:

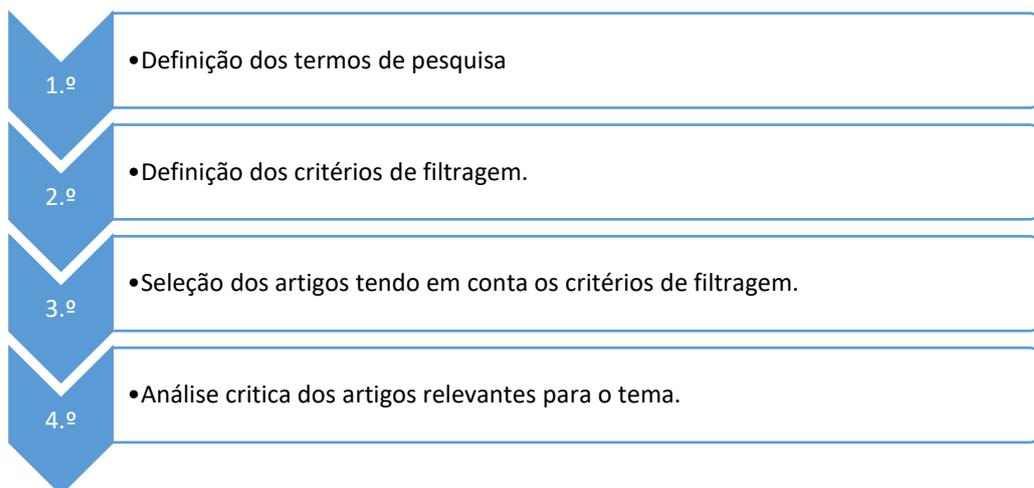


Figura 8: Representação esquemática das etapas da pesquisa.

Após a análise cuidadosa dos artigos, verifica-se que um conjunto de 20 artigos mencionam impacto das ferramentas *Lean* ou *Seis Sigma* na segurança ocupacional.

Um resumo dos artigos pode ser verificado na tabela 3, onde são indicadas as principais mais valias obtidas pela implementação das ferramentas, bem como as lacunas apontadas pelos autores, sempre que aplicável.

As ferramentas de melhoria mais referidas são 5S, VSM, Gestão Visual, SMED, *Kaizen* e *Standard work*, conforme distribuição que consta do gráfico abaixo.

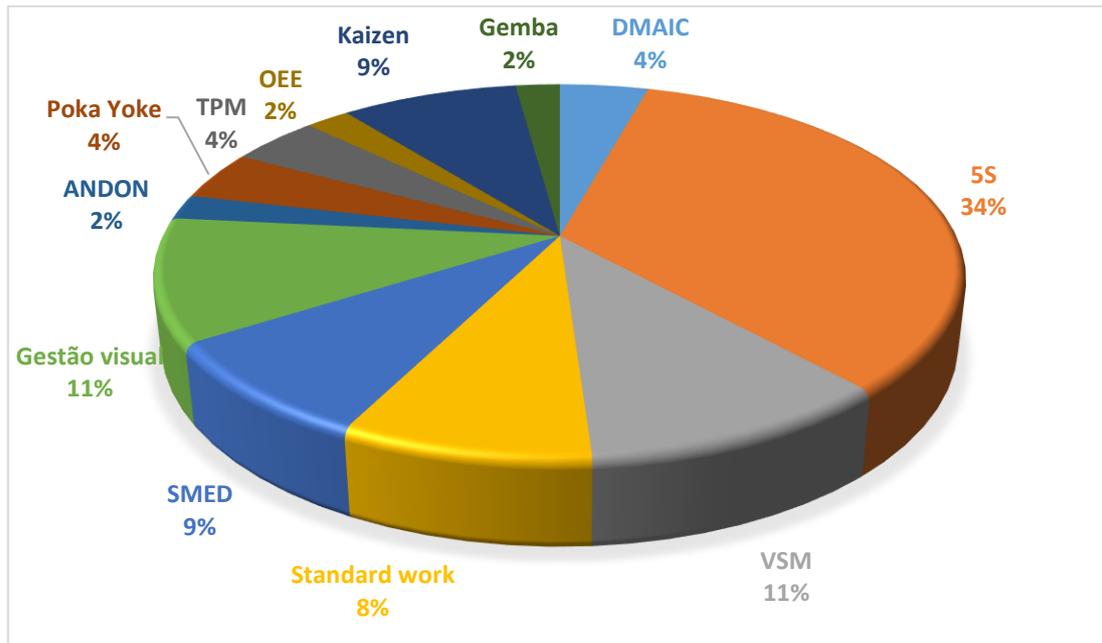


Figura 9: Relação das ferramentas de melhoria dos artigos revistos.

Tabela 3: Descrição sucinta dos artigos revistos.

Artigo	Autor(es) e ano publicação	Ferramentas de melhoria	Mais Valias	Lacunas identificadas	Impacto na SST
A case study concerning the 5S lean technique in a scientific equipment manufacturing company	(Gupta & Chandna, 2020)	5S's	Melhoria da gestão, produtividade, motivação desempenho e segurança no local de trabalho.	--	positivo

Artigo	Autor(es) e ano publicação	Ferramentas de melhoria	Mais Valias	Lacunas identificadas	Impacto na SST
Lean meeting buyer's expectations, enhanced supplier productivity and compliance capabilities in garment industry	(Hoque et al., 2020)	5S's VSM SMED	Resultados positivos na cadeia de abastecimento; Melhorias na segurança ocupacional	Algumas empresas não experimentaram mudanças ou tiveram apenas pequenas melhorias; Dificuldades na formação e envolvimento dos colaboradores e na introdução de mudanças organizacionais	Positivo e negativo
Lean practices implementation in aerospace based on sector characteristics: methodology and case study	(Amrani & Ducq, 2020)	VSM Standard Work SMED Gestão visual	Permitiu melhorar questões ergonómicas; Melhoria da produtividade e organização; Redução de desperdícios; Diminuição dos tempos setup.	--	Positivo
Application level of lean construction techniques in reducing accidents in construction projects	(Enshassi et al., 2019)	5S's	Maior limpeza e organização dos locais de trabalho.	A implementação da técnica não foi totalmente bem-sucedida em todas as organizações do estudo; Falta de envolvimento dos colaboradores e pobre cultura de segurança da sociedade; Necessidade de reforçar a formação.	Positivo e negativo
Productivity gains through standardization-of-work in a manufacturing company	(Mor et al., 2019b)	Standard work	Aumento produtividade e redução de custos; Maior flexibilidade dos processos; Ambiente de trabalho mais seguro	--	Positivo

Artigo	Autor(es) e ano publicação	Ferramentas de melhoria	Mais Valias	Lacunas identificadas	Impacto na SST
Implementation of Lean and Six Sigma principles in ophthalmology for improving quality of care and patient flow	(Sommer & Blumenthal, 2019)	DMAIC	Otimização protocolos de trabalho; Otimização do layout e diminuição da necessidade movimentação dos profissionais de saúde; Melhoria do ambiente de trabalho e organização de produtos e equipamentos.	--	Positivo
Extension of the Lean 5S Methodology to 6S with An Additional Layer to Ensure Occupational Safety and Health Levels	(Jiménez et al., 2019)	5S's	Otimização da produção e mitigação dos riscos ocupacionais.	Necessário proceder a auditorias frequentes para verificação da implementação da ferramenta.	Positivo
Human-robot collaborative work cell implementation through lean thinking	(Stadnicka & Antonelli, 2019)	5S's Standard Work SMED Andon Poka-Yoke TPM Kaizen e Gemba	Incremento da qualidade e segurança; Algumas ferramentas Lean podem servir de suporte a planificação e gestão.	--	Positivo
Impacts of Lean Construction on Safety Systems: A System Dynamics Approach	(Wu et al., 2019)	5S's Gestão visual	Efeito positivo na segurança e gestão dos equipamentos; Auxiliam no cumprimento das normas SST; Contributo para o aperfeiçoamento dos sistemas de gestão implementados.	As ferramentas aparentam ter resultados diferentes consoante o problema identificado.	Positivo
The impact of lean tools on the level of occupational safety in metals foundries	(Ulewicz et al., 2019)	5S's VSM Standard Work SMED Gestão visual Poka-Yoke TPM	Diminuição do número de acidentes de trabalho e incidentes.	--	Positivo

Artigo	Autor(es) e ano publicação	Ferramentas de melhoria	Mais Valias	Lacunas identificadas	Impacto na SST
		OEE Kaizen			
Assessing the effects of lean on occupational health and safety in the Ready-Made Garment industry	(Hamja et al., 2019a)	5S's VSM	Efeito positivo na SST; Diminuição da fadiga e intensidade de dores musculares; Algumas ferramentas demonstraram reduzir vários fatores de riscos ocupacionais.	--	Positivo
5S Implementation in Welding Workshop - a Lean Tool in Waste Minimization	(Rizkya et al., 2019)	5S's	Melhoria da organização e aproveitamento do espaço; Redução do tempo gasto em movimentos desnecessários na procura de materiais, documentos e equipamentos.	--	Positivo
Implementation of '5s' techniques in a tertiary care teaching hospital	(Thapa et al., 2018)	5S's	Melhorou a produtividade, segurança do ambiente de trabalho e a satisfação dos colaboradores; Redução dos riscos associados ao uso de equipamentos de trabalho	--	Positivo
Reviewing the Effects of Integrated Lean Six Sigma Methodologies with Ergonomics Principles in an Industrial Workstation	(Alsaffar & Ketan, 2018)	DMAIC <i>Standard work</i>	Diminuição da fadiga e desconforto sentido pelos colaboradores, mesmo obtendo em uma redução do tempo de ciclo do processo.	--	Positivo

Artigo	Autor(es) e ano publicação	Ferramentas de melhoria	Mais Valias	Lacunas identificadas	Impacto na SST
Effectuation of Lean Tool "5S" on Materials and Work Space Efficiency in a Copper Wire Drawing Micro-Scale Industry in India	(Mohan Sharma & Lata, 2018)	5S's	Organização e limpeza dos locais de trabalho; Diminuição dos níveis de fadiga e frustração dos colaboradores; Melhoria da produtividade; Melhoria da segurança e desempenho das máquinas de trabalho.	--	Positivo
The Application of 6S Methodology as a Lean Improvement Tool in an Ink Manufacturing Company	(Sukdeo, 2018)	5S's	Diminuição de atividades que não agregam valor; Redução do nível dos riscos ocupacionais.	Dificuldade em manter algumas fases da implementação da ferramenta durante o estudo devido a excesso de trabalho.	Positivo
Lean assessment tool for workstation design of assembly lines	(M. T. Gonçalves & Salonitis, 2017)	Gestão visual	Melhoria dos aspetos relacionados com a SST, em especial os relacionados com a limpeza e organização dos locais de trabalho.	Necessário a implementação da ferramenta noutros setores para avaliar se os resultados são idênticos.	Positivo
Benefits of visual management in construction: cases from the transportation sector in England	(Tezel & Aziz, 2017)	5S's Gestão visual	Melhor coordenação e maior autogestão do trabalho; Melhoria das condições SST.	Necessidade de monitorização e controlos periódicos.	Positivo
5S impact on safety climate of manufacturing workers	(Srinivasan et al., 2016)	5S's	Efeito positivo na perceção de segurança em simultâneo com o aumento da produtividade.	Duvidas no efeito a longo prazo, em especial a continuidade de envolvimento da gestão.	Positivo

Artigo	Autor(es) e ano publicação	Ferramentas de melhoria	Mais Valias	Lacunas identificadas	Impacto na SST
Healthy and Safety Workplace Design to Enhance Work Performance	(Nurul Huda, 2017)	5S's	Observou-se melhorias na disponibilidade de equipamentos e materiais, organização e limpeza dos locais de trabalho; Os colaboradores mostraram grande adesão e compreensão dos princípios base da ferramenta	--	Positivo

Todos os artigos mencionam melhorias de produtividade obtidas após a implementação das ferramentas e também todos referem impacto positivo das ferramentas utilizadas na Segurança. Apenas os artigos de Enshassi et al. (2019) e Hoque et al. (2020) abordam alguns aspetos negativos para a SST, mas referem que a causa dos mesmos estava relacionada com a falta de formação e de envolvimento dos colaboradores, o que afetou a correta implementação das ferramentas utilizadas. O baixo nível de envolvimento dos colaboradores, a necessidade de reforço da formação, o compromisso da gestão e a necessidade de verificação frequente da implementação das ferramentas foram as observações referidas pelos autores dos artigos, como situações que podem afetar negativamente a correta implementação das ferramentas de melhoria.

3. DESENVOLVIMENTO DE *FRAMEWORK*

Neste capítulo propõe-se um modelo conceptual de estádios, denominados *framework*, onde se pretende relacionar a maturidade do sistema implementado e a sua relação com a segurança e saúde do trabalho. Serão também apresentados os meios e os pressupostos que auxiliam do desenvolvimento e validação do modelo proposto.

3.1. Modelo conceptual proposto de relação da maturidade do sistema com a SST

O modelo de *framework* proposto teve em conta os resultados obtidos na revisão de literatura efetuada, em que se conclui que na maioria dos casos as ferramentas *Lean* e Seis Sigma têm um impacto positivo na Segurança. Outro aspeto que sobressaiu, da revisão de literatura, foi que quanto maior o leque de ferramentas implementadas, mais expressivos eram os resultados e os riscos ocupacionais mitigados.

Aparentemente, a filosofia *Lean* Seis Sigma e a Segurança Ocupacional têm sido abordadas separadamente na maioria das empresas, muito provavelmente devido à complexidade destes conceitos.

Uma parte significativa destas filosofias focam-se no desenvolvimento humano. Segundo Hallowell Matthew R. et al. (2009), os maiores benefícios do *Lean* são obtidos quando são tidos em conta as questões relacionadas com SST desde a fase de projeto e planeamento. Além disso, muitas organizações têm limitação ou ausência de recursos humanos, com a formação necessárias para implementar e avaliar os impactos do *Lean* em todas as suas vertentes (Tanasić et al., 2020), o que justifica o desenvolvimento da *framework* proposta "*Lean Six Sigma Safety Behavior*".

A *framework* teve em conta as premissas já mencionadas e assenta na pressuposição que quanto mais matura estiver a implementação de uma ferramenta de melhoria, maior será a consciencialização e conhecimento sobre os processos que são realizados e as variáveis que os podem afetar. A consciencialização e conhecimento, promovem crescimento e mudanças graduais que influenciam e se refletem nas práticas, procedimentos, valores e estratégias da organização (Glendon & Stanton, 2000).

Nos últimos anos, têm surgido vários modelos de maturidade de ferramentas *Lean* Seis Sigma, com o objetivo de apoiar as organizações na sua mudança organizacional. O uso destes modelos também permitem estruturar e avaliar o processo de implementação de ferramentas *Lean* Seis Sigma.

De acordo com Nesensohn et al. 2015, o conceito de maturidade ainda não está muito bem delimitado, no entanto é consensual que este conceito é adequado para avaliar o nível de evolução *Lean* dentro das organizações e por conseguinte descrever a capacidade desempenho de cada uma. Alguns modelos de maturidade *Lean* existentes descrevem estágios/níveis que permitem estruturar mais facilmente a estratégia de implementação. Esses estágios de desenvolvimento refletem mudanças sobretudo em capacidades como a aprendizagem, partilha de conhecimento,

envolvimento e crescimento pessoal dos colaboradores (Lameijer et al., 2017), (Urban, 2015) e (Ali Maasouman & Demirli, 2015).

A *framework* “*Lean Six Sigma Safety Behavior*” classifica as organizações em 3 níveis, consoante o tempo de utilização de ferramentas *Lean Seis Sigma*: utilizador básico, intermédio ou avançado. O enquadramento em cada um dos níveis de utilização é baseado no tempo de utilização de ferramentas *Lean Seis Sigma*, no estágio de implementação dessas ferramentas e na quantidade de áreas (ou atividades) da organização onde são implementadas as ferramentas *Lean Seis Sigma*. É suposto que a cultura de segurança das organizações progrida sequencialmente através dos 3 níveis, resultados dos *inputs* fornecidos pelas ferramentas *Lean Seis Sigma*. A cada nível está associada uma mudança no comportamento que afeta positivamente a cultura de segurança e por sua vez contribui para a diminuição do riscos e diminuição dos acidentes e doenças profissionais, resultando em atividades de trabalho seguras.

Esta classificação foi desenvolvida pela autora, tendo em conta os aspetos comportamentais referidos em vários modelos de maturidade Lean e o paralelismo existente com a Cultura de Segurança (abordado no capítulo 2.2.) e a experiência efetiva da autora, superior a dez anos, no âmbito da qualidade e SST.

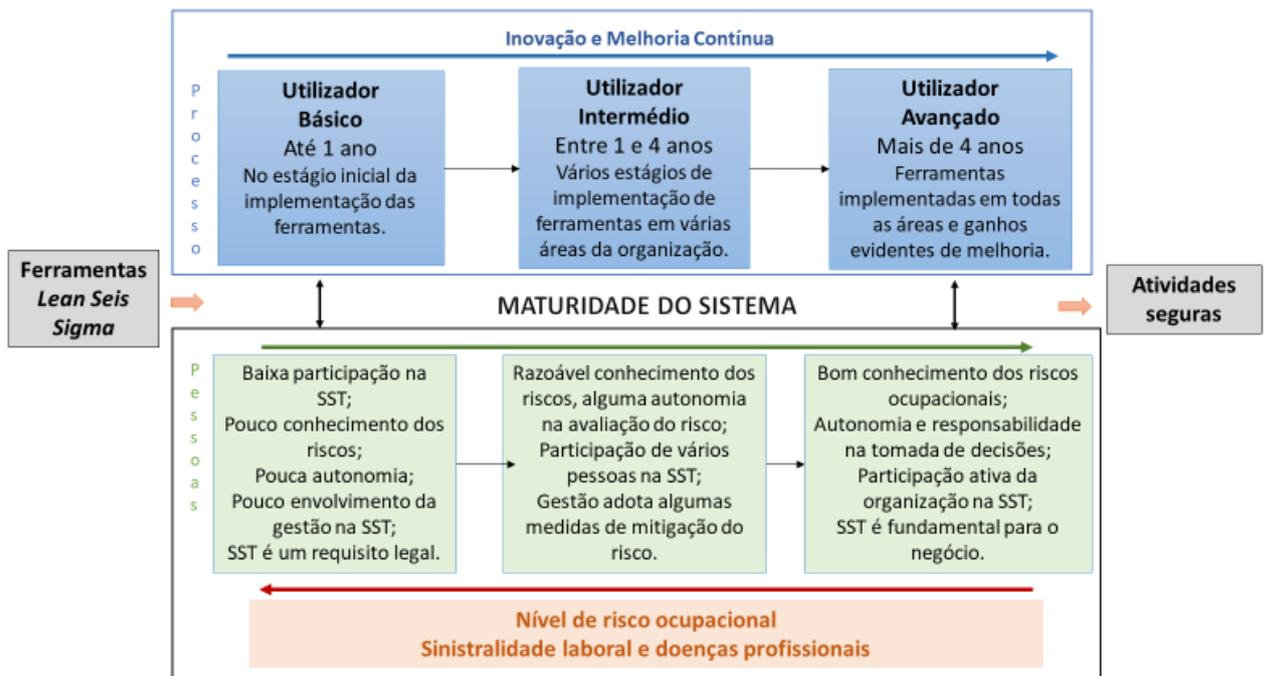


Figura 10: *Lean Six Sigma Safety Behavior*.

