



Aplicação do 5s em um laboratório de ensino e pesquisa de uma Universidade Federal

Implementation of the 5s methodology in a teaching and research laboratory at a Federal University

Aplicación de las 5s en un laboratorio de docencia e investigación de una Universidad Federal

Yslaine Rodrigues dos Passos¹, Karolinne de Araujo Almeida², Laurence Colares Magalhães³, Thiara Cezana Gomes^{4*}, & Henrique Bertochi Torres⁵

1 2 3 4 5 Universidade Federal do Espírito Santo

¹ yslainerp@gmail.com ² karinnealmeida@gmail.com ^{3*} laurence.magalhaes@ufes.br ⁴ thiara.gomes@ufes.br ⁵ henrique.b.torres@edu.ufes.br

ARTIGO INFO.

Recebido: 26.10.2025

Aprovado: 04.12.2025

Disponibilizado: 12.12.2025

PALAVRAS-CHAVE: Lean Manufacturing; 5s; gestão da qualidade; melhoria contínua.

KEYWORDS: Lean Manufacturing; 5s; quality management; continuous improvement.

PALABRAS CLAVE: Manufactura Esvelta; 5s; gestión de la calidad; mejora continua.

***Autor Correspondente:** Gomes, T. C.

RESUMO

O método 5S, um pilar do Lean Manufacturing, é amplamente reconhecido por promover organização e melhoria contínua. Reconhecendo seu potencial para mitigar desafios de segurança e eficiência inerentes a ambientes de ensino, esta pesquisa aplicou o 5S em um Laboratório de Manufatura Integrada (LMI) de uma Universidade Federal. O objetivo foi aprimorar a operacionalização, a segurança e a qualidade do ambiente de trabalho e aprendizado. Adotou-se uma abordagem de pesquisa-ação estruturada em nove etapas, que incluiu diagnóstico inicial, implementação dos sensores e avaliação da satisfação de discentes e docentes. A intervenção demonstrou uma evolução significativa no índice de conformidade do ambiente, que passou de 36% para 98% nos sensores Seiri, Seiton e Seiso. Como resultado, o LMI se tornou notavelmente mais organizado, seguro e eficiente. A alta satisfação dos alunos (com médias superiores a 4,50 em uma escala de 5,0) validou a relevância e o impacto positivo das mudanças. O estudo, portanto, comprova a eficácia do 5S como uma robusta ferramenta de gestão da qualidade para laboratórios universitários, servindo de referência para que outras instituições otimizem seus espaços e fomentem uma cultura de segurança.

ABSTRACT

The 5S method, essential to Lean Manufacturing, promotes organization and continuous improvement. Recognizing its potential to mitigate challenges in the academic environment, this study implemented 5S in an Integrated Manufacturing Laboratory (IML) of a teaching and research institution, aiming to improve operationalization, safety, and efficiency. A nine-stage action research approach was adopted, including initial diagnosis, implementation of the sensors, and assessment of student and faculty satisfaction. The intervention demonstrated a significant improvement in the environment's compliance, which increased from 36% to 98% in the Seiri, Seiton, and Seiso sensors. Consequently, the IML became more organized, safe, and efficient. High student satisfaction (with averages above 4.50 on a 5.0 scale) validated the importance of the changes. The study demonstrates the effectiveness of 5S as a quality management tool in university laboratories, serving as a basis for other institutions to optimize their spaces and promote a culture of safety.

RESUMEN

El método 5S, esencial para la Manufactura Esvelta, promueve la organización y la mejora continua. Reconociendo su potencial para mitigar los desafíos en el entorno académico, este estudio implementó las 5S en un Laboratorio de Manufactura Integrada (LMI) de una institución de docencia e investigación, con el objetivo de mejorar la operatividad, la seguridad y la eficiencia. Se adoptó un enfoque de investigación-acción de nueve etapas, que incluyó el diagnóstico inicial, la implementación de los sensores y la evaluación de la satisfacción de estudiantes y docentes. La intervención demostró una mejora significativa en el cumplimiento normativo del entorno, que aumentó del 36 % al 98 % en los sensores Seiri, Seiton y Seiso. En consecuencia, el LMI se volvió más organizado, seguro y eficiente. La alta satisfacción estudiantil (con promedios superiores a 4,50 en una escala de 5) validó la importancia de los cambios. El estudio demuestra la eficacia de las 5S como herramienta de gestión de calidad en los laboratorios universitarios, sirviendo de base para que otras instituciones optimicen sus espacios y promuevan una cultura de seguridad.



INTRODUÇÃO

A Manufatura Enxuta (Lean Manufacturing) é uma abordagem de gestão que busca maximizar a eficiência dos processos produtivos por meio da eliminação de desperdícios e otimização de recursos (Ohno, 1997). Entre os métodos fundamentais do Lean, destaca-se o método 5S, baseado em cinco palavras japonesas: Seiri (senso de Utilização), Seiton (senso de Ordenação), Seiso (senso de Limpeza), Seiketsu (senso de Padronização) e Shitsuke (senso de Disciplina) (Lapa, 2018).

No contexto acadêmico, a busca por maior produtividade e eficiência em laboratórios de ensino e pesquisa, é dificultada por desafios estruturais, como a natureza descentralizada das universidades, a resistência cultural e a sobrecarga de atividades dos acadêmicos (Marinho et al., 2014). Não obstante, estudos demonstram que a aplicação da metodologia Lean, com foco no programa 5S, pode ser adaptada com sucesso a esses ambientes, promovendo notável melhoria na organização, na limpeza e na otimização dos espaços de ensino e pesquisa.

A adoção do 5S em instituições de ensino visa incentivar hábitos que tornam as atividades diárias mais eficientes, aumentando a produtividade e promovendo uma melhor qualidade de vida (Doman, 2011; Simons, 2013; Silva et al. 2023). Espírito Santo et al. (2017) implementaram o método 5S em instituições de ensino e pesquisa, constatando resultados positivos, como a melhoria no clima organizacional e um ambiente de trabalho mais saudável. Além disso, Lacerda et al. (2020) observaram que as aulas se tornaram mais dinâmicas e interativas.

Os laboratórios universitários de ensino e pesquisa são cruciais para a aplicação prática do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades técnicas e científicas dos alunos, além de contribuírem para a sociedade por meio da prestação de serviços. Dessa forma, a adoção de metodologias de gestão da qualidade, como o 5S, é essencial para aprimorar a organização e a segurança desses ambientes, otimizando tanto a gestão acadêmica quanto a operacional. Diante da competitividade e das exigências governamentais, é fundamental que as universidades brasileiras analisem a relevância das suas atividades para atender a critérios de excelência e relevância social (Rodrigues et al., 2006).

Nesse cenário, o Laboratório de Manufatura Integrada (LMI) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) constitui uma instalação de alta relevância, equipado com um Sistema Flexível de Manufatura (FMS) de última geração. No entanto, sua plena eficácia era limitada por um conjunto de fatores associados à gestão operacional e à segurança. O LMI apresentava fatores de risco e áreas com potencial de otimização em segurança, operacionalidade e organização, evidenciados por: acúmulo de materiais sem utilidade, ausência de padronização na identificação de equipamentos, áreas de circulação mal delimitadas, manutenção preventiva inadequada, ausência de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e fiação inadequadas, que afetavam a segurança e a produtividade do ambiente. A lacuna central deste trabalho encontra-se, portanto, na necessidade de determinar como a aplicação da metodologia 5S pode otimizar os fatores de segurança, operacionalidade e organização identificados neste Laboratório de Manufatura Integrada em uma Universidade Federal.

A justificativa para esta pesquisa está na importância estratégica dos laboratórios de ensino e pesquisa universitários, que desempenham um papel fundamental ao proporcionar aos alunos a aplicação prática do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades técnicas e científicas cruciais para suas futuras carreiras. Esses espaços enriquecem a experiência acadêmica dos estudantes e contribuem significativamente para a sociedade por meio da prestação de serviços. O cenário atual das universidades brasileiras é marcado pela competitividade local, regional e global, bem como pelas exigências governamentais, o que torna fundamental uma análise aprofundada da relevância das suas atividades, visando prestar contas à sociedade e atender critérios de excelência, equidade e relevância social (Rodrigues, Ribeiro & Silva, 2006).

Diante desse contexto, assim como as diversas áreas presentes em uma universidade, os laboratórios são confrontados com a necessidade de implantar um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) que seja flexível e capaz de conciliar as funções de ensino e pesquisa com a limitação de recursos (Gomes et al., 2000). A adoção de metodologias de gestão da qualidade, como o 5S, tem se mostrado fundamental para aprimorar a organização e a segurança nos laboratórios universitários, otimizando tanto a gestão acadêmica quanto a operacional. O método 5S, em particular, oferece excelente relação custo-benefício ao maximizar a produtividade e aprimorar a saúde e segurança no ambiente de trabalho, além de reduzir desperdícios e melhorar a qualidade das atividades realizadas (Gapp, Fisher & Kobayashi, 2008).

Dessa forma, o objetivo principal deste trabalho é quantificar o estado inicial e, posteriormente, implementar a metodologia 5S no Laboratório de Manufatura Integrada (LMI) da UFES, de modo a promover uma melhoria estrutural na gestão da segurança, da organização e da eficiência operacional do ambiente. Para atingir este objetivo central, o trabalho se desdobra no escopo de organizar o ambiente; promover a segurança de alunos, técnicos e professores; melhorar a eficiência operacional; e facilitar o fluxo de informações dentro do laboratório. O LMI da UFES, portanto, serve como estudo de caso para demonstrar a aplicação da Gestão da Qualidade com metodologias Lean em ambientes acadêmicos.

REFERENCIAL TEÓRICO

Gestão da qualidade

Na literatura, existem diferentes conceitos para qualidade, variando conforme o contexto e a perspectiva de análise. A qualidade pode ser definida como as características do produto que vão ao encontro das necessidades dos clientes e assim proporcionam a satisfação em relação ao produto (Juran, 1991).

A preocupação com a qualidade remonta aos primórdios da manufatura humana, evoluindo desde o controle de qualidade artesanal até a figura do inspetor na Revolução Industrial (Juran, 1991). Trabalhar com qualidade reduz desperdícios, diminui o tempo de produção, o estresse e aumenta a satisfação dos trabalhadores, sendo um princípio fundamental para a sobrevivência organizacional (Carvalho & Paladini, 2012). Taiichi Ohno, criador do modelo de produção Toyota, focou na qualidade para eliminar desperdícios, incentivando a interrupção da produção em caso de erros e discussões para melhorias (Ohno, 1997).

A gestão da qualidade evoluiu significativamente, integrando-se ao ciclo de produção e abrangendo toda a organização. Conceitos como Total Quality Control (TQC) e Total Quality Management (TQM) emergiram, definindo qualidade como um atributo do produto e Qualidade Total como uma abordagem de gestão para garantir a entrega contínua de bens e serviços que atendam às expectativas do cliente (Moura, 2012).

No Brasil, a gestão da qualidade foi impulsionada por iniciativas como o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade (PBQP), a Fundação para o Prêmio Nacional da Qualidade (FPNQ) e a certificação ISO (Albuquerque & Bonacelli, 2011). A ISO 9001:2015, por exemplo, define um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) como uma abordagem estratégica para estabelecer políticas e processos que atendam aos requisitos do cliente, promovam a melhoria contínua e agreguem valor à organização.

No setor público, a qualidade é a capacidade de atender às necessidades dos cidadãos de forma eficiente e acessível, buscando a redução de custos e a melhoria dos processos (Lima, 2007). No ensino superior, a qualidade é multidimensional, abrangendo ensino, pesquisa, infraestrutura e o ambiente acadêmico como um todo (Tang & Wu, 2010).

Embora Instituições de Ensino Superior (IES) sejam frequentemente resistentes a mudanças e influenciadas pela legislação, aprimorar o sistema educacional com ferramentas de gestão da qualidade é fundamental para o exercício da cidadania e o desenvolvimento sustentável (Fowler, 2008). A busca por eficiência na gestão pública, por meio do Lean Manufacturing, permite que organizações públicas aprimorem processos, promovam a melhoria contínua, elevem a produtividade e melhorem a satisfação dos cidadãos.

Lean Manufacturing

A Produção Enxuta (Lean Manufacturing) teve sua origem no Japão após a Segunda Guerra Mundial, sendo desenvolvida pela Toyota Motor Company através do Sistema Toyota de Produção (STP). Esse sistema, criado por Toyoda Sakichi, Toyoda Kiichiro e, notavelmente, Taiichi Ohno (1997), focava na eliminação de desperdícios, na otimização do fluxo de trabalho e na melhoria contínua (Werkema, 2006). O termo Lean Manufacturing, no entanto, foi cunhado e popularizado no ocidente por Womack et al. (2015) no livro "A Máquina que Mudou o Mundo," no qual os autores detalham os princípios e o sucesso do STP da Toyota.

Lean é uma filosofia de gestão que busca aprimorar continuamente os processos ao eliminar atividades que não agregam valor e investir naquelas que o fazem (Liker, 2021). Essa abordagem enfatiza a organização eficiente dos postos de trabalho e incentiva propostas de melhoria contínua, resultando na redução de custos e tempo desperdiçado (Womack et al., 2015).

Ohno define "desperdício" como todo elemento que aumenta custos sem agregar valor. Petenate (2018) descreve o Lean Manufacturing como um método operacional que visa reduzir ou eliminar continuamente os oito principais desperdícios na linha de produção. Liker (2021) identifica sete tipos de perdas e adiciona um oitavo tipo relacionado ao potencial intelectual dos trabalhadores. Os oito desperdícios são:

1. Superprodução: produção antes da demanda ou em quantidade excessiva;
2. Espera: ociosidade de materiais, informações, pessoas ou equipamentos devido a gargalos;
3. Transporte desnecessário: deslocamento sem valor agregado de itens no processo;
4. Superprocessamento: adição de etapas que não agregam valor ou processamento excessivo;
5. Excesso de estoque: ter mais suprimentos do que o necessário, ocultando problemas;
6. Movimento desnecessário: movimentação desnecessária de equipamentos e colaboradores;
7. Defeitos: produção de erros que exigem retrabalho ou descarte;
8. Criatividade subutilizada: falta de aproveitamento pleno do conhecimento e habilidades dos colaboradores.

A mitigação dessas perdas exige planejamento meticuloso e o envolvimento de todos os colaboradores (Albertin & Pontes, 2016). Para que o Lean Manufacturing atinja seus objetivos, são aplicados métodos como Mapa de Fluxo de Valor, Just in Time, Kanban, SMED e o 5S. A aplicação do 5S é fundamental para promover a incorporação de valores como organização, eficiência, limpeza, padronização e disciplina no ambiente de trabalho (Osada, 1991).

O método 5S: princípios e fundamentos

O método 5S, originado nos Estados Unidos como housekeeping e consolidado no Japão em 1960, foi fundamental na recuperação da economia japonesa e na elevação do padrão de qualidade de seus produtos. O termo 5S deriva de cinco palavras japonesas iniciadas com a letra S, cujos significados aproximados em português são expressos como "senso de" (Silva, 1996). Introduzida no Brasil nos anos 1990, essa metodologia é uma ferramenta valiosa para o sucesso das empresas, promovendo transformações comportamentais nos colaboradores e criando um ambiente propício à satisfação dos clientes (Oliani et al., 2016).

O 5S é uma metodologia prática para organizar ambientes de trabalho, com ênfase na ordem visual, limpeza, organização e padronização. Sua implementação reduz desperdícios como incerteza e tempo de busca, além de proporcionar maior agilidade na identificação do necessário (Slack et al., 2009). Este método baseia-se na melhoria da qualidade dos ambientes, ligado a possíveis mudanças comportamentais nas atitudes das pessoas, criando um ambiente propício para alcançar a qualidade, uma vez que o ambiente é um fator crucial no processo e na satisfação das pessoas envolvidas, e consequentemente, no produto (Andrade, 2002). Os princípios fundamentais são:

- Seiri (senso de utilização): consiste em separar o útil do inútil, eliminando ou descartando o que não é necessário;
- Seiton (senso de ordenação): determinar o local mais apropriado para cada item, facilitando sua localização e criando um layout eficiente;
- Seiso (senso de limpeza): eliminar a sujeira, identificando e erradicando suas fontes;
- Seiketsu (senso de padronização): manter a higiene e assegurar que os níveis de organização, ordem e limpeza sejam mantidos por meio de hábitos e procedimentos padronizados;
- Shitsuke (senso de disciplina): manutenção contínua do método 5S, consolidando o processo iniciado e promovendo o aperfeiçoamento constante.

A implementação do 5S exige grande perseverança e força de vontade de todos os envolvidos, pois manter o processo implica em mudanças culturais individuais, visando alcançar a autodisciplina (Silva, 1996).

Benefícios e ferramentas complementares ao 5S

O método 5S oferece vários benefícios tangíveis, inclui-se a melhora na qualidade de produtos e serviços, aumento da produtividade e facilidade na identificação de falhas. Além, contribui para a redução ou eliminação do desperdício de materiais, promove o uso eficiente de espaço e tempo, auxilia na prevenção de acidentes e favorece a qualidade de vida (Amarante, 2019).

Embora seja um método educacional e seus benefícios sejam desafiadores de identificar com precisão, o Quadro 1 apresenta resultados diretos e indiretos mais tangíveis de cada um dos "S". A metodologia 5S otimiza processos e promove um ambiente mais produtivo, estimulando a criatividade e melhorando a circulação de informações. Para auxiliar sua aplicação, ferramentas de gestão da qualidade, como o 5W2H, podem ser utilizadas (Ribeiro, 1994). Assim, observa-se que a metodologia 5S proporciona benefícios significativos para a eficiência geral. A organização e limpeza do ambiente não apenas melhoram a circulação de informações, como estimulam a criatividade, ao criar um espaço propício para o trabalho colaborativo e inovador.

Quadro 1. Principais benefícios do 5S. Fonte: Adaptado de Ribeiro (1994).

BENEFÍCIOS	SEIRI	SEITON	SEISO	SEIKETSU	SHITSUKE
Eliminação de desperdícios	X	X	X	X	X
Otimização de espaço	X	X	O	O	O
Racionalização do tempo	O	X	O	X	X
Redução do "stress" das pessoas	O	X	O	X	X
Redução de condições inseguras	O	O	X	O	X
Prevenção de quebras	O	O	X	O	X
Aumento da vida útil	O	O	X	O	X
Padronização		O		X	O
Prevenção da poluição			X	O	X
Melhoria da qualidade			O	X	X
Melhoria de relações humanas	O	O	X	O	X
Incremento da eficiência	X	X	X	X	X
Confiabilidade dos dados			O	O	X
Redução de acidentes	O	O	X	O	X
Incentivo à criatividade	X	X	X	X	X
Autodisciplina			O	O	X
Dignificação do ser humano	O	O	O	X	X
Base para a qualidade total	O	O	O	X	X

O - Boa Contribuição

X - Ótima contribuição

A implementação do 5S revela ser essencial para otimizar processos e promover um ambiente mais produtivo. Para auxiliar sua aplicação, pode-se recorrer a ferramentas de gestão da qualidade, como o 5W2H, que auxilia no planejamento estruturado, permitindo que todas as etapas sejam bem definidas e executadas de maneira clara e objetiva.

A ferramenta 5W2H, desenvolvida na indústria automobilística japonesa, complementa outras ferramentas de gestão no planejamento. Envolve 7 perguntas fundamentais: "What?" (O que?), "Why?" (Por quê?), "Who?" (Quem?), "Where?" (Onde?), "When?" (Quando?), "How?" (Como?) e "How Much?" (Quanto?). Organizadas em uma planilha, essas perguntas auxiliam na elaboração do planejamento e na tomada de decisões, proporcionando clareza na identificação de problemas e na definição de ações corretivas (Maiczuk & Andrade Junior, 2013). Responder a essas questões de maneira detalhada oferece uma visão abrangente do projeto, identificando responsabilidades, prazos, recursos e custos. O 5W2H é eficaz na implementação do método 5S, ajudando na organização das tarefas ao esclarecer problemas e desenvolver planos de ação para os cinco sentidos (Meira, 2003).

Aplicações do 5S no contexto acadêmico e setorial

A metodologia 5S tem sido amplamente aplicada em diversos setores, públicos e privados, demonstrando resultados positivos. Mello et al. (2020) aplicaram o 5S em um laboratório de fisiologia de peixes da Universidade Federal de Santa Maria, resultando em um ambiente mais organizado, otimização de tempo e espaço, melhorias de limpeza e iluminação, além de aumento da satisfação dos colaboradores. Silveira et al. (2023) implementaram o 5S em um

laboratório de pesquisa da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), visando eficiência, redução de erros e custos, e aprimoramento do registro de informações. A adoção do método, juntamente com listas de verificação, otimizou o tempo de execução das tarefas e reduziu custos.

Ribeiro (2017) observou o impacto do 5S em uma instituição de segurança pública no Distrito Federal, onde as mudanças comportamentais exigidas pelo método geraram grandes transformações em uma unidade insatisfeita. Araújo e França (2021) analisaram a eficácia do 5S em uma organização militar, concluindo que ele serve como suporte inicial para práticas de gestão organizacional e se relaciona com a Gestão da Qualidade Total. O sucesso do método, no entanto, depende do engajamento dos colaboradores e da participação da alta administração. O estudo de Silva et al. (2023) sobre o 5S em instituições de ensino com enfoque social evidenciou sua relevância na construção de conhecimento, melhoria da qualidade de vida e fortalecimento da autodisciplina.

Esses estudos destacam que o 5S melhora a organização, eficiência, qualidade dos serviços e satisfação dos colaboradores em diferentes contextos, incluindo laboratórios acadêmicos, instituições de segurança pública, organizações militares e ambientes educacionais e sociais.

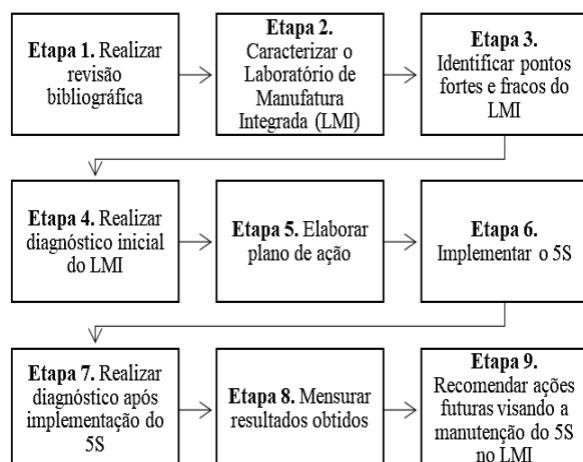
A aplicação do 5S em empresas tem se tornado recorrente devido aos resultados positivos. Andrade (2002) validou a contribuição do 5S na implementação e manutenção de Sistemas de Qualidade, concluindo que ele é uma base essencial para a melhoria contínua e certificação da qualidade. Costa et al. (2005) implementaram o 5S em uma indústria de fios e cabos elétricos, resultando em melhorias significativas no ambiente de trabalho, aumento do conforto e bem-estar dos colaboradores, e maior participação em programas de qualidade.

Coutinho e Aquino (2016) analisaram o impacto do 5S em uma empresa de aços longos, observando melhoria na produtividade, qualidade dos produtos, bem-estar dos funcionários e redução de acidentes. Cotrim et al. (2019) aplicaram o 5S em uma fábrica de vassouras de garrafa PET, resultando na redução de movimentação desnecessária, aumento da produtividade e melhorias no ambiente de trabalho, além da satisfação dos funcionários. Heidrich et al. (2019) analisaram a aplicação do 5S em um supermercado, encontrando benefícios como eliminação de desperdício, otimização do espaço, melhoria nas relações humanas, prevenção de quebras e aumento da produtividade.

A implementação do 5S nas organizações estudadas demonstrou resultados expressivos na melhoria dos ambientes de trabalho, produtividade e qualidade. O método promove a organização e disciplina, contribuindo significativamente para a segurança dos trabalhadores, minimizando riscos operacionais e prevenindo acidentes.

METODOLOGIA

Adotou-se a abordagem de pesquisa-ação, (Thiollent, 2018), que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou a resolução de um problema coletivo, envolvendo pesquisadores e participantes de modo cooperativo ou participativo. O estudo foi conduzido entre o segundo semestre de 2024 e o início de 2025, com o período de intervenção e coleta de dados de campo (Etapas 4 a 8) ocorrendo ao longo de quatro meses, de julho a outubro de 2024. Assim, o estudo seguiu 9 etapas metodológicas a seguir (Figura 1).

Figura 1. Etapas metodológicas da pesquisa. Fonte: Autores (2025).

1. Revisão Bibliográfica: realizar abrangente análise de conceitos e práticas de gestão da qualidade, Lean Manufacturing e 5S, com foco na aplicação e impacto em laboratórios universitários;

2. Caracterização do LMI: identificar principais características, recursos e estrutura do laboratório, que se destaca por um Sistema Flexível de Manufatura (FMS) e relevância de ensino e pesquisa em Indústria 4.0, manufatura avançada e robótica industrial;

3. Levantamento e Análise de Aspectos (Pontos Fortes e Fracos): evidenciar a necessidade de implementar o método 5S no laboratório. A partir da aplicação da Etapa 3 foram levantados os seguintes pontos fortes e fracos:

a. Pontos Fortes: Máquinas e equipamentos de ponta, suporte a disciplinas de Engenharia de Produção, possibilidade de realizar todo o processo de projeto de manufatura.

b. Pontos Fracos: Acúmulo de materiais sem utilidade, falta de identificação de equipamentos, áreas de circulação mal delimitadas, fiações inadequadas.

4. Diagnóstico Inicial (Condições do LMI em relação ao 5S): aplicação de um formulário online preenchido por um comitê (professor responsável, docente e autoras) para uma visão detalhada do estado atual do laboratório. Assim, foi possível identificar lacunas, necessidades prioritárias e oportunidades de melhoria.

5. Elaboração do Plano de Ação e Cronograma: utilizar a ferramenta 5W2H, foram definidas estratégias específicas e etapas a serem cumpridas para implementar as melhorias alinhadas ao método 5S. O plano incluiu a definição das responsabilidades, prazos e recursos necessários para cada etapa.

6. Implementação no LMI das Etapas do 5S: seguindo as diretrizes estabelecidas no plano de ação. As ações de cada senso foram realizadas da seguinte forma:

a. Seiri (senso de Utilização): Triagem completa de materiais e equipamentos, remoção de itens desnecessários, redundantes ou obsoletos.

b. Seiton (senso de Ordenação): Organização lógica e eficiente dos itens restantes, designação de locais específicos considerando frequência de uso e acesso.

c. Seiso (senso de Limpeza): Limpeza abrangente de todas as áreas, removendo sujeira, poeira e resíduos.

d. Seiketsu (senso de Padronização): Estabelecimento de padrões e procedimentos para manter organização e limpeza, integrando-os à cultura do local.

e. Shitsuke (senso de Disciplina): Implementação de mecanismos para a manutenção contínua das práticas do 5S, incluindo conscientização dos usuários.

7. Diagnóstico Pós-Implementação: avaliação das condições do LMI após a implementação de cada "S", utilizando o mesmo formulário e comitê para consistência. Se os resultados fossem iguais ou inferiores, um novo plano de ação seria elaborado.

8. Mensuração dos Resultados: realizou-se pesquisa de satisfação com discentes e documentação visual (fotos e vídeos) para comparar o estado do laboratório antes e depois do 5S.

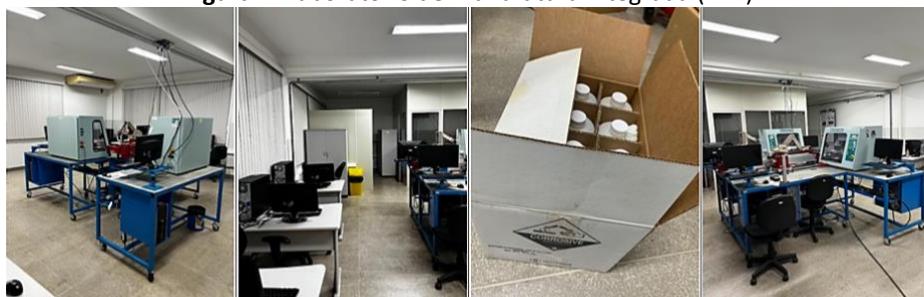
9. Recomendações Futuras: ações para assegurar a manutenção e o aprimoramento contínuo das práticas do 5S, com foco na conscientização dos alunos e usuários.

Descrição do LMI

O LMI é composto por um Sistema Flexível de Manufatura (FMS) com máquinas e equipamentos de ponta, incluindo Torno CNC (Boxford 160 TCLI), Centro de Fresamento (Boxford 190 VMCi), robôs articulados (Amatrol Pegasus) e esteiras automatizadas. O sistema é gerenciado por CLP Allen Bradley Micrologix 1500. O laboratório também possui 12 computadores equipados com softwares de CAD, CAM, CAPP, ERP, entre outros. Destaca-se a máquina de manufatura aditiva Stratasys Dimension SST1200es.

O laboratório desempenha um papel crucial no suporte às disciplinas de Engenharia de Produção e catalisa pesquisas em Indústria 4.0, manufatura avançada, usinagem, manufatura aditiva e robótica industrial. Durante a visita, foram identificadas não conformidades como fios de energia expostos, acúmulo de caixas vazias, produtos com prazo de validade expirado e objetos pessoais em locais inadequados (Figura 2).

Figura 2. Laboratório de Manufatura Integrada (LMI)



Fonte: Autores (2025).

Aplicou-se formulário dos 3 primeiros Senso (Seiri, Seiton e Seiso) ao comitê responsável, como ponto de partida para melhorias e mapear maturidade do 5S. Avaliação realizada pelo comitê composto por docente responsável, docente do departamento e discentes envolvidas. As perguntas foram criadas (Ribeiro, 1994) e os dados coletados proveram base para definir ações prioritárias e monitorar o progresso. Assim, os resultados iniciais indicaram um índice de conformidade geral de 36%, com pontuação que exibia ambiente distante de condições ideais, reforçando a obrigação de intervenções estruturadas e monitoradas (Quadro 2).

Quadro 2. Checklist para avaliação dos 3S antes da implementação. Fonte: Adaptado de Ribeiro (1994).

Checklist para avaliação dos 3S				
Local: Laboratório de Manufatura Integrada na UFES			Data:	
Responsável:		Objeto da Avaliação	Como verificar	Nota (1 a 5)
S E I R I	Materiais necessários e desnecessários se confundem	Acúmulo de materiais nas mesas e em superfícies horizontais		2
	Recursos são tratados sem a devida importância	Materiais largados em cantos de parede, em cima de armários ou em outras superfícies horizontais		2
	Não há otimização no uso de recursos	Objetos similares em um mesmo local		2,75
	Os recursos disponíveis não são utilizados	Materiais sem utilização		1,5
PADRÃO DO SEIRI (%) (Somar as notas, dividir por 20 e multiplicar por 100)				41,25%
S E I T O N	Guarda de materiais dificulta acesso e promove permanentemente a desordem	Empilhamento de materiais sobre outros		1,25
	Guarda de materiais aumenta tempo de acesso	Falta de identificação de materiais		1
	Disposição de compartimentos e objetos prejudica o acesso a eles	Layout inadequado		1
	PADRÃO DO SEITON (%) (Somar as notas, dividir por 15 e multiplicar por 100)			21,66%
S E I S O	Relaxamento com higiene	Sujeira acumulada		2,5
	Ambiente físico desagradável	Paredes e pisos sujos		2,25
	Falta de limpeza sistemática	Depósito de descartes cheios e/ou quantidade insuficiente		1,75
	PADRÃO DO SEISO (%) (Somar as notas, dividir por 15 e multiplicar por 100)			43,33%
Padrão Atual (%)		Padrão Anterior (%)	Evolução (%)	
(Dividir o total de pontos por 50 e multiplicar por 100)		(Dividir o total de pontos por 50 e multiplicar por 100)	(Diminuir a pontuação anterior da atual, dividir o resultado pela pontuação anterior e multiplicar por 100)	
<input type="text" value="36%"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>	

Observação: A nota 5 espelha a melhor situação



CC BY 4.0

Attribution 4.0
International

A análise detalhada de cada Senso indicou que o Seiri (senso de Utilização) alcançou 41,25%, desempenho insuficiente devido ao acúmulo de materiais desnecessários, armazenamento inadequado e falta de aproveitamento de materiais.

O Seiton (senso de Organização) expôs o ponto mais crítico, apenas 21,66% de conformidade, resultado do empilhamento de materiais, da ausência de identificação e layout mal planejado,

comprometendo a acessibilidade e acrescia tempo de busca por itens. Por fim, o Seiso (senso de Limpeza) atingiu 43,33%, exibindo entraves como, acúmulo de sujeira em superfícies e ausência de rotina estruturada de limpeza. Assim, a avaliação inicial realçou áreas críticas que exigem atenção imediata (Quadro 3), com problemas expressivos identificados na utilização de materiais, organização de limpeza do espaço de trabalho e comprometendo eficiência.

Quadro 3. Plano de Ação

O quê?	Por quê?	Onde?	Quem?	Prazo (dias)
Visitas ao laboratório	Avaliar as condições do layout atual	LMI	Pesquisadoras e professor	2
Desenvolvimento das ações	Para iniciar a implementação do 5S	LMI	Pesquisadoras	5
Implantar o Senso Utilização	Identificar quais materiais são necessários, qual a condição de uso, com que frequência são necessários	LMI	Pesquisadoras	10
Implantar Senso de Ordenação	Definir locais de armazenagem e alocar os materiais de acordo com a frequência de uso, priorizando a proximidade e acessibilidade.	LMI	Pesquisadoras e professor	10
Implantar o Senso de Limpeza	Eliminar a sujeira, através da identificação e eliminação de suas fontes	LMI	Pesquisadoras	10
Implantar o Senso de Padronização	Desenvolver procedimentos para manter a organização e a limpeza no laboratório	LMI	Pesquisadoras	10
Implantar o Senso de Disciplina	Incentivar a manutenção do 5S e condição normal e anormal	LMI	Pesquisadoras	5
Analizar melhorias e avaliar implementação	Avaliar impactos das implementações e documentar resultados	LMI	Comitê	7

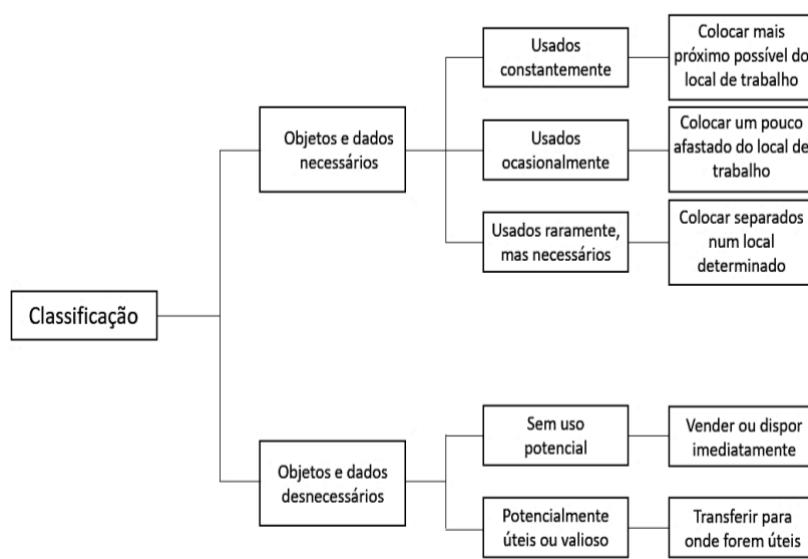
Fonte: Autores (2025).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Implantação do primeiro S: Seiri (senso de Utilização)

A primeira abordagem adotada foi a organização, referida como “bloqueio das causas”. O senso de Utilização consiste em separar o útil do inútil, destinando corretamente o que não é necessário (Figura 3). Foram removidas caixas vazias e descartados itens sem utilidade, criando um espaço mais organizado e eficiente, facilitando o acesso aos materiais essenciais.

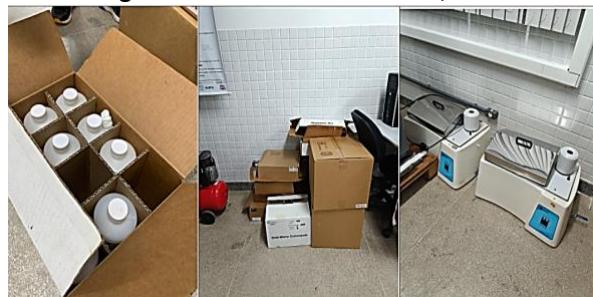
Figura 3. Seiri - Etapa Inicial. Fonte: Adaptado de Silva (1996).



A aplicação do senso permitiu observar materiais realmente necessários, excluindo excessos e desperdícios, culminando em significativa liberação de espaço e organização de armários e prateleiras (Figura 4 e 5).

A melhoria da utilização do espaço no LMI alinhou-se diretamente aos objetivos iniciais do 5S, como

indicado por Lapa (2018), que define o Seiri como a base de todo o sistema. Assim, a alta conformidade (conforme validação posterior) foi indício da eficácia da intervenção, validando o pilar do Lean Manufacturing ao reduzir fontes de desperdício de estoque (como caixas vazias) e otimizando a área de trabalho para atividades de ensino e pesquisa, um conceito central em Womack et al. (2015).

Figura 4. Antes e depois do senso de Utilização**Figura 5.** Materiais descartados/doados

Fonte: Autores (2025).

Implantação do segundo S: Seiton (senso de Ordenação)

Após consolidação do senso de Utilização (Seiri), a implementação do senso de Ordenação (Seiton) procedeu de maneira mais eficiente. A identificação clara de locais e materiais foi essencial, com todos os equipamentos, máquinas e armários devidamente rotulados. A padronização reduziu drasticamente o tempo gasto na busca por itens, resultando em aumento expressivo da produtividade e otimização do fluxo de trabalho (Figura 6).

Figura 6. Antes e depois do senso de Ordenação. Fonte: Autores (2025).

Para identificar configuração mais adequada e otimizar o espaço, conduziu-se estudo do *layout* físico do LMI. Sua estrutura é composta por uma sala do docente, área de apoio (lavabo) e 2 armários principais. Identificou-se assim que a área do lavabo exibia restrições críticas de circulação, devido à proximidade de um equipamento central, armário e lixeiras (Quadro 4).

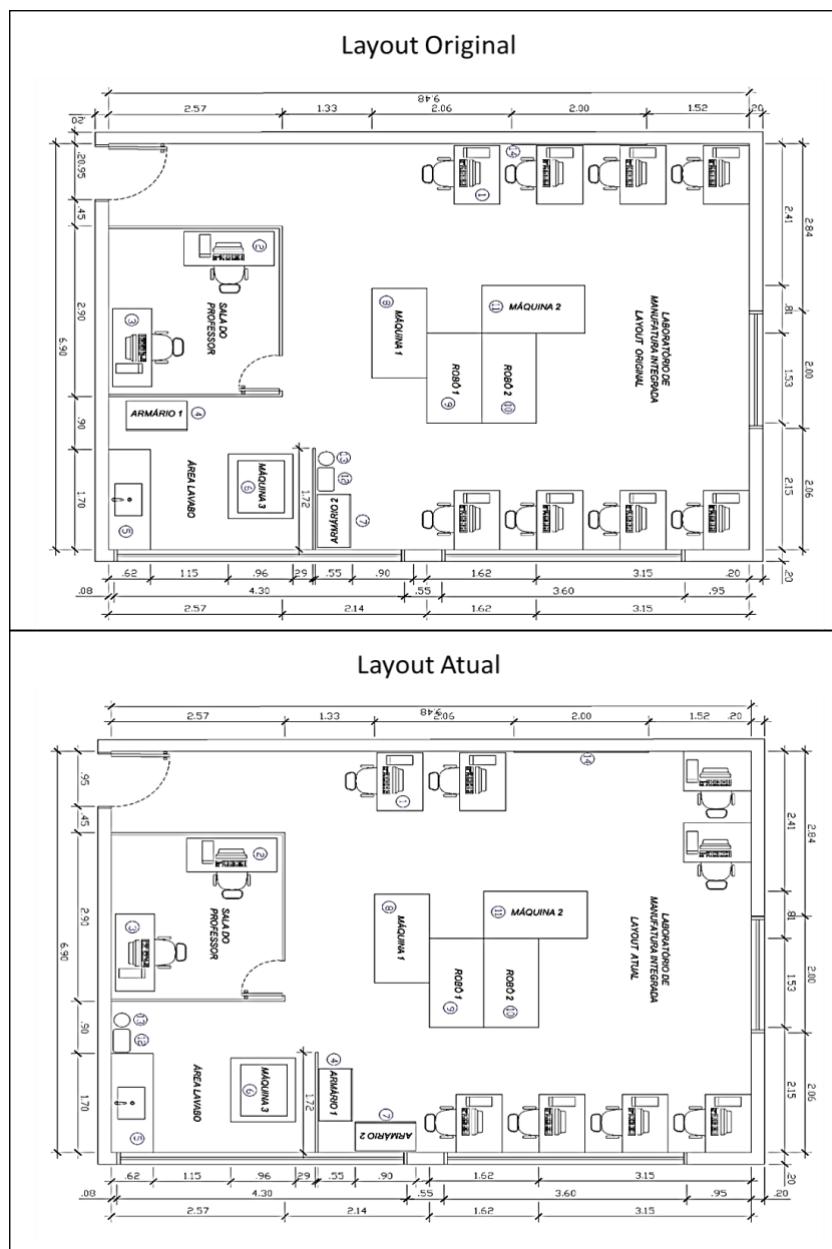
Quadro 4. Descrição e quantidade dos componentes da estrutura física do LMI segundo layout

Item	Descrição	Quantidade
1	Mesas com computador alunos - 1,00m x 0,68m	8
2	Mesas com computador professor	1
3	Mesas com computador monitor	1
4	Armário 1 - Manuais e materiais de aula	1
5	Pia 1,70m x 0,62m	1
6	Máquina 3 - Manufatura aditiva Stratasys, modelo Dimension SST1200es	1
7	Armário 2 - Peças e ferramentas	1
8	Máquina 1 - Torno CNC marca Boxford, modelo 160 TCLI;	1
9	Robô 1 - Robô articulado marca Amatrol, modelo Pegasus	1
10	Robô 1 - Robô articulado marca Amatrol, modelo Pegasus	1
11	Máquina 2 - Centro de fresamento marca Boxford, modelo 190 VMCI;	1
12	Lixeira lixo comum - 0,35mx0,35m	1
13	Lixeira lixo seco - ø0,35m	1
14	Lousa Branca 2,00mx1,20m	1

Fonte: Autores (2025).

O layout original impunha limitações na circulação, comprometendo diretamente a visibilidade das máquinas pelos alunos durante a execução das aulas práticas. Para mitigar essa restrição, implementou-se uma estratégia de realocação que consistiu em mover um armário da área central para a região do lavabo e posicionar os dois armários restantes de forma adjacente. A ação resultou na otimização do espaço útil e na redução dos deslocamentos desnecessários no ambiente. Adicionalmente, a remoção de duas mesas que obstruíam a lousa liberou a frente de projeção, o que aprimorou a visualização do conteúdo para todos os discentes e conferiu maior agilidade de movimentação ao professor (Figura 7).

Figura 7. Layout Original e Layout Atual do LMI. Fonte: Autores (2025).



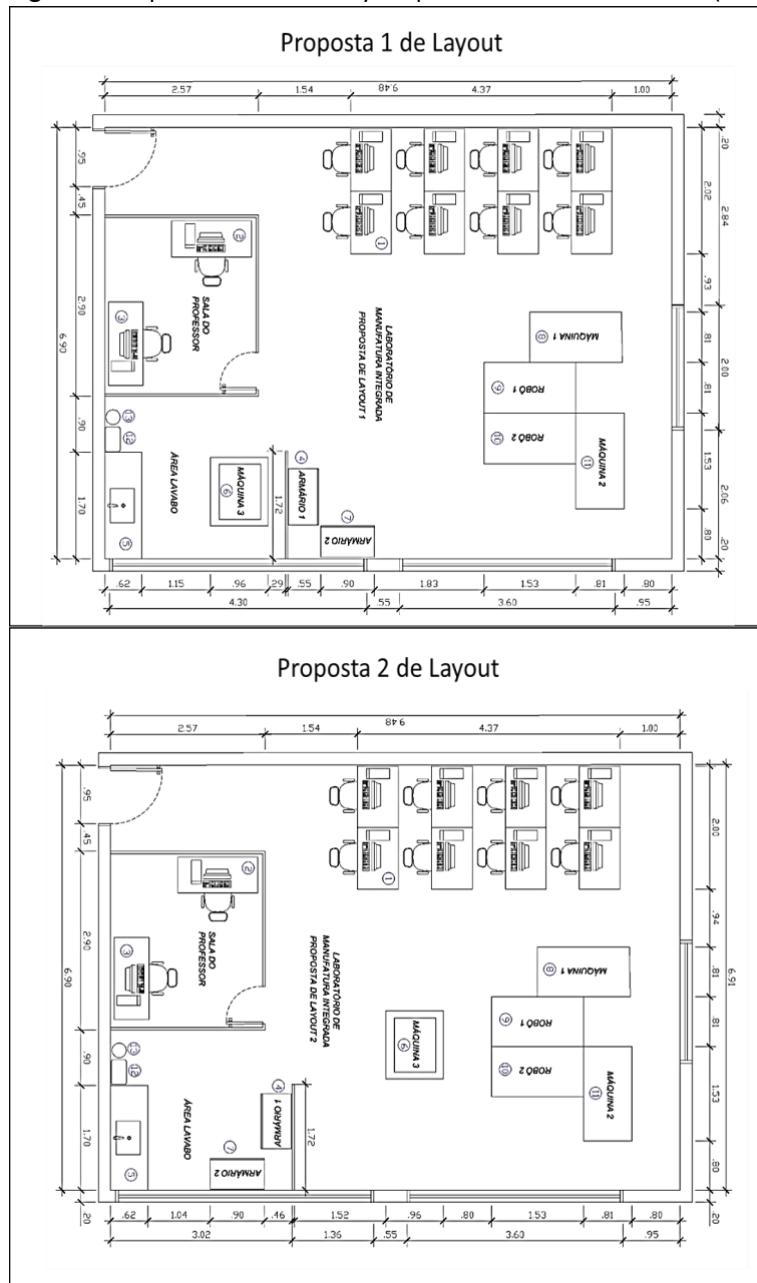
As alterações implementadas no LMI, portanto, não apenas solucionaram questões de segurança, mas também aprimoraram a visibilidade e a didática, contribuindo para uma experiência de ensino mais eficaz, o que se alinha aos resultados obtidos por Mello et al. (2020) em laboratórios de pesquisa, além de otimizar o ambiente físico e melhorar a funcionalidade e interação no laboratório.

A reestruturação do layout, movendo armários e liberando a área de projeção, demonstra a aplicação prática do senso de Ordenação (Seiton) para otimizar o fluxo de trabalho. Esta estratégia é fundamental para eliminar os desperdícios de movimentação e transporte, conforme detalhado por Liker (2021) ao descrever a eficiência do Sistema Toyota de Produção.

De fato, as limitações de circulação impostas pelo layout original representam um desafio comum em ambientes acadêmicos com recursos limitados, tal como observado por Simons (2013) em sua análise sobre a aplicação do Lean em instituições de ensino superior.

Visando o aprimoramento contínuo e a sustentabilidade do Seiton, foram propostas duas opções adicionais de rearranjo do layout (Figura 8). A Proposta 1 sugere realocar as mesas dos alunos para um único lado e as máquinas para uma extremidade, melhorando a fluidez e a segurança do espaço. Sugere-se, ainda, a aquisição futura de uma televisão LCD móvel para aprimorar a dinâmica de ensino. A Proposta 2 complementa a primeira, sugerindo a realocação de uma máquina da área do lavabo para perto das demais, o que liberaria espaço e aumentaria a eficiência operacional. Essas propostas futuras buscam consolidar a organização, criando um espaço ainda mais fluido, seguro e produtivo, em consonância com os princípios do método 5S.

Figura 8. Propostas futuras de layout para o LMI. Fonte: Autores (2025).



A aplicação do senso de Ordenação (Seiton) teve como reflexo direto um aprimoramento substancial da segurança no LMI. A organização imediata da fiação dos computadores foi crucial, pois eliminou riscos de tropeços e a exposição potencial a falhas elétricas.

Para complementar, foram implementadas sinalizações claras: o piso foi demarcado para alertar sobre áreas com cabos expostos, e uma área de proteção (Figura 9) foi delimitada ao redor das máquinas para restringir o acesso e reforçar a segurança operacional.

Visando assegurar o cumprimento contínuo das normas, as diretrizes de utilização foram afixadas em pontos estratégicos e visíveis nas paredes, estabelecendo um ambiente de aprendizado mais seguro, eficiente e preventivo contra acidentes.

Figura 9. Demarcação e sinalização da área de proteção e segurança operacional das máquinas

Fonte: Autores (2025).

Implantação do terceiro S: Seiso (senso de Limpeza)

Após a conclusão dos dois primeiros sensores, iniciou-se a fase do senso de Limpeza (Seiso). Nesta etapa, o objetivo principal é assegurar a higiene contínua do ambiente, atuando de forma preventiva para remover não apenas resíduos visíveis, mas também identificar e eliminar as causas-raiz da sujeira. Uma inspeção minuciosa foi realizada para mapear fontes de contaminação que comprometiam o ambiente e a saúde humana. Fatores como iluminação inadequada, odores, ruídos, vibrações e poeira foram devidamente identificados. As fontes primárias de sujeira incluíam a presença de pragas, poeira acumulada e restos de cavacos nas máquinas. Tais fatores, além de representarem um risco à saúde, contribuíam para o desgaste acelerado dos equipamentos.

A etapa de Limpeza culminou na execução da "Grande Limpeza", uma ação intensiva focada na remoção de todas as fontes de sujeira e na preparação do laboratório para a manutenção rotineira pela equipe responsável (Figura 10). Para garantir a sustentabilidade dessa prática, foram elaborados e afixados cartazes informativos. Esses materiais visam sensibilizar os usuários do LMI sobre a importância de manter o ambiente limpo e ordenado, reforçandoativamente os benefícios da conservação para o espaço de trabalho.

Figura 10. Aplicação do senso de Limpeza no LMI

Fonte: Autores (2025).

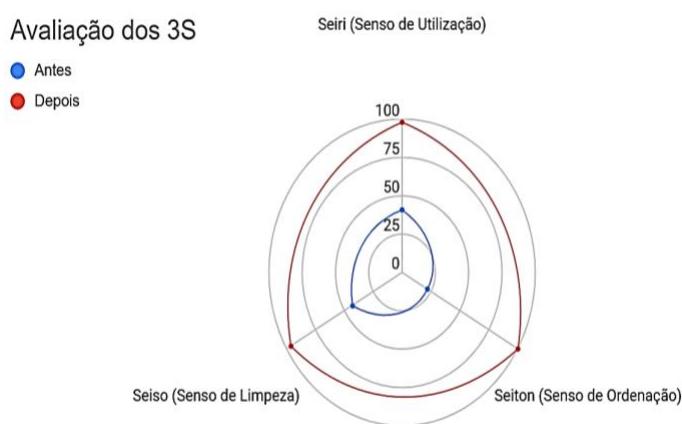
Avaliação pós-implementação dos três senso iniciais (Seiri, Seiton e Seiso)

Após a implementação inicial dos três primeiros senso (Seiri, Seiton e Seiso), uma nova avaliação foi realizada com o comitê responsável para verificar o progresso. Os resultados demonstraram uma evolução significativa: a pontuação geral do ambiente passou de 36,00% para 98,00%, um crescimento de 172,22% em relação à avaliação inicial. Os indicadores específicos foram:

- Seiri (senso de Utilização): 97,50%, refletindo a eliminação de materiais desnecessários e otimização de recursos.
- Seiton (senso de Ordenação): 100,00%, demonstrando plena implementação da organização, melhorando acessibilidade e reduzindo o tempo de busca.
- Seiso (senso de Limpeza): 96,66%, assegurando um ambiente limpo e adequado.

O Gráfico 1 demonstra o sucesso da implementação, que resultou em um laboratório visivelmente mais eficiente, seguro e organizado. Essa alta pontuação final, especialmente o 100,00% em Seiton, reflete um nível de organização de excelência comparável aos benchmarks de gestão da qualidade (Carvalho & Paladini, 2012). Tais ganhos em ambientes de laboratório são cruciais, pois, como destacam Silveira et al. (2023), o 5S em espaços de pesquisa impacta diretamente na redução de erros e na qualidade dos dados gerados.

Gráfico 1. Avaliação dos três senso iniciais (Seiri, Seiton e Seiso) no LMI. Fonte: Autores (2025).



Contudo, estes resultados representam apenas a fase inicial do processo. É crucial a continuidade do estudo e das práticas de 5S para solidificar os avanços, aprimorar o nível de organização e manter o alto padrão de excelência alcançado, o que nos direciona agora aos senso de Padronização e Disciplina.

Implantação do quarto S: Seiketsu (senso de Padronização)

Seiketsu, traduzido como "padronização", "asseio" ou "saúde", está diretamente relacionado à prática de manter o ambiente de trabalho organizado, limpo e seguro para garantir a saúde e o bem-estar dos colaboradores. Este senso consolida os ganhos dos três primeiros (Seiri, Seiton e Seiso) e visa estabelecer uma rotina de padronização contínua e aprimoramento de processos e pessoas.

Nesta fase, foram elaboradas normas e procedimentos específicos para regulamentar a rotina do 5S nos laboratórios, visando mudanças comportamentais. As instruções operacionais e normas relativas ao 5S foram impressas e afixadas em pontos estratégicos. Para garantir a adesão contínua, foi desenvolvido um placar visual para avaliar as condições de cada S utilizando um sistema de cores: vermelho para insatisfatório, amarelo para médio e verde para ótimo (Figura 11). Esse sistema facilita o acompanhamento e promove a melhoria contínua, estimulando o engajamento dos usuários.

Figura 11. Placar de Avaliação 5S. Fonte: Autores (2025).

Placas com fotos comparando condições anormais (inadequadas) e normais (adequadas) foram instaladas para fortalecer o controle visual (Figuras 12, 13 e 14), permitindo à rápida identificação das áreas para correção. Mas, a padronização contínua dos processos e manutenção das condições ideais, dependerão do compromisso constante, e são reforçadas pelas ferramentas visuais.

Figura 12. Condição anormal e normal - Armários

Fonte: Autores (2025).

Figura 13. Condição anormal e normal - Pia

Fonte: Autores (2025).

Figura 14. Condição anormal e normal - Máquinas

Fonte: Autores (2025).

Além disso, códigos QR foram fixados nas máquinas, direcionando os usuários a informações detalhadas sobre cada equipamento (Figura 15), o que padroniza o acesso a dados essenciais e garante uniformidade nos procedimentos. Como resultado, o Seiketsu se torna uma prática permanente, contribuindo para um local mais saudável, organizado e alinhado aos objetivos do 5S.

Figura 15. Códigos QR instalados nas máquinas



Fonte: Autores (2025).

Implantação do quinto S: Shitsuke (senso de Disciplina)

O objetivo do Shitsuke é transformar os senso previamente implantados em hábito, garantindo continuidade no cumprimento dos padrões estabelecidos. Sua prática no LMI destacou-se pela consolidação dos hábitos promovidos pelos primeiros 4 senso, integrando as práticas do 5S à rotina diária dos usuários e garantindo a manutenção das melhorias.

Com a utilização do placar dos 5S, (Figura 11), mensalmente discentes e docente avaliarão o ambiente com base nos critérios estabelecidos, reforçando conceitos e identificando pontos de melhoria. Ainda, o docente responsável realizará avaliações semestrais da maturidade dos 3 primeiros senso, com colaboração de docentes e alunos. Para reforçar conscientização, criar-se-á aula específica para instruir discentes sobre o 5S no laboratório, garantindo a aceitação de sua relevância. Essas práticas sistemáticas permitirão que hábitos promovidos sejam de fato incorporados à rotina, promovendo a consolidação do senso de disciplina e contribuindo para manutenção de ambiente organizado, funcional e propício ao ensino e pesquisa, alinhado aos padrões de excelência.

Análise da satisfação discente e recomendações para o aprimoramento contínuo

Aplicou-se a pesquisa de satisfação após a implementação (Quadro 5) e o questionário foi redigido e distribuído no segundo semestre de 2024 (*Google Forms*) na disciplina Laboratório de Sistema Integrado de Manufatura (Gráfico 2).

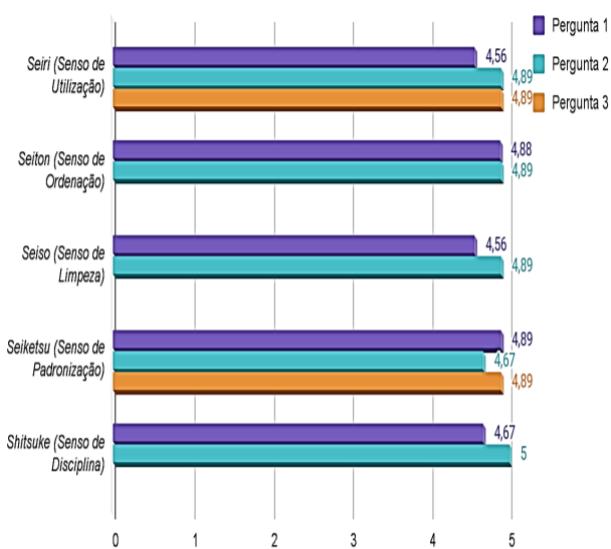
Quadro 5. Formulário de avaliação das mudanças no LMI

Perguntas
Seiri - Senso de Utilização
Pergunta 1. Os materiais disponíveis no laboratório são realmente necessários para as atividades realizadas?
Pergunta 2. O ambiente está mais organizado e livre de materiais desnecessários em relação ao início do semestre?
Pergunta 3. Você percebeu melhorias na disposição dos materiais, tornando o espaço mais funcional?
Seiton - Senso de Ordenação
Pergunta 1. Os materiais e equipamentos estão organizados de maneira clara e de fácil acesso?
Pergunta 2. A identificação dos equipamentos e ferramentas está adequada?
Seiso - Senso de Limpeza
Pergunta 1. O laboratório está visivelmente mais limpo e bem cuidado?
Pergunta 2. A limpeza do laboratório é realizada com frequência suficiente para manter um ambiente adequado?
Seiketsu - Senso de Padronização
Pergunta 1. As melhorias implementadas no laboratório contribuíram para um ambiente mais confortável e seguro?
Pergunta 2. Os códigos QR com informações sobre os equipamentos foram úteis para o seu aprendizado e uso correto das máquinas?
Pergunta 3. As mudanças realizadas ajudaram a tornar o laboratório um ambiente mais organizado e eficiente a longo prazo?
Shitsuke - Senso de Disciplina
Pergunta 1. As regras e orientações sobre o 5S foram bem explicadas e estão sendo seguidas pelos usuários do laboratório?
Pergunta 2. Você acredita que o método 5S trouxe benefícios reais para o laboratório e que deve ser mantido a longo prazo?

Fonte: Autores (2025).



CC
BY
DEED
Attribution 4.0
International

Gráfico 2. Avaliação das mudanças no laboratório - Percepção discente. Fonte: Autores (2025).

Resultados demonstraram alta aprovação da implementação do 5S, com médias superiores a 4,50 em todas as perguntas, e algumas atingindo a pontuação máxima.

- Senso de Utilização: necessidade dos materiais obteve média de 4,56, sugerindo possível acúmulo de itens não essenciais. A organização e funcionalidade do espaço receberam média de 4,89, indicando um ambiente mais otimizado;
- Senso de Ordenação: organização dos materiais e identificação de equipamentos obtiveram média de 4,89, demonstrando eficácia das melhorias;

- Senso de Limpeza: laboratório estar visivelmente mais limpo e bem cuidado alcançou 4,89. Mas, a frequência da limpeza obteve 4,56, indicando necessidade de reforçar regularidade das ações;
- Senso de Padronização: sensação de ambiente mais confortável e seguro atingiu 4,89. O uso de códigos QR para consulta de informações teve 4,67 e sustentabilidade das melhorias 4,89;
- Senso de Disciplina: clareza de regras e orientações sobre 5S teve média de 4,67. A avaliação geral sobre a importância e continuidade do método 5S atingiu nota máxima de 5,00.

O laboratório foi percebido como mais organizado, limpo e eficiente. No entanto, melhorias ainda são necessárias: recomenda-se o descarte ou doação de caixas sem utilidade, reforçar a frequência da limpeza, ampliar a comunicação sobre o uso dos códigos QR e manter ações de conscientização sobre o 5S para preservar os hábitos adquiridos. A implementação do 5S foi bem-sucedida e deve ser mantida como prática contínua.

A média máxima (5,00) na percepção dos discentes sobre a importância de manter o 5S a longo prazo é um indicador chave de sucesso da intervenção, pois comprova o engajamento da comunidade acadêmica, fator que Andrade (2002) e Ribeiro (2018) apontam como essencial para a sustentabilidade do programa. No entanto, a necessidade de reforçar a frequência da limpeza (média de 4,56) e a comunicação sobre o uso de QR Codes sugere desafios na consolidação do Shitsuke (senso de Disciplina). A dificuldade em manter o último S é um achado comum na literatura, como em Costa et al. (2005), que apontam a necessidade de treinamento contínuo e fiscalização. Dessa forma, as recomendações de conscientização e manutenção do placar visual (Figura 11) são medidas alinhadas à Gestão da Qualidade Total (Moura, 2012) para transformar a prática em cultura duradoura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo demonstrou que a implementação do 5S no Laboratório de Manufatura Integrada (LMI) da UFES revelou-se altamente eficaz na promoção da organização, eficiência e segurança no ambiente acadêmico. A aplicação estruturada dos cinco sensos permitiu que o laboratório fosse transformado em um espaço mais funcional e otimizado, alinhado às demandas de excelência para atividades de ensino, pesquisa e extensão.

Os resultados primários da intervenção evidenciaram melhorias significativas. O ajuste no layout e nas rotinas, a partir do descarte de materiais obsoletos e da adoção de ferramentas digitais, como os códigos QR para acesso rápido à informação, permitiu uma otimização notável do ambiente de trabalho. Além disso, o sucesso da implementação está

intrinsecamente ligado à conscientização e ao envolvimento proativo de alunos e professores, fator essencial para a incorporação duradoura dos princípios do 5S na cultura do ambiente.

A segurança ocupacional foi um dos pilares da implementação do método, sendo garantida pela organização espacial, pela sinalização adequada de áreas de risco e pela definição de normas claras de uso de equipamentos. Essas melhorias foram percebidas e validadas pelos usuários (alunos), que relataram um aumento tangível na funcionalidade do LMI e na facilidade de acesso a equipamentos e materiais, corroborando o impacto positivo da metodologia tanto em aspectos quantitativos quanto qualitativos.

Os achados deste trabalho reforçam o valor da metodologia 5S como ferramenta de gestão da qualidade aplicável a ambientes universitários. Em um contexto em que a literatura carece de estudos práticos e detalhados sobre a aplicação do 5S em Laboratórios de Manufatura Integrada de universidades públicas brasileiras que operam com recursos limitados, este artigo oferece uma contribuição empírica diferenciada. Os resultados obtidos, em particular a eficácia da integração de soluções de baixo custo e simples implementação (como os códigos QR) na sustentação do 5S, preenchem uma lacuna e fornecem um modelo prático de referência para outras instituições acadêmicas.

