



APLICAÇÃO DA MATRIZ AHP PARA CORRELACIONAR FERRAMENTAS DO LEAN SAFETY COM REQUISITOS DA ISO 45001:2018

Application of the AHP Matrix to correlate Lean Safety tools with ISO 45001:2018 requirements

Aplicación de la Matriz AHP para correlacionar las herramientas de Seguridad Lean con los requisitos de la norma ISO 45001:2018

Michelle de Oliveira Menezes¹ & Cristiane Agra Pimentel^{2*}

¹ Universidade Federal da Bahia ² Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

¹ michellemenezes@ufba.br ^{2*} cristianepimentel@ufrb.edu.br

ARTIGO INFO.

Recebido: 13.09.2025

Aprovado: 12.11.2025

Disponibilizado: 25.02.2026

PALAVRAS-CHAVE: Ferramentas *lean*, ISO 45001:2018, AHP.

KEYWORDS: *Lean tools*, ISO 45001:2018, AHP.

PALABRAS CLAVE: *Herramientas lean*, ISO 45001:2018, AHP.

***Autor Correspondente:** Pimentel, C. A.

RESUMO

Sistema de Gestão em Saúde e Segurança Ocupacional implementado possui benefícios na performance dos negócios ao proporcionar requisitos para a garantia da segurança atrelada aos processos produtivos. As ferramentas *lean* são aliados na implementação com foco compartilhado em performance e segurança. O objetivo deste trabalho é aplicar o método de decisão multicritério Análise Hierárquica de Processos (*Analytic Hierarchy Process*, AHP) para correlacionar as ferramentas do *lean safety* e requisitos da ISO 45001:2018. O método aplicado consistiu nas etapas da AHP: Definição do problema, hierarquia, construção das matrizes, comparação par a par e obtenção dos pesos e prioridades finais. Os resultados encontrados para os requisitos mais relevantes foram Operação, Melhoria e Planejamento. As ferramentas mais relevantes para os requisitos foram 5S, VSM, SMED e *Poka Yoke*. A correlação demonstrou a viabilidade da aplicação das ferramentas *lean safety* no processo de certificação para a ISO 45001.

ABSTRACT

The implemented Occupational Health and Safety Management System provide benefits to business performance by establishing requirements that ensure safety is integrated into production processes. Lean tools serve as allies in implementation, sharing a common focus on performance and safety. The objective of this study is to apply the multicriteria decision-making method Analytic Hierarchy Process (AHP) to correlate lean safety tools with the requirements of ISO 45001:2018. The applied method consisted of the AHP stages: problem definition, hierarchy structuring, matrix construction, pairwise comparisons, and obtaining final weights and priorities. The most relevant requirements identified were Operation, Improvement, and Planning. The tools most relevant to these requirements were 5S, VSM, SMED, and *Poka Yoke*. The correlation demonstrated the applicability of lean safety tools in the certification process for ISO 45001.

RESUMEN

El Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo implementado aporta beneficios al desempeño empresarial al establecer requisitos que garantizan la integración de la seguridad en los procesos productivos. Las herramientas *lean* actúan como aliadas en la implementación, compartiendo un enfoque común en el rendimiento y la seguridad. El objetivo de este estudio es aplicar el método de toma de decisiones multicriterio Proceso Analítico Jerárquico (AHP) para correlacionar las herramientas del *lean safety* con los requisitos de la norma ISO 45001:2018. El método aplicado consistió en las etapas del AHP: definición del problema, estructuración de la jerarquía, construcción de las matrices, comparaciones por pares y obtención de los pesos y prioridades finales. Los requisitos más relevantes identificados fueron Operación, Mejora y Planificación. Las herramientas más relevantes para estos requisitos fueron 5S, VSM, SMED y *Poka Yoke*. La correlación demostró la aplicabilidad de las herramientas *lean safety* en el proceso de certificación de la norma ISO 45001.

INTRODUÇÃO

A implementação de um Sistema de Gestão em Saúde e Segurança Ocupacional (SGSSO) auxilia empresas na estruturação de processos na área de saúde e segurança ocupacional (SSO). Quando essa implementação é através da ISO 45001:2018, principal referencial normativo para a área de SGSSO, permite a organização uma abordagem mais integrada e estratégica para os objetivos de SSO (Campanelli et al., 2021). A implementação da ISO 45001:2018 possui impacto positivo na redução dos índices de acidentes e custos associados, pois o completo controle exigido para cumprir as obrigações legais torna-se o processo de certificação vantajoso. A norma ISO 45001:2018 é construída com base no ciclo PDCA para gerar a melhoria contínua nos processos de saúde e segurança ocupacional (SSO) (Agus et al., 2020).

Observar a segurança ocupacional como iniciativa pontual em vez de um processo incorporado ao sistema organizacional costuma ser um erro comum. Uma abordagem contrária a esse pensamento é a filosofia *Lean*, que propõem visão sistêmica e resolução de problemas, agregando valor em toda a cadeia produtiva. Assim como a segurança ocupacional, o *Lean* defende que a causa principal dos problemas não são as pessoas, mas processos falhos (Yeshitila et al., 2021).

As normas de gestão da Organização Internacional para Padronização (ISO) estabelecem os requisitos que devem ser atendidos, mas não detalham os meios para alcançá-los. Nesse contexto, as ferramentas *Lean* podem servir como suporte eficaz para garantir o cumprimento desses requisitos e ainda contribuir para o aumento da eficiência e redução de custos no processo de melhoria contínua e eliminação de desperdícios (Ratter & Karcz, 2023). Sá et al. (2023) demonstrou que a partir da aplicação de ferramentas *Lean*, em empresas certificadas há 5 e 10 anos, houve melhoria na redução das taxas de acidentes. O uso de ferramentas *Lean* podem reduzir os riscos de acidentes associados, por exemplo, a operação de maquinários e equipamentos através da melhoria na comunicação e organização do trabalho (Malysa, 2025).

Para estruturar essa relação a AHP surge como um meio capaz de unir o *Lean* e a segurança ocupacional. A AHP é uma abordagem utilizada para a tomada de decisão e sua concepção engloba o aspecto racional e intuitivo para a escolha da opção mais favorável dentre alternativas e seus respectivos critérios. Para isso, é elaborada uma hierarquia para transformar uma decisão complexa em básica, organizando os fatores de análise em etapas, para possibilitar o julgamento no mesmo nível ou em relação aos níveis superiores (Saaty & Vargas, 2021). Essa metodologia possui aplicação ampla em diferentes contextos, como por exemplo, no trabalho de Mittal e Shameem (2024) no qual utilizaram a AHP para elencar as principais ferramentas *lean* no contexto do crescimento sustentável. Kumar et al. (2023) encontraram as ferramentas *lean* mais adequadas em uma indústria de processamento de aço. Também é possível encontrar trabalhos que evidencia a aplicação no âmbito da segurança ocupacional. Aksüt e Eren (2023) identificaram em uma confecção os setores mais críticos que apresentavam maiores riscos a fim de promover ações preventivas.