Com a *framework* proposta, pretende-se fornecer às organizações um mecanismo simples, que permita, de forma independente, fazer uma autoavaliação simplificada, para perceber quais os aspetos a melhorar e os pontos fortes, com o objetivo final de integrar a segurança nas suas práticas de melhoria contínua.

Importa, por isso, desenvolver um pouco mais os comportamentos esperados para cada tipo de utilizador:

Tabela 4: Relação entre maturidade do sistema e comportamentos relevantes para SST.

Tipo de utilizador	Tempo de implementação das ferramentas	Maturidade das ferramentas	Comportamentos com relevância na SST
Utilizador básico	Até 1 ano	Contacto inicial com as práticas Lean; Atividades de melhoria podem estar a ser implementadas em algumas áreas; Poucas ferramentas implementadas.	<ul style="list-style-type: none"> - Pouco envolvimento dos colaboradores na SST, podendo haver alguma resistência à mudança; - Baixo nível de formação e conhecimento dos riscos ocupacionais; - Baixo nível de envolvimento da gestão, a SST é encarada como um requisito legal a cumprir; - Pouca ou nenhuma autonomia dos colaboradores na tomada de decisões relacionadas com o trabalho: - Necessidade de supervisão constantes; - Foco na “culpa individual” e relutância em partilhar informações. - Acidentes e incidentes são vistos como inevitáveis e “fazem parte do trabalho”.
Utilizador intermédio	Entre 1 e 4 anos	Ferramentas Lean Seis Sigma implementadas em vários estágios na maioria das áreas da organização	<ul style="list-style-type: none"> - Nível razoável de formação e conhecimento dos colaboradores sobre os processos e riscos associados; - Desenvolvimento de espírito crítico e alguma autonomia na tomada de decisões; - Parte das pessoas da organização envolve-se nas questões relacionadas com a segurança; - A gestão é essencialmente reativa, são realizados alguns investimentos em medidas de mitigação do risco; - Acidentes de trabalho são encarados como acontecimento evitáveis e a taxa de acidentes e incidentes tende a diminuir face aos resultados anteriores; - Alguma necessidade de supervisão para cumprimento dos procedimentos; - Partilha de informação, as pessoas são encorajadas a partilhar informações.

Tipo de utilizador	Tempo de implementação das ferramentas	Maturidade das ferramentas	Comportamentos com relevância na SST
Utilizador avançado	Mais de 4 anos	Melhoria continua na grande maioria da organização e ganhos de melhoria evidentes	<ul style="list-style-type: none"> - Bom conhecimento dos aspetos relacionados com o desenvolvimento das tarefas; - Autonomia e responsabilidade na tomada de decisões; - Participação ativa de praticamente toda a organização nas questões relacionadas com a melhoria da segurança; - A segurança é um aspeto importante para a gestão do negócio. As medidas SST são levadas em consideração no planeamento e desenvolvimento de novos projetos; - A prevenção de acidentes e doenças profissionais é um aspeto fundamental; o objetivo SST é zero acidentes. - Compartilha de saber faz parte da cultura da organização.

3.2. Validação da *Framework*

Para avaliar a aplicabilidade do modelo foi desenvolvido um inquérito com o título “Estudo do Impacto de *Lean Seis Sigma* na Segurança”.

O inquérito é composto por 22 questões divididas em duas partes. As primeiras 10 questões completam a primeira parte e pretendem fazer um enquadramento das organizações, dos meios humanos existentes, a certificação em sistemas de gestão, ferramentas *Lean Seis Sigma* utilizadas, tempo de utilização das ferramentas e número de acidentes e doenças profissionais reportados no ano de 2019. As questões são de resposta curta, resposta múltipla ou de enquadramento numa categoria. A segunda parte, é constituída por 12 afirmações que pretendem avaliar a cultura de segurança das organizações, nomeadamente:

- Limpeza e organização do posto de trabalho;
- Cumprimento das regras de trabalho e SST;
- Reporte e tratamento de erros;
- Partilha de informações e práticas de trabalho;
- Apoio entre colaboradores;
- Envolvimento da GT;
- Integração e investimento em medidas SST;
- Desenvolvimento e formação contínua de colaboradores;

- Formação adequada dos colaboradores para a função que desempenham;
- Autonomia e responsabilidade dos colaboradores no desenvolvimento do seu trabalho;
- Possibilidade de efetuar paragens na produção e/ou pedir auxílio;
- Envolvimento e participação dos colaboradores na melhoria das condições de trabalho.

Para avaliar o nível de concordância com cada afirmação é utilizada uma classificação segundo a escala de Likert, em 5 níveis, que permite medir o grau de conformidade com a afirmação proposta:

- Totalmente em desacordo;
- Discordo parcialmente;
- Não concordo nem discordo;
- Concordo parcialmente
- Totalmente de acordo.

As questões foram desenvolvidas tendo em conta os aspetos chave da cultura de Segurança de acordo com a abordagem da EU-OSHA (referido no capítulo 2.2.) e o conhecimento da autora relativo aos riscos profissionais, mais comuns, para a segurança e saúde dos trabalhadores.

O objetivo foi conceber um questionário simples e curto, de forma a incentivar a taxa de respostas, mas que permitisse entender a realidade básica da empresa e ao mesmo tempo obter alguma variação nas questões relacionadas com a cultura de segurança, para posteriormente relacionar com 3 níveis de utilização propostos no modelo.

Outro aspeto tido em consideração foi que nenhum dos dados solicitados permitem a identificação da empresa ou da pessoa que responde, de forma a garantir a confidencialidade dos dados obtidos. O inquérito foi transposto para o *Google Forms*, que permite o envio através de vários canais digitais e a compilação automática dos dados.

Após a elaboração do inquérito, este foi validado por duas pessoas relativamente à sua forma, clareza do objetivo em estudo e conteúdo das perguntas. As pessoas que validaram o inquérito possuem experiência e formação, superior a dez anos, nas áreas da qualidade, melhoria contínua e segurança e saúde do trabalho. Ambas as pessoas consultadas concordaram que o questionário cumpria os objetivos e não detetaram nenhuma anomalia ou questão dúbia.

Após a validação o inquérito foi enviado via email para algumas empresas, sobretudo do setor industrial, do conhecimento pessoal da autora bem como do orientador deste estudo, e foi solicitado que um colaborador que integrasse a empresa com conhecimentos nas áreas de Qualidade, Melhoria Contínua ou Segurança do Trabalho procedesse ao seu preenchimento. Em alguns casos surgiu a necessidade de realizar o questionário, em campo por meio de entrevista informal. Em qualquer dos casos o sigilo sobre as informações recolhidas foi garantido.

O inquérito realizado integra o apêndice A.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados da pesquisa efetuada através do inquérito “Estudo do Impacto de *Lean Seis Sigma* na Segurança” efetuado às organizações e outras análises estatísticas realizadas de forma a testar o modelo proposto.

4.1. Metodologia análise estatística

O inquérito esteve disponível para resposta entre os dias 2 a 15 de outubro de 2020. Os dados foram recolhidos durante esse período, através da plataforma *Google Forms*. Os dados depois foram exportados para o Excel e foi executada a primeira análise e verificação de respostas obtidas.

Foram obtidas 70 respostas ao inquérito, correspondente a 70 organizações. Das respostas obtidas, verificou-se que em 15 delas, os entrevistados não utilizavam nenhuma ferramenta *Lean Seis Sigma*. Essas 15 respostas foram consideradas não válidas e excluídas do estudo, uma vez que não permitiam relacionar o uso de ferramentas *Lean Seis Sigma* com a cultura de segurança das organizações.

O tratamento estatístico das respostas ao inquérito foi, portanto, executado com uma amostra obtida por conveniência, constituída por 55 respostas (organizações), o que constitui uma amostra razoável para executar o estudo e validação da *framework* proposta.

Porque grande parte dos dados exportados para Excel eram qualitativos, as variáveis foram transformadas em variáveis nominais e ordinais, para que fosse possível o tratamento dos dados através do programa SPSS.

Foram utilizadas técnicas de estatística descritiva e inferencial de forma a sistematizar, organizar, descrever, analisar e interpretar os dados recolhidos. Na apresentação dos resultados utilizaram-se tabelas e gráficos gerados pelos programas.

4.2. Análise estatística dos dados e discussão resultados

A primeira questão do inquérito, pretendia enquadrar a área de atividade das empresas que participaram no estudo. Era uma questão aberta, pelo que as respostas foram analisadas e agrupadas por setores de atividade sempre que possível. No estudo participaram empresas do setor industrial (62%) e de serviços (23%). Alguns dos inquiridos não especificou a área de atividade (14,5%). Do setor industrial as áreas com maior representatividade são: a indústria mecânica e de produtos elétricos e eletrónicos (14,5%), indústria automóvel e de produção de componentes (12,7%), indústria de madeiras e mobiliário em igualdade com a indústria têxtil (ambas com 5,5%). A proporção de cada atividade pode ser verificada, com maior detalhe, no gráfico abaixo.



Figura 11: Distribuição percentual da atividade das empresas inquiridas.

Relativamente ao número de funcionários, das empresas que participaram no estudo, apenas 1,8% são consideradas microempresas (menos de 10 funcionários). 72,7% possuem ao serviço mais de 100 funcionários, 14,5% possuíam entre 51 a 100 funcionários ao serviço, 9,1% são consideradas pequenas empresas (10 a 50 funcionários).

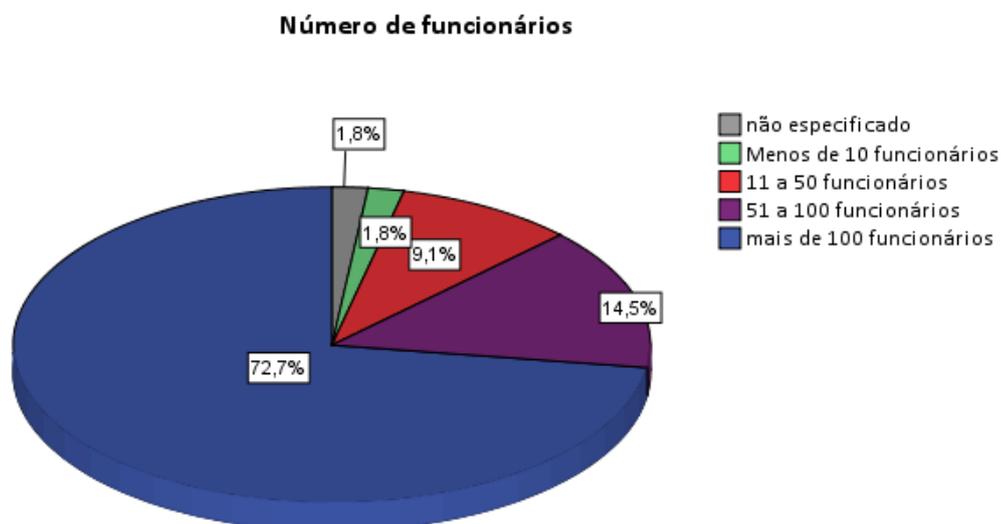


Figura 12: Proporção de empresas por classes de número de funcionários.

Apenas 12,7% não possuíam qualquer certificação em sistemas de gestão. A maior percentagem de certificação recaía em sistemas de gestão da qualidade – ISO 9001 (76,4%), seguindo-se a certificação em sistemas de gestão ambiental – ISO 14001 (52,7%) e certificação em outros sistemas de gestão como IATF 16949, GOTS, etc. (41,8%). A certificação menos mencionada foi a de sistemas de gestão da segurança e saúde ocupacionais - ISO 45001, com 32,7% das empresas.

Tendo em conta que a amostra é constituída por 55 empresas, esta distribuição significa que, em média as empresas eram certificadas em dois referenciais de gestão.

A certificação em sistemas de gestão, é um aspeto relevante uma vez que, habitualmente, as certificações facilitam as organizações a compreender e identificar as questões críticas que podem afetar positiva ou negativamente o seu desempenho, e constituem um instrumento que auxiliam o desenvolvimento contínuo, o envolvimento da gestão e dos colaboradores. Em teoria a certificação em sistemas de gestão da segurança e saúde ocupacionais (ISO 45001), pela sua natureza, implicaria uma maior cultura de segurança da organização.

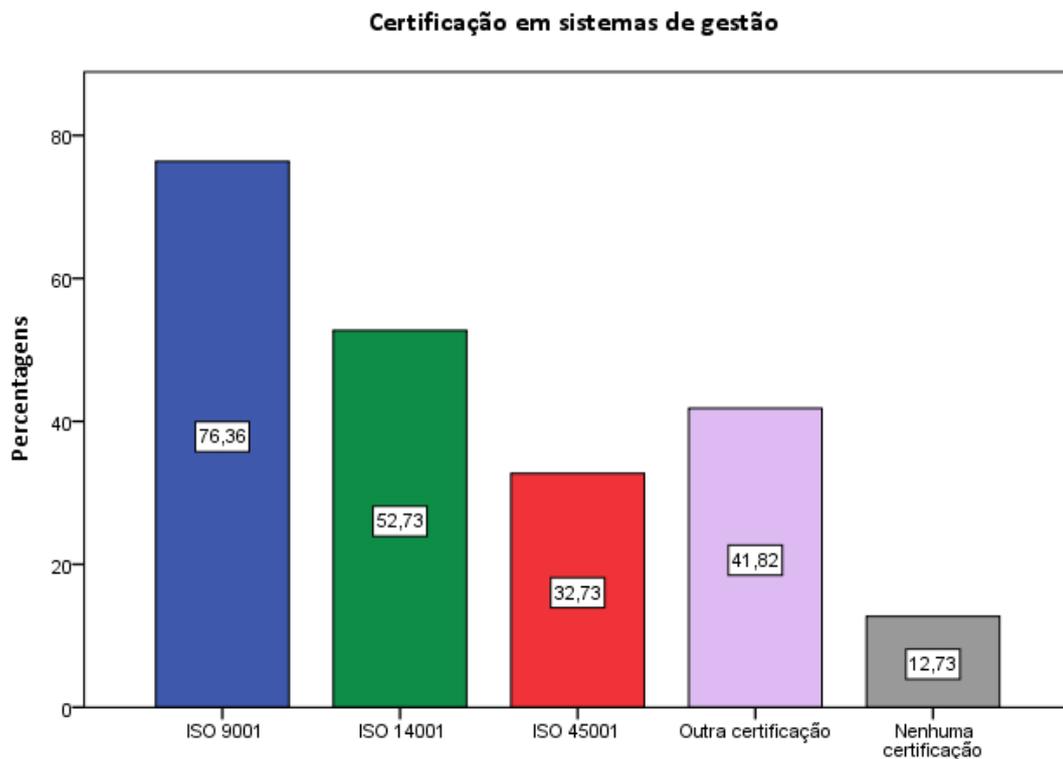


Figura 13: Certificação em sistemas de gestão.

Quanto ao uso de ferramentas *Lean Seis Sigma*, no inquérito era pedido para selecionar todas as ferramentas utilizadas.

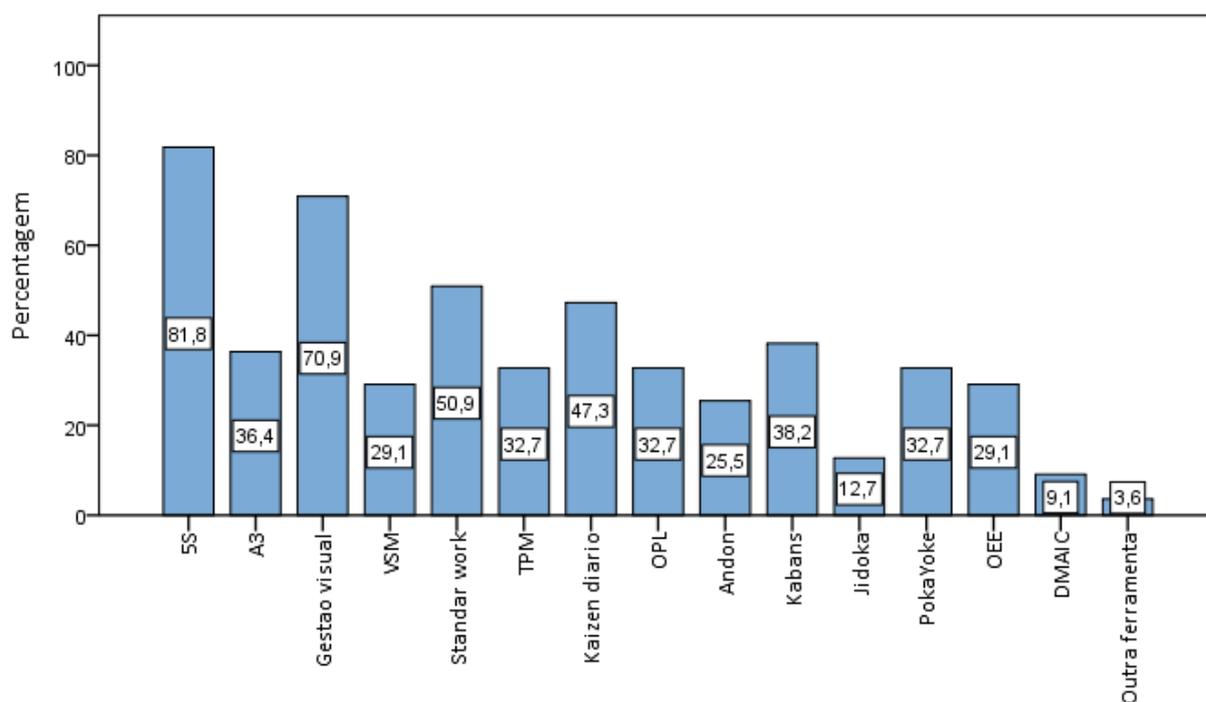
Verifica-se que as ferramentas mais utilizadas são 5S (81,8%), Gestão visual (70,9%) e *Standard Work* (50,9%), o que está em concordância com a pesquisa bibliográfica realizada no capítulo 2. As ferramentas menos utilizadas são DMAIC (9,1%), *Jidoka* (12,7%) e *Andon* (25,5%). Duas empresas referiram utilizar outras ferramentas que não as especificadas – diagrama de Ishikawa e Heijunka.

Tendo em conta a dimensão da amostra, esta distribuição de proporções indica que as empresas inquiridas utilizavam em média, 5 tipo de ferramentas *Lean Seis Sigma*.

Tabela 5: Frequência absoluta e relativa das ferramentas *Lean Seis Sigmas* utilizadas.

		N	Percentagem de casos
Ferramentas Lean Seis Sigma	5S	45	81,8%
	A3	20	36,4%
	Gestão visual	39	70,9%
	VSM	16	29,1%
	Standard work	28	50,9%
	TPM	18	32,7%
	Kaizen diario	26	47,3%
	OPL	18	32,7%
	Andon	14	25,5%
	Kanban	21	38,2%
	Jidoka	7	12,7%
	PokaYoke	18	32,7%
	OEE	16	29,1%
	DMAIC	5	9,1%
Outra ferramenta	2	3,6%	
Total	293	532,7%	

Utilização de ferramentas Lean Seis Sigma

Figura 14: Distribuição percentual de utilização das ferramentas *Lean Seis Sigma*.

Relativamente ao tempo de implementação das ferramentas *Lean Seis Sigma* esta foi definida como uma variável ordinal e era possível escolher uma de três hipóteses: menos de 1 anos, de 1 a 4 anos e mais de 4 anos. Como é possível verificar no gráfico seguinte mais de metade das empresas

implementava ferramentas há mais de 4 anos. Apenas 10,9% dos sujeitos se encontrava na fase inicial de utilização de ferramentas (menos de 1 ano). Houve dois utilizadores que não responderam a esta questão, estando representado pela expressão “Não especificado”.

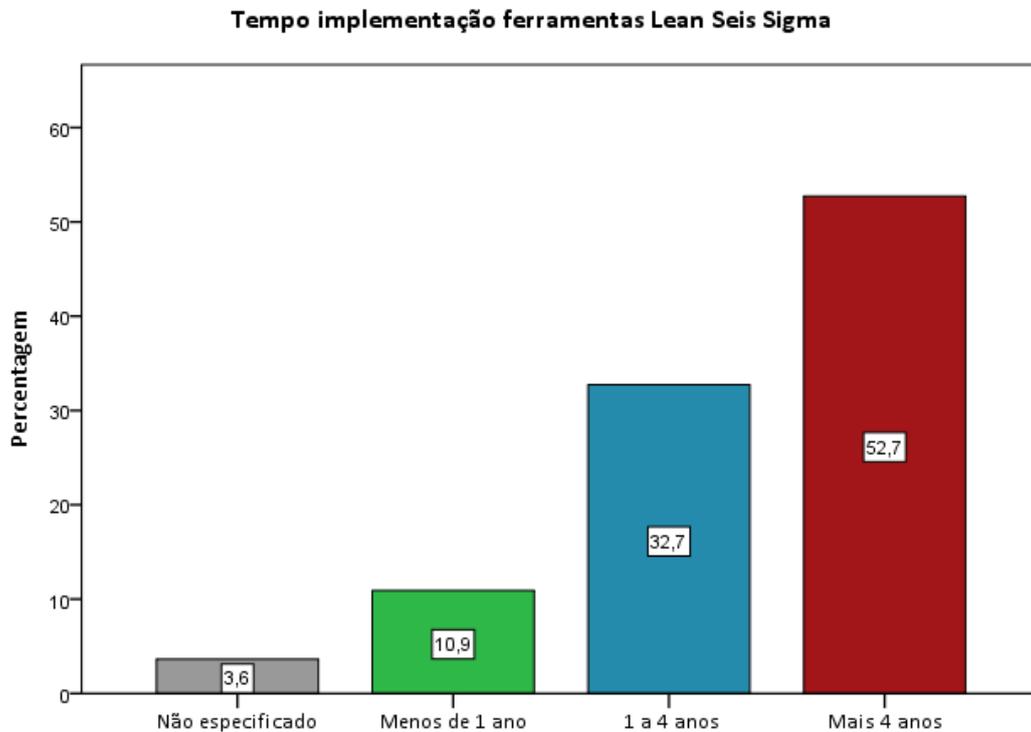


Figura 15: Tempo de implementação das ferramentas *Lean Seis Sigma*.

Cerca de 71% das empresas possuíam pessoas afetas a cargos relacionados com a melhoria contínua e 56,4 % tinham recorrido a entidades de consultoria especializada no âmbito da melhoria de processos. 80% tinham na sua estrutura algum cargo afeto a SST.

Cargos dedicados a melhoria contínua



Figura 16: Proporção de empresas com funções profissionais afetas a melhoria contínua.

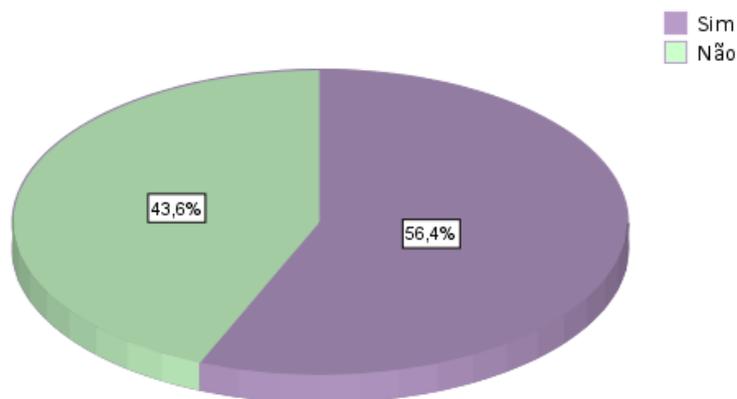
Recurso consultoria especializada

Figura 17: Percentagem de empresas que recorreram a consultoria especializada em melhoria contínua.

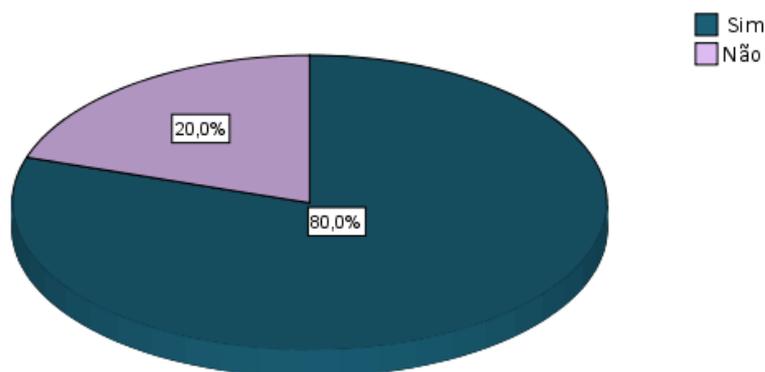
Cargos dedicados SST

Figura 18: Proporção de empresas que possuía cargos dedicados a SST.

Uma vez que se pretende avaliar a cultura de segurança das empresas, os entrevistados foram também questionados sobre a quantidade de acidentes de trabalho e doenças profissionais que reportaram no último ano (2019), uma vez que esta é uma das métricas mais utilizadas para avaliação do nível de segurança ocupacional.

Foi solicitado aos inquiridos que excluíssem os acidentes de trajeto casa-trabalho e vice-versa, dado que, habitualmente, estes não estão relacionados com o risco ocupacional e foram definidas cinco classes no inquérito:

- nenhum acidente ou doença profissional ocorrido;
- 1 a 3 acidentes profissionais;
- 4 a 10 acidentes profissionais;
- Mais de 10 acidentes profissionais;

- Não sabe.

Os resultados obtidos mostram uma taxa de sinistralidade laboral média, com cerca de 40 % das empresas a indicar a ocorrência de 4 ou mais acidentes de trabalho. No entanto este é apenas um dado indicativo, uma vez que para ter uma informação clara e exata seria necessário comparar cada entrada com a média da sinistralidade laboral para o setor de atividade em causa.

Um dos dados que sobressai é que 18,2% dos entrevistados afirma não saber quantos acidentes de trabalho ou doenças profissionais ocorreram na sua organização no ano de 2019. Este é um valor significativo e que indica um certo distanciamento e indiferença com as temáticas relacionadas com SST.

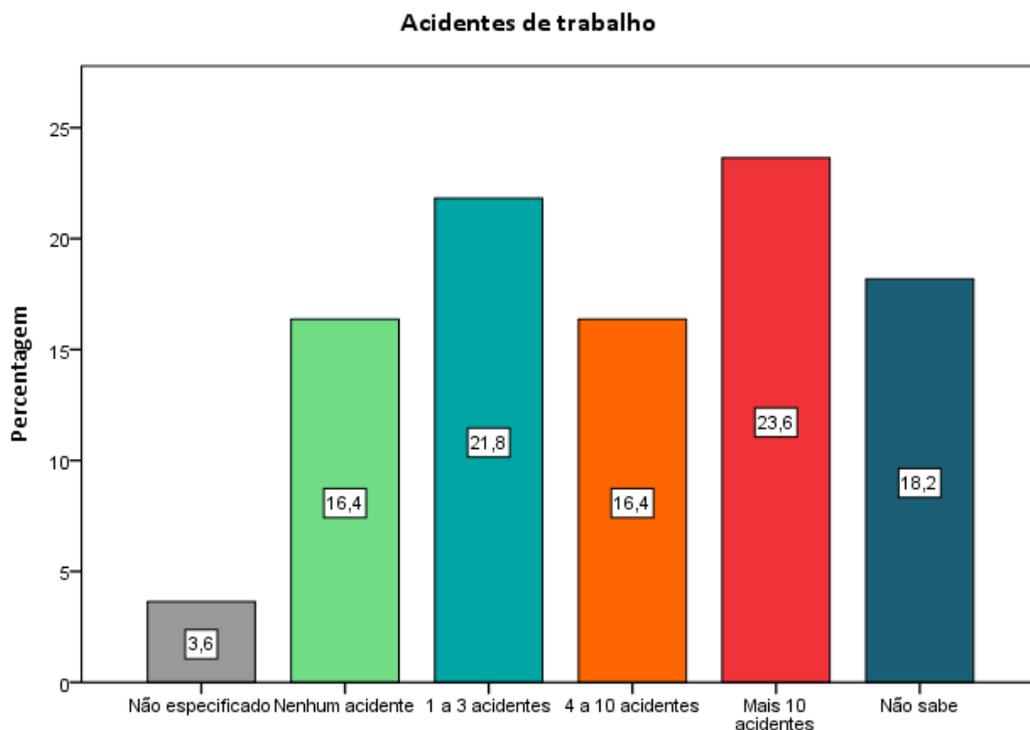


Figura 19: Acidentes de trabalho e doenças profissionais reportados em 2019.

A segunda parte do questionário pretende avaliar a cultura de segurança das empresas que participaram no estudo. Para tal foram desenvolvidas 12 afirmações, cujo enquadramento se encontra discriminado no capítulo 3 e que podem ser consultadas no apêndice A.

Era solicitado aos inquiridos que avaliassem o seu grau de concordância com cada afirmação, em cinco níveis possíveis, numa escala de Likert. Para este estudo e de modo a inferir o modelo proposto cada nível da escala de Likert foi associado um nível de cultura de segurança de acordo com a Tabela 6.

Cada afirmação foi tratada como uma variável do tipo qualitativo ordinal, uma vez que a escala Likert fornece uma medida qualitativa.

Tabela 6: Correspondência entre escala de Likert e o nível de cultura de segurança.

Escala de Likert	Nível de cultura de segurança	
Totalmente em desacordo	1	Muito baixa
Discordo parcialmente	2	Baixa
Não concordo nem discordo	3	Mediana
Concordo parcialmente	4	Elevada
Totalmente de acordo	5	Muito elevada

Numa primeira análise tentou-se perceber o qual o nível de concordância global às afirmações colocadas. Para tal verificou-se as proporções de respostas por nível de concordância à totalidade das afirmações.

Da análise às frequências de respostas (Tabela 7) verificou-se que os níveis de concordância mais altos totalizavam 75,6% das observações, ou seja, “Concordo parcialmente” e “Totalmente de acordo” eram os mais referidos para a generalidade das afirmações.

Tabela 7: Proporção de respostas globais por níveis de concordância.

		Respostas	
		N	Percentagem
Cultura de segurança	Totalmente em desacordo	12	1,8%
	Discordo parcialmente	51	7,7%
	Não concordo nem discordo	98	14,8%
	Concordo parcialmente	276	41,8%
	Totalmente de acordo	223	33,8%
Total		660	100,0%

O nível de concordância, para cada tema abordado, é predominantemente alto, tal como era expectável, tendo em conta análise do nível de concordância global. As variáveis Limpeza e organização, Investimento em SST, Formação contínua dos colaboradores e Possibilidade de efetuar paragens foram as que apresentaram níveis de concordância maiores (moda=5).

Assim podemos afirmar que a generalidade das empresas que participaram no estudo possuem uma cultura de segurança elevada o que poderá ser um indicador positivo para validar a *framework*, dado que estas variáveis podem estar relacionadas com o tempo de utilização de ferramentas *Lean Seis Sigma*.

Tabela 8: Análise descritiva das respostas por nível de concordância e por tema abordado.

Tema abordado / variáveis	Frequência absoluta					Medidas tendência	
	Totalmente em desacordo	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Totalmente de acordo	Moda	Mediana
Limpeza e organização	0	5	4	20	26	5	4
Cumprimento de regras trabalho e SST	1	5	8	24	17	4	4
Reporte de falhas	1	5	11	27	11	4	4
Partilha de informação	1	3	9	27	15	4	4
Apoio entre colaboradores	1	2	9	23	20	4	4
Envolvimento GT	0	7	7	26	15	4	4
Investimento em SST	1	3	6	21	24	5	4
Formação contínua dos colaboradores	0	6	9	18	22	5	4
Formação suficiente	2	3	8	21	21	4	4
Autonomia dos colaboradores	4	4	11	23	13	4	4
Possibilidade de efetuar paragens no trabalho	1	2	6	22	24	5	4
Envolvimento dos colaboradores	0	6	10	24	15	4	4

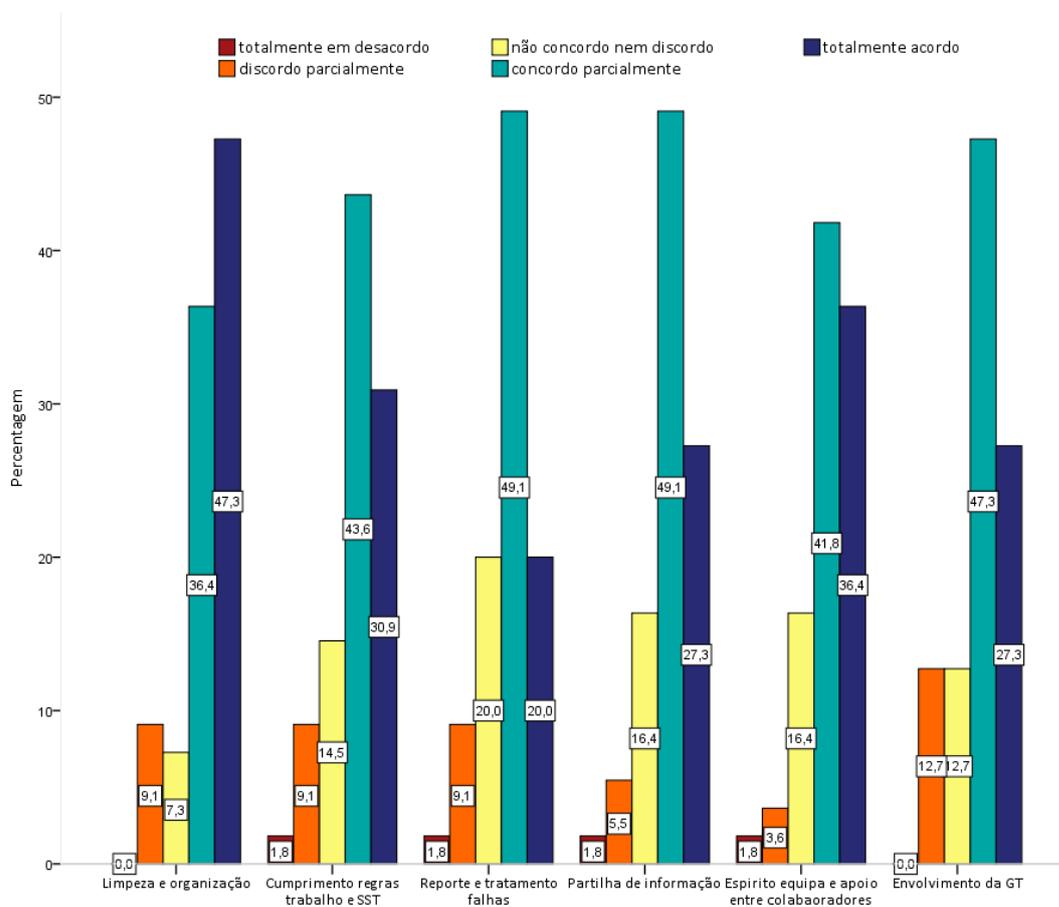
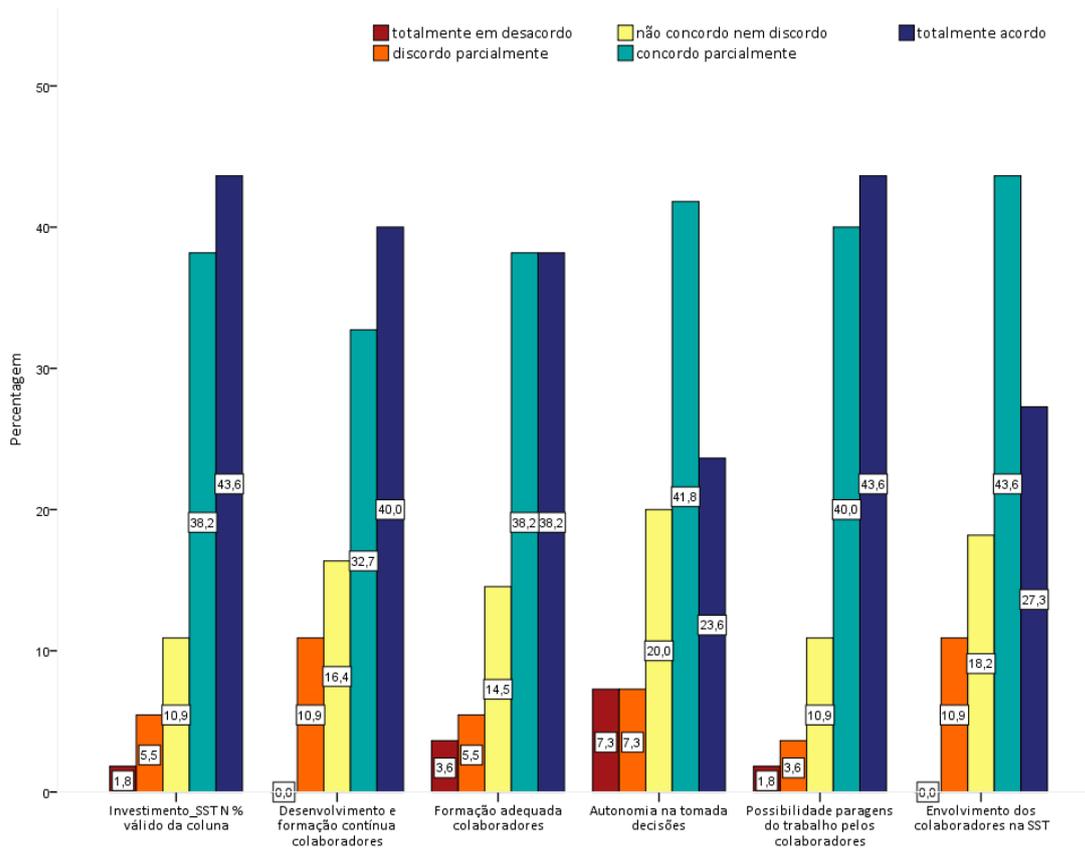


Figura 20: Distribuição percentual do nível de concordância por tema abordado.

Passando agora à análise inferencial é necessário avaliar a fiabilidade do inquérito e consistência dos itens que o compõem. Para avaliar a fiabilidade foi utilizado o coeficiente alfa de Cronbach. Este coeficiente reflete o grau de covariância dos itens entre si, servindo assim de indicador da consistência interna do instrumento. De acordo com Landis & Koch, 1977, a consistência interna de um questionário é tanto maior quanto mais perto de 1 estiver o valor da estatística.

Assim, a consistência interna é avaliada de acordo com os seguintes valores de alfa:

Tabela 9: Consistência interna do questionário segundo o valor de alfa. (Landis & Koch, 1977).

Valor de alfa	Consistência interna
Maior que 0,80	Quase perfeito
De 0,61 a 0,80	Substancial
De 0,41 a 0,60	Moderado
De 0,21 a 0,40	Razoável
Menor que 0,21	Pequeno

O valor de alfa de Cronbach obtido para todas as 12 afirmações que pretendem avaliar o construto relativo à cultura de segurança foi de 0,892, pelo que se considera que a consistência interna deste conjunto de afirmações é bastante elevada, de acordo com a tabela anterior (Tabela 9). Analisando cada variável e o valor de alfa de Cronbach se item for excluído (tabela 11), verifica-se que as variáveis têm um peso semelhante no cálculo do valor do coeficiente de alfa e que a exclusão de uma delas, não faria variar significativamente o valor global de alfa de Cronbach.

Assim, conclui-se que este conjunto de afirmações/itens possuem uma classificação correta e medem adequadamente o conceito teórico que se pretende propor.

Tabela 10: Estatísticas de fiabilidade.

Alfa de Cronbach	N de itens
0,92	12

Tabela 11: Estatística de fiabilidade por item.

Variáveis	Média de escala se o item for excluído	Variância de escala se o item for excluído	Correlação de item total corrigida	Alfa de Cronbach se o item for excluído
Limpeza e organização	43,545	62,141	,631	,914
Cumprimento de regras de trabalho e SST	43,836	59,251	,787	,907
Reporte de falhas	44,000	61,370	,682	,912
Partilha de informação	43,818	61,448	,704	,911
Apoio entre colaboradores	43,691	61,366	,702	,911
Envolvimento GT	43,873	61,817	,639	,913
Investimento em SST	43,600	63,356	,529	,918
Formação contínua dos colaboradores	43,745	60,823	,667	,912
Formação suficiente	43,745	59,527	,726	,910
Autonomia dos colaboradores	44,091	60,566	,590	,917

Variáveis	Média de escala se o item for excluído	Variância de escala se o item for excluído	Correlação de item total corrigida	Alfa de Cronbach se o item for excluído
Possibilidade de efetuar paragens no trabalho	63,82	97,56	,51	,83
Envolvimento dos colaboradores	64,15	95,65	,60	,83

Foi também realizado uma análise fatorial exploratória de forma identificar quantas dimensões latentes se resumem as variáveis associadas à Cultura de Segurança. Os pressupostos associados à análise fatorial foram validados (Tabela 12) uma vez que o teste de KMO e Bartlett foi superior a 0.80. A matriz de componente rotativa (Tabela 13) assim como o gráfico scree plot evidenciam duas dimensões. Uma das dimensões é constituída pelos itens Formação contínua dos colaboradores, Investimento em medidas SST, formação suficiente dos colaboradores, Envolvimento dos colaboradores e limpeza e organização (destacado a cor verde). A outra dimensão é constituída pelo conjunto dos restantes itens.

Tabela 12: Análise fatorial, teste KMO e Bartlett.

Teste de KMO e Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.		,850
Teste de esfericidade de Bartlett	Aprox. Qui-quadrado	386,453
	df	66
	Sig.	,000

Tabela 13: Matriz de componente rotativa.

	Componente	
	1	2
Envolvimento GT	,785	,165
Autonomia dos colaboradores	,785	,101
Reporte de falhas	,739	,277
Partilha de informação	,735	,321
Possibilidade de paragens	,660	,307
Cumprimento de regras de trabalho e SST	,611	,568
Apoio entre colaboradores	,583	,484
Formação contínua dos colaboradores	,197	,887
Investimento em SST	,095	,810
Formação suficiente	,413	,715
Envolvimento dos colaboradores	,545	,565
Limpeza e organização	,473	,519
Método de Extração: Análise de Componente Principal. Método de Rotação: Varimax com Normalização de Kaiser.		
a. Rotação convergida em 3 iterações.		

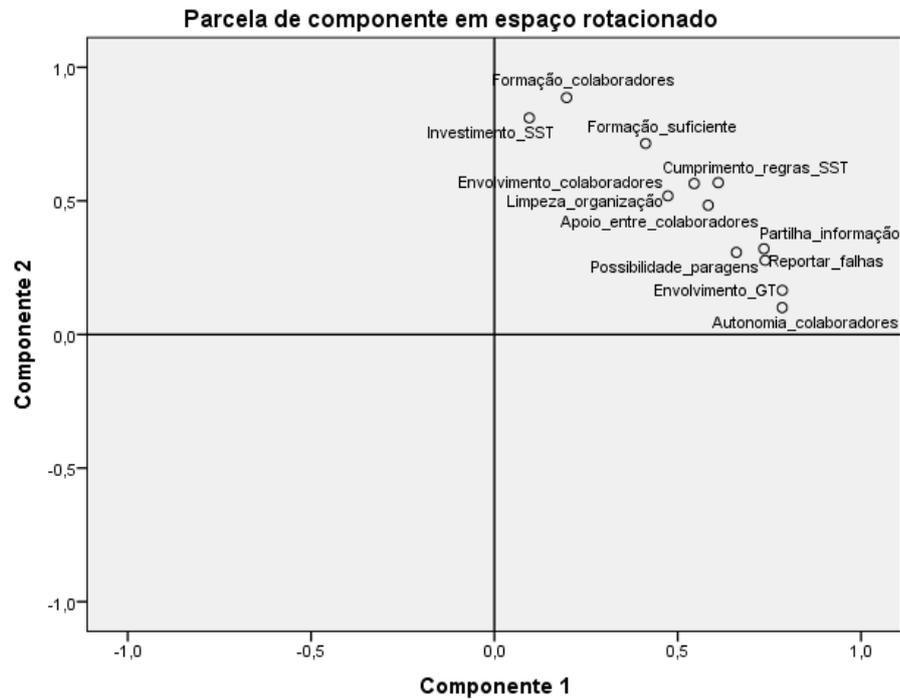


Figura 21: Gráfico scree plot da análise fatorial exploratória.

A *framework* proposta assenta no pressuposto que o nível da cultura de segurança aumenta com o tempo de utilização das ferramentas *Lean Seis Sigma*, pelo que se irá testar se o tempo de utilização das ferramentas *Lean Seis Sigma* têm interferência no nível de cultura de segurança.

Estas são variáveis independentes qualitativas por isso não faz sentido realizar testes paramétricos. É também necessário a ter em conta que a variável dependente, referente ao tempo de utilização das ferramentas, apresenta 3 grupos (menos de 1 ano, de 1 a 4 anos e mais de 4 anos) e as variáveis relativas à cultura de segurança possuem 5 níveis (escala de Likert), em que cada nível representa um grau de concordância com o afirmado (variável ordinal). Assim, como queremos comparar uma variável com três grupos com variáveis ordinais o teste mais adequado é do de Kruskal Wallis (Siegel & Castellan, 2006), considerando um nível de significância de 5%, em que:

Hipótese nula (H_0): Não há diferença significativa entre os grupos;

Hipótese alternativa (H_1): Existe uma diferença entre os grupos.

Resumo de Teste de Hipótese

	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	A distribuição de Limpeza e organização é a mesma entre as categorias de Tempo implementação ferramentas Lean Seis Sigma.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	,485	Reter a hipótese nula.
2	A distribuição de Cumprimento_regras_SST é a mesma entre as categorias de Tempo implementação ferramentas Lean Seis Sigma.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	,481	Reter a hipótese nula.
3	A distribuição de Reporte de falhas é a mesma entre as categorias de Tempo implementação ferramentas Lean Seis Sigma.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	,683	Reter a hipótese nula.
4	A distribuição de Partilha de informação é a mesma entre as categorias de Tempo implementação ferramentas Lean Seis Sigma.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	,427	Reter a hipótese nula.
5	A distribuição de Apoio entre colaboradores é a mesma entre as categorias de Tempo implementação ferramentas Lean Seis Sigma.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	,921	Reter a hipótese nula.
6	A distribuição de Envolvimento GT é a mesma entre as categorias de Tempo implementação ferramentas Lean Seis Sigma.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	,638	Reter a hipótese nula.
7	A distribuição de Investimento_SST é a mesma entre as categorias de Tempo implementação ferramentas Lean Seis Sigma.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	,402	Reter a hipótese nula.
8	A distribuição de Formação_colaboradores é a mesma entre as categorias de Tempo implementação ferramentas Lean Seis Sigma.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	,139	Reter a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05

Figura 22: Resumo dos testes de Kruskal Wallis entre o tempo de utilização de ferramentas Lean Seis sigma e variáveis relativas à cultura de segurança.

De acordo com os resultados obtidos, não existe diferenciação significativa entre os grupos, ou seja, não podemos afirmar que o tempo de utilização de ferramentas *Lean Seis Sigma* tenha influência no nível de concordância de cada um dos itens referidos, assim como pode ser observado na tabulação cruzada (Tabela 14).

Tabela 14: Tabulação cruzada entre tempo de implementação da ferramenta e variáveis de cultura de segurança.

		Limpeza e organização				
		totalmente em desacordo	discordo parcialmente	não concordo nem discordo	concordo parcialmente	totalmente acordo
Tempo implementação ferramentas Lean Seis Sigma	não especificado	0,0%	50,0%	0,0%	0,0%	50,0%
	menos de 1 ano	0,0%	0,0%	16,7%	16,7%	66,7%
	1 e 4 anos	0,0%	5,6%	16,7%	44,4%	33,3%
	mais 4 anos	0,0%	10,3%	0,0%	37,9%	51,7%
		Cumprimento regras trabalho e SST				
		totalmente em desacordo	discordo parcialmente	não concordo nem discordo	concordo parcialmente	totalmente acordo
Tempo implementação ferramentas Lean Seis Sigma	não especificado	0,0%	0,0%	0,0%	50,0%	50,0%
	menos de 1 ano	0,0%	16,7%	0,0%	66,7%	16,7%
	1 e 4 anos	0,0%	5,6%	27,8%	50,0%	16,7%
	mais 4 anos	3,4%	10,3%	10,3%	34,5%	41,4%
		Reporte de falhas				
		totalmente em desacordo	discordo parcialmente	não concordo nem discordo	concordo parcialmente	totalmente acordo
Tempo implementação ferramentas Lean Seis Sigma	não especificado	0,0%	0,0%	50,0%	50,0%	0,0%
	menos de 1 ano	0,0%	0,0%	16,7%	50,0%	33,3%
	1 e 4 anos	0,0%	11,1%	22,2%	44,4%	22,2%
	mais 4 anos	3,4%	10,3%	17,2%	51,7%	17,2%
		Partilha de informação				
		totalmente em desacordo	discordo parcialmente	não concordo nem discordo	concordo parcialmente	totalmente acordo
Tempo implementação ferramentas Lean Seis Sigma	não especificado	0,0%	0,0%	0,0%	50,0%	50,0%
	menos de 1 ano	0,0%	0,0%	16,7%	33,3%	50,0%
	1 e 4 anos	0,0%	0,0%	16,7%	61,1%	22,2%
	mais 4 anos	3,4%	10,3%	17,2%	44,8%	24,1%
		Apoio entre colaboradores				
		totalmente em desacordo	discordo parcialmente	não concordo nem discordo	concordo parcialmente	totalmente acordo
Tempo implementação ferramentas Lean Seis Sigma	não especificado	0,0%	0,0%	0,0%	50,0%	50,0%
	menos de 1 ano	0,0%	0,0%	0,0%	83,3%	16,7%
	1 e 4 anos	0,0%	0,0%	16,7%	50,0%	33,3%
	mais 4 anos	3,4%	6,9%	20,7%	27,6%	41,4%
		Envolvimento GT				
		totalmente em desacordo	discordo parcialmente	não concordo nem discordo	concordo parcialmente	totalmente acordo
Tempo implementação ferramentas Lean Seis Sigma	não especificado	0,0%	0,0%	50,0%	50,0%	0,0%
	menos de 1 ano	0,0%	0,0%	0,0%	83,3%	16,7%
	1 e 4 anos	0,0%	0,0%	16,7%	55,6%	27,8%
	mais 4 anos	0,0%	24,1%	10,3%	34,5%	31,0%
		Investimento em SST				
		totalmente em desacordo	discordo parcialmente	não concordo nem discordo	concordo parcialmente	totalmente acordo
	não especificado	0,0%	0,0%	50,0%	0,0%	50,0%

Tempo implementação ferramentas Lean Seis Sigma	menos de 1 ano	0,0%	33,3%	0,0%	33,3%	33,3%
	1 e 4 anos	0,0%	0,0%	16,7%	55,6%	27,8%
	mais 4 anos	3,4%	3,4%	6,9%	31,0%	55,2%
Desenvolvimento e formação dos colaboradores						
		totalmente em desacordo	discordo parcialmente	não concordo nem discordo	concordo parcialmente	totalmente acordo
Tempo implementação ferramentas Lean Seis Sigma	não especificado	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
	menos de 1 ano	0,0%	16,7%	50,0%	16,7%	16,7%
	1 e 4 anos	0,0%	11,1%	11,1%	44,4%	33,3%
	mais 4 anos	0,0%	10,3%	13,8%	31,0%	44,8%
Formação suficiente dos colaboradores						
		totalmente em desacordo	discordo parcialmente	não concordo nem discordo	concordo parcialmente	totalmente acordo
Tempo implementação ferramentas Lean Seis Sigma	não especificado	0,0%	0,0%	0,0%	50,0%	50,0%
	menos de 1 ano	16,7%	16,7%	0,0%	33,3%	33,3%
	1 e 4 anos	0,0%	5,6%	16,7%	50,0%	27,8%
	mais 4 anos	3,4%	3,4%	17,2%	31,0%	44,8%
Autonomia dos colaboradores						
		totalmente em desacordo	discordo parcialmente	não concordo nem discordo	concordo parcialmente	totalmente acordo
Tempo implementação ferramentas Lean Seis Sigma	não especificado	0,0%	0,0%	50,0%	50,0%	0,0%
	menos de 1 ano	0,0%	0,0%	16,7%	66,7%	16,7%
	1 e 4 anos	16,7%	5,6%	22,2%	38,9%	16,7%
	mais 4 anos	3,4%	10,3%	17,2%	37,9%	31,0%
Possibilidade de efetuar paragens						
		totalmente em desacordo	discordo parcialmente	não concordo nem discordo	concordo parcialmente	totalmente acordo
Tempo implementação ferramentas Lean Seis Sigma	não especificado	0,0%	0,0%	50,0%	0,0%	50,0%
	menos de 1 ano	0,0%	0,0%	0,0%	66,7%	33,3%
	1 e 4 anos	0,0%	0,0%	16,7%	33,3%	50,0%
	mais 4 anos	3,4%	6,9%	6,9%	41,4%	41,4%
Envolvimento dos colaboradores						
		totalmente em desacordo	discordo parcialmente	não concordo nem discordo	concordo parcialmente	totalmente acordo
Tempo implementação ferramentas Lean Seis Sigma	não especificado	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
	menos de 1 ano	0,0%	0,0%	33,3%	33,3%	33,3%
	1 e 4 anos	0,0%	16,7%	16,7%	38,9%	27,8%
	mais 4 anos	0,0%	10,3%	17,2%	44,8%	27,6%

Como já foi referido a certificação na norma ISO 45001 certificação de sistemas de gestão de segurança e saúde ocupacionais, em teoria, deveria ter impacto no nível de cultura de segurança das organizações.

Para testar esta hipótese procedeu-se a um teste Mann Withney, por ser o mais adequado tendo em conta que a variável dependente é do tipo nominal e as variáveis independentes do tipo ordinal (Siegel & Castellan, 2006). Mantendo o nível de significância de 5%, as hipóteses são:

Hipótese nula (H_0): Não há diferença significativa entre os grupos;

Hipótese alternativa (H_1): Existe uma diferença entre os grupos.

Resumo de Teste de Hipótese

	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	A distribuição de Limpeza e organização é a mesma entre as categorias de ISO 45001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,004	Rejeitar a hipótese nula.
2	A distribuição de Cumprimento_regras_SST é a mesma entre as categorias de ISO 45001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,003	Rejeitar a hipótese nula.
3	A distribuição de Reporte de falhas é a mesma entre as categorias de ISO 45001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,032	Rejeitar a hipótese nula.
4	A distribuição de Partilha de informação é a mesma entre as categorias de ISO 45001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,072	Reter a hipótese nula.
5	A distribuição de Apoio entre colaboradores é a mesma entre as categorias de ISO 45001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,781	Reter a hipótese nula.
6	A distribuição de Envolvimento GT é a mesma entre as categorias de ISO 45001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,022	Rejeitar a hipótese nula.
7	A distribuição de Investimento_SST é a mesma entre as categorias de ISO 45001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,117	Reter a hipótese nula.
8	A distribuição de Formação_colaboradores é a mesma entre as categorias de ISO 45001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,067	Reter a hipótese nula.

	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
9	A distribuição de Formação suficiente é a mesma entre as categorias de ISO 45001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,051	Reter a hipótese nula.
10	A distribuição de Autonomia dos colaboradores é a mesma entre as categorias de ISO 45001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,678	Reter a hipótese nula.
11	A distribuição de Possibilidade_paragens é a mesma entre as categorias de ISO 45001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,392	Reter a hipótese nula.
12	A distribuição de Envolvimento dos colaboradores é a mesma entre as categorias de ISO 45001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,030	Rejeitar a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

Figura 23: Resumo dos testes de Mann Whitney entre a certificação ISSO 45001 e as variáveis relativas à cultura de segurança.

Neste caso, já se verifica que existem diferenças entre grupos com a certificação ISO 45001, nomeadamente com as variáveis Ordem e limpeza, Cumprimento das regras de trabalho e SST, Reporte de falhas, envolvimento da gestão de topo e envolvimento dos colaboradores. Em todas as variáveis mencionadas há uma predominância de níveis de concordância mais elevados (4 - concordo parcialmente e 5 - totalmente de acordo) quando as empresas são certificadas pela norma ISO 45001, conforme pode ser visualizado nos gráficos abaixo.

Situação semelhante acontece quando se procede ao mesmo teste para a norma ISO 14001, mas o mesmo já não se verifica com a certificação na norma ISO 9001 ou com outros referenciais de certificação.

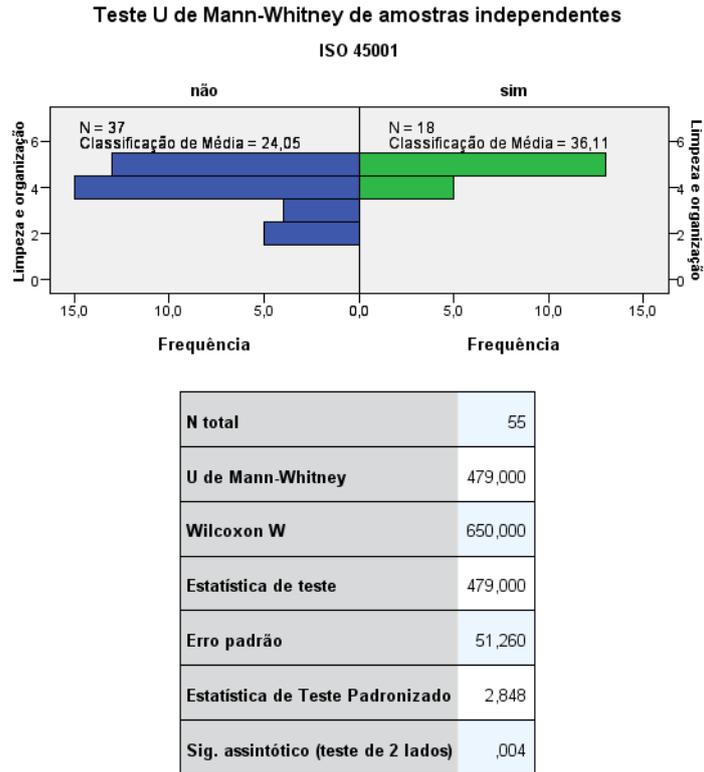


Figura 24: Teste de Mann Whitney para as variáveis ISO 45001 e Limpeza e organização.

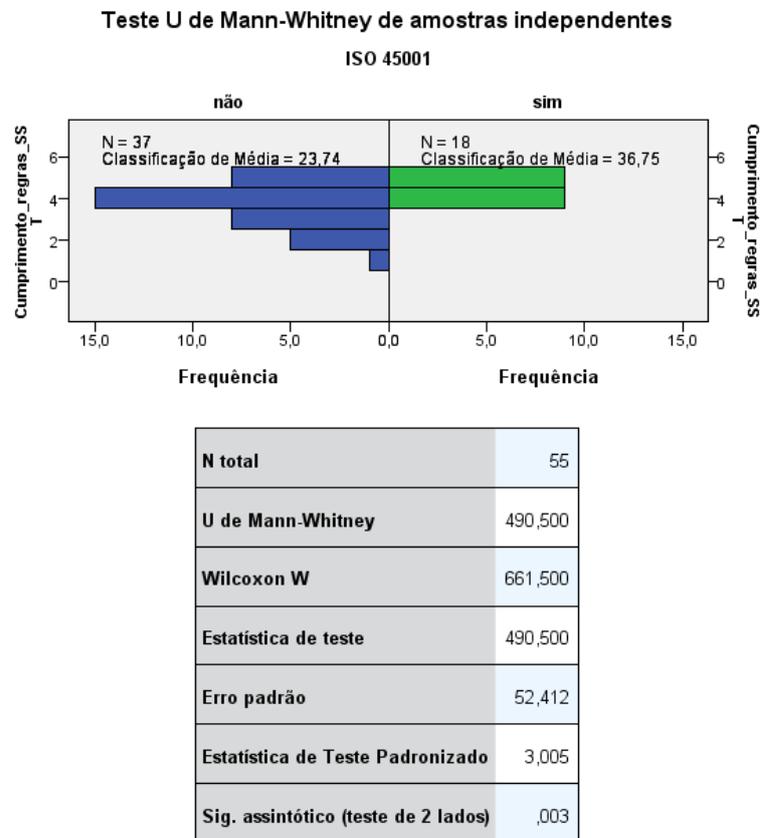


Figura 25: Teste de Mann Whitney para as variáveis ISO 45001 e Cumprimento de regras de trabalho e SST.

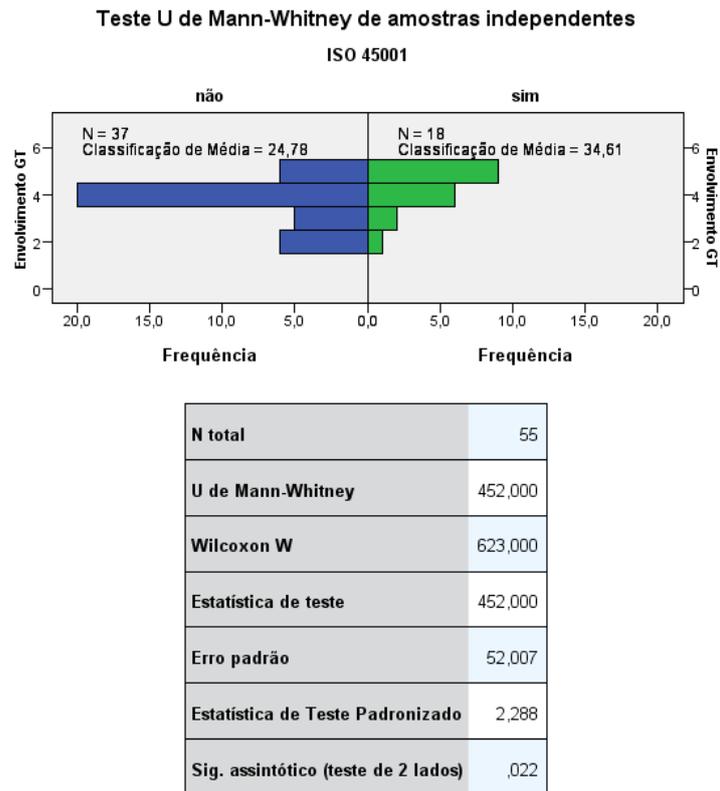


Figura 26: Teste de Mann Whitney para as variáveis ISO 45001 e Envolvimento da gestão de topo.

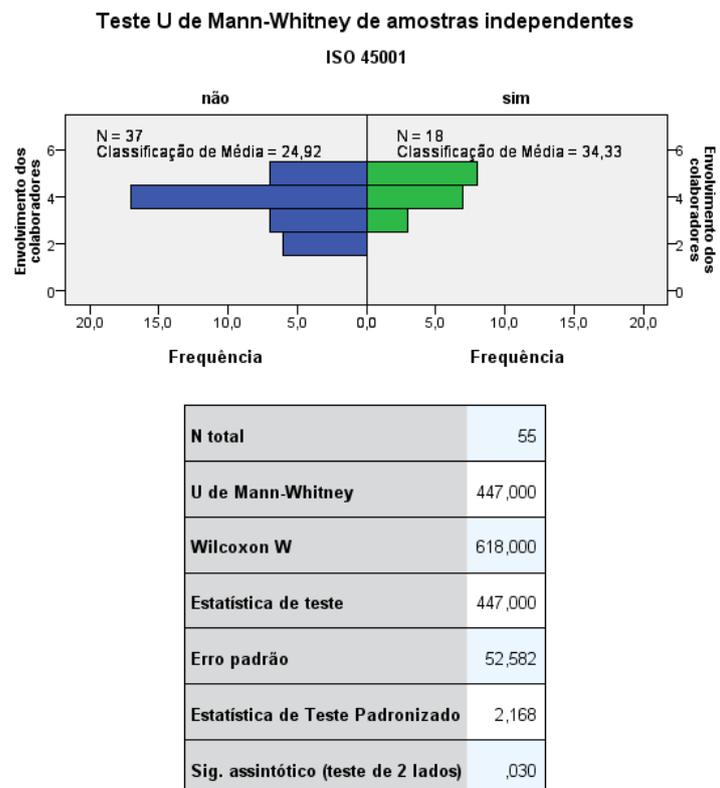


Figura 27: Teste de Mann Whitney para as variáveis ISO 45001 e Envolvimento dos colaboradores.

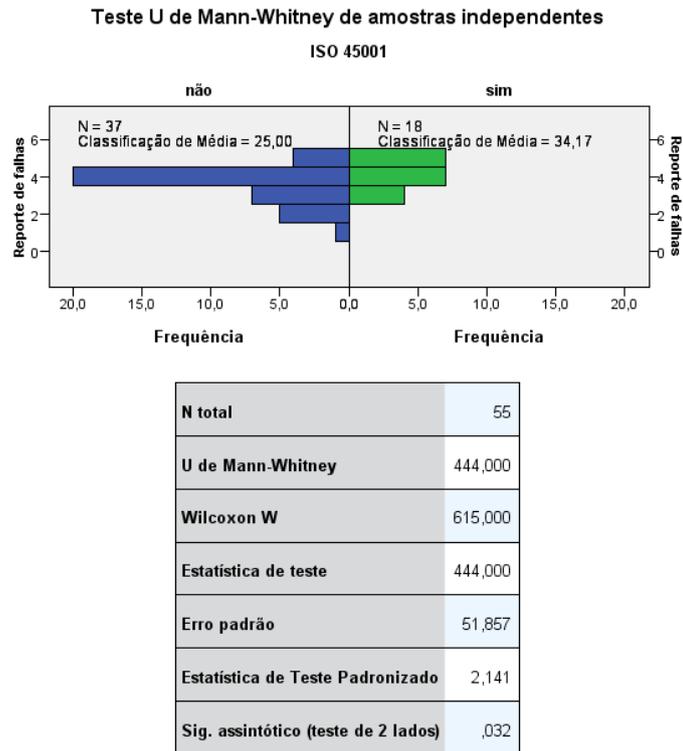


Figura 28: Teste de Mann Whitney para as variáveis ISO 45001 e Reporte de falhas.

Resumo de Teste de Hipótese				
	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	A distribuição de Limpeza e organização é a mesma entre as categorias de ISO 14001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,001	Rejeitar a hipótese nula.
2	A distribuição de Cumprimento_regras_SST é a mesma entre as categorias de ISO 14001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,000	Rejeitar a hipótese nula.
3	A distribuição de Reporte de falhas é a mesma entre as categorias de ISO 14001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,103	Reter a hipótese nula.
4	A distribuição de Partilha de informação é a mesma entre as categorias de ISO 14001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,222	Reter a hipótese nula.
5	A distribuição de Apoio entre colaboradores é a mesma entre as categorias de ISO 14001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,465	Reter a hipótese nula.
6	A distribuição de Envolvimento GT é a mesma entre as categorias de ISO 14001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,161	Reter a hipótese nula.
7	A distribuição de Investimento_SS é a mesma entre as categorias de ISO 14001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,012	Rejeitar a hipótese nula.
8	A distribuição de Formação_colaboradores é a mesma entre as categorias de ISO 14001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,005	Rejeitar a hipótese nula.
9	A distribuição de Formação suficiente é a mesma entre as categorias de ISO 14001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,008	Rejeitar a hipótese nula.
10	A distribuição de Autonomia dos colaboradores é a mesma entre as categorias de ISO 14001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,361	Reter a hipótese nula.
11	A distribuição de Possibilidade_paragens é a mesma entre as categorias de ISO 14001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,192	Reter a hipótese nula.
12	A distribuição de Envolvimento do colaboradores é a mesma entre as categorias de ISO 14001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,102	Reter a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

Figura 29: Resumo dos testes de Mann Whitney entre a certificação ISO 14001 e as variáveis relativas à cultura de segurança.

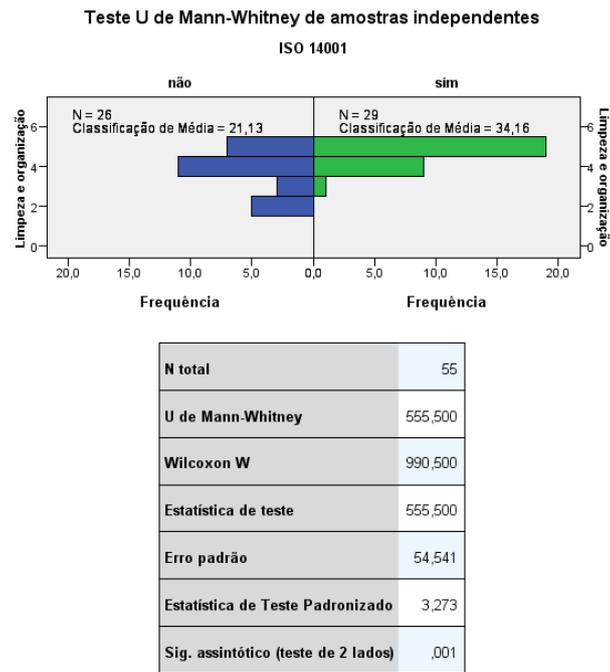


Figura 30: Teste de Mann Whitney para as variáveis ISO 14001 e Limpeza e organização.

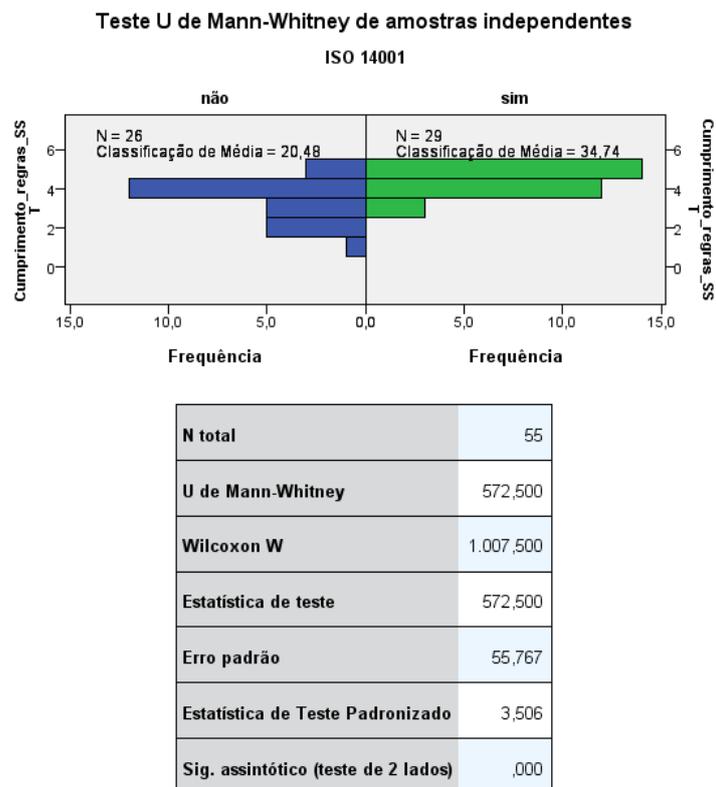


Figura 31: Teste de Mann Whitney para as variáveis ISO 14001 e Cumprimento de regras de trabalho e SST.

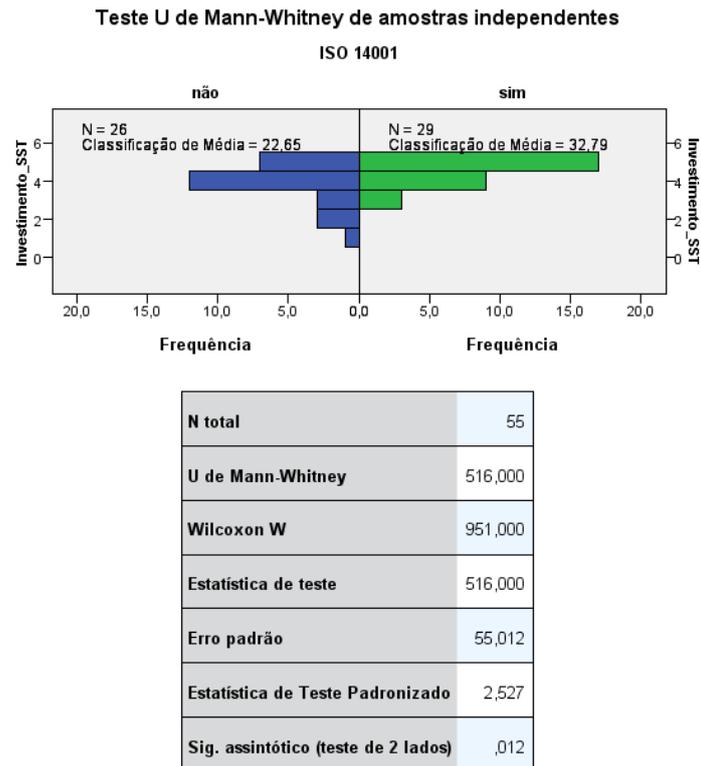


Figura 32: Teste de Mann Whitney para as variáveis ISO 14001 e Investimento em SST.

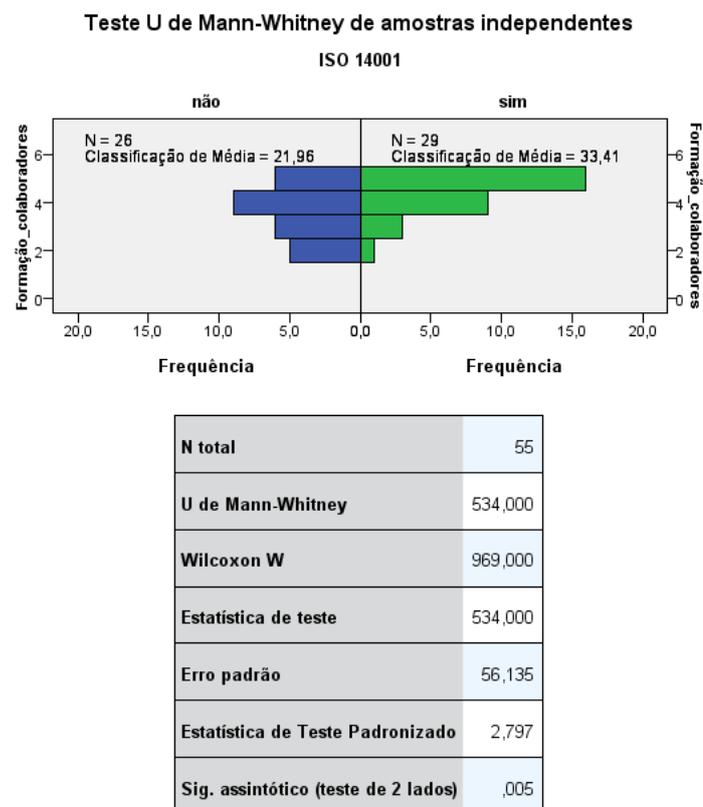
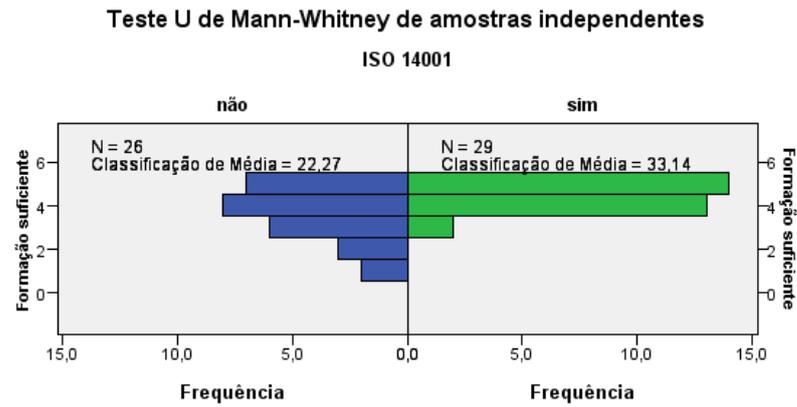


Figura 33: Teste de Mann Whitney para as variáveis ISO 14001 e Formação contínua dos colaboradores.



N total	55
U de Mann-Whitney	526,000
Wilcoxon W	961,000
Estatística de teste	526,000
Erro padrão	55,825
Estatística de Teste Padronizado	2,669
Sig. assintótico (teste de 2 lados)	,008

Figura 34: Teste de Mann Whitney para as variáveis ISO 14001 e Formação suficiente dos colaboradores.

Resumo de Teste de Hipótese

	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	A distribuição de Limpeza e organização é a mesma entre as categorias de ISO 9001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,438	Reter a hipótese nula.
2	A distribuição de Cumprimento_regras_SST é a mesma entre as categorias de ISO 9001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,760	Reter a hipótese nula.
3	A distribuição de Reporte de falhas é a mesma entre as categorias de ISO 9001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,624	Reter a hipótese nula.
4	A distribuição de Partilha de informação é a mesma entre as categorias de ISO 9001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,129	Reter a hipótese nula.
5	A distribuição de Apoio entre colaboradores é a mesma entre as categorias de ISO 9001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,340	Reter a hipótese nula.
6	A distribuição de Envolvimento GT é a mesma entre as categorias de ISO 9001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,807	Reter a hipótese nula.
7	A distribuição de Investimento_SST é a mesma entre as categorias de ISO 9001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,864	Reter a hipótese nula.
8	A distribuição de Formação colaboradores é a mesma entre as categorias de ISO 9001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,315	Reter a hipótese nula.
9	A distribuição de Formação suficiente é a mesma entre as categorias de ISO 9001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,218	Reter a hipótese nula.
10	A distribuição de Autonomia dos colaboradores é a mesma entre as categorias de ISO 9001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,795	Reter a hipótese nula.
11	A distribuição de Possibilidade_paragens é a mesma entre as categorias de ISO 9001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,421	Reter a hipótese nula.
12	A distribuição de Envolvimento dos colaboradores é a mesma entre as categorias de ISO 9001.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,450	Reter a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

Figura 35: Resumo dos testes de Mann Whitney entre a certificação ISO 9001 e as variáveis relativas à cultura de segurança.

Resumo de Teste de Hipótese				
	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	A distribuição de Limpeza e organização é a mesma entre as categorias de Outra certificação.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,846	Reter a hipótese nula.
2	A distribuição de Cumprimento_regras_SST é a mesma entre as categorias de Outra certificação.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,435	Reter a hipótese nula.
3	A distribuição de Reporte de falhas é a mesma entre as categorias de Outra certificação.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,673	Reter a hipótese nula.
4	A distribuição de Partilha de informação é a mesma entre as categorias de Outra certificação.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,156	Reter a hipótese nula.
5	A distribuição de Apoio entre colaboradores é a mesma entre as categorias de Outra certificação.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,494	Reter a hipótese nula.
6	A distribuição de Envolvimento OT é a mesma entre as categorias de Outra certificação.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,647	Reter a hipótese nula.
7	A distribuição de Investimento_SST é a mesma entre as categorias de Outra certificação.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,312	Reter a hipótese nula.
8	A distribuição de Formação_colaboradores é a mesma entre as categorias de Outra certificação.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,505	Reter a hipótese nula.
9	A distribuição de Formação suficiente é a mesma entre as categorias de Outra certificação.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,277	Reter a hipótese nula.
10	A distribuição de Autonomia dos colaboradores é a mesma entre as categorias de Outra certificação.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,680	Reter a hipótese nula.
11	A distribuição de Possibilidade_paragens é a mesma entre as categorias de Outra certificação.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,760	Reter a hipótese nula.
12	A distribuição de Envolvimento dos colaboradores é a mesma entre as categorias de Outra certificação.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	1,000	Reter a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

Figura 36: o dos testes de Mann Whitney para outras certificações e as variáveis relativas à cultura de segurança.

O mesmo teste de hipótese foi aplicado para cada uma das ferramentas *Lean Seis Sigma* mencionadas no inquérito, uma vez que se aplicam os mesmos princípios.

Neste caso, apenas as ferramentas Gestão Visual, A3, *Standard Work* e OEE mostraram alguma diferenciação entre grupos, em especial nos grupos que aplicam as ferramentas A3 e OEE.

No caso das ferramentas Gestão visual e *Standard work* pode-se verificar que existe diferenciação positiva entre o grupo que aplica as ferramentas na variável Investimento em medidas SST.

Já no grupo que implementa a ferramenta A3 verifica-se diferenciação positiva nas variáveis Cumprimento de regras de trabalho e SST, Reporte de falhas, Desenvolvimento e formação dos colaboradores e Autonomia dos colaboradores.

Relativamente à ferramenta OEE, também existe uma diferenciação positiva nas variáveis Cumprimento de regras de trabalho e SST, Reporte de falhas e Investimento em medidas SST.

Estes dados podem ser confirmados nas tabelas seguintes.

Resumo de Teste de Hipótese				
	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	A distribuição de Limpeza e organização é a mesma entre as categorias de Gestão visual .	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,976	Retetar a hipótese nula.
2	A distribuição de Cumprimento_regras_SST é a mesma entre as categorias de Gestão visual .	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,359	Retetar a hipótese nula.
3	A distribuição de Reporte de falhas é a mesma entre as categorias de Gestão visual .	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,577	Retetar a hipótese nula.
4	A distribuição de Partilha de informação é a mesma entre as categorias de Gestão visual .	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,810	Retetar a hipótese nula.
5	A distribuição de Apoio entre colaboradores é a mesma entre as categorias de Gestão visual .	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,087	Retetar a hipótese nula.
6	A distribuição de Envolvimento GT é a mesma entre as categorias de Gestão visual .	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,558	Retetar a hipótese nula.
7	A distribuição de Investimento_SST é a mesma entre as categorias de Gestão visual .	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,036	Rejeitar a hipótese nula.
8	A distribuição de Formação_colaboradores é a mesma entre as categorias de Gestão visual .	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,147	Retetar a hipótese nula.
9	A distribuição de Formação suficiente é a mesma entre as categorias de Gestão visual .	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,946	Retetar a hipótese nula.
10	A distribuição de Autonomia dos colaboradores é a mesma entre as categorias de Gestão visual .	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,508	Retetar a hipótese nula.
11	A distribuição de Possibilidade_paragens é a mesma entre as categorias de Gestão visual .	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,756	Retetar a hipótese nula.
12	A distribuição de Envolvimento dos colaboradores é a mesma entre as categorias de Gestão visual .	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,219	Retetar a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

Figura 37: Resumo dos testes de Mann Whitney entre a ferramenta Gestão visual e as variáveis relativas à cultura de segurança.

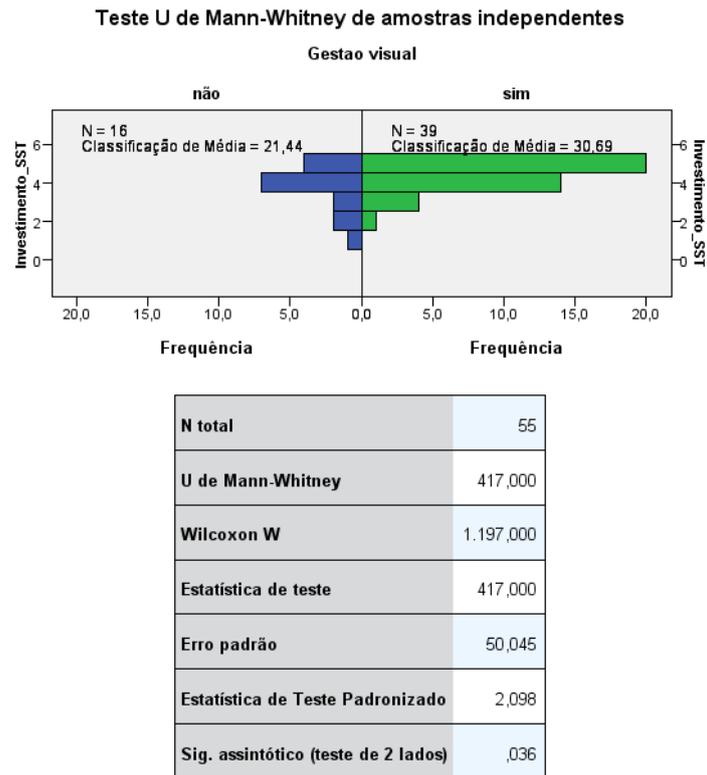


Figura 38: Teste de Mann Whitney para o uso de Gestão visual e a variável Investimento em medidas SST.

Resumo de Teste de Hipótese				
	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	A distribuição de Limpeza e organização é a mesma entre as categorias de A3.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,419	Retetar a hipótese nula.
2	A distribuição de Cumprimento_regras_SST é a mesma entre as categorias de A3.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,031	Rejeitar a hipótese nula.
3	A distribuição de Reporte de falhas é a mesma entre as categorias de A3.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,011	Rejeitar a hipótese nula.
4	A distribuição de Partilha de informação é a mesma entre as categorias de A3.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,085	Retetar a hipótese nula.
5	A distribuição de Apoio entre colaboradores é a mesma entre as categorias de A3.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,068	Retetar a hipótese nula.
6	A distribuição de Envolvimento GT é a mesma entre as categorias de A3.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,115	Retetar a hipótese nula.
7	A distribuição de Investimento_SST é a mesma entre as categorias de A3.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,052	Retetar a hipótese nula.
8	A distribuição de Formação_colaboradores é a mesma entre as categorias de A3.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,023	Rejeitar a hipótese nula.
9	A distribuição de Formação suficiente é a mesma entre as categorias de A3.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,320	Retetar a hipótese nula.
10	A distribuição de Autonomia dos colaboradores é a mesma entre as categorias de A3.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,005	Rejeitar a hipótese nula.
11	A distribuição de Possibilidade_paragens é a mesma entre as categorias de A3.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,211	Retetar a hipótese nula.
12	A distribuição de Envolvimento dos colaboradores é a mesma entre as categorias de A3.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,084	Retetar a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

Figura 39: Resumo dos testes de Mann Whitney entre a ferramenta A3 e as variáveis relativas à cultura de segurança.

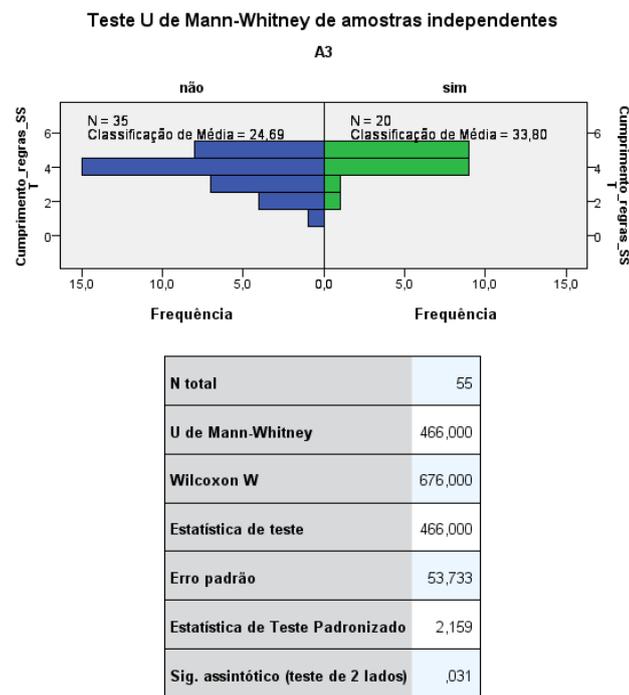


Figura 40: Teste de Mann Whitney para o uso da ferramenta A3 e a variável Cumprimento de regras de trabalho e SST.

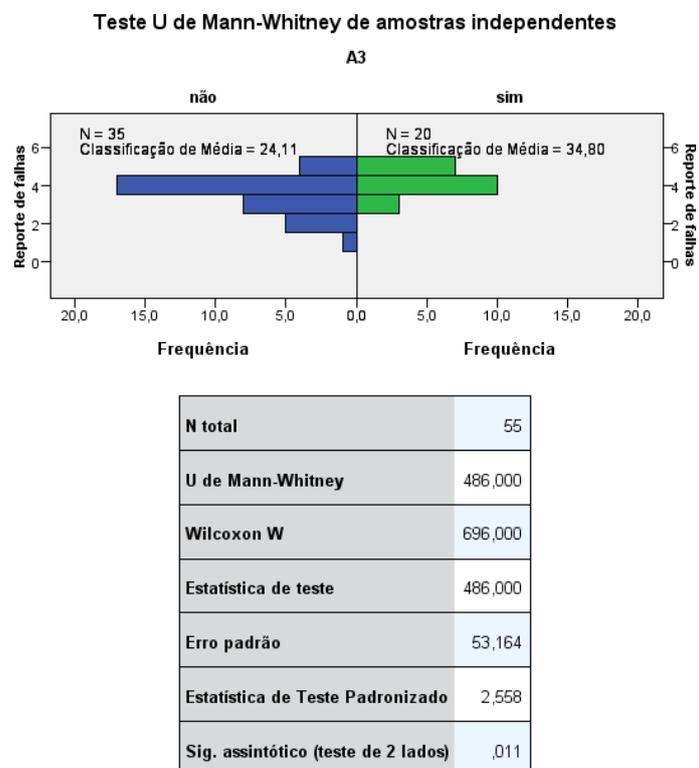


Figura 41: Teste de Mann Whitney para o uso da ferramenta A3 e a variável Reporte de falhas.

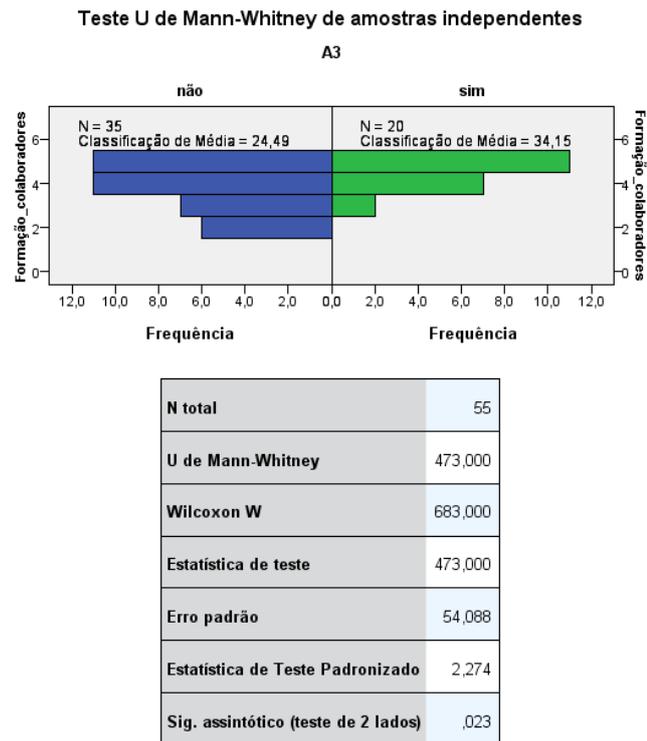


Figura 42: Teste de Mann Whitney para o uso da ferramenta A3 e a variável Formação e desenvolvimento dos colaboradores.

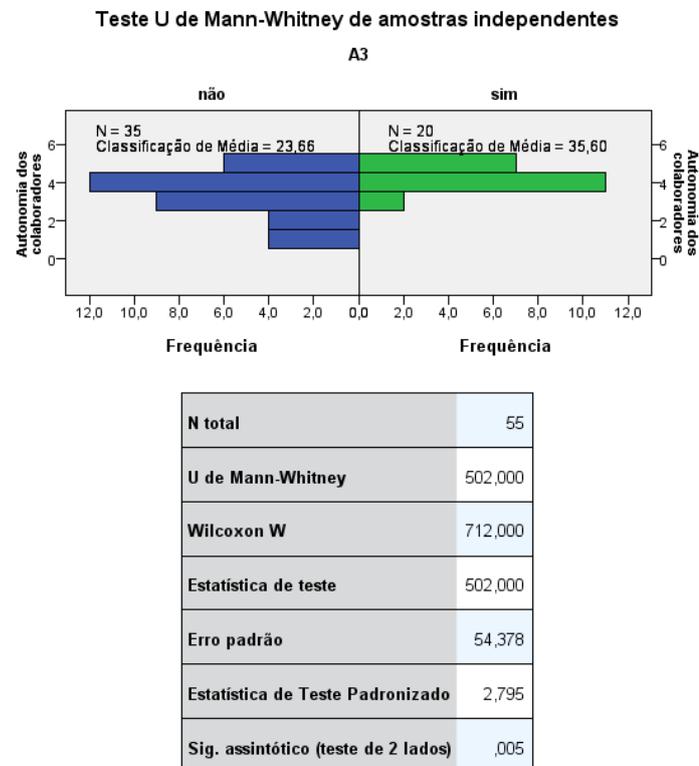
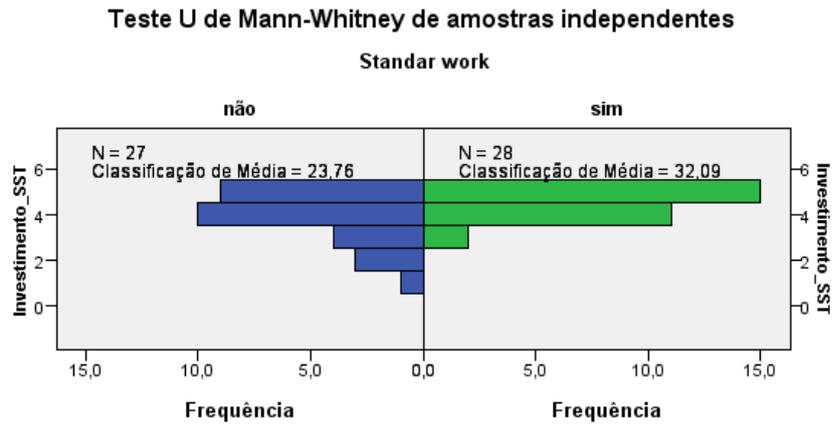


Figura 43: Teste de Mann Whitney para o uso da ferramenta A3 e a variável Autonomia dos colaboradores.

Resumo de Teste de Hipótese				
	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	A distribuição de Limpeza e organização é a mesma entre as categorias de Standar work.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,971	Reter a hipótese nula.
2	A distribuição de Cumprimento_regras_SST é a mesma entre as categorias de Standar work.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,474	Reter a hipótese nula.
3	A distribuição de Reporte de falhas é a mesma entre as categorias de Standar work.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,218	Reter a hipótese nula.
4	A distribuição de Partilha de informação é a mesma entre as categorias de Standar work.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,536	Reter a hipótese nula.
5	A distribuição de Apoio entre colaboradores é a mesma entre as categorias de Standar work.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,608	Reter a hipótese nula.
6	A distribuição de Envolvimento GT é a mesma entre as categorias de Standar work.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,362	Reter a hipótese nula.
7	A distribuição de Investimento_SST é a mesma entre as categorias de Standar work.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,038	Rejeitar a hipótese nula.
8	A distribuição de Formação colaboradores é a mesma entre as categorias de Standar work.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,117	Reter a hipótese nula.
9	A distribuição de Formação suficiente é a mesma entre as categorias de Standar work.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,604	Reter a hipótese nula.
10	A distribuição de Autonomia dos colaboradores é a mesma entre as categorias de Standar work.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,639	Reter a hipótese nula.
11	A distribuição de Possibilidade_paragens é a mesma entre as categorias de Standar work.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,266	Reter a hipótese nula.
12	A distribuição de Envolvimento dos colaboradores é a mesma entre as categorias de Standar work.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,562	Reter a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

Figura 44: Resumo dos testes de Mann Whitney entre a ferramenta *Standard work* e as variáveis relativas à cultura de segurança.



