

PRÁTICAS *LEAN GREEN* NAS INDÚSTRIAS BRASILEIRAS: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO

Denize Aparecida Gualberto¹ (IC), Isabela Maganha (PQ)¹

¹Universidade Federal de Itajubá

Palavras-chave: *Lean. Green. Questionário de pesquisa. Sustainability.*

Introdução

A revolução industrial proporcionou a melhoria na qualidade de vida, mas resultou em impactos negativos relacionados ao meio ambiente. Dessa forma, as empresas têm buscado reestruturar os seus processos produtivos, a fim de torná-los mais sustentáveis. (RAMOS *et al.*, 2018)

As organizações que não consideravam os impactos ambientais e sociais dos seus processos têm introduzido as práticas *lean green* em suas atividades para garantir a sobrevivência no mercado (AFUM *et al.*, 2021).

As práticas *lean* propiciam a redução de desperdícios em todos os setores da organização, enquanto as práticas *green* minimizam os impactos ambientais, de modo a tornar os processos e os produtos ecologicamente corretos. Quando implementadas em conjunto, as práticas *lean green* podem influenciar o desempenho organizacional de forma positiva, por meio da redução de custos, agregação de valor e melhoria no desempenho ambiental, garantindo a competitividade (SHOKRI; LI, 2020).

O objetivo deste estudo é explorar a adoção de práticas *lean green* nas indústrias brasileiras, a fim de identificar a existência de práticas que resultem em um melhor desempenho. Além disso, visa contribuir para o avanço desta área de conhecimento, verificando o nível de implementação das práticas *lean green* nas indústrias brasileiras e como a combinação dessas práticas podem influenciar o desempenho operacional e ambiental.

Para alcançar o objetivo deste trabalho as metodologias utilizadas foram a revisão da literatura, que considerou 217 artigos, e a *survey*, com a aplicação de um questionário em 47 indústrias brasileiras.

Metodologia

Uma revisão sistemática da literatura foi realizada para identificar o estado da arte relacionado a utilização das práticas *lean green* nas indústrias. A pesquisa foi conduzida na base de dados *Web of Science*.

O período examinado abrangeu os trabalhos de 1900 até

maio de 2022, referente a todo o período disponível da base de dados. As palavras-chaves selecionadas para a busca foram: *lean AND green; lean manufacturing AND green manufacturing; lean AND green practices ; lean manufacturing AND sustainability*, no campo título, e resultou em 416 artigos.

Os critérios de inclusão de artigos foram: artigos revisados por pares, sem duplicidade, idioma inglês, conjunto de palavras-chave e resumo coerente com o tema e acesso aberto. Os dados foram extraídos da WoS e tratados em uma planilha do Microsoft Excel®.

Por fim, 217 artigos foram considerados para a análise completa, que considerou o ano de publicação, periódico, objetivo, país, setor, metodologia, resultados, lacunas e pesquisas futuras mencionadas pelos autores.

Ademais, foi desenvolvida uma *survey*, a fim de explorar a adoção das práticas *lean green* nas indústrias brasileiras. O questionário desenvolvido por Teresa (2021) foi adaptado e disposto no aplicativo de gerenciamento de pesquisas *Google Forms* para analisar empiricamente as práticas *lean green*.

O questionário é constituído por 4 grupos de perguntas, cuja maioria utiliza uma escala Likert de 7 pontos, sendo 1 para discordo fortemente e 7 para concordo fortemente.

Em seguida criou-se um banco de dados com as indústrias transformadoras e extrativas brasileiras.

Antes de distribuir o questionário, foi aplicado um teste piloto em duas indústrias de grande porte, no intuito de averiguar a clareza das perguntas e a necessidade de possíveis alterações. Como não houve sugestões de mudanças e correções, iniciou-se a distribuição para 656 indústrias, no período de 02/2022 até 08/2022. A distribuição para 125 indústrias ocorreu por e-mail, extraídos de seus *websites*.

No entanto, esta estratégia não se mostrou eficaz, pois nenhuma resposta foi obtida. Portanto, outra estratégia foi adotada. Os colaboradores das indústrias passaram a ser contatados pela rede social de negócios (LinkedIn) de forma personalizada. Assim, 531 indústrias foram contatadas e 47 respostas úteis foram obtidas, representando uma taxa de respostas de 7,16%. Os

dados coletados foram espelhados e analisados em uma planilha do Microsoft Excel®.

Resultados e discussão

Os artigos considerados na revisão relacionam as práticas *lean green* com o desempenho operacional e ambiental, cadeia de suprimentos, indústria 4.0, *six sigma*, manufatura ágil, resiliência e ecoeficiência.

Em geral, os autores pontuam que a combinação das práticas *lean green* impactam positivamente no tripé da sustentabilidade, que corresponde aos resultados de uma indústria, mensurados em termos ambientais, sociais e econômicos.

Os principais resultados da utilização simultânea das práticas refletem na redução de resíduos, custos, economia de energia e agregação de valor, além de contribuir para o desenvolvimento sustentável e de cadeias de suprimentos mais verdes, o que pode promover vantagens competitivas.

Os principais impulsionadores de desempenho estão associados à inovação, engajamento dos funcionários e a prática de compras mais sustentáveis. Além disso, a integração das práticas com as tecnologias promovidas pela indústria 4.0 têm apresentado impactos positivos no controle de qualidade em tempo real e manutenção preditiva.

As principais ferramentas que contemplam o desempenho operacional e ambiental são: 5S, 6R (repensar, recusar, reduzir, reutilizar, reparar, reciclar), padronização do trabalho, *sustainable value stream mapping*, manutenção produtiva total, *value stream mapping*, *life cycle assessment (LCA)*, *kaizen* e *green performance map*.

A integração das práticas *lean green* também pode favorecer a implementação dos padrões internacionais ISO 9001 e ISO 14001. Em contrapartida, a troca rápida de ferramentas apresentou divergência em relação aos impactos no desempenho ambiental e mais estudos são necