LEAN GREEN MANUFACTURING: DA EVOLUÇÃO DOS CONCEITOS À IMPLEMENTAÇÃO COMO ESTRATÉGIA NAS ORGANIZAÇÕES.

Yasmin Carnelossi (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Syntia Lemos Cotrim (Orientador).
E-mail: slcotrim@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Maringá, PR.

Engenharia de Produção /Gerência de Produção

Palavras-chave: Matriz de Alinhamento Sustentável (MAES); Planejamento Estratégico; *Balanced Scorecard* (BSC).

RESUMO

Este trabalho propõe uma ferramenta para integrar estratégia organizacional e sustentabilidade por meio da incorporação de práticas do *Lean Green Manufacturing* à Matriz de Alinhamento Estratégico Sustentável (MAES). O estudo insere-se no contexto da Engenharia de Produção, com ênfase na Engenharia da Sustentabilidade, e busca reduzir a lacuna entre diretrizes estratégicas e práticas operacionais sustentáveis. A proposta, denominada Matriz de Alinhamento Estratégico Sustentável integrada ao *Lean Green Manufacturing* (MAES-LGM), combina as perspectivas do *Balanced Scorecard* (BSC) aos pilares do *Triple Bottom Line* (TBL), resultando em doze quadrantes analíticos. A esses quadrantes são associadas ferramentas *Lean* e *Green*, permitindo relacionar a identificação de lacunas organizacionais a possíveis ações de melhoria. Para avaliar sua aplicação, foi realizado um estudo de caso em uma empresa de pequeno porte, envolvendo entrevistas, visitas técnicas e aplicação de questionário. Os resultados obtidos indicam que a MAES-LGM amplia o caráter diagnóstico da MAES ao estabelecer uma relação entre o diagnóstico das fragilidades e a seleção de ferramentas para seu tratamento, contribuindo para o alinhamento entre desempenho organizacional, eficiência operacional e sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

Embora o avanço tecnológico e a industrialização tenham impulsionado a economia, eles intensificaram o consumo de recursos naturais e a geração de resíduos (Eswar *et al.*, 2024), tornando o setor industrial responsável por 21% das emissões globais diretas (IPCC, 2023). Nesse cenário, as organizações são pressionadas a equilibrar eficiência e responsabilidade socioambiental para se manterem competitivas (Abualfaraa *et al.*, 2020). Como resposta, o *Lean Manufacturing* e o *Green Manufacturing* apresentam abordagens complementares ao buscarem, respectivamente, a redução de desperdícios na produção e a mitigação dos impactos. A integração dessas perspectivas, denominada *Lean Green Manufacturing*, concilia eficiência produtiva e desempenho ambiental (Ullah *et al.*,

2025). Essa integração se relaciona aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6, 7, 8, 9 e 12, especialmente às metas 6.4, 7.3, 8.4, 9.4, 12.2 e 12.5, associadas à eficiência no uso de recursos, à eficiência energética, à sustentabilidade dos processos industriais e à redução da geração de resíduos.
Entretanto, a adoção de práticas sustentáveis enfrenta barreiras na conversão de diretrizes estratégicas em ações operacionais. A Matriz de Alinhamento Sustentável (MAES) proposta por Oliveira *et al*. (2011) integra os pilares do *Triple Bottom Line* (TBL) e as perspectivas do *Balanced Scorecard* (BSC) para identificar relações e possíveis desalinhamentos entre objetivos estratégicos e práticas organizacionais, mas seu caráter predominantemente diagnóstico não indica como tratar as fragilidades identificadas. Para preencher essa lacuna, este estudo propõe a integração de práticas *Lean Green* à ferramenta, originando a Matriz de Alinhamento Estratégico Sustentável integrada ao *Lean Green Manufacturing* (MAES-LGM). Diante disso, busca-se responder à seguinte questão de pesquisa: as organizações conseguem, de fato, transformar suas diretrizes estratégicas sustentáveis em práticas operacionais integradas, ou a sustentabilidade permanece restrita ao discurso estratégico?

MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa possui abordagem combinada exploratória, utilizando como métodos o estudo de caso e o *Survey* (MIGUEL, 2018). Inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica sobre *Lean Manufacturing*, *Green Manufacturing*, *Lean Green Manufacturing*, *Balanced Scorecard* (BSC), *Triple Bottom Line* (TBL) e Matriz de Alinhamento Estratégico Sustentável (MAES). A partir dessa revisão, foram analisadas as convergências entre as abordagens e desenvolvida a Matriz de Alinhamento Estratégico Sustentável integrada ao *Lean Green Manufacturing* (MAES-LGM), incorporando práticas *Lean Green* à estrutura da MAES.
Posteriormente, realizou-se um estudo de caso em uma lavanderia industrial, por meio de entrevistas e visitas técnicas, para compreender suas práticas e processos. Em seguida, aplicou-se um questionário para levantamento e análise das práticas identificadas, considerando sua relação com os doze quadrantes da matriz. Os dados obtidos foram relacionados às perspectivas do BSC, às dimensões do TBL e às práticas *Lean Green*, permitindo identificar alinhamentos, lacunas e oportunidades de melhoria. Por fim, foram elaboradas propostas de melhoria para a empresa a partir dos resultados obtidos e avaliada a aplicabilidade da MAES-LGM no contexto estudado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Matriz de Alinhamento Estratégico Sustentável integrada ao *Lean Green Manufacturing* (MAES-LGM) foi desenvolvida a partir da integração das dimensões estratégicas organizacionais às dimensões da sustentabilidade, conforme apresentado na Figura 1. Sua estrutura combina as quatro perspectivas do *Balanced Scorecard*, financeira, clientes, processos internos e aprendizado e crescimento,

com os três pilares do *Triple Bottom Line*, social, econômico e ambiental. A interseção dessas dimensões resulta em doze quadrantes: Financeiro-Social, Financeiro-Econômico, Financeiro-Ambiental, Clientes-Social, Clientes-Econômico, Clientes-Ambiental, Processos Internos-Social, Processos Internos-Econômico, Processos Internos-Ambiental, Aprendizado e Crescimento-Social, Aprendizado e Crescimento-Econômico e Aprendizado e Crescimento-Ambiental.

Matriz de Alinhamento Estratégico Sustentável integrada ao *Lean Green Manufacturing* (MAES-LGM)

	Social	Econômico	Ambiental
Financeiro	Esta dimensão busca assegurar que os resultados financeiros da organização também considerem impactos positivos para a sociedade, promovendo práticas responsáveis e geração de valor para diferentes partes interessadas. **Ferramentas de apoio:** • Kaizen • Gestão Visual • Métricas Lean: OEE, *Throughput*	Relaciona-se à melhoria do desempenho econômico por meio da eficiência operacional, redução de desperdícios e otimização do uso de recursos produtivos. **Ferramentas de apoio:** • Redução de *Setup* (SMED) • *Total Productive Maintenance* (TPM) • Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) • Métricas *Lean*: *Cycle Time*, *Lead Time*, PCE	Envolve a incorporação de práticas que permitam reduzir custos associados ao consumo de energia e materiais, promovendo processos produtivos ambientalmente mais eficientes. **Ferramentas de apoio:** • Ecoeficiência • Eficiência Energética • Produção Mais Limpa
Clientes	Busca fortalecer a relação com clientes por meio de práticas organizacionais socialmente responsáveis, aumentando a confiança e a reputação da empresa perante o mercado. **Ferramentas de apoio:** • Gestão Visual • *Kaizen*	Relaciona-se à capacidade da organização de oferecer produtos e serviços com maior valor agregado, melhor qualidade e prazos de entrega mais eficientes. **Ferramentas de apoio:** • *Kanban* • Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) • Métricas *Lean*: *Lead Time*, *Takt Time*	Refere-se à oferta de produtos desenvolvidos com menor impacto ambiental, atendendo às demandas de consumidores cada vez mais conscientes em relação à sustentabilidade. **Ferramentas de apoio:** • *Design for Environment* (DfE) • Análise do Ciclo de Vida (ACV)
Processos Internos	Envolve a melhoria das condições de trabalho e a participação ativa dos colaboradores na identificação de oportunidades de melhoria nos processos produtivos. **Ferramentas de apoio:** • 5S • Padronização • *Kaizen*	Refere-se à otimização dos processos produtivos com foco na eliminação de desperdícios, aumento da produtividade e melhoria do fluxo de produção. **Ferramentas de apoio:** • Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) • Redução de *Setup* (SMED) • *Kanban* • Métricas *Lean*: WIP, *Cycle Time*, PCE	Relaciona-se à redução dos impactos ambientais associados às operações produtivas, incluindo a diminuição da geração de resíduos e o uso mais eficiente de recursos naturais. **Ferramentas de apoio:** • Produção Mais Limpa • Gestão de Resíduos • Ecoeficiência
Aprendizado e Crescimento	Refere-se ao desenvolvimento de competências organizacionais e ao fortalecimento da cultura de melhoria contínua entre os colaboradores. **Ferramentas de apoio:** • *Kaizen* • Gestão Visual • Treinamento em práticas Lean	Está associado à capacitação dos colaboradores e ao desenvolvimento de habilidades voltadas à melhoria da eficiência produtiva e inovação organizacional. **Ferramentas de apoio:** • Padronização • Métricas *Lean*: *Takt Time*, *Throughput*	Envolve a disseminação de conhecimentos relacionados à sustentabilidade e à adoção de práticas que contribuam para o desempenho ambiental da organização. **Ferramentas de apoio:** • Logística Reversa • Eficiência Energética • Análise do Ciclo de Vida (ACV)

Figura 1 – Matriz de Alinhamento Estratégico Sustentável integrada ao Lean Green Manufacturing (MAES-LGM).

A MAES-LGM incorpora ferramentas das abordagens *Lean* e *Green* em cada quadrante, selecionadas de acordo com os objetivos e as características das respectivas dimensões. Essa incorporação amplia a finalidade da matriz, que deixa de atuar apenas como instrumento de diagnóstico e passa também a direcionar possíveis ações para o tratamento das lacunas identificadas. Dessa forma, a MAES-LGM estabelece uma relação entre o diagnóstico dos desalinhamentos organizacionais e a seleção de ferramentas capazes de contribuir para sua melhoria, integrando análise estratégica, sustentabilidade e atuação operacional em uma única estrutura.

CONCLUSÕES

O estudo contribuiu para ampliar a aplicação da Matriz de Alinhamento Estratégico Sustentável ao integrar princípios do *Lean Green Manufacturing* à análise

estratégica e operacional das organizações. A MAES-LGM evidenciou que a associação entre as perspectivas do *Balanced Scorecard*, os pilares do *Triple Bottom Line* e ferramentas *Lean* e *Green* possibilita relacionar as lacunas identificadas às práticas mais adequadas para seu tratamento. Dessa forma, a proposta demonstra que a sustentabilidade pode ultrapassar o nível estratégico quando apoiada por uma estrutura sistemática que conecte objetivos organizacionais, diagnóstico e ações de melhoria. Assim, a MAES-LGM apresenta-se como uma alternativa para aproximar planejamento e execução, contribuindo para a integração entre desempenho organizacional, eficiência operacional e sustentabilidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento, à Universidade Estadual de Maringá (UEM) pelo suporte acadêmico e à orientadora Prof.ª Dra. Syntia Lemos Cotrim, pelo apoio e orientação no desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABUALFARAA, W. *et al*. Lean-Green Manufacturing Practices and Their Link with Sustainability: a critical review. **Sustainability**, [*S. l.*], v. 12, n. 3, p. 981, jan. 2020. Disponível em: http://dx.doi.org/10.3390/su12030981. Acesso em: 15 fev. 2026.

ESWAR, M. R. *et al*. A Study on the Impact of Industrialisation on Environment. **International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology**, [*S. l.*], p. 39-52, jun. 2024. Disponível em: http://dx.doi.org/10.48175/ijarsct-18905. Acesso em: 10 ago. 2026.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2023**: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (AR6). Geneva: IPCC, 2023. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/. Acesso em: 15 fev. 2026.

MIGUEL, P. A. C. (org.). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 3. ed. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2018.

OLIVEIRA, L. R. de *et al*. Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações. **Production**, [S.L.], v. 22, n. 1, p. 70-82, 10 nov. 2011. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/s0103-65132011005000062. Acesso em: 10 ago. 2026.

ULLAH, M. S. *et al*. Do Lean and Green Manufacturing Practices Lead to Sustainability? A Systematic Literature Review and Bibliometric Analysis. **Business**

Strategy and the Environment, [*S. l.*], v. 35, n. 5, p. 6321-6344, dez. 2025. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1002/bse.70504. Acesso em: 16 ago. 2026.