



# **INTEGRAÇÃO DO LEAN SIX SIGMA E ESG: UMA REVISÃO DE ESCOPO E VALIDAÇÃO PRÁTICA EM UMA EMPRESA DE FERRAMENTAS E TECNOLOGIA AGRÍCOLA**

**THIAGO COSTA OLIVEIRA** - thiagoco@estudante.ufscar.br  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCar

**FABIANE LETÍCIA LIZARELLI** - fabiane@dep.ufscar.br  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCar

**ALEXANDRA RAMOS MATUSZAK** - alexandramatuszak@estudante.ufscar.br  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCar

**LILLIAN DO NASCIMENTO GAMBI** - lillian.gambi@ufv.br  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFMG

**RAQUEL GAMA SOARES DE MELLO** - raquel.mello@mackenzie.br  
UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

**ÁREA:** 04. ENGENHARIA DA QUALIDADE

**SUBÁREA:** 4.1 - GESTÃO DE SISTEMAS DA QUALIDADE

**RESUMO:** A PESQUISA ABORDA A INTEGRAÇÃO DO LEAN SIX SIGMA (LSS) E DOS CRITÉRIOS AMBIENTAIS, SOCIAIS E DE GOVERNANÇA (ESG) EM UMA EMPRESA DE FERRAMENTAS E TECNOLOGIA AGRÍCOLA, DESTACANDO A RELEVÂNCIA DA SUSTENTABILIDADE NAS PRÁTICAS EMPRESARIAIS CONTEMPORÂNEAS. O OBJETIVO DA PESQUISA É "ANALISAR A RELAÇÃO ENTRE LEAN SIX SIGMA E ESG, IDENTIFICANDO COMO A INTEGRAÇÃO DESSAS ABORDAGENS PODE CONTRIBUIR PARA A SUSTENTABILIDADE NAS INDÚSTRIAS DE TECNOLOGIA AGRÍCOLA". O MÉTODO DE PESQUISA UTILIZADO INCLUIU UMA REVISÃO DE ESCOPO, ONDE FORAM REALIZADAS BUSCAS NAS BASES DE DADOS SCOPUS E WEB OF SCIENCE, RESULTANDO EM 1534 ARTIGOS, DOS QUAIS 36 FORAM SELECIONADOS APÓS A APLICAÇÃO DE CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO. OS ARTIGOS SELECIONADOS FORAM ANALISADOS QUANTO À SUA PERTINÊNCIA E RELAÇÃO COM OS TEMAS DE LSS E ESG. OS PRINCIPAIS RESULTADOS INDICAM QUE A INTEGRAÇÃO DE LSS E ESG PODE LEVAR A MELHORIAS SIGNIFICATIVAS EM EFICIÊNCIA OPERACIONAL, RESPONSABILIDADE SOCIAL E AMBIENTAL, ALÉM DE PROMOVER PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NAS INDÚSTRIAS ANALISADAS, CONTRIBUINDO PARA UM DESEMPENHO MAIS ROBUSTO E ALINHADO COM AS DEMANDAS ATUAIS DO MERCADO.

**PALAVRAS-CHAVES:** LEAN SIX SIGMA; ESG; INDÚSTRIA AGRÍCOLA.

## 1. INTRODUÇÃO

Em um contexto em que há uma crescente conscientização sobre a importância da sustentabilidade e da responsabilidade corporativa, existe também uma preocupação com um mercado global cada vez mais competitivo, onde as empresas buscam cada vez mais satisfazer os requisitos de seus clientes atendendo suas demandas específicas (Marques *et al.*, 2024). As empresas estão sendo constantemente pressionadas a adotar medidas que aprimorem sua eficácia ambiental diante das alterações climáticas, da exaustão dos recursos naturais e das regulamentações governamentais mais rigorosas relacionadas ao controle de carbono, resíduos perigosos e consumo consciente dos recursos naturais (Mendes, 2022). Além disso, há uma crescente demanda por práticas empresariais que promovam a justiça social, inclusão e responsabilidade com as comunidades locais, assegurando condições de trabalho justas, equidade de gênero e o combate às desigualdades socioeconômicas, o que se tornou essencial para a reputação e sustentabilidade a longo prazo das organizações (Mazzioni *et al.*, 2023).

Nesse contexto, o modelo ESG (Ambiental, Social e Governança) tem se consolidado como um paradigma essencial na gestão empresarial moderna. Esse modelo não se limita a maximizar o lucro financeiro, mas também enfatiza a importância da responsabilidade socioambiental (Marques *et al.*, 2024). As empresas estão cada vez mais cientes de que suas operações devem ser realizadas de forma a reduzir os impactos ambientais adversos, promover o bem-estar e a justiça social, e adotar práticas de governança que sejam transparentes, éticas e responsivas às necessidades de todas as partes interessadas. Além disso, o ESG está se tornando um critério crucial para investidores e consumidores, que procuram se alinhar com organizações comprometidas com um futuro sustentável e socialmente justo (Irigaray; Stocker, 2022).

A poluição ambiental representa uma séria ameaça à sustentabilidade, comprometendo a saúde dos ecossistemas, a qualidade de vida das comunidades e a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades. Aliado às preocupações ambientais, é fundamental que essas empresas possam garantir um ambiente de trabalho saudável em um local onde se adote boas práticas trabalhistas, colocando como prioridade os aspectos sociais da empresa em suas práticas industriais (Marques *et al.*, 2024). Esse cenário faz com que os investidores estejam cada vez mais interessados em empresas que adotem práticas de negócios sustentáveis, e os consumidores estão mais propensos a apoiar marcas que demonstram um compromisso com a responsabilidade ambiental e social (Barroca; Oliveira, 2022).