Contudo, é fundamental reconhecer as limitações deste estudo. A principal delas está no caráter temporal da avaliação, que se restringiu ao período imediato de implementação do 5S, não permitindo uma análise longitudinal sobre a sustentabilidade do programa sem o suporte direto da equipe de pesquisa. Além disso, o projeto foi executado com recursos estritamente limitados, o que postergou a aquisição de materiais de suporte e sinalização definitivos. Não obstante, este trabalho representa um passo inicial na reestruturação do LMI. A manutenção da excelência alcançada requer um processo de melhoria contínua e o aprofundamento das ações. Nessa perspectiva, a continuidade do projeto prevê a aquisição de materiais adequados, a realização de treinamentos recorrentes e a evolução das rotinas estabelecidas.

Sugere-se que estudos futuros possam aprofundar a análise dos impactos longitudinais dessas mudanças na produtividade científica e didática e, seguindo as diretrizes de aprimoramento contínuo, explorar a integração do 5S com outras metodologias e ferramentas avançadas do Sistema de Gestão da Qualidade, focando na estruturação de processos, eliminação de perdas e redução de variabilidade no laboratório.

Em síntese, o Laboratório de Manufatura Integrada da UFES não apenas se tornou um ambiente mais seguro e organizado, mas também elevou seu patamar de eficiência, alinhando-se às boas práticas de gestão de infraestrutura acadêmica. Esta pesquisa comprova a importância de iniciativas estruturadas para otimizar ambientes universitários e demonstra que o comprometimento da comunidade acadêmica é o agente transformador fundamental para a gestão eficaz do ambiente.

REFERÊNCIAS

- Albertin, M. R., & Pontes, H. L. J. (2016). *Gestão de processos e técnicas de produção enxuta*. Editora Intersaber.
- Albuquerque, M. E. E., & Bonacelli, M. B. M. (2011). A introdução da concepção de excelência gerencial nos institutos e centros de pesquisa brasileiros: O projeto excelência na pesquisa tecnológica. *REAd. Revista Eletrônica de Administração*, 17(3). <https://doi.org/10.1590/S1413-23112011000300001>
- Amarante, G. S. C. (2020). *5S uma ferramenta para a qualidade* [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Uberlândia]. Repositório Institucional da Universidade Federal de Uberlândia. <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/30160>
- Andrade, P. H. S. (2002). *O impacto do programa 5S na implantação e manutenção de sistemas da qualidade* (Dissertação de mestrado não publicada). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Araújo, V. S., & França, S. L. B. (2021). Avaliação da eficiência da metodologia 5S no Setor Público: Uma pesquisa aplicada em uma Organização Militar. *Navus: Revista de Gestão e Tecnologia*, 11, 1–27. <https://doi.org/10.22279/navus.2021.v11.p01-27.1451>
- Carvalho, M. M., & Paladini, E. P. (2012). Gestão da qualidade: Teoria e casos (2. ed.). Elsevier.
- Costa, R. B. F., Reis, S. A., & Andrade, V. T. (2005). *Implantação do programa 5S em uma empresa de*



- grande porte: Importância e dificuldades. Anais do XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Porto Alegre, RS.
- Cotrim, S. L., Ferreira, L. M., Souza, A. C., Costa, J. C. A., & Bianchi, S. C. (2019). Implantação do programa 5S em uma fábrica de vassouras de garrafa PET a partir do Diagrama Espaguete. *Revista Thema*, 16(3), 516-530.
- <https://doi.org/10.15536/thema.V16.2019.516-530.1235>
- Coutinho, F. M. J., & Aquino, J. T. (2015). Os 5S como diferencial competitivo para o sistema de gestão da qualidade: Estudo de caso de uma empresa de aços longos. *Gestão.Org*, 13(2), 176-186.
- Doman, M. S. (2011). A new lean paradigm in higher education: A case study. *Quality Assurance in Education*, 19(3), 248-262.
- <https://doi.org/10.1108/09684881111158054>
- Espírito Santo, P. P. P., Ferreira, A. G., Paulo, T. A., & Correa, J. S. (2017). *Implantação do Programa 5S em ambientes de uma Instituição de ensino federal: Aplicação em setores administrativos e laboratoriais*. Anais do XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, RJ.
- Fowler, E. D. (2008). *Investigação sobre a utilização de Programas de Qualidade (GESPÚBLICA) nas Universidades Federais de Ensino Superior* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Itajubá, Itajubá.
- Heidrich, T. R. S., Nicácio, J. A., & Walter, S. A. (2019). Aplicação do programa 5S no supermercado Beira Lago, em entre Rios do Oeste. *Revista Brasileira de Administração Científica*, 10(4), 1-15.
- <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-684X.2019.004.0001>
- Juran, J. M. (1991). Controle da qualidade: Componentes básicos da função qualidade, v.2. *McGraw-Hill*.
- Lacerda, L. L., Paula, D. J., & Alcântara, E. N. (2020). Eficiência na Gestão: Mensuração dos custos e da qualidade dos Serviços Públicos. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, 5(3), 51-66.
- Lapa, R. (2018). 5S: Os cinco sensos (1. ed.). Qualitymark Editora.
- Liker, J. K. (2021). *O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo* (2. ed.). Bookman.
- Lima, E. F. T. (2007). *Modernização, motivação e comprometimento no setor público em São Tomé e Príncipe* (Dissertação de mestrado profissional não publicada). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Maiczuk, J., & Andrade Jr., P. P. A. (2013). Aplicação de ferramentas de melhoria de qualidade e produtividade nos processos produtivos: Um estudo de caso. *Qualit@s Revista Eletrônica*, 14(1).
- Marinho, M., Gonçalves, M. D. S., & Kiperstok, A. (2014). Water conservation as a tool to support sustainable practices in a Brazilian public university. *Journal of Cleaner Production*, 62, 98-106.
- Meira, R. C. (2003). As ferramentas para a melhoria da qualidade (2. ed.). *SEBRAE/RS*.
- Mello, M. F., Lazzari R. M., Vargas, A. C., & Lamberti, T. B. (2020). Aplicação da metodologia 5S em um laboratório de fisiologia de peixes da Universidade Federal de Santa Maria. *Tecno-Lógica*, 24, 253-263.
- Moura, L. R. (2012). Qualidade simplesmente total (1. ed.). *Qualitymark Editora Ltda*.
- Ohno, T. (1997). O Sistema Toyota de Produção além da produção em larga escala (1. ed.). *Bookman*.
- Oliani, L. H., Paschoalino, W. J., & Oliveira, W. (2016). Os benefícios da ferramenta de qualidade 5S para a produtividade. *Revista Científica UNAR*, 12(1), 112-120.
- <https://doi.org/10.18762/1982-4920.20160009>
- Osada, T. (1991). The 5S's: Five keys to a total quality environment. *Asian Productivity Organization*.
- Petenate, M. (2018). *Lean Manufacturing: Tudo que você precisa saber!* EDTI.
- Ribeiro, H. (1994). *A Base para a qualidade Total 5S - Um roteiro para uma implantação bem-sucedida* (9. ed.). Casa da Qualidade.
- Ribeiro, L. M. (2017). *O impacto do "método 5S" na cultura organizacional em uma instituição de segurança pública: Um estudo de caso* (Monografia de especialização não publicada). Universidade do Sul de Santa Catarina, Brasília.
- Rodrigues, C. M. C., Ribeiro, J. L. D., & Silva, W. R. (2006). A Responsabilidade Social em IES: Uma Dimensão de Análise do SINAES. *Revista Gestão Industrial*, 2(4), 112-123.
- Silva, A. P., Souza, V. M., Paula, A. T., & Silva, P. G. (2023). Programa 5S e suas contribuições para instituições de ensino com caráter social. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 19(58), 144-161.
- <https://doi.org/10.3895/rts.v19n58.16143>
- Silva, J. M. (1996). *O ambiente da qualidade na prática – 5S* (3. ed.). Fundação Christiano Ottoni.
- Silveira, G. B., Barcelos, M. R., & Vieira, M. L. (2023). *Gestão da qualidade: Aplicação do programa 5S em um laboratório de pesquisa*. Anais do V Simpósio Nacional de Engenharia de Produção, 5(5).
- Simons, N. (2013). The business case for Lean Six Sigma in higher education. *ASQ Higher Education Brief*, 6(3), 1-6.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2009). *Administração da Produção* (3. ed.). *Atlas*.
- Tang, C., & Wu, C. (2010). Obtaining a picture of undergraduate education quality: A voice from inside the university. *Higher Education*, 60, 269-286.
- <https://doi.org/10.1007/s10734-009-9299-5>
- Thiollent, M. (2018). Metodologia da pesquisa-ação (18. ed.). *Cortez*.
- Werkema, M. C. C. (2006). Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos (2.ed.). *Werkema Editora Ltda*.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (2015). A máquina que mudou o mundo: a história de como o Lean Production revolucionou o mercado automotivo global (Edição 25º aniversário). *Campus/Elsevier*.