Diante do exposto, esta pesquisa tem como objetivo aplicar o método de decisão multicritério Análise Hierárquica de Processos (*Analytic Hierarchy Process, AHP*) para correlacionar as ferramentas do *lean safety* e requisitos da ISO 45001:2018.

REFERENCIAL TEÓRICO

REQUISITOS DA ISO 45001

A norma ISO 45001:2018 é composta por 7 requisitos principais: contexto da organização; liderança e participação dos trabalhadores; planejamento; apoio; operação; avaliação de desempenho; e melhoria (Agus et al., 2020).

Dentro do requisito contexto da organização são analisados os fatores internos e externos, as atividades, as partes interessadas, os requisitos legais, e o escopo do sistema de gestão. Em liderança e participação dos trabalhadores é enfatizado a importância do envolvimento da alta direção e o fomento da participação dos trabalhadores para atendimento dos requisitos e das questões de segurança. No requisito planejamento são avaliados os riscos para a organização e sistema de gestão, com intuito de eliminar ou minimizar os efeitos indesejáveis, planejando os objetivos e definido os recursos e plano de ação (Abudabbus, 2024).

No requisito apoio são mapeados os processos para garantia de recursos necessários ao sistema de gestão, bem como processos de treinamentos. Também compõem esse critério a aquisição de materiais e serviços, comunicação e gerenciamento da informação documentada (Bittencourt & Nepomuceno, 2022).

Para o requisito operação, o foco é executar os controles para eliminar ou mitigar os perigos e riscos levantados, além de instituir o processo de preparação e resposta à emergência (ABNT, 2018). No requisito avaliação de desempenho, são implementados os processos para monitorar, medir, analisar, avaliar o desempenho do sistema de gestão. Também é estipulado processo de auditorias e análise crítica pela direção (Dzięgielewska et al., 2022). Por fim, o requisito melhoria lida com o processo para impulsionar a organização a alcançar e/ou melhorar o sistema de acordo com os resultados pretendidos (Górny et al., 2023).

FERRAMENTAS LEAN

Lean Manufacturing é um sistema de produção que possui como foco eliminar desperdícios e agregar valor para o cliente por meio da entrega dentro do prazo, seguindo procedimentos baseado na prevenção de erros e detecção de defeitos (Panigrahi et al., 2023). De acordo com Kumar et al. (2022) os desperdícios são:

- Excesso de produção: ocorre quando são fabricados produtos além da demanda real;
- Transporte: refere-se à movimentação de máquinas, ferramentas e materiais sem necessidade;
- Movimentação: consiste no deslocamento de pessoas dentro da produção de forma desorganizada e sem otimização;
- Superprocessamento: acontece quando são realizadas etapas que não agregam valor ao cliente;
- Defeitos: são produtos que não atendem aos padrões de qualidade exigidos;
- Estoque: caracteriza-se pela manutenção de volumes maiores que a demanda atual;
- Espera: corresponde ao tempo perdido aguardando o início de processos.

As ferramentas *lean* são utilizadas para redução de desperdícios, aumento da produtividade e eficiência em manufatura. Algumas delas são VSM (*Value Stream Map* - Mapa do Fluxo de Valor), *Kanban*, *Kaizen*, JIT, trabalho padronizado, 5S, entre outras (Guimarães et al., 2025, Hariyani et al., 2025).

A ferramenta 5S é baseada em 5 sentidos, utilização, organização, limpeza, padronização e disciplina. O senso utilização é usado para classificar itens necessários e desnecessários. Organização é para arrumar o local conforme a utilização dos recursos selecionados. Limpeza é manter o local limpo com base em uma frequência pré-estabelecida. O senso de padronização auxilia em padrões para a manutenção dos sentidos e o senso de disciplina é a sustentação ou controle dos padrões e ambiente (Gupta & Chandna, 2020; Konrad et al., 2023).

Value Stream Mapping (VSM) é o mapeamento do processo para identificação de desperdícios e etapas que não agregam valor (Bravo-Paliz & Avilés-Sacoto, 2023; Bizuneh & Omer, 2024). Padronização consiste em conhecimentos registrados em documentos, elaborados para facilitar o acesso às informações e apoiar treinamentos, com o objetivo de garantir eficácia e eficiência na execução das atividades (Bhattacharya & Ramachandran, 2021; Bayu Sejati et al., 2024).

Kanban é um método de planejamento de controle de produção que regula estoques. Foi desenvolvido a partir da adoção de quadros para a visualização da informação de movimentações dos produtos e acionamento rápido dos insumos. Os itens só são retirados até esgotarem o estágio subsequente e apenas quando necessário (Rocha & Souza, 2021). Quadros *Kanban* também podem ser divididos em estágios para mostrar o andamento de atividades (Alaidaros et al., 2021).

Single minute exchange of dies (SMED) é um método para redução de tempo de configuração de máquina, em que são analisadas as atividades internas e externas a fim de otimizar e transformar as atividades internas (máquina parada) em externas (máquina em funcionamento) (Bhattacharya & Ramachandran, 2021; Yazıcı et al., 2021). Por sua vez, o *Poka Yoke* auxilia na detecção de erros, sendo suporte ao *Jidoka*, combina automação com supervisão humana para a identificação dos problemas e sua correção atuando na causa raiz. Quando combinadas permitem um fluxo mais fluido e sem interrupções (Elapanda et al., 2020). *Kaizen* é a busca pela melhoria contínua que resulta na resolução de problemas a partir da causa raiz. Equipes podem se reunir para coletar dados e informações para ajudar na proposta de solução (Balaji et al., 2022; Bravo-Paliz & Avilés-Sacoto, 2023).

O *Just in Time* (JIT) advém do conceito de obter os produtos necessários, no tempo e quantidades necessários, para auxiliar no estoque mínimo (Lara et al., 2022). O JIT também é utilizado pelo setor de compras, quando demandado pelo processo interno de manufatura (Taghipour et al., 2020).

Por fim, a gestão visual é a gestão de informações pertinentes do ambiente de trabalho, incluindo regras, procedimentos, tarefas, entre outros (Sá et al., 2021). Pode-se utilizar em conjunto com outras ferramentas, a exemplo do 5S.

FERRAMENTAS LEAN SAFETY

O 5S pode contribuir com ganhos na saúde e segurança ocupacional. Ao aplicar os sentidos é possível tornar o ambiente mais seguro com o mapeamento dos perigos que impedem a livre circulação de pessoas como peças e equipamentos fora de local apropriado, resíduos espalhados pela área; *layout* inadequado para circulação de empilhadeiras, e estantes inadequadas para o volume de materiais que se pretende armazenar (Konrad, Sommer e Shareef, 2023).

Marques et al. (2021) aplicou o VSM e identificou perigos e os respectivos riscos associados. No mapeamento do estado atual identificou e propôs outras ferramentas *lean* para a diminuição do nível do risco. Por exemplo, para o risco físico indicou o SMED e gestão visual. Para o risco ergonômico e mecânico, 5S, *Poka Yoke*, SMED, padronização entre outras. Riscos químicos e biológicos, gestão visual, padronização, *Poka Yoke*. Hamja, Maalouf e Hasle (2019) em seu estudo em uma fábrica identificaram melhoria ao reduzir esforço e fadiga ao diminuir a distância entre atividades, fator identificado através do VSM.

Poka Yoke pode proteger os trabalhadores de perigos ao reportar ou impedir que falhas possam afetar a saúde e integridade durante operação (Ratter & Karck, 2023). Sendo que, quando instalado em uma máquina robotizada, pode contribuir para identificar e notificar os operadores sobre situações de perigo inesperadas e protegê-los (Stadnicka & Antonelli, 2019). Ao aplicar SMED, além de ganhos na redução de tempo, é possível mapear oportunidades de melhoria quanto a ergonomia e na percepção de segurança dos trabalhadores (Sá et al., 2024)

APLICAÇÕES COM AHP NO CONTEXTO DO LEAN E DA SEGURANÇA OCUPACIONAL

Chahal et al. (2021) estudaram os fatores críticos de sucesso para implementação *lean* através da AHP. Esse estudo listou como critérios as barreiras para a implementação *lean* e como alternativas os fatores críticos de sucesso. O *ranking* final dos fatores foram a abordagem motivacional, melhoria do ambiente de trabalho e satisfação, liderança e responsabilidade e padrões de comportamento e aplicação rigorosa.

Kumar e Parameshwaran (2020) em seu estudo de caso utilizou lógica fuzzy juntamente com AHP, FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) e QFD (*Quality Function Deployment*) para identificar desperdícios e ferramentas para melhoramento do fluxo de produção. Em específico, a AHP foi utilizada para calcular pesos dos desperdícios e usá-los na priorização das ferramentas *lean*. Neste trabalho, as ferramentas planejamento de *layout*, 5S, sistema puxado, automação e *kaizen* foram implementadas (Kumar & Parameshwaran, 2020).

Tamanna e Rahman (2022) aplicaram AHP juntamente com QFD. A AHP foi utilizada para estimar pesos aos objetivos de manutenção. Após, por meio do QFD, relacionou ferramentas *lean* aos objetivos. Com os pesos e os valores dos relacionamentos, os autores identificaram as ferramentas mais importantes, a saber os 5S, indicadores de performance, TPM (*Total Productive Maintenance*), SMED e padronização.

Na literatura também foi possível identificar aplicação da AHP ao contexto de segurança. Hoscan e Cetinyokus (2021) utilizaram a AHP para determinar os critérios mais importantes e definir o ponto de encontro mais seguro em uma indústria de processos. O critério mais significativo foi transporte, no qual deve-se considerar instalação próxima de unidades de emergência. Para o critério área de impacto físico, em que é necessário identificar cenários de acidentes mais graves. E evacuação, considerando a instalação da planta com acesso a pontos de encontros e áreas seguras fora do raio de instalação.

Unver e Ergenc (2021) elencaram por meio da AHP os fatores de riscos de segurança nas atividades de exploração florestal. Foram encontrados, em ordem de importância, o risco psicológico, físico, técnico, organizacional, biológico e químico na atividade de operadores de motosserra. Também elencaram subcritérios como medidas de segurança insuficientes, condições de terreno, descuido, moral e patas alérgicas. Essa categorização é a base para preparação de planos preventivos de segurança.

Aksüt et al. (2024) priorizaram, com a utilização da AHP, os setores mais propensos ao uso de tecnologias vestível para segurança ocupacional na prevenção de acidentes. Os setores foram construção, mineração, agricultura, têxtil e química. Algumas tecnologias mais recomendadas foram capacetes inteligentes, sistema de monitoramento de vibração e coletes inteligentes.

METODOLOGIA

O método AHP é composto por etapas para a tomada de decisão, na qual, deve-se estruturar uma hierarquia de relacionamento entre alternativas e critérios. Saaty (2008) propõe as seguintes etapas para a AHP, na qual inicia-se pela definição do problema, seguida pela estruturação da hierarquia, identificando os critérios e alternativas para a solução, assim como os participantes, pois são fatores importantes na construção da hierarquia. Após é realizada a construção da matriz de comparação par a par entre critérios. Nessa etapa cada os critérios foram comparados em relação ao objetivo. Depois avalia-se as alternativas em relação aos critérios. Em seguida, realiza-se o procedimento de padronização da matriz das alternativas e atribuem-se os pesos das alternativas da matriz padronizada conforme os pesos dos respectivos critérios, integrando as preferências por meio da soma das prioridades. Por fim, a comparação par a par segue a escala de Saaty e Vargas (2012), chamada de escala fundamental, na qual serão atribuídas notas (Tabela 1).

Tabela 1. Escala Fundamental de Saaty

Escala Numérica	Escala Verbal	Explicação
1	Igual importância	Contribuição idêntica
3	Fraca importância	Julgamento levemente superior
5	Forte Importância	Julgamento fortemente a favor
7	Muito forte importância	Dominância reconhecida
9	Importância absoluta	Dominância comprovada
2,4,6,8	Valores intermediários	Dúvida. Nuances entre níveis

Fonte: Saaty (1994) apud Calixto (2023).

A comparação par a par necessita de verificação de consistência para garantir a correta tomada de decisão. O Índice de Consistência (IC) é utilizado para a verificação por meio da Razão de Consistência (RC), em que se mede a uniformidade dos julgamentos. Um RC menor ou igual a 10% é considerado aceitável (Saaty & Vargas, 2012; Unver & Ergenc 2021). Os cálculos da AHP foram executados a partir da ferramenta dos autores Baldini et al. (2021).

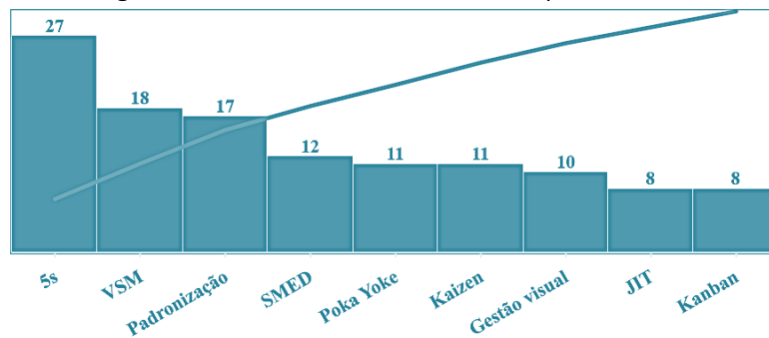
RESULTADOS

Etapa 1. Definição do problema

O objetivo foi aplicar o método de decisão multicritério Análise Hierárquica de Processos para correlacionar as ferramentas do *lean safety* e requisitos da ISO 45001:2018 para evidenciar quais ferramentas são aplicáveis aos requisitos da norma.

Etapa 2. Hierarquia da pesquisa

A hierarquia foi organizada em critérios, representados pelas ferramentas, que servem como parâmetros para avaliar os requisitos. As ferramentas atuaram como filtros para identificar quais requisitos têm maior aderência a elas. As alternativas, por sua vez, correspondem aos requisitos da norma ISO 45001:2018, avaliados quanto ao nível em que podem ser atendidos pelas ferramentas. Outro ponto importante é que os requisitos precisam ser cumpridos, não sendo possível rejeitá-los, reduzi-los ou ampliá-los. Sendo que as ferramentas elegidas foram mapeadas a partir do estudo bibliométrico de Menezes et al. (2024) (Figura 1).

Figura 1. Ferramentas *lean* selecionadas para o estudo

Fonte: Adaptado de Menezes et al. (2024).

Etapa 3. Construção das matrizes e comparação par a par

Criou-se a escala de notas para auxiliar a matriz de Saaty e julgar grau de relevância entre ferramentas. Observou-se a amplitude entre ferramentas (Figura 1) e elaboração da escala auxiliar, consistindo em cálculo da amplitude entre 5S e *Kanban* e dividindo por 5 para obter as faixas (Tabela 2). A nota atribuída originou-se da amplitude entre ferramentas, ao avaliar a comparação par a par entre 5S e SMED, na qual, a amplitude foi de 15, correspondendo grau 7 na escala Saaty. Assim, utilizou-se o cálculo em todas as comparações (Tabela 3).

Tabela 2. Escala auxiliar para atribuição de grau de importância de Saaty

Amplitude ferramentas	Maior ou igual a 16	12 A 15	8 A 11	4 A 7	0 A 3
Escala Saaty	9	7	5	3	1

Fonte: Autores (2025).

Tabela 3. Comparação par a par e atribuição do grau de importância

Ferramentas	5S	VSM	Padronização	SMED	Poka Yoke	Kaizen	Gestão Visual	JIT	Kanban
5S	1	5	5	7	9	9	9	9	9
VSM	0,2	1	1	3	3	5	5	5	5
Padronização	0,2	1	1	1	3	3	3	5	5
SMED	0,1428	0,3333	1	1	1	1	1	3	3
Poka Yoke	0,1111	0,3333	0,3333	1	1	1	1	1	1
Kaizen	0,1111	0,2	0,3333	1	1	1	1	1	1
Gestão Visual	0,1111	0,2	0,3333	1	1	1	1	1	1
JIT	0,1111	0,2	0,2	0,3333	1	1	1	1	1
Kanban	0,1111	0,2	0,2	0,3333	1	1	1	1	1
Soma	2,10	8,47	9,40	15,67	21,0	23,0	23,0	27,0	27,0

Fonte: Autores (2025).

Após comparação par a par, realizou-se processo de normalização da matriz e obtenção do vetor prioridade dos critérios (Tabela 4), com o 5S com maior destaque (43,6%), evidenciando assim o grau de representatividade dentro do método de avaliação e importância no *lean*. E o cálculo da consistência das avaliações par a par foi 2,9%, abaixo de 10% (aceitável) (Tabela 5). Já a avaliação das alternativas, em relação aos critérios, baseou-se na literatura sobre *lean* e segurança ocupacional, norma 45001 e conhecimento das autoras para julgar o nível em que as ferramentas *lean* atendiam cada requisito: relações extramamente fortes (9), moderadas (7 ou 5) e fracas (3 ou 1) (Tabela 6).

Tabela 4. Obtenção do vetor prioridade (critérios)

Ferramentas	5S	VSM	Padronização	SMED	Poka Yoke	Kaizen	Gestão visual	JIT	Kanban	Média (vetor prioridade)	Vetor prioridade (%)
5S	0,477	0,591	0,532	0,447	0,429	0,391	0,391	0,333	0,333	0,436	43,6%
VSM	0,095	0,118	0,106	0,191	0,143	0,217	0,217	0,185	0,185	0,162	16,2%
Padronização	0,095	0,118	0,106	0,064	0,143	0,130	0,130	0,185	0,185	0,129	12,9%
SMED	0,068	0,039	0,106	0,064	0,048	0,043	0,043	0,111	0,111	0,070	7,0%
Poka Yoke	0,053	0,039	0,035	0,064	0,048	0,043	0,043	0,037	0,037	0,044	4,4%
Kaizen	0,053	0,024	0,035	0,064	0,048	0,043	0,043	0,037	0,037	0,043	4,3%
Gestão Visual	0,053	0,024	0,035	0,064	0,048	0,043	0,043	0,037	0,037	0,043	4,3%
JIT	0,053	0,024	0,021	0,021	0,048	0,043	0,043	0,037	0,037	0,036	3,6%
Kanban	0,053	0,024	0,021	0,021	0,048	0,043	0,043	0,037	0,037	0,036	3,6%

Fonte: Autores (2025).

Tabela 5. Resultados da Razão de Consistência (RC)

Ferramentas	5S	VSM	Padronização	SMED	Poka Yoke	Kaizen	Gestão visual	JIT	Kanban	Soma	Lambda máximo
5S	0,436	0,811	0,643	0,493	0,400	0,385	0,385	0,328	0,328	4,208	9,653
VSM	0,087	0,162	0,129	0,211	0,133	0,214	0,214	0,182	0,182	1,514	9,339
Padronização	0,087	0,162	0,129	0,070	0,133	0,128	0,128	0,182	0,182	1,202	9,347
SMED	0,062	0,054	0,129	0,070	0,044	0,043	0,043	0,109	0,109	0,664	9,418
Poka Yoke	0,048	0,054	0,043	0,070	0,044	0,043	0,043	0,036	0,036	0,419	9,413
Kaizen	0,048	0,032	0,043	0,070	0,044	0,043	0,043	0,036	0,036	0,397	9,292
Gestão visual	0,048	0,032	0,043	0,070	0,044	0,043	0,043	0,036	0,036	0,397	9,292
JIT	0,048	0,032	0,026	0,023	0,044	0,043	0,043	0,036	0,036	0,333	9,139
Kanban	0,048	0,032	0,026	0,023	0,044	0,043	0,043	0,036	0,036	0,333	9,139
Nº critérios: 9 IC: 0,042 IR: 1,45 RC: 0,029 RC(%): 2,91% Soma: 84,03 Lambda máximo: 9,337											

Fonte: Autores (2025).