Diante dessas circunstâncias, as empresas estão adotando abordagens como Lean, Six Sigma e Lean Six Sigma, integradas aos princípios de ESG (Ambiental, Social e Governança) (Shokri *et al.*, 2022). Esses princípios de ESG se entrelaçam com as metodologias Lean Six Sigma ao promover uma abordagem holística para otimizar a eficiência operacional, minimizar impactos ambientais, melhorar o bem-estar social e garantir práticas de governança transparentes e responsáveis. A combinação dessas estratégias permite que as empresas alcancem excelência operacional enquanto atendem às crescentes expectativas de sustentabilidade e responsabilidade corporativa (Siegel *et al.*, 2021). A integração da sustentabilidade ao Lean Six Sigma é crucial para lidar com pressões internas, sociais e governamentais por desempenho aprimorado na fabricação (Shokri *et al.*, 2022).

O Six Sigma é conhecido por seu foco na redução de defeitos e desperdícios nos processos, resultando em melhorias significativas na qualidade e na eficiência, no entanto, ao integrar os princípios "verdes" ao Six Sigma, as empresas buscam alinhar suas operações com práticas sustentáveis, minimizando o impacto ambiental de suas atividades (Salem; Deif, 2017). As empresas que já incorporaram a metodologia Six Sigma em suas operações frequentemente optam por expandir para o Green Lean Six Sigma devido à crescente importância da sustentabilidade ambiental e à busca por eficiência operacional holística (Cherrafi *et al.*, 2017). Isso inclui a redução do consumo de recursos naturais, a minimização de resíduos e a adoção de tecnologias mais limpas e eficientes. O Green Lean Six Sigma (GLSS) não apenas fortalece a eficiência operacional, mas também promove a responsabilidade ambiental, alinhando as operações da empresa com expectativas regulatórias cada vez mais rigorosas e com as demandas dos consumidores conscientes do meio ambiente (Sony; Naik, 2020).

Outra possível integração, contudo, menos estudada, é a de Lean e a sustentabilidade social (Cherrafi *et al.*, 2016). Muitas empresas que adotam a metodologia Lean Six Sigma frequentemente reconhecem a importância do compromisso social com a comunidade e os funcionários como parte integrante de suas operações, contudo priorizam o Lean como metodologia de redução de custos e consideram a sustentabilidade apenas como uma preocupação ambiental, não levando em consideração o bem-estar dos funcionários e da comunidade (Siegel *et al.*, 2021). Primeiramente, o Lean Six Sigma é centrado na busca pela excelência operacional e melhoria contínua dos processos organizacionais. No entanto, uma abordagem exclusivamente focada na eficiência operacional pode negligenciar aspectos fundamentais das relações comunitárias e do bem-estar dos funcionários (Nath; Agrawal, 2020). Além disso, as empresas que utilizam o Lean Six Sigma muitas vezes buscam uma

vantagem competitiva sustentável em termos de eficiência operacional, negligenciando termos de reputação corporativa e atratividade como local de trabalho, contudo um forte compromisso social com a comunidade e os funcionários pode contribuir significativamente para uma imagem corporativa positiva, o que por sua vez pode atrair talentos qualificados, clientes e investidores (Siegel *et al.*, 2021). Funcionários engajados e satisfeitos tendem a ser mais produtivos, criativos e leais à empresa, o que pode impulsionar ainda mais a eficácia e a eficiência das operações Lean Six Sigma (Rathi *et al.*, 2022).

Visando um melhor desempenho geral, as empresas devem identificar questões ambientais, sociais e de governança (ESG) para garantir a sustentabilidade de suas operações e promover a responsabilidade corporativa (Eccles; Serafeim; Lewis, 2013). A identificação dessas questões permite que as empresas compreendam e avaliem o impacto de suas atividades no meio ambiente, na sociedade e nas estruturas de governança (Doppelt, 2017). Ao identificar fatores ambientais, como consumo de recursos naturais e emissões de carbono, e fatores sociais, como práticas trabalhistas e diversidade, as empresas podem mitigar riscos associados a regulamentações, mudanças nas expectativas dos consumidores e pressões sociais (Hsu *et al.*, 2018). Além disso, a análise das práticas de governança corporativa, como transparência e integridade na tomada de decisões, é fundamental para garantir a eficácia e a responsabilidade na gestão da empresa, fortalecendo a confiança dos stakeholders e a reputação da empresa (Acar, 2012). Portanto, a identificação e avaliação de questões ESG são essenciais para que as empresas operem de forma ética, responsável e sustentável, assegurando sua relevância e sucesso a longo prazo (Pagell; Wu, 2009).

Estudos recentes começaram a levantar questões sobre a inclusão das atividades de gestão LSS nos relatórios ESG (Zaporowska; Szczpanski, 2022). As práticas do LSS têm sido reconhecidas por sua capacidade de melhorar os desempenhos ambientais e sociais, e o Lean Six Sigma pode incorporar práticas ambientais, como o Green Lean Six Sigma (GLSS) (Kaswan *et al.*, 2021). Além disso, há uma crescente consideração para a inclusão das práticas do LSS nos relatórios ESG, especialmente na área de gestão de riscos sob o pilar de Governança. Isso se deve ao fato de que o LSS compreende um sistema interno de práticas, controles e procedimentos que uma empresa utiliza para governar-se, tomar decisões eficazes, estar em conformidade com a legislação e atender às necessidades das partes interessadas externas (Zaporowska; Szczpanski, 2022).

Segundo Morales e Elkader (2020), as empresas do setor de manufatura, têm o potencial de causar impactos ambientais significativos se não adotarem práticas alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU (2015). Esse desafio se estende

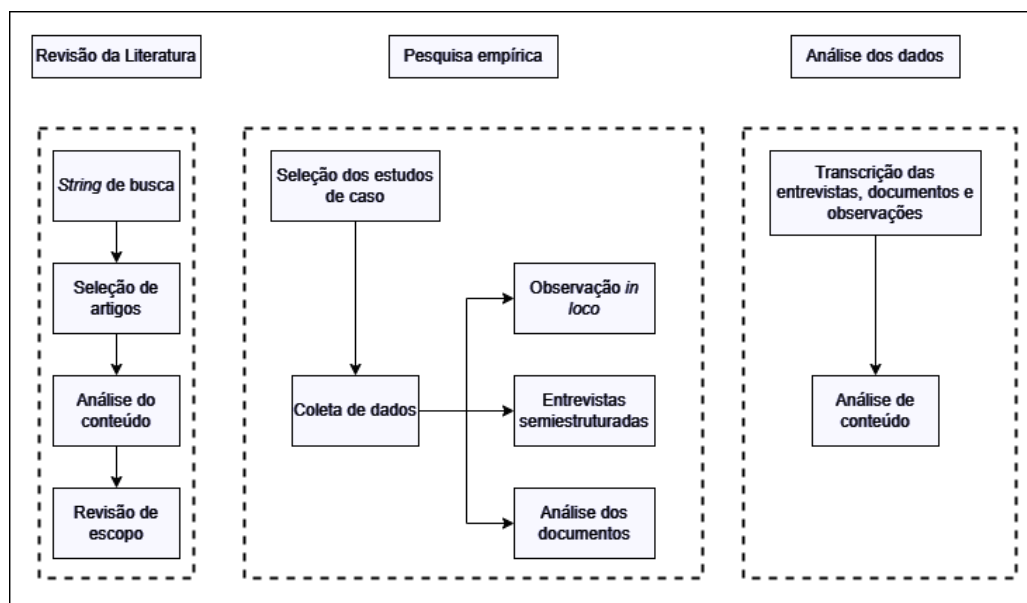
por todo o setor de manufatura, incluindo as indústrias de manufatura de ferramentas e tecnologia agrícola, que fornecem insumos essenciais para o setor agrícola. As indústrias de ferramentas e tecnologia agrícola precisam equilibrar a busca por eficiência operacional, que é fundamental para inovar e atender às demandas do mercado, com as expectativas de sustentabilidade e responsabilidade corporativa (Coppola et al., 2020).

O objetivo da presente pesquisa é realizar uma revisão de escopo sobre as relações entre o LSS e ESG e, com base nos resultados da pesquisa, realizar um estudo de caso em uma empresa de ferramentas e tecnologia agrícola. Compreender como essas duas abordagens podem ser integradas efetivamente é fundamental para promover a sustentabilidade e a responsabilidade corporativa nesse setor em rápida evolução.

## 2. MÉTODO DE PESQUISA

No presente artigo, foram utilizados os seguintes métodos: uma revisão de escopo que examina como e quais ferramentas do LSS contribuem para a melhoria dos pilares do ESG (Figura 1), além de identificar práticas, desafios e resultados da integração de ambos. Ademais, foi realizado um estudo de caso para analisar empiricamente a aplicação das ferramentas e práticas do LSS nos indicadores ESG em uma empresa de tecnologia agrícola localizada no interior do estado de São Paulo.

FIGURA 1 – Etapas do trabalho.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

## 2.1 Revisão de escopo

A revisão de escopo permite mapear a literatura existente, identificar lacunas de conhecimento e sugerir direções futuras para a pesquisa (Munn *et al.*, 2022). Neste contexto, uma abordagem estruturada foi empregada para planejar e executar esta revisão de escopo baseado em Tissir *et al.* (2023). A questão de pesquisa a ser respondida pela pesquisa é: "Como as práticas e ferramentas de Lean Six Sigma (LSS) são integradas com os princípios de Environmental, Social, and Governance (ESG) em uma empresa manufatureira de ferramentas e tecnologia agrícola, e quais são os impactos dessa integração no desempenho sustentável da organização?".

Os seguintes termos de busca foram utilizados: ("ESG" OR "Environment\*" OR "Social Responsabili\*") AND ("Lean Six Sigma" OR "Lean Manufacturing" OR "Lean Management" OR "Six Sigma" OR "Lean Automation" OR "Digital Lean Production" OR "LSS") AND ("Agroindust\*" OR "Manufacturing Indust\*" OR "Indust\*" OR "Technolog\* Indust\*"). De acordo com recomendações de pesquisadores da área de Engenharia de Produção, decidiu-se realizar as buscas nas bases de dados Scopus e Web of Science devido à sua regular atualização e à ampla cobertura de disciplinas científicas (CHADEGANI et al., 2013). Cada artigo encontrado foi revisado para verificar sua pertinência ao tema. Em seguida, foram definidos critérios detalhados de inclusão e exclusão (Quadro 1) para avaliar a relevância de cada artigo em relação às questões investigadas no estudo.

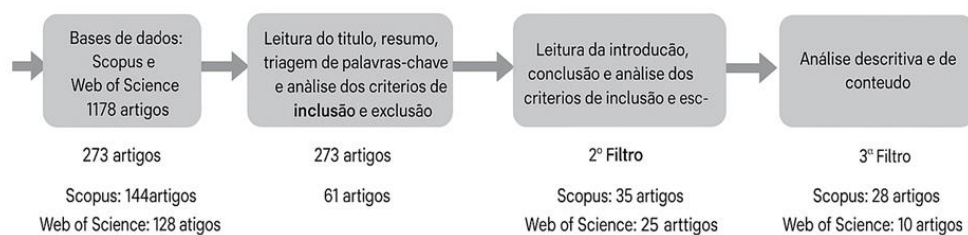
QUADRO 1 – Critérios de inclusão e exclusão.

| Tema              | Critério de Inclusão                                                                                                                                                   | Critério de Exclusão                                                                                                                                                                                              |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Duplicação        | Documento não é duplicado                                                                                                                                              | Documento é duplicado                                                                                                                                                                                             |
| Acesso            | Documentos disponíveis                                                                                                                                                 | Documentos que não estão disponíveis                                                                                                                                                                              |
| Idioma            | Documentos em inglês                                                                                                                                                   | Documentos que não estão em inglês                                                                                                                                                                                |
| Tipo de documento | Revista científica revisada por pares                                                                                                                                  | Revista científica não revisada por pares, jornais, livros, conferências, relatórios e websites                                                                                                                   |
| Tema              | Documento está relacionado a "LSS" e "Environmental" ou "Social" ou "Governance"                                                                                       | Documento não está relacionado a "LSS" e "Environmental" ou "Social" ou "Governance"; Documento está relacionado apenas a "LSS"; Documento está relacionado apenas em "Environmental" ou "Social" ou "Governance" |
| Foco              | Documento está explicitamente ligado a "LSS" e "Environmental" ou "Social" ou "Governance" em contextos de indústrias de tecnologia agrícola, manufatura ou tecnologia | Documento não está explicitamente ligado a "LSS" e "Environmental" ou "Social" ou "Governance" em contextos de indústrias de tecnologia agrícola, manufatura ou tecnologia                                        |

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Após a definição dos critérios de inclusão e exclusão, deu-se início à busca e seleção dos artigos nas bases de dados. A pesquisa retornou um total de 1534 artigos, dos quais 358 eram duplicados. Após uma leitura e avaliação completa, 36 artigos foram selecionados para a análise de conteúdo. Os resultados detalhados de cada etapa do processo de filtragem são apresentados na Figura 2. Depois de selecionar os artigos, foi realizada uma leitura de cada publicação para tirar conclusões sobre a relação entre LSS e ESG.

FIGURA 2 – Processo de filtragem dos artigos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

## 2.2 Estudo de caso

O estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que visa compreender detalhadamente as dinâmicas e interações dentro de um ambiente específico (Eisenhardt, 1989). Essa abordagem permite uma investigação aprofundada de um fenômeno em seu contexto natural, proporcionando uma compreensão mais completa do tema (Gil, 2008). Além disso, esse método é especialmente útil quando o pesquisador tem controle limitado sobre os eventos que está investigando e busca entender como e por que um fenômeno ocorre. Além de sua capacidade de analisar eventos contemporâneos em seus contextos reais, o estudo de caso é versátil, podendo utilizar métodos qualitativos e quantitativos, além de múltiplas fontes de dados, como entrevistas, observações e documentos, para aumentar a validade e a confiabilidade dos resultados (Yin, 2017).

A organização selecionada para este estudo é uma empresa de grande porte no setor de manufatura de ferramentas e tecnologia agrícola, que será identificada de forma fictícia como Alfa, localizada no interior do estado de São Paulo, reconhecida por sua implementação de práticas LSS e seu compromisso com iniciativas ESG. Esta empresa foi escolhida devido à sua experiência consolidada em ambos os domínios, o que a torna um exemplo adequado para analisar a integração de LSS e ESG.

A coleta de dados para este estudo será abrangente, envolvendo múltiplas fontes para garantir a triangulação e a robustez dos resultados. Primeiramente, serão conduzidas entrevistas semiestruturadas com gestores e funcionários-chave da organização: E1 – Master Black Belt com 6 anos na empresa; E2 – Supervisor de Qualidade com 19 anos de empresa; E3 – Inspetor de Qualidade com 4 anos de empresa. Essas entrevistas visam explorar as percepções dos colaboradores sobre como as práticas LSS contribuem para os objetivos ESG, ao mesmo tempo em que identificam desafios e sucessos enfrentados no processo.

Além das entrevistas, a pesquisa incluiu observação direta no local de trabalho para examinar a aplicação prática das ferramentas LSS e sua integração com as práticas ESG. Para complementar as informações obtidas, foram coletados dados secundários a partir de relatórios públicos, publicações da empresa e avaliações de terceiros sobre as práticas ESG da organização. As entrevistas seguiram um questionário de 15 perguntas. Cada sessão durou entre 55 minutos e 65 minutos, produzindo dados qualitativos que foram transcritos.

### **3. RESULTADOS DA REVISÃO DE ESCOPO**

#### **3.1 Relação do LSS com o fator Ambiental do ESG**

A implementação de Lean Six Sigma na indústria manufatureira resulta em práticas mais limpas e sustentáveis, alinhadas aos princípios de responsabilidade ambiental do ESG (Pinto et al., 2017). Isso inclui desde a revisão e otimização de processos de produção até a adoção de tecnologias energeticamente eficientes e menos poluentes. Essas iniciativas não apenas beneficiam o meio ambiente, mas também geram economias significativas a longo prazo, aumentando a competitividade e a resiliência das empresas no mercado global (Cherrafi et al., 2017). Essa abordagem não só ajuda as empresas a cumprir regulamentações ambientais rigorosas, mas também fortalece sua reputação como agentes de mudança positiva, ganhando o respeito de clientes, investidores e comunidades locais (Dibia et al., 2012).

A integração de práticas de Lean Six Sigma com os princípios ambientais do ESG vai além das operações de chão de fábrica. Ela permeia toda a cadeia de suprimentos, desde a escolha de fornecedores comprometidos com práticas sustentáveis até a gestão eficiente de resíduos e materiais ao longo do ciclo de vida do produto (Cherrafi et al., 2017; Sahoo et al., 2024). A transparência e a prestação de contas em relação às metas ambientais são essenciais para sustentar uma cultura empresarial que promova um impacto ambiental positivo (Kaswan et al., 2023).

A adoção do Green Lean Six Sigma, uma abordagem do LSS que incorpora práticas ambientalmente sustentáveis ao modelo tradicional, oferece benefícios adicionais em termos

de reputação corporativa e competitividade no mercado (Huang et al., 2023). Assim, ao expandir para o Green Lean Six Sigma, as empresas não apenas melhoram sua eficiência operacional, mas também se posicionam como líderes conscientes do meio ambiente em seus setores, gerando valor a longo prazo para suas operações e partes interessadas (Yadav et al., 2023).

### **3.2 Relação do LSS com o fator Social do ESG**

O LSS contribui para o fator Social do ESG ao melhorar as condições de trabalho dos colaboradores (Quereshi et al., 2015). A metodologia enfoca a eliminação de atividades que não agregam valor, o que pode resultar em processos de trabalho mais simplificados e menos estressantes para os funcionários. Isso não apenas aumenta a eficiência, mas também promove um ambiente de trabalho mais seguro e confortável (Longoni et al., 2015; Sony et al., 2019; Sahoo et al., 2024). Além disso, o Lean Six Sigma pode ser uma ferramenta eficaz para promover a saúde e segurança ocupacional. Através da identificação e redução de riscos no local de trabalho, as empresas podem mitigar acidentes e lesões, proporcionando um ambiente de trabalho mais seguro e saudável para todos os colaboradores (Resta et al., 2016; Partalidou et al., 2020; Teixeira et al., 2021; Kanan et al., 2023).

A aplicação do LSS também pode influenciar positivamente a cultura organizacional em relação à diversidade e inclusão (Heleno et al., 2017). Ao focar na melhoria contínua e na valorização das contribuições individuais, as empresas podem desenvolver políticas e práticas que promovam a igualdade de oportunidades e o respeito à diversidade entre os colaboradores (Goyal et al., 2019). Ao promover uma cultura de aprendizado contínuo e melhoria, o Lean Six Sigma não só ajuda os colaboradores a desenvolverem novas habilidades e competências, mas também os capacita a contribuir de maneira mais eficaz para o sucesso da organização. Isso pode resultar em maior engajamento e satisfação no trabalho, além de fortalecer o capital humano da empresa (Burawat et al., 2019; Partalidou et al., 2020; Ganjavi et al., 2023).

### **3.3 Relação do LSS com o fator Governança do ESG**

Com relação a esse fator, o LSS promove uma governança robusta ao estabelecer estruturas claras de responsabilidade e prestação de contas (Gusmao et al., 2019). A metodologia define papéis e responsabilidades claramente dentro dos projetos de melhoria contínua, garantindo que decisões sejam baseadas em dados objetivos e que os resultados sejam monitorados de perto para avaliar o sucesso e fazer ajustes necessários (Magnani et al.,

2019; Chen et al., 2020). Além disso, o Lean Six Sigma incentiva a conformidade com regulamentações e padrões internacionais de qualidade e segurança (Raharjo et al., 2024). Ao implementar princípios do LSS, as empresas não apenas melhoram a eficiência operacional, mas também garantem que suas práticas estejam alinhadas com normas de governança e requisitos legais vigentes (Skalli et al., 2024; Satolo et al., 2020).

Outro aspecto relevante é a promoção de uma cultura organizacional de integridade e ética, tendo isso em vista, de acordo com Skalli et al. (2024) o LSS enfatiza a importância da honestidade, da transparência e do respeito às normas éticas nas interações internas e externas da empresa. Isso não apenas fortalece a confiança dos stakeholders, como também reduz o risco de litígios e danos à reputação corporativa (Gusmao et al., 2019; Rahardjo et al., 2024).

### 3.4 Principais ferramentas e práticas do LSS que beneficiam o ESG

O Quadro 2 apresenta as principais ferramentas do LSS que beneficiam o ESG em indústrias de manufatura, sendo elas fundamentais para melhorar a eficiência operacional, reduzir desperdícios e promover práticas sustentáveis e responsáveis (Pinto et al., 2017).

QUADRO 2 – Principais ferramentas e metodologias do LSS que beneficiam o ESG na literatura

| Ferramenta ou Prática                     | Definição                                                                                                                                                                           | Benefício para ESG                                                                                       | Literatura                                                                                            |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>5S</b>                                 | Metodologia de organização do ambiente de trabalho que envolve cinco etapas: Seiri (Classificar), Seiton (Organizar), Seiso (Limpar), Seiketsu (Padronizar) e Shitsuke (Sustentar). | Redução de desperdícios, melhora do ambiente de trabalho e segurança (Social).                           | Pinto <i>et al.</i> , 2017; Teixeira <i>et al.</i> , 2021                                             |
| <b>Kaizen</b>                             | Filosofia de melhoria contínua que promove mudanças incrementais envolvendo todos os níveis da organização, com foco na eliminação de desperdícios.                                 | Melhoria contínua de processos, promovendo eficiência energética e redução de resíduos (Ambiental).      | Pinto <i>et al.</i> , 2017                                                                            |
| <b>Mapa de Fluxo de Valor (VSM)</b>       | Ferramenta visual que mapeia todas as etapas de um processo, identificando fluxos de material e informações, além de oportunidades de melhoria.                                     | Identificação de áreas de desperdício de recursos e energia, otimizando processos (Ambiental).           | Helleno <i>et al.</i> , 2017; Jamil <i>et al.</i> , 2020; Teixeira., 2021; Kanan <i>et al.</i> , 2023 |
| <b>Poka-Yoke</b>                          | Dispositivos ou técnicas que previnem erros humanos ou defeitos no processo, promovendo a criação de sistemas à prova de falhas.                                                    | Redução de desperdícios e retrabalhos, melhorando a eficiência do uso de materiais (Ambiental e Social). | Pinto <i>et al.</i> , 2017; Teixeira., 2021                                                           |
| <b>TPM (Total Productive Maintenance)</b> | Estratégia de manutenção que envolve todos os funcionários para manter e melhorar a integridade dos equipamentos e processos de produção.                                           | Aumento da vida útil dos equipamentos e redução de desperdícios operacionais (Ambiental).                | Pinto <i>et al.</i> , 2017; Teixeira., 2021                                                           |

|                                                |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                           |                                                                                                                        |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DMAIC</b>                                   | Ciclo de melhoria contínua composto por cinco fases: Definir, Medir, Analisar, Implementar (Improve) e Controlar, utilizado para resolver problemas complexos.      | Melhoria de processos e controle de qualidade, reduzindo variabilidade e desperdícios (Ambiental).                        | Garza-Reyes <i>et al.</i> , 2014; Jamil <i>et al.</i> , 2020; Kaswan <i>et al.</i> , 2020; Nagadi <i>et al.</i> , 2022 |
| <b>PDCA</b>                                    | Ciclo de gestão de qualidade composto por quatro etapas: Planejar, Fazer, Verificar e Agir, utilizado para implementar melhorias contínuas em processos.            | Facilita a implementação de melhorias contínuas, promovendo eficiência e sustentabilidade (Ambiental).                    | Pinto <i>et al.</i> , 2017                                                                                             |
| <b>Diagrama de Pareto</b>                      | Gráfico que exibe a frequência ou impacto dos problemas, ajudando a identificar as causas mais significativas que devem ser priorizadas.                            | Foco nas principais áreas de melhoria, reduzindo desperdícios e maximizando a eficiência (Ambiental e Social).            | Rathi <i>et al.</i> , 2022                                                                                             |
| <b>SPC (Controle Estatístico de Processos)</b> | Técnica que utiliza métodos estatísticos para monitorar e controlar processos, garantindo que operem de maneira eficiente e consistente.                            | Melhoria da qualidade e eficiência do processo, reduzindo variação e desperdícios (Ambiental).                            | Farrukh <i>et al.</i> , 2023                                                                                           |
| <b>Diagrama Causa e Efeito</b>                 | Ferramenta que ajuda a identificar, explorar e exibir graficamente todas as possíveis causas de um problema específico. Também conhecido como Diagrama de Ishikawa. | Identificação e eliminação de causas de problemas, melhorando a eficiência e reduzindo desperdícios (Ambiental e Social). | Teixeira., 2021; Rathi <i>et al.</i> , 2022                                                                            |

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Caracterização da empresa

A empresa Alfa, sediada no interior do estado de São Paulo, é uma empresa que exemplifica como práticas de LSS podem ser integradas com os princípios de ESG para alcançar excelência operacional e, ao mesmo tempo, promover sustentabilidade e responsabilidade social. Ao longo dos anos, a Alfa tem adotado uma série de práticas que não só aumentam a eficiência e a qualidade de seus processos, mas também demonstram um profundo compromisso com o meio ambiente e a comunidade. O Quadro 3 demonstra a compilação dos projetos que integram o LSS e se relacionam com o ESG na empresa. A empresa adotou o Lean Six Sigma em 2015 e atualmente possui um departamento especial para ele chamado de Lean Office. O intuito foi de disseminar a metodologia pela empresa. A empresa tem experiência nos pilares ESG antes mesmo do termo ser cunhado. Já em 1979 a empresa inaugurou uma Fundação Tecnológica sem fins lucrativos na cidade em que está sediada para ajudar na profissionalização da comunidade local. Além disso, em 2013 a empresa também ganhou a certificação ISO 14.001 que garante que a empresa produz dentro os padrões de respeito ao meio ambiente.

## 4.2 Estudo de caso

O estudo de caso revelou que a integração entre Lean Six Sigma (LSS) e ESG na empresa Alfa fortalece a eficiência operacional, a sustentabilidade ambiental e o compromisso social. A adoção de ferramentas como 5S, Kaizen, DMAIC e TPM permite à empresa melhorar continuamente seus processos, reduzir desperdícios, otimizar o uso de recursos e garantir a segurança no ambiente de trabalho. Essas práticas, aliadas a uma cultura de engajamento e pertencimento, contribuem diretamente para os pilares ambiental e social do ESG.

QUADRO 3 – Compilação dos projetos que integram LSS e ESG.

| Ent. | Projeto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Ferramentas de LSS Utilizadas                   | Questões-Chave do ESG Impactadas                       | Pilar ESG |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------|
| E1   | Integração de LSS com práticas ESG para otimizar a cadeia de suprimentos. Implementação de projetos de melhoria contínua nas linhas de produção utilizando as metodologias LSS.                                                                                                                                                                                  | 5S, Kanban, PDCA, Kaizen, VSM, Poka-Yoke, DMAIC | Redução de desperdício de materiais                    | E         |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                 | Redução de emissões de carbono                         | E         |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                 | Melhorias nas condições de trabalho                    | S         |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                 | Segurança dos funcionários                             | S         |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                 | Engajamento dos funcionários                           | S         |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                 | Maior transparência nos processos de tomada de decisão | G         |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                 | Maior disciplina nos processos de governança           | G         |
| E2   | Implementação de sistema de gestão à vista para melhorar eficiência operacional e comunicação entre equipes. Responsável pelo projeto “Gemba” na Alfa, que visa a identificação de problemas locais na empresa com envolvimento direto dos funcionários e gestores para que se estabeleça quais ferramentas LSS utilizar para a melhoria de possíveis problemas. | Gemba, DMAIC, 5S, TPM                           | Redução no uso de energia                              | E         |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                 | Redução no uso de materiais                            | E         |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                 | Melhorias no descarte de materiais recicláveis         | E         |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                 | Envolvimento da equipe                                 | S         |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                 | Engajamento da equipe                                  | S         |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                 | Melhorias na segurança dos funcionários                | S         |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                 | Diminuição de custos                                   | G         |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                 | Eficiência nas práticas de governança                  | G         |
| E3   | Implementação do projeto “Glass Wall” para melhorar a organização e a comunicação no setor de qualidade. Além de atividades de análise e controle estatístico da produção.                                                                                                                                                                                       | Diagrama Ishikawa, Diagrama de Pareto, SPC      | Melhoria no ambiente de trabalho                       | S         |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                 | Melhoria na comunicação                                | S         |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                 | Engajamento da equipe                                  | S         |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                 | Metas nos indicadores                                  | G         |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                 | Melhorias na transparência                             | G         |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                 | Melhorias na tomada de decisão                         | G         |

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Além das ferramentas tradicionais do LSS, a Alfa também investe em inovação sustentável e digitalização de processos por meio da Indústria 4.0, utilizando tecnologias como sensores, automação e análise de dados. A empresa promove práticas como gestão de energia e água, redução de emissões de carbono e desenvolvimento de produtos sustentáveis.

Tais iniciativas reforçam seu alinhamento com os princípios ESG, ao mesmo tempo em que mantêm sua competitividade no mercado.