N total	55
U de Mann-Whitney	492,500
Wilcoxon W	898,500
Estatística de teste	492,500
Erro padrão	55,085
Estatística de Teste Padronizado	2,079
Sig. assintótico (teste de 2 lados)	,038

Figura 45: Teste de Mann Whitney para o uso da ferramenta *Standar work* e a variável Investimento medidas SST.

Resumo de Teste de Hipótese				
	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	A distribuição de Limpeza e organização é a mesma entre as categorias de OEE.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,234	Reter a hipótese nula.
2	A distribuição de Cumprimento_regras_SST é a mesma entre as categorias de OEE.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,015	Rejeitar a hipótese nula.
3	A distribuição de Reporte de falhas é a mesma entre as categorias de OEE.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,004	Rejeitar a hipótese nula.
4	A distribuição de Partilha de informação é a mesma entre as categorias de OEE.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,317	Reter a hipótese nula.
5	A distribuição de Apoio entre colaboradores é a mesma entre as categorias de OEE.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,513	Reter a hipótese nula.
6	A distribuição de Envolvimento GT é a mesma entre as categorias de OEE.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,450	Reter a hipótese nula.
7	A distribuição de Investimento_SST é a mesma entre as categorias de OEE.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,047	Rejeitar a hipótese nula.
8	A distribuição de Formação colaboradores é a mesma entre as categorias de OEE.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,076	Reter a hipótese nula.
9	A distribuição de Formação suficiente é a mesma entre as categorias de OEE.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,078	Reter a hipótese nula.
10	A distribuição de Autonomia dos colaboradores é a mesma entre as categorias de OEE.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,179	Reter a hipótese nula.
11	A distribuição de Possibilidade_paragens é a mesma entre as categorias de OEE.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,470	Reter a hipótese nula.
12	A distribuição de Envolvimento dos colaboradores é a mesma entre as categorias de OEE.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,160	Reter a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

Figura 46: Resumo dos testes de Mann Whitney entre a ferramenta OEE e as variáveis relativas à cultura de segurança.

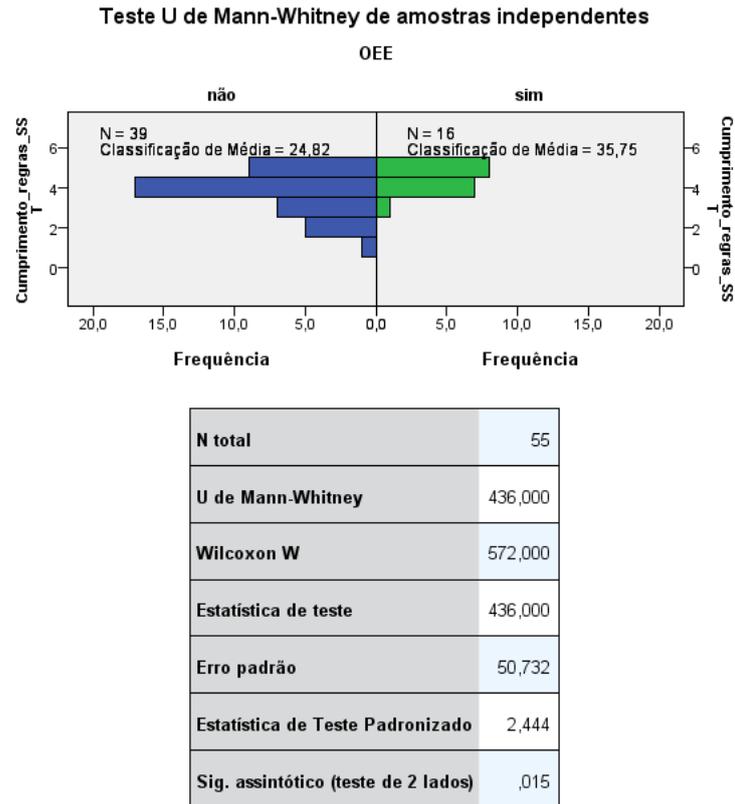


Figura 47: Teste de Mann Whitney para o uso da ferramenta OEE e a variável Cumprimento de regras de trabalho e SST.

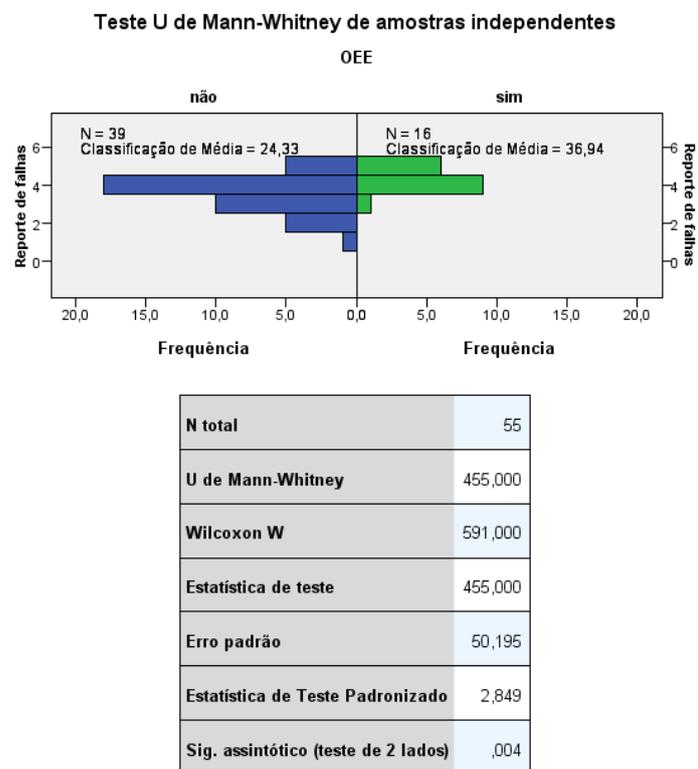


Figura 48: Teste de Mann Whitney para o uso da ferramenta OEE e a variável Reporte de falhas.

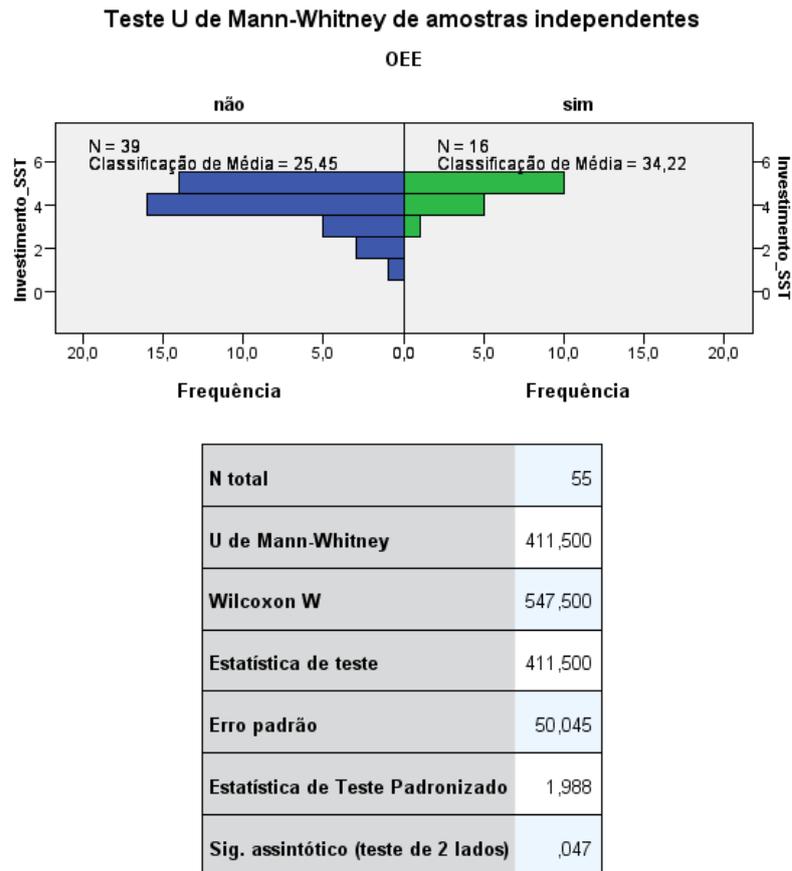


Figura 49: Teste de Mann Whitney para o uso da ferramenta OEE e a variável Investimento em medidas SST.

Relativamente à organização das empresas, mantendo as premissas estabelecidas para as hipóteses nulas e alternativas e o nível de significância utilizados anteriormente, mas utilizando o teste de hipótese de Kruskal Wallis verificou-se que não existe relação entre a dimensão das empresas fornecida pelo número de funcionários e a cultura de segurança.

O desempenho de funções internas associadas à SST demonstram alguma relação com a formação dos colaboradores e o investimento em medidas SST (Figura 53) e a existência de cargos associados à melhoria demonstram uma relação com o envolvimento dos colaboradores (Figura 50).

Resumo de Teste de Hipótese				
	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	A distribuição de Limpeza e organização é a mesma entre as categorias de N.º funcionários.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	,142	Reter a hipótese nula.
2	A distribuição de Cumprimento_regras_SST é a mesma entre as categorias de N.º funcionários.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	,248	Reter a hipótese nula.
3	A distribuição de Reporte de falha é a mesma entre as categorias de N.º funcionários.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	,672	Reter a hipótese nula.
4	A distribuição de Partilha de informação é a mesma entre as categorias de N.º funcionários.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	,532	Reter a hipótese nula.
5	A distribuição de Apoio entre colaboradores é a mesma entre as categorias de N.º funcionários.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	,453	Reter a hipótese nula.
6	A distribuição de Envolvimento G é a mesma entre as categorias de N.º funcionários.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	,479	Reter a hipótese nula.
7	A distribuição de Investimento_SST é a mesma entre as categorias de N.º funcionários.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	,114	Reter a hipótese nula.
8	A distribuição de Formação_colaboradores é a mesma entre as categorias de N.º funcionários.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	,138	Reter a hipótese nula.
9	A distribuição de Formação suficiente é a mesma entre as categorias de N.º funcionários.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	,190	Reter a hipótese nula.
10	A distribuição de Autonomia dos colaboradores é a mesma entre as categorias de N.º funcionários.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	,117	Reter a hipótese nula.
11	A distribuição de Possibilidade_paragens é a mesma entre as categorias de N.º funcionários.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	,964	Reter a hipótese nula.
12	A distribuição de Envolvimento dos colaboradores é a mesma entre as categorias de N.º funcionários.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	,097	Reter a hipótese nula.

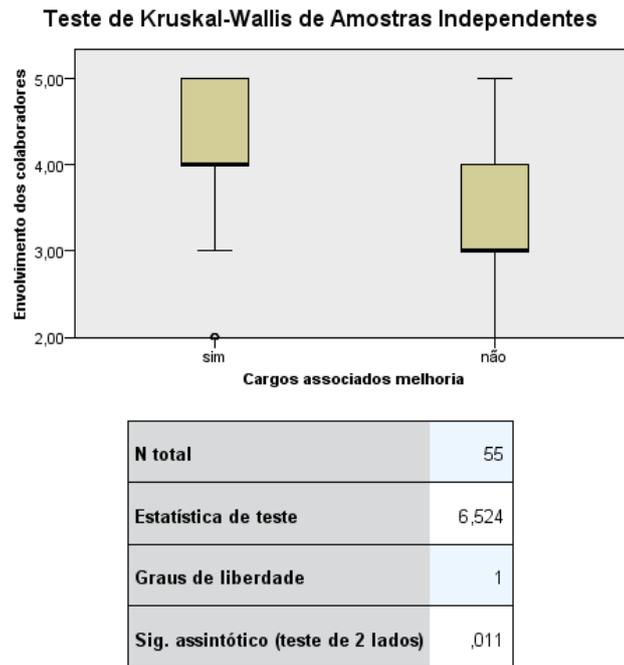
São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

Figura 50: Teste de Kruskal Wallis para as classes do número de funcionários e as variáveis relativas à cultura de segurança.

Resumo de Teste de Hipótese				
	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	A distribuição de Limpeza e organização é a mesma entre as categorias de Cargos associados melhoria.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,519	Reter a hipótese nula.
2	A distribuição de Cumprimento_regras_SST é a mesma entre as categorias de Cargos associados melhoria.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,159	Reter a hipótese nula.
3	A distribuição de Reporte de falhas é a mesma entre as categorias de Cargos associados melhoria.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,073	Reter a hipótese nula.
4	A distribuição de Partilha de informação é a mesma entre as categorias de Cargos associados melhoria.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,496	Reter a hipótese nula.
5	A distribuição de Apoio entre colaboradores é a mesma entre as categorias de Cargos associados melhoria.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,759	Reter a hipótese nula.
6	A distribuição de Envolvimento GT a mesma entre as categorias de Cargos associados melhoria.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,062	Reter a hipótese nula.
7	A distribuição de Investimento_SST é a mesma entre as categorias de Cargos associados melhoria.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,153	Reter a hipótese nula.
8	A distribuição de Formação_colaboradores é a mesma entre as categorias de Cargos associados melhoria.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,244	Reter a hipótese nula.
9	A distribuição de Formação suficiente é a mesma entre as categorias de Cargos associados melhoria.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,852	Reter a hipótese nula.
10	A distribuição de Autonomia dos colaboradores é a mesma entre as categorias de Cargos associados melhoria.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,566	Reter a hipótese nula.
11	A distribuição de Possibilidade_paragens é a mesma entre as categorias de Cargos associados melhoria.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,857	Reter a hipótese nula.
12	A distribuição de Envolvimento dos colaboradores é a mesma entre as categorias de Cargos associados melhoria.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,011	Rejeitar a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

Figura 51: Teste de Mann Whitney que relaciona a existência de cargos associados à melhoria e as variáveis relativas à cultura de segurança.



1. A estatística de teste está ajustada para empates.
2. Comparações múltiplas não são realizadas, pois há menos de três campos de teste.

Figura 52: Teste de Kruskal-Wallis para as variáveis Cargos associados à melhoria Contínua e Envolvimento dos colaboradores.

Resumo de Teste de Hipótese				
	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	A distribuição de Limpeza e organização é a mesma entre as categorias de Cargos associados SST.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,492	Retetar a hipótese nula.
2	A distribuição de Cumprimento_regras_SST é a mesma entre as categorias de Cargos associados SST.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,474	Retetar a hipótese nula.
3	A distribuição de Reporte de falhas é a mesma entre as categorias de Cargos associados SST.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,910	Retetar a hipótese nula.
4	A distribuição de Partilha de informação é a mesma entre as categorias de Cargos associados SST.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,716	Retetar a hipótese nula.
5	A distribuição de Apoio entre colaboradores é a mesma entre as categorias de Cargos associados SST.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,536	Retetar a hipótese nula.
6	A distribuição de Envolvimento dos colaboradores é a mesma entre as categorias de Cargos associados SST.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,327	Retetar a hipótese nula.
7	A distribuição de Investimento_SST é a mesma entre as categorias de Cargos associados SST.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,002	Rejeitar a hipótese nula.
8	A distribuição de Formação_colaboradores é a mesma entre as categorias de Cargos associados SST.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,007	Rejeitar a hipótese nula.
9	A distribuição de Formação suficiente é a mesma entre as categorias de Cargos associados SST.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,169	Retetar a hipótese nula.
10	A distribuição de Autonomia dos colaboradores é a mesma entre as categorias de Cargos associados SST.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,347	Retetar a hipótese nula.
11	A distribuição de Possibilidade_paragens é a mesma entre as categorias de Cargos associados SST.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,531	Retetar a hipótese nula.
12	A distribuição de Envolvimento dos colaboradores é a mesma entre as categorias de Cargos associados SST.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,069	Retetar a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

Figura 53: Teste de Mann Whitney que relaciona a existência de cargos associados à SST e as variáveis relativas à cultura de segurança.

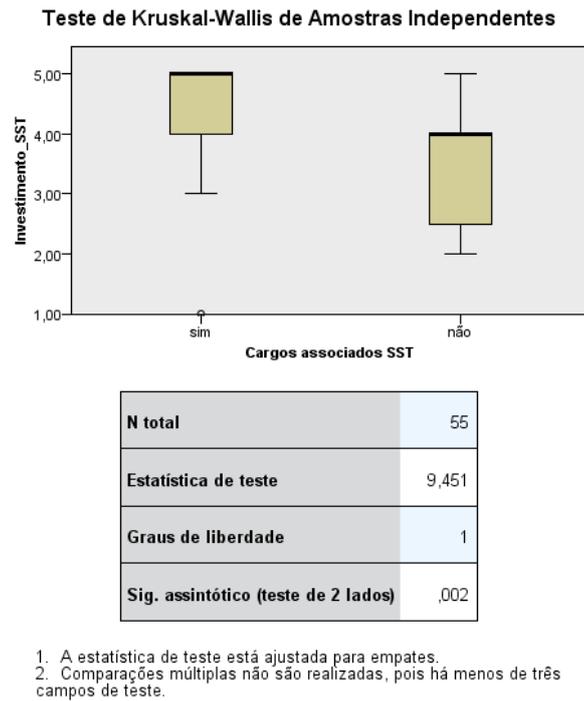


Figura 54: Teste de Kruskal-Wallis para as variáveis Cargos associados a SST e Investimento em SST.

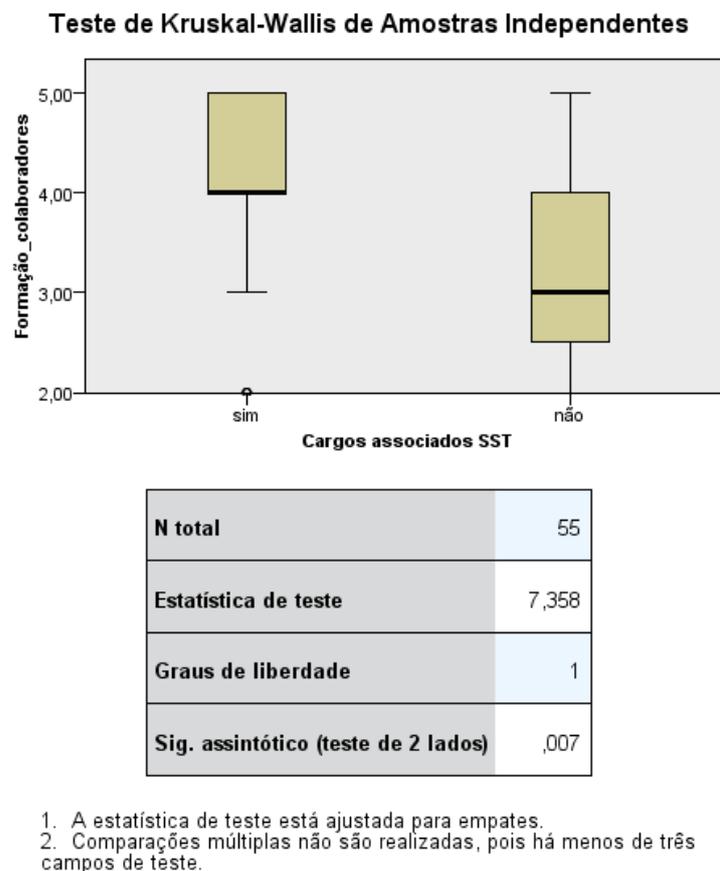


Figura 55: Teste de Kruskal-Wallis para as variáveis Cargos associados a SST e Investimento em SST.

5. CONCLUSÃO

Neste capítulo é realizada uma breve síntese do trabalho desenvolvido e as conclusões mais pertinentes sobre o estudo. São também indicadas algumas limitações que impactaram os resultados obtidos.

5.1. Conclusões finais

Este estudo teve início com a revisão sistemática de casos práticos da literatura, de forma a perceber o tipo de impacto das ferramentas *Lean e Seis Sigma* tinham na Segurança Ocupacional. Na revisão realizada foi possível concluir que na grande maioria dos casos, as ferramentas *Lean Seis Sigma* implementadas tinham efeito positivo na segurança ocupacional. As ferramentas mais referidas na bibliografia consultada foram 5S, VSM, Gestão Visual, SMED, *Kaizen* e *Standard work*.

De seguida desenvolveu-se uma *framework* à qual se denominou *Lean Six Sigma Safety Behavior*. A *framework* baseia-se no princípio de que quanto maior a maturidade das ferramentas *Lean Seis Sigma*, mais evidentes serão as atitudes relacionadas com a cultura de segurança de uma organização. Para validar o modelo desenvolveu-se um inquérito a partir do qual se executou um estudo estatístico.

Não foi possível comprovar estatisticamente, que o tempo de utilização das ferramentas *Lean Seis Sigma* está associado a maiores níveis de cultura de segurança. Tal, provavelmente, deveu-se à dimensão e à composição da amostra, isto porque a distribuição da variável “tempo de utilização das ferramentas *Lean Seis Sigma*” é heterogénea e não estava igualmente distribuída pelas três classes definidas, com mais de metade das empresas (52,7%), a afirmar que implementavam as ferramentas há mais de 4 anos. No entanto, foi possível observar uma tendência, apesar desta não ser estatisticamente significativa, que as empresas com mais de quatro anos de uso de ferramentas *Lean Seis Sigma*, apresentam uma cultura de segurança superior (inferida pelo nível de concordância 5 – “Concordo Totalmente”). Outra observação resultante da análise do nível de concordância obtido pela escala de Likert é que as empresas que participaram no estudo apresentam uma cultura de segurança elevada (41,8% das empresas respondeu “Concordo parcialmente” às afirmações) ou muito elevada (33,8% das empresas afirmou “Concordar totalmente” com as afirmações enunciadas), pelo que se deduz que efetivamente a implementação de ferramentas de melhoria tem algum impacto na segurança e saúde do trabalho.

Quanto às ferramentas *Lean Seis Sigma* conclui-se que em média, cada empresa implementa cinco tipos de ferramentas, sendo que as ferramentas mais mencionadas foram 5S (81,8%), Gestão visual (70,9%) e *Standard Work* (50,9%), *Kaizen* diário (47,3%) e *Kanban* (38,2%), o que está em concordância com as conclusões obtidas na revisão de literatura.

Tendo em conta os teste de hipóteses realizados as ferramentas com maior diferenciação nos níveis de cultura de segurança são a ferramenta A3 (com impacto nas variáveis Cumprimento de regras de trabalho e SST, Reporte de falhas, Formação e desenvolvimento dos colaboradores, Autonomia dos colaboradores) e OEE (com impacto nas variáveis Cumprimento de regras de trabalho e SST, Reporte de falhas e Investimento em medidas SST).

A certificação nas normas ISO 45001 e ISO 14001, aparentam ter impacto na limpeza e organização dos locais de trabalho e no cumprimento de regras de trabalho e segurança. Os dados permitiram concluir, no entanto, que existe uma diferença entre os dois referenciais. A certificação pela ISO 14001 parece ter relação com maiores níveis de investimento e formação dos colaboradores, enquanto que a ISO 45001 evidencia maior envolvimento dos colaboradores e da gestão de topo nos aspetos relacionados com a segurança.

Assim, este trabalho contribui para a melhor caracterização das ferramentas Lean Seis Sigma utilizadas por organizações, maioritariamente do setor industrial, da região norte de Portugal, bem como para concluir que a certificação nas normas ISO 45001 e 14001 afetam positivamente a cultura de segurança das empresas.

5.2. Limitações e investigação futura

Diante dos resultados obtidos e durante a análise dos mesmos foi possível perceber algumas limitações e estabelecer sugestões para eventuais estudos futuros.

A limitação mais relevante parece ser a composição e tamanho da amostra. Com uma distribuição mais equilibrada entre as várias classes de tempo de utilização de ferramentas definidas, e eventualmente com uma amostra maior, talvez se conseguisse relacionar de forma mais proficiente a relação entre a cultura de segurança e o tempo de utilização de ferramentas *Lean Seis Sigma*. Também se, eventualmente, houver algum ajuste nos intervalos de tempo definidos na *framework*, a relação entre a maturidade das ferramentas e a atitude comportamental poderá ser mais evidente.

A maioria dos inquiridos integravam empresas do ramo industrial. Seria também interessante verificar a aplicabilidade do modelo no setor do comércio e serviços.

Outro fator que pode ter limitado os resultados obtidos foi o facto de ter sido solicitado o preenchimento do inquérito a uma pessoa por entidade. Considerando que os *outputs* deste inquérito são essencialmente qualitativos, seria mais apropriado obter a perceção de um grupo demonstrativo da organização, que incluísse não só os membros da gestão, como também da gestão intermédia e colaboradores indiferenciados.

Outro aspeto relevante é que a abordagem das temáticas relacionadas com a cultura de segurança foi pouco aprofundada, conseqüente da decisão de elaboração de um questionário curto. A avaliação mais detalhada de alguns conceitos como o impacto das ferramentas *Lean Seis Sigma* na segurança de máquinas, na movimentação manual de cargas, nos movimentos repetitivos, na fadiga física e mental, etc., poderá fornecer outro tipo de informação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACSNI - Advisory Committee on the Safety of Nuclear Installations. (1993). *ACSNI Human Factors Study Group. Third report. Organising for safety*. (HSE Books).
- Ali, M. M., & Demirli, K. (2015). Assessment of lean maturity level in manufacturing cells. *IFAC-PapersOnLine*, 28(3), 1876–1881. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.360>
- Alsaffar, I., & Ketan, H. (2018). Reviewing the Effects of Integrated Lean Six Sigma Methodologies with Ergonomics Principles in an Industrial Workstation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 433(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/433/1/012060>
- Amrani, A., & Ducq, Y. (2020). Lean practices implementation in aerospace based on sector characteristics: methodology and case study. *Production Planning & Control*, 1–23. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1706197>
- Cordeiro, P., Sá, J. C., Pata, A., Gonçalves, G., & Santos, F. J. G. S. (2020). The Impact of Lean Tools on Safety—Case Study. In *Occupational and Environmental Safety and Health II. Studies in Systems, Decision and Control*, vol 277. Springer, Cham. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-41486-3_17
- Costa, C., Ferreira, L. P, Sa, J.C. , & Silva, F. J. G. (2018). *Implementation of 5S Methodology in a Metalworking Company*. 001–012. <https://doi.org/10.2507/daaam.scibook.2018.01>
- E.L.G. (2015). *Leaners Magazine: “The house of Lean Manufacturing / Lean Management V2.2 / https://t.co/f8qaZi3Cs1” /*. <https://twitter.com/Leanersmagazine/status/674892183263191041/photo/1>
- Enshassi, A., Saleh, N., & Mohamed, S. (2019). Application level of lean construction techniques in reducing accidents in construction projects. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 24(3), 274–293. <https://doi.org/10.1108/JFMPC-08-2018-0047>
- EU-OSHA - European Agency for Safety and Health at Work. (n.d.). *Ferramenta de visualização de dados do Barómetro de SST - Segurança e saúde no trabalho - EU-OSHA*. Retrieved July 12, 2020, from <https://osha.europa.eu/pt/facts-and-figures/data-visualisation/osh-barometer-data-visualisation-tool>
- EU-OSHA - European Agency for Safety and Health at Work. (2011). *Occupational Safety and Health culture assessment-A review of main approaches and selected tools*. <https://doi.org/10.2802/53184>
- EU-OSHA - European Agency for Safety and Health at Work. (2019). *The value of occupational safety and health and the societal costs of work-related injuries and diseases*.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. (6.ª Edição). Atlas S.A.
- Glendon, A. I., & Stanton, N. A. (2000). Perspectives on safety culture. *Safety Science*, 34(1–3), 193–214. [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(00\)00013-8](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(00)00013-8)
- 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. In *Occupational and Environmental Safety and Health. Studies in Systems, Decision and Control*, vol 202. Springer, Cham. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-14730-3_8
- Gonçalves, M. T., & Salonitis, K. (2017). Lean Assessment Tool for Workstation Design of Assembly Lines. *Procedia CIRP*, 60, 386–391. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.02.002>
- Gupta, S., & Chandna, P. (2020). A case study concerning the 5S lean technique in a scientific

- equipment manufacturing company. *Grey Systems: Theory and Application, ahead-of-print*(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/gS-01-2020-0004>
- Hallowell Matthew R., Veltri, A., & Johson, S. (2009). Safety & Lean One Manufacturer's Lessons Learned And Best Practices. *American Society of Safety Engineers*.
- Hamja, A., Maalouf, M., & Hasle, P. (2019a). Assessing the effects of lean on occupational health and safety in the Ready-Made Garment industry. *Work, 64*(2), 385–395. <https://doi.org/10.3233/WOR-192982>
- Hoque, I., Hasle, P., & Maalouf, M. M. (2020). Lean meeting buyer's expectations, enhanced supplier productivity and compliance capabilities in garment industry. *International Journal of Productivity and Performance Management, 69*(7), 1475–1494. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-08-2019-0410>
- Imai, M. (1997). Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy. In *Library Journal* (Vol. 122).
- 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). <https://doi.org/10.3390/su11143827>
- Klefsjö, B., Wiklund, H., & Edgeman, R. L. (2001). Six sigma seen as a methodology for total quality management. *Measuring Business Excellence, 5*(1), 31–35.
- Lameijer, B. A., De Mast, J., & Does, R. J. M. M. (2017). Lean six sigma deployment and maturity models: A critical review. In *Quality Management Journal* (Vol. 24, Issue 4, pp. 6–20). American Society for Quality. <https://doi.org/10.1080/10686967.2017.12088376>
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics, 33*(1), 159. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way* (McGraw-Hill Education Europe (Ed.); 1st ed.).
- 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>
- McCarthy, D., & Rich, D. N. (2004). *Lean TPM - A Blueprint for Change*.
- McSharry, M. (2019, November). *Learn about... The 8 Wastes of Lean! | insight4business*. <https://www.insight4business.co.uk/learn-about-the-8-wastes-of-lean/>
- 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. (2019a). 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>
- Nesensohn, C., Bryde, D., Ochieng, D. E. G., & Fearon, D. (2015). Maturity and Maturity Models in Lean Construction. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2622152>
- Nurul Huda, L. (2017). *Healthy and Safety Workplace Design to Enhance Work Performance*. 288–293. <https://doi.org/10.2991/phico-16.2017.55>
- OMS. (n.d.). *Occupational health*. Retrieved July 12, 2020, from <https://www.who.int/health-topics/occupational-health>
- OSH costs - Data Visualisation Tool - European Agency for Safety and Health at Work*. (n.d.). Retrieved October 29, 2020, from <https://visualisation.osha.europa.eu/osh-costs#!/>

- Pinto, J. P. (2009). Introdução ao pensamento lean. *Pensamento Lean - A Filosofia Das Organizações Vencedoras*.
- Prodanov, C. C., & Freitas, E. C. (2013). *Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico*. (2.^a Edição). Universidade Feevale.
- Rizkya, I., Syahputri, K., Sari, R. M., & Siregar, I. (2019). *5S Implementation in Welding Workshop-a Lean Tool in Waste Minimization*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/505/1/012018>
- Sá, J. C., Vaz, S., Carvalho, O., Lima, V., Morgado, L., Fonseca, L., Doiro, M., & Santos, G. (2020). A model of integration ISO 9001 with Lean six sigma and main benefits achieved. *Total Quality Management and Business Excellence*. <https://doi.org/10.1080/14783363.2020.1829969>
- Siegel, S., & Castellan, J. N. (2006). *Estatística Não-paramétrica para Ciências do Comportamento* (Bookman (Ed.); 2.^a edição).
- Sommer, A. C., & Blumenthal, E. Z. (2019). Implementation of Lean and Six Sigma principles in ophthalmology for improving quality of care and patient flow. *Survey of Ophthalmology*, 64(5), 720–728. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2019.03.007>
- Srinivasan, S., Ikuma, L. H., Shakouri, M., Nahmens, I., & Harvey, C. (2016). 5S impact on safety climate of manufacturing workers. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(3), 364–378. <https://doi.org/10.1108/JMTM-07-2015-0053>
- Stadnicka, D., & Antonelli, D. (2019). Human-robot collaborative work cell implementation through lean thinking. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 32(6), 580–595. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2019.1599437>
- Staudter, C., Mollenhauer, J. P., Meran, R., Roenpage, O., Von Hugo, C., & Hamalides, A. (2009). Design for six sigma+Lean toolset: Implementing innovations successfully. In *Design for Six Sigma*. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-89514-5>
- Sukdeo, N. (2018). The application of 6S methodology as a lean improvement tool in an ink manufacturing company. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2017-December*, 1666–1671. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2017.8290176>
- Tanasić, Z., Janjić, G., & Kosec, B. (2020). Lean Concept in Small and Medium Enterprises. *Materials and Geoenvironment*, 66(2), 129–137. <https://doi.org/10.2478/rmzmag-2019-0010>
- Tezel, A., & Aziz, Z. (2017). Benefits of visual management in construction: Cases from the transportation sector in England. In *Construction Innovation* (Vol. 17, Issue 2, pp. 125–157). Emerald Group Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1108/CI-05-2016-0029>
- Thapa, R., Prakash, R., Saldanha, S., P, M. S., P.K, K., & P.K, S. (2018). IMPLEMENTATION OF '5S' TECHNIQUES IN A TERTIARY CARE TEACHING HOSPITAL. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, 7(35), 3840–3846. <https://doi.org/10.14260/jemds/2018/861>
- Ulewicz, R., Mazur, M., & Novy, F. (2019). The impact of lean tools on the level of occupational safety in metals foundries. *METAL 2019 - 28th International Conference on Metallurgy and Materials, Conference Proceedings, 2013–2019*. <https://doi.org/10.37904/metal.2019.992>
- Urban, W. (2015). The Lean Management Maturity Self-Assessment Tool Based on Organizational Culture Diagnosis. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 213, 728–733. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.527>
- VectorMine. (n.d.). *Kaizen Vector Illustration. Labeled Explanation Improvement Method.. Royalty Free Cliparts, Vectors, And Stock Illustration. Image 121670793*. Retrieved October 30, 2020, from https://www.123rf.com/photo_121670793_stock-vector-kaizen-vector-illustration-

labeled-explanation-improvement-method-process-japanese-productivity-stra.html

Web of Science [v.5.34] - Web of Science Core Collection Result Analysis. (n.d.). Retrieved July 12, 2020, from

https://wcs.webofknowledge.com/RA/analyze.do?product=WOS&SID=D1SgpzynPDbfzNLiRIS&field=TASCA_JCRCategories_JCRCategories_en&yearSort=false

Wu, X., Yuan, H., Wang, G., Li, S., & Wu, G. (2019). Impacts of lean construction on safety systems: A system dynamics approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(2). <https://doi.org/10.3390/ijerph16020221>

APÊNDICE A

Questionário: Estudo do Impacto do *Lean Seis Sigma* na Segurança

1. Atividade da empresa: _____

2. Número de funcionários da empresa:
 - Até 10 funcionário
 - De 11 a 50 funcionários
 - De 51 a 100 funcionários
 - Mais de 100 funcionários

3. A empresa possui certificação em sistemas de gestão? Assinalar a(s) alínea(s) aplicável(is).
 - Nenhuma certificação
 - ISO 9001 – sistemas de gestão da qualidade
 - ISO 14001 – sistemas de gestão ambiental
 - ISO 45001 – sistema de gestão da segurança e saúde ocupacional
 - Outro sistema de gestão da qualidade (ex. IATF 16949)

4. Tem implementado alguma ferramenta de melhoria contínua de processos? (caso responda não p.f. avance para o fim e submeta o questionário).
 - Sim
 - Não

5. Tem implementado alguma das ferramentas *Lean* ou *Seis Sigma* abaixo descritas? Assinale todas as opções aplicáveis.
 - 5S's
 - A3 – Resolução de problemas
 - Gestão visual
 - VSM (*Value Stream Mapping*)
 - *Standard work*
 - TPM (*Total Productive Maintenance*)
 - Kaizen Diário

-
- *OPL (One-Point Lesson)*
 - *Andon*
 - *Kanbans*
 - *Jidoka*
 - *Poka-Yoke*
 - *OEE (Overall equipment effectiveness)*
 - DMAIC ou DMAV
 - Outra ferramenta não mencionada anteriormente. Qual? _____
6. Há quanto tempo implementa as ferramentas Lean ou o Seis sigma?
- A menos de 1 ano
 - Entre 1 e 4 anos
 - Mais de 4 anos
7. Existem funções/cargos na empresa dedicadas à melhoria continua de processos?
- Sim
 - Não
8. Utilizaram consultoria especializada em melhoria continua em algum momento?
- Sim
 - Não
9. Existem funções/cargos na empresa dedicados à segurança ocupacional?
- Sim
 - Não
10. Quantos acidentes ou doenças profissionais foram reportadas no ano de 2019 (excluir acidentes de trajeto casa-trabalho e vice-versa).
- Não sabe
 - Não ocorreu nenhum acidente ou doença profissional
 - 1 a 3
 - 4 a 10
 - Mais de 10
-

11. Por favor avalie o seu grau de concordância com cada uma das seguintes afirmações.

Afirmações	Totalmente em desacordo	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Totalmente de acordo
	1	2	3	4	5
O ambiente de trabalho encontra-se limpo, organizado e seguro.					
Todos os colaboradores conhecem e respeitam as regras de trabalho e normas de segurança.					
Na empresa ninguém esconde falhas. Os erros detetados são reportados e tratados.					
Existe espírito de equipa entre todos os setores e seus colaboradores. As informações e melhores práticas de trabalho são partilhadas.					
Os colaboradores auxiliam-se mutuamente em alturas de maior trabalho.					
A gestão de topo envolve-se frequentemente e colabora na melhoria dos processos.					
Na conceção ou melhoria dos processos a empresa implementa medidas de segurança e proteção da saúde (exemplo segurança contra incêndios, diminuição do ruído, exposição a químicos, pausas de trabalho, ginástica laboral, segurança de máquinas, etc.)					
A empresa aposta no desenvolvimento e formação continua dos funcionários.					
Os colaboradores têm a formação adequada à função que desempenham.					
Os colaboradores têm autonomia para tomar decisões relacionadas com o seu trabalho e responsabilizam-se pelos seus atos.					
Os colaboradores podem parar total ou parcialmente a sua produção ou solicitar ajuda, caso tenham algum problema.					
Os colaboradores envolvem-se e participam ativamente na melhoria dos processos e das condições de trabalho.					