Tabela 6. Avaliação das alternativas em relação aos critérios

Requisitos da norma/Ferramentas Lean	5S	VSM	Padronização	SMED	Poka Yoke	Kaizen	Gestão visual	JIT	Kanban
4. Contexto da organização (necessidades e expectativas dos trabalhadores e partes interessadas)	1	1	9	1	1	1	1	1	1
5. Liderança e participação dos trabalhadores (liderança, compromisso, política, papéis e responsabilidades)	1	1	9	1	1	9	3	1	1
6. Planejamento (identificação e avaliação de perigos e riscos, planos de ação, objetivos)	9	9	9	7	1	7	1	7	9
7. Apoio (recursos, comunicação, competências e informação documentada)	1	1	9	1	1	1	9	5	7
8. Operação (eliminação e redução de riscos, gestão de mudanças e aquisições, resposta a emergência)	9	9	9	9	9	9	9	9	9
9. Avaliação de desempenho (análise e avaliação do sistema de medição, auditoria interna e análise crítica)	1	1	9	1	1	9	5	5	5
10. Melhoria (incidentes, não conformidades, ação corretiva e melhoria contínua)	9	9	9	7	7	9	5	5	5

Fonte: Autores (2025).

Etapas 4. Cálculo da Prioridade final

Ponderou-se a matriz normalizada das alternativas pelo vetor prioridade (critérios) (Tabela 7).

Tabela 7. Normalização da matriz das alternativas

Ferramentas	5S	VSM	Padronização	SMED	Poka Yoke	Kaizen	Gestão Visual	JIT	Kanban
4. Contexto da organização (necessidades e expectativas dos trabalhadores e partes interessadas)	0,032	0,032	0,143	0,037	0,048	0,022	0,030	0,030	0,027
5. Liderança e participação dos trabalhadores (liderança, compromisso, política, papéis e responsabilidades)	0,032	0,032	0,143	0,037	0,048	0,200	0,091	0,030	0,027
6. Planejamento (identificação e avaliação de perigos e riscos, planos de ação, objetivos)	0,290	0,290	0,143	0,259	0,048	0,156	0,030	0,212	0,243
7. Apoio (recursos, comunicação, competências e informação documentada)	0,032	0,032	0,143	0,037	0,048	0,022	0,273	0,152	0,189
8. Operação (eliminação e redução de riscos, gestão de mudanças e aquisições, resposta a emergência)	0,290	0,290	0,143	0,333	0,429	0,200	0,273	0,273	0,243
9. Avaliação de desempenho (análise e avaliação do sistema de medição, auditoria interna e análise crítica)	0,032	0,032	0,143	0,037	0,048	0,200	0,152	0,152	0,135
10. Melhoria (incidentes, não conformidades, ação corretiva e melhoria contínua)	0,290	0,290	0,143	0,259	0,333	0,200	0,152	0,152	0,135
Soma	31	31	63	27	21	45	33	33	37

Fonte: Autores (2025).

Após, executou-se a soma para obter as prioridades globais entre requisitos e ferramentas (Tabela 8). O requisito Operação obteve maior prioridade, depois Melhoria e Planejamento.

Tabela 8. Pesos das correlações e prioridade final

Alternativas/ Critérios	5S	VSM	Padronização	SMED	Poka Yoke	Kaizen	Gestão visual	JIT	Kanban	Prioridades (%)	Ranking
4. Contexto da organização	1,41%	0,52%	1,84%	0,26%	0,21%	0,09%	0,13%	0,11%	0,10%	4,67%	7
5. Liderança e participação dos trabalhadores	1,41%	0,52%	1,84%	0,26%	0,21%	0,85%	0,39%	0,11%	0,10%	5,69%	6
6. Planejamento	12,66%	4,71%	1,84%	1,83%	0,21%	0,66%	0,13%	0,77%	0,89%	23,69%	3
7. Apoio	1,41%	0,52%	1,84%	0,26%	0,21%	0,09%	1,17%	0,55%	0,69%	6,74%	4
8. Operação	12,66%	4,71%	1,84%	2,35%	1,91%	0,85%	1,17%	0,99%	0,89%	27,36%	1
9. Avaliação de desempenho	1,41%	0,52%	1,84%	0,26%	0,21%	0,85%	0,65%	0,55%	0,49%	6,79%	5
10. Melhoria	12,66%	4,71%	1,84%	1,83%	1,48%	0,85%	0,65%	0,55%	0,49%	25,06%	2

Fonte: Autores (2025).

DISCUSSÃO

O requisito contexto da organização obteve 1,84% para a ferramenta padronização, sendo considerado como fator mais relevante. Neste requisito relata que a organização deve disponibilizar informação documentada sobre o escopo do SGSSO (ABNT, 2018). Informação documentada pode estar em diversos formatos de Padronização, como procedimentos, instruções de trabalho, na qual descrevem informações pertinentes aos processos, critérios de qualidade ou segurança (Amrani & Ducq, 2020; Małysa & Furman, 2021). Não somente este requisito, mas todos os demais apresentaram peso igual a 1,84% para esta ferramenta.

No requisito liderança e participação dos trabalhadores a ferramenta *kaizen* obteve peso igual a 0,85%. Uma cultura de melhoria contínua favorece resultados positivos para a produtividade, qualidade e segurança por meio do incentivo aos funcionários à mentalidade de inovação. Esse comportamento é relevante para superar participação dos funcionários no tema saúde e segurança do trabalho. Nesse contexto, a gestão possui papel fundamental na promoção dessa cultura através de compromisso e disponibilização de recursos para o atingimento dos objetivos em SSO (Ichdan, 2014; Liu et al., 2023).

O requisito planejamento obteve como ferramentas mais relevantes o 5S (12,66%), VSM (4,71%) e SMED (1,83%). A aplicação do 5S permite eliminar e reduzir risco no ambiente de trabalho através dos sensores. Com os sensores de utilização e organização é possível remover objetos obsoletos ou quebrados que poderiam causar acidentes e ainda melhor o layout do local. O senso de limpeza traz benefícios a saúde e o senso de padronização e disciplina modifica positivamente os comportamentos dos funcionários para prevenção de riscos (Hamja et al., 2019, Oliveira et al., 2022). O VSM possibilita a identificação de desperdícios, mas também dos perigos associadas as atividades relacionadas a riscos físicos, ergonômicos, mecânicos, químicos e biológicos associados a problemas no espaço, equipamentos e fatores humanos (Marques et al., 2021). E o SMED possibilita identificação de fatores relacionados à segurança, obtendo ganhos nos fatores ergonômicos (Afonso et al., 2022; Sá et al., 2024).

O requisito apoio obteve peso de 1,17% para a ferramenta gestão visual. Um dos processos pertencentes a este requisito é a comunicação para os trabalhadores, informando a política, resultado de investigação de acidentes, procedimentos e melhorias em SSO, dentre outras (ABNT, 2018). Essa técnica amplamente usada na melhoria contínua, sinaliza problemas e anormalidades para correção imediata. Também é um mecanismo de engajamento, conscientização e treinamento para reduzir acidentes (Samanta & Gochhayat, 2023; Soltaninejad et al., 2022). Essa informação visual pode ser útil nas instruções de trabalho, indicadores de segurança e usados em conjunto com 5S (1,41%) (Sadowski et al., 2024).

O requisito operação obteve para a ferramentas *Poka Yoke* peso de 1,91%. Derivada do seu conceito, um sistema *Poka Yoke* implementado auxilia os trabalhadores na prevenção de acidentes para redução dos riscos e perigos, com por exemplo em um sistema que notificação sobre situações de perigos em máquinas (Antonelli & Stadnicka, 2018). O SMED obteve peso de 2,35% e auxilia na prevenção de riscos de acidentes ao identificar soluções de engenharia com modificação de equipamentos (Sá et al., 2024). O VSM e 5S, respectivamente com pesos 4,71% e 12,66% auxiliam na prevenção com a identificação dos perigos e atuação sobre eles, como por exemplo, melhoria do espaço com implementação de barreiras para proteção de colisão de empilhadeiras, retirada de objetos obsoletos, conscientização das regras de segurança (Hamja et al., 2019, Fernandes et al., 2019, Oliveira et al., 2022).

O requisito avaliação de desempenho obteve a ferramenta *kaizen* com peso 0,85%. Indicadores de segurança auxiliam na busca pelo atendimento aos objetivos do sistema de gestão em SSO. A partir desses indicadores é possível monitor o atendimento e propor ações para resolução de problemas (Janackovic et al., 2020). Essa busca por soluções está atrelada a mentalidade *kaizen* (Ichdan, 2024).

No requisito melhoria as ferramentas 5S (12,66%), VSM (4,71%) e *Poka Yoke* (1,48%) obtiveram os maiores pesos. Porém, ao analisarmos as demais ferramentas, e a relação existente com o requisito avaliação de desempenho, todas as ferramentas possuem importância na busca por melhoria contínua do SGSSO. A partir dos indicadores de monitoramento, com auditorias de segurança é possível manter constantemente o foco na melhoria através da aplicação das ferramentas como *Poka Yoke*, 5S, VSM, *kanban*, *kaizen*, gestão visual, padronização e JIT para reduzir riscos e perigos atrelado a ações preventivas (Alfatonah et al., 2024, Bhattacharya & Ramachandran, 2019, Elapanda et al., 2020, Erusta & Sertyesilisik, 2020, Małysa & Furman, 2021, Sá et al., 2024, Sadowski et al., 2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da pesquisa evidenciam a integração entre as ferramentas do *Lean Safety* e os requisitos da ISO 45001:2018, reforçando seu papel no apoio ao processo de certificação em empresas manufatureiras. A aplicação do método AHP mostrou que a ferramenta 5S obteve maior correspondência, com 12,66%, destacando-se nos requisitos de planejamento, operação e melhoria. O VSM aparece em seguida, com 4,71%, também associado a esses mesmos requisitos. O SMED registrou 2,35% em operação, enquanto o *Poka Yoke* alcançou 1,91% em operação e 1,48% em melhoria. Esses resultados demonstram que 5S, VSM, SMED e *Poka Yoke* são as ferramentas mais influentes para atender às exigências da norma nesses três requisitos.

Essa relação demonstra a viabilidade prática das ferramentas *lean* no fortalecimento de elementos-chave de um sistema de gestão em saúde e segurança ocupacional, apontando que sua aplicação contribui diretamente para o alinhamento com a estrutura da norma, especialmente com o ciclo PDCA. Portanto, a hipótese mostra-se com forte evidência de validade, dentro do escopo delimitado. Ainda assim, reconhece-se a necessidade de envolver múltiplos especialistas para aprofundar e refinar os achados. Também se recomenda para pesquisas futuras aplicação prática das ferramentas em processo de certificação da norma ISO 45001.

REFERÊNCIAS

Abudabbus, A. H. M. (2024). The Effects of ISO 45001:2018 Components on Injuries and Occupational Accidents: A case study in the Dhahra

field of the Waha Oil Company. *Scholars Journal of Engineering and Technology*, 12(08), 267-275. <https://doi.org/10.36347/sjet.2024.v12i08.003>