O compromisso da Alfa com a governança e a responsabilidade social se reflete em sua atuação ética, na transparência com stakeholders e em investimentos sociais na comunidade local. Programas de capacitação, incentivo à participação dos funcionários e parcerias com fornecedores sustentáveis consolidam sua atuação ESG de forma abrangente. Assim, o estudo evidencia que a sinergia entre LSS e ESG na Alfa gera valor sustentável de longo prazo, tanto para a empresa quanto para a sociedade.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada neste estudo evidencia a sinergia entre Lean Six Sigma (LSS) e práticas ESG, demonstrando como essas abordagens se complementam ao unir eficiência operacional com responsabilidade ambiental, social e de governança. A revisão de escopo revelou que ferramentas como 5S, Kaizen, DMAIC e VSM não apenas promovem melhorias nos processos, mas também contribuem diretamente para a redução de desperdícios, emissões e consumo de recursos, além de fomentar o engajamento da equipe e a redução de custos. O quadro comparativo validou a presença dessas relações na prática, conectando os achados teóricos ao estudo de caso da empresa Alfa.

A implementação concreta dessas práticas pela Alfa reforçou a aplicabilidade da integração entre LSS e ESG. A empresa obteve ganhos expressivos ao alinhar suas metodologias de melhoria contínua com iniciativas sustentáveis, promovendo condições de trabalho mais seguras, maior eficiência energética, redução de resíduos e maior transparência na governança. Esses resultados demonstram que o LSS não apenas resolve problemas operacionais, mas também serve como ferramenta para atingir metas estratégicas relacionadas à sustentabilidade e à responsabilidade social.

Além dos benefícios internos, a integração entre LSS e ESG mostrou-se uma alavanca para a competitividade organizacional. A Alfa consolidou sua reputação no mercado ao adotar práticas alinhadas às expectativas de stakeholders e exigências regulatórias. Esse modelo integrado representa uma oportunidade para empresas de diferentes setores construírem operações mais sustentáveis, resilientes e éticas, contribuindo para um crescimento alinhado às demandas contemporâneas por responsabilidade e inovação.

## REFERÊNCIAS

- ACAR, M. F.; ACAR, Z. Lean Six Sigma in sustainability: A case study of a Turkish automotive supplier. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 63, n. 5-8, p. 747-757, 2012.
- BURAWAT, P.; SIRISANGSRI, S.; SUNGSRI, K. The relationships among transformational leadership, sustainable leadership, lean manufacturing and sustainability performance in Thai SMEs manufacturing industry. *Sustainability*, v. 11, n. 5, p. 1319-1339, 2019.
- CHEN, H.; JIANG, L.; ZHANG, X. Lean Manufacturing and Environmental Sustainability: The Effects of Employee Involvement, Stakeholder Pressure, and ISO 14001. *Journal of Cleaner Production*, v. 265, p. 121936, 2020.
- CHERRAFI, A.; EL FARRAHI, K.; GARZA-REYES, J. A. A framework for the integration of Green and Lean Six Sigma for superior sustainability performance. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 8, n. 4, p. 482-507, 2017.
- CHERRAFI, A.; ELFEZAZI, S.; CHIARINI, A.; MOKHLIS, A.; BENHIDA, K. The integration of Lean Manufacturing and Six Sigma for sustainability: a review. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 7, n. 2, p. 139-164, 2016.
- DIBIA, I. K.; ONUH, S.; ABAZIE, H. Lean Six Sigma deployments in agile industrial environment: The key factors. *International Journal of Production Economics*, v. 141, n. 1, p. 383-395, 2012.
- DOPPELT, B. *Leading Change toward Sustainability: A Change-Management Guide for Business, Government, and Civil Society*. Routledge, 2017.
- ECCLES, R. G.; SERAFEIM, G.; LEWIS, M. The Impact of Corporate Sustainability on Organizational Processes and Performance. *Harvard Business School Working Paper*, No. 12-035, 2013.
- EISENHARDT, K. M., 1989. Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532-550.
- GIL, N., 2008. Lean Six Sigma in the context of sustainability: A systematic review. *Business Process Management Journal*, 14(5), 652-674.
- FARRUKH, M.; SIDDIQUI, S.; KHAN, A. A comparative analysis of green-lean-six sigma enablers and environmental outcomes: a natural resource-based view. *Journal of Cleaner Production*, v. 384, p. 135077, 2024.
- FARRUKH, M.; SIDDIQUI, S.; QURESHI, T. Green-lean-six sigma practices and supporting factors for transitioning towards circular economy: A natural resource and intellectual capital-based view. *Journal of Cleaner Production*, v. 380, p. 135023, 2023.
- GANJAVI, R.; VOSSOUGH, M.; TAFTIAN, H. Integrated Sustainable Production Value Measurement Model Based on Lean and Six Sigma in Industry 4.0 Context. *International Journal of Production Research*, v. 61, n. 3, p. 789-811, 2023.
- GARZA-REYES, J. A.; KUMAR, V.; CHAIZE, J. L. Lean and Green - Synergies, Differences, Limitations, and the Need for Six Sigma. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 5, n. 2, p. 103-127, 2014.
- GOYAL, S.; SHARMA, S.; SINGH, A. Quality management for sustainable manufacturing: Moving from number to impact of defects. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 36, n. 5, p. 679-700, 2019.
- GUSMAO, E.; SANTOS, P.; MENDES, L. Towards sustainability by aligning operational programmes and sustainable performance measures. *Journal of Cleaner Production*, v. 228, p. 999-1012, 2019.