- Afonso, M., Gabriel, A. T., & Godina, R. (2022). Proposal of an innovative ergonomic SMED model in an automotive steel springs industrial unit. *Advances in Industrial and Manufacturing Engineering*, 4, 100075. <https://doi.org/10.1016/J.AIME.2022.100075>
- Agus, P., Ratna Setyowati, P., Arman, Hj. A., Masduki, A., Innocentius, B., Priyono Budi, S., & Otta Berman, S. (2020). The Effect of Implementation Integrated Management System ISO 9001, ISO 14001, ISO 22000 and ISO 45001 on Indonesian Food Industries Performance. *Test Engineering and Management*, 82 (20). pp. Recuperado de <http://ur.aeu.edu.my/id/eprint/747>
- Aksüt, G. & Eren, T. (2023). Evaluation of ergonomic criteria with an AHP-based approach in the textile industry and ordering alternatives. *Industria Textila*, 74(4), 453-463. <https://doi.org/10.35530/IT.074.04.2022117>
- Aksüt, G., Eren, T., & Alakaş, H. M. (2024). Using wearable technological devices to improve workplace health and safety: an assessment on a sector base with multi-criteria decision-making methods. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(2), 102423. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102423>
- Alaidaros, H., Omar, M., & Romli, R. (2021). The state of the art of agile kanban method: challenges and opportunities. *Independent Journal of Management & Production*, 12(8), 2535-2550. <https://doi.org/10.14807/ijmp.v12i8.1482>
- Alfatolah, Z., Maulana Wardani, Z., Adriansyah, A. P., Salaf, F. A., Prastyo, Y., & Pelita Bangsa, U. (2024). Implementation of Kaizen culture in occupational health and safety (OHS) at PT. Automotive manufacturing Indonesia with the 5S Method. *Review: Journal of Multidisciplinary in Social Sciences*, 1(13), 548-556. <https://doi.org/10.59422/RJMSS.V1I13.658>
- Amrani, A. & Ducq, Y. (2020). *Lean* practices implementation in aerospace based on sector characteristics: methodology and case study. *Production Planning and Control*, 31(16), 1313-1335. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1706197>
- Antonelli, D. & Stadnicka, D. (2018). Combining factory simulation with value stream mapping: a critical discussion. *Procedia CIRP*, 67, 30-35. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2017.12.171>
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2018). *ABNT NBR ISO 45001:2018. Sistemas de gestão de saúde e segurança ocupacional: requisitos com orientação para uso* (Norma traduzida, 47 p.). Rio de Janeiro.
- Balaji, M., Dinesh, S. N., Raja, S., Subbiah, R., & Manoj Kumar, P. (2022). Lead time reduction and process enhancement for a low volume product. *Materials Today: Proceedings*, 62, 1722-1728. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2021.12.240>
- Menezes, M. de O. & Pimentel, C. A. Bayu Sejati, R. H., Wibisono, D., & Adhiutama, A. (2024). The collaborative approaches of the knowledge-based performance management system and *lean six sigma* to improve contractor productivity and safety performances. *International Journal of Lean Six Sigma*, (ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/IJLSS-07-2023-0125/FULL/PDF>
- Bhattacharya, I. & Ramachandran, A. (2021). *Lean* manufacturing techniques. Implementation in Indian MSMEs and benefits realized thereof. *Indian Journal of Engineering and Materials Sciences (IJEMS)*, 28(1), 89-101. <https://doi.org/10.56042/ijems.v28i1.30113>
- Bittencourt, R. P. & Nepomuceno, N. S. (2022). Análise dos requisitos comuns às normas ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 e ISO 45001:2018. *Research, Society and Development*, 11(4), e15811427160–e15811427160. <https://doi.org/10.33448/RSD-V11I4.27160>
- Bizuneh, B. & Omer, R. (2024). *Lean* waste prioritisation and reduction in the apparel industry: application of waste assessment model and value stream mapping. *Cogent Engineering*, 11(1), 2341538. <https://doi.org/10.1080/23311916.2024.2341538>
- Bravo-Paliz, J. S. & Avilés-Sacoto, S. V. (2023). Characterizing the integration of BRC food safety certification and *lean* tools: the case of an Ecuadorian packaging company. *TQM Journal*, 35(4), 872-892. <https://doi.org/10.1108/TQM-05-2021-0120>
- Calixto, B. (2023). Análise da utilização do método AHP no processo de avaliação e priorização de riscos ocupacionais em um laboratório de ensino e pesquisa de uma instituição. (Dissertação de mestrado). *Universidade Federal de Itajubá*, Itajubá, MG, Brasil. Recuperado de https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFEI_93eb5f1073d08b96a65df661a54a1e62
- Campanelli, L. C., Ribeiro, L. D., & Campanelli, L. C. (2021). Involvement of Brazilian companies with occupational health and safety aspects and the new ISO 45001:2018. *Production*, 31, e20210005. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20210005>
- Chahal, V., Narwal, M. S., & Kumar, S. (2021). Ranking of *lean* critical success factors in manufacturing industry: AHP Approach. In: C. Pandey, V. Goyat, & S. Goel (Eds.), *Advances in Materials and Mechanical Engineering* (pp. 411-419). *Springer* Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-0673-1_34
- Dzięgielewska, P., Konarkowska, O., & Górny, A. (2022). Adapting an OHS management system to ISO 45001 requirements: ensuring system management effectiveness. *European Research Studies Journal*, XXV(1), 809-819. Recuperado de <https://www.um.edu.mt/library/oar/handle/123456789/98385>
- Elapanda, S., Rao, U. V. A., Kumar, E. S., Raju, I. B., & Rama Rao, S. G. (2020). *An analysis on application of lean framework in health and safety management for*

manufacturing & service organizations. Recuperado de <https://papers.ssrn.com/abstract=3600689>

Erusta, N. E., & Sertyesilisik, B. (2020). An investigation into improving occupational health and safety performance of construction projects through usage of BIM for Lean Management. *Communications in Computer and Information Science*, 1188 CCIS, 91-100. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42852-5_8

Fernandes, J. P. R., Godina, R., & Matias, J. C. O. (2019). Evaluating the impact of 5S implementation on occupational safety in an automotive industrial unit. *Springer Proceedings in Mathematics and Statistics*, 281, 139-148. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14973-4_13

Górny, A., Dzięgielewska, P., & Konarkowska, O. (2023). Management system adaptation to iso 45001 requirements: implementation of the guidelines for continuous improvement. *Acta Technica Napocensis. Series: Applied Mathematics, Mechanics, And Engineering*, 65(4S). Recuperado de <https://atnamam.utcluj.ro/index.php/Acta/article/view/2042>

Guimarães, A., Oliveira, E. e., Oliveira, M., & Pereira, T. (2025). Effects of Lean Tools and Industry 4.0 technology on productivity: An empirical study. *Journal of Industrial Information Integration*, 44, 100787. <https://doi.org/10.1016/J.JII.2025.100787>

Gupta, S. & Chandna, P. (2020). A case study concerning the 5S lean technique in a scientific equipment manufacturing company. *Grey Systems*, 10(3), 339-357. <https://doi.org/10.1108/GS-01-2020-0004/FULL/PDF>

Hamja, A., Maalouf, M., & Hasle, P. (2019). The effect of lean on occupational health and safety and productivity in the garment industry. A literature review. *Production and Manufacturing Research*, 7(1), 316-334. <https://doi.org/10.1080/21693277.2019.1620652>

Hariyani, D., Hariyani, P., Mishra, S., & Sharma, M. K. (2025). A literature review on lean tools for enhancing the quality in the outcome-based education system. *Thinking Skills and Creativity*, 57, 101793. <https://doi.org/10.1016/J.TSC.2025.101793>

Hoscan, O. & Cetinyokus, S. (2021). Determination of emergency assembly point for industrial accidents with AHP analysis. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 69, 104386. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2020.104386>.

Ichdan, D. A. (2024). Analysis of employee performance through productivity: The role of kaizen culture, motivation, and work discipline in the manufacturing industry. *Annals of Human Resource Management Research*, 4(1), 13-28. Recuperado de <https://doi.org/10.35912/AHRMR.V4I1.2158>

Janackovic, G., Stojiljkovic, E., & Grozdanovic, M. (2020). Selection of key indicators for the improvement of occupational safety system in electricity distribution companies. *Safety Science*,

125, 103654. <https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2017.07.009>

Konrad, K., Sommer, M., & Shareef, I. (2023). Crate consolidation and standardization using lean manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 35, 1264-1275. <https://doi.org/10.1016/J.MFGLET.2023.08.105>

Kumar, M. B. & Parameshwaran, R. A. (2020). A comprehensive model to prioritise lean tools for manufacturing industries: a fuzzy FMEA, AHP and QFD-based approach. *International Journal of Services and Operations Management*, 37(2), 170-196. <https://doi.org/10.1504/IJSOM.2020.110337>

Kumar, M. B., Parameshwaran, R., Antony, J., & Cudney, E. (2023). Framework for Lean implementation through Fuzzy AHP-COPRAS integrated approach. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 70(11), 3836-3848. <https://doi.org/10.1109/TEM.2021.3089691>

Kumar, N., Shahzeb Hasan, S., Srivastava, K., Akhtar, R., Kumar Yadav, R., & Choubey, V. K. (2022). Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. *Materials Today: Proceedings*, 64, 1188-1192. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2022.03.481>

Lara, A. C., Menegon, E. M. P., Sehnem, S., & Kuzma, E. (2022). Relationship between Just in Time, Lean Manufacturing, and Performance Practices: a meta-analysis. *Gestão & Produção*, 29, e9021. <https://doi.org/10.1590/1806-9649-2022V29E9021>

Liu, X., Liu, Y., Li, H., & Wen, D. (2023). Identification and analysis of barriers to the effectiveness of ISO 45001 certification in Chinese certified organisations: A DEMATEL-ISM approach. *Journal of Cleaner Production*, 383, 135447. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.135447>

Małysa, T. (2025). Application of selected Lean tools in the improvement of work safety in the use of machinery. *Production Engineering Archives*, 31(1), 129-136. <https://doi.org/10.30657/PEA.2025.31.12>

Małysa, T. & Furman, J. (2021). Application of selected lean manufacturing (LM) tools for the improvement of work safety in the steel industry. *Metalurgija*, 60(3-4), 434-436. Recuperado de <https://hrcak.srce.hr/256129>

Marques, J. P., Sá, J. C., G Silva, F. J., Pereira, T., Ferreira, L. P., & Santos, G. (2021). Safety efficiency value stream mapping (SEVSM). A new tool to support the implementation of Lean Safety. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1193(1), 012124. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1193/1/012124>

Menezes, M. de O., Sant'anna, Â, M. O., & Pimentel, C. A. (2024). Prospecção científica da aplicação do Lean Manufacturing na segurança ocupacional. *Brazilian Journal of Production Engineering*, (4), 213-225. <https://doi.org/10.47456/BJPE.V10I4.46281>

Mittal, R. & Shameem, H. (2024). A framework for lean tool selection in the label printing industry for sustainable growth. *International Journal of System*

Assurance Engineering and Management.
<https://doi.org/10.1007/s13198-024-02257-3>

Oliveira, M., Tavares, A., dos Santos, I., & Veroneze, G. (2022). Improvement of the process performance of a tire manufacturing company through the implementation of management tools based on the michelin manufacturing way philosophy (MMW). *Proceedings on Engineering Sciences*, 4(4), 397-406.
<https://doi.org/10.24874/PES04.04.002>

Panigrahi, S., al Ghafri, K. K., al Alyani, W. R., Ali Khan, M. W., al Madhagy, T., & Khan, A. (2023). *Lean* manufacturing practices for operational and business performance: A PLS-SEM modeling analysis. *International Journal of Engineering Business Management*, 15.
<https://doi.org/10.1177/18479790221147864>

Ratter, E., & Karcz, J. (2023). Possibilities of utilizing *lean* management tools in the high-level structure (HLS) concept. *European Research Studies Journal*, XXVI (Issue 1), 379-389.
<https://doi.org/10.35808/ERSJ/3117>

Rocha, D. P., & Sousa, J. C. de. (2021). Gestão Da Qualidade: A Importância do Método Kanban como Ferramenta Gerencial / Quality Management: The Importance of the Kanban Method as a Management Tool. *ID on Line. Revista de Psicologia*, 15(55), 449-468. Recuperado de
<https://doi.org/10.14295/idonline.v15i55.3085>

Sá, J. C., Dinis-Carvalho, J., Fraga, H., Lima, V., Silva, F. J. G., & Bastos, J. (2023). The impact of *Lean* on occupational safety in organisations. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 668 *IFIP*, 184-192. https://doi.org/10.1007/978-3-031-25741_4_16/TABLES/2

Sá, J. C., Manuel, V., Silva, F. J. G., Santos, G., Ferreira, L. P., Pereira, T., & Carvalho, M. (2021). *Lean* Safety - assessment of the impact of 5S and Visual Management on safety. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1193(1), 012049.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/1193/1/012049>

Sá, J. C., Sales-Contini, R. C. M., Silva, F. J. G., Dinis-Carvalho, J., Cardoso, L., & Fonseca, L. (2024). The Impact of SMED on Productivity and Safety. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 681, 257-270.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-63265-5_20

Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-98.
<https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>

Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2012). Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process (2nd ed., pp. 1-20). *Springer*.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3597-6>

Sadowski, A., Jędrzejczak, R., Starzynska, D., & Engelseth, P. (2024). Using visual management to improve logistics operations. *International Journal of Lean Six Sigma*, 15(7), 1494-1512.
<https://doi.org/10.1108/IJLSS-02-2021-0032>

Menezes, M. de O. & Pimentel, C. A.

Samanta, S., & Gochhayat, J. (2023). Critique on occupational safety and health in construction sector: An Indian perspective. *Materials Today: Proceedings*, 80, 3016-3021.

<https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2021.05.707>

Soltaninejad, M., Fardhosseini, M. S., & Kim, Y. W. (2022). Safety climate and productivity improvement of construction workplaces through the 6S system: mixed-method analysis of 5S and safety integration. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 28(3), 1811-1821.
<https://doi.org/10.1080/10803548.2021.1935624>

Taghipour, A., Hoang, P., & Cao, X. (2020). Just in time/*lean* purchasing approach: An investigation for research and applications. *Journal of Advanced Management Science*, 8(2), 43-48.
<https://doi.org/10.18178/joams.8.2.43-48>

Tamanna, S. & Rahman, M. M. (2022). Prioritization of effective *lean* tools for reliability analysis & maintenance strategy. *Journal of Engineering Advancements*, 3(03), 112-130.
<https://doi.org/10.38032/JEA.2022.03.006>

Trubetskaya, A., Ryan, A., & Murphy, F. (2023). An implementation model for digitisation of visual management to develop a smart manufacturing process. *International Journal of Lean Six Sigma*, 15(8), 32-49. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-07-2022-0156/FULL/PDF>

Unver, S., & Ergenc, I. (2021). Safety risk identification and prioritize of forest logging activities using analytic hierarchy process (AHP). *Alexandria Engineering Journal*, 60(1), 1591-1599.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aej.2020.1.012>

Yazıcı, K., Gökler, S. H., & Boran, S. (2021). An integrated SMED-fuzzy FMEA model for reducing setup time. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 32(6), 1547-1561. <https://doi.org/10.1007/S10845-020-01675-X/METRICS>

Yeshitila, D., Kitaw, D., & Jilcha, K. (2021). Applying *Lean* Thinking to improve operational safety in oil and gas industry. *Open Journal of Safety Science and Technology*, 11(3), 120-141.
<https://doi.org/10.4236/OJSST.2021.113009>