- HELLENO, A. L.; OLIVEIRA, F. C.; CASTRO, H. P. Integrating sustainability indicators and Lean Manufacturing to assess manufacturing processes: Application case studies in Brazilian industry. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 28, n. 5, p. 598-621, 2017.
- HUANG, L.; WANG, X.; LIU, Z. The role of lean six sigma in driving sustainable manufacturing practices: an analysis of the relationship between lean six sigma principles, data-driven decision making, and environmental performance. *Sustainability*, v. 15, n. 5, p. 3478, 2023.
- JAMIL, A.; MAZLAN, M.; ARSHAD, N. DMAIC-based approach to sustainable value stream mapping: towards a sustainable manufacturing system. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 11, n. 4, p. 781-805, 2020.
- KANAN, R.; BATTERSBY, S.; FORD, K. An Empirical Study of the Implementation of an Integrated Ergo-Green-Lean Framework: A Case Study. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 15, n. 4, p. 789-811, 2023.
- KASWAN, M. S.; RATHI, R.; GARZA-REYES, J. A.; ANTONY, J. Exploration and Investigation of Green Lean Six Sigma Adoption Barriers for Manufacturing Sustainability. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2021.
- KASWAN, M.; KUMAR, V.; RAI, A. Green Lean Six Sigma sustainability-oriented project selection and implementation framework for manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, v. 383, p. 135064, 2023.
- KASWAN, M.; RAI, A.; KUMAR, P. Green Lean Six Sigma for sustainable development: Integration and framework. *Journal of Cleaner Production*, v. 274, p. 123255, 2020.
- LONGONI, A.; CAGLIANO, R.; ZANONI, S. Cross-functional executive involvement and worker involvement in lean manufacturing and sustainability alignment. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 35, n. 9, p. 1332-1358, 2015.
- MAGNANI, F.; ROSSI, T.; TAI, L. The human dimension of lean: a literature review. *International Journal of Production Research*, v. 57, n. 3, p. 682-701, 2019.
- MORALES, C.; ELKADER, M. The role of Lean Six Sigma in sustainability: A review and future research agenda. *Journal of Cleaner Production*, v. 275, p. 124158, 2020.
- NAGADI, M.; SALEH, A.; AL-JABAL, M. Implementation of green, lean and six sigma operations for sustainable manufacturing: A Review. *Journal of Cleaner Production*, v. 363, p. 132477, 2022.
- NATH, V.; AGRAWAL, R. Agility and lean practices as antecedents of supply chain social sustainability. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 40, n. 10, p. 1589-1611, 2020.
- PAGELL, M.; WU, Z. Building a more complete theory of sustainable supply chain management using case studies of 10 exemplars. *Journal of Supply Chain Management*, v. 45, n. 2, p. 37-56, 2009.
- PARTALIDOU, M.; KOUTSOUPIS, G.; PAPAGEORGIOU, K. The effect of corporate social responsibility performance on financial performance: the case of the food industry. *Sustainability*, v. 12, n. 11, p. 4672, 2020.
- PINTO, E.; TEIXEIRA, L.; RODRIGUES, A. Operational practices of lean manufacturing: Potentiating environmental improvements. *Journal of Cleaner Production*, v. 142, p. 248-260, 2017.
- QURESHI, M.; BATTY, T.; RICHARDS, S. Sustainability: A new manufacturing paradigm. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 26, n. 8, p. 1095-1117, 2015.

- RAHARDJO, R.; AMIN, R.; WIRAWAN, M. A Sustainable Innovation Framework Based on Lean Six Sigma and Industry 5.0. *Sustainability*, v. 16, n. 1, p. 123, 2024.
- RATHI, P.; SHARMA, S.; AGARWAL, V. Green Lean Six Sigma for improving manufacturing sustainability: Framework development and validation. *Journal of Cleaner Production*, v. 332, p. 130037, 2022.
- RATHI, R.; KASWAN, M. S.; GARZA-REYES, J. A.; ANTONY, J.; CROSS, J. Green Lean Six Sigma for improving manufacturing sustainability: Framework development and validation. *Journal of Cleaner Production*, v. 345, p. 131130, 2022.
- RESTA, B.; DALLARI, F.; RIOLO, F. Lean manufacturing and sustainability: An integrated view. *Journal of Cleaner Production*, v. 137, p. 567-578, 2016.
- SAHOO, S.; NAYAK, B.; DAS, A. Improving triple bottom line (TBL) performance: analyzing impacts of industry 4.0, lean six sigma, and circular supply chain management. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 35, n. 2, p. 456-472, 2024.
- SALEM, A. H.; DEIF, A. M. Developing a Greenometer for green manufacturing assessment. *Journal of Cleaner Production*, v. 142, p. 1092-1101, 2017.
- SATOLO, M.; CANTARELLI, C.; COLOMBO, E. Técnicas e ferramentas do lean production: estudos de múltiplos casos em empresas do agronegócio brasileiro. *Gestão & Produção*, v. 27, n. 3, p. e5547, 2020.
- SHOKRI, A.; LI, G. Green implementation of Lean Six Sigma projects in the manufacturing sector. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 13, n. 4, p. 711-729, 2022.
- SIEGEL, R.; LI, S.; ZHANG, W. A framework for the systematic implementation of Green-Lean and sustainability in SMEs. *Production Planning & Control*, v. 32, n. 4, p. 291-305, 2021.
- SKALLI, A.; EL FARRAHI, K.; EL ALEM, A. Analysis of factors influencing Circular-Lean-Six Sigma 4.0 implementation considering sustainability implications: an exploratory study. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 15, n. 3, p. 689-713, 2024.
- SONY, M.; NAIK, S. Green Lean Six Sigma implementation framework: A case of reducing graphite and dust pollution. *International Journal of Sustainable Engineering*, v. 13, n. 3, p. 184-193, 2020.
- SONY, M.; NAIR, S. Implementing sustainable operational excellence in organizations: An integrative viewpoint. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 10, n. 1, p. 169-190, 2019.
- TEIXEIRA, C.; RAMOS, A.; SANTOS, R. Lean Contribution to the Companies' Sustainability. *International Journal of Production Research*, v. 59, n. 7, p. 2035-2052, 2021.
- TISSIR, Y., & CHAOUI, A., 2023. Leveraging Lean Six Sigma for sustainable development: Insights from industry. *International Journal of Sustainable Engineering*, 16(4), 527-542.
- YADAV, V.; KUMAR, R.; SINGH, A. A framework for the systematic implementation of Green Lean Six Sigma to improve performance in the manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, v. 380, p. 135023, 2023.
- YIN, R. K. *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. Sage Publications, 2017.
- ZAPOROWSKA, Z.; SZCZEPANSKI, M. Exploration of Lean Management Methods Used in Shared Services Centers: Drivers and Barriers to Process Selection for Improvements in the Light of Risk Management and ESG Reporting. *Sustainability*, v. 14, n. 8, p. 1-20, 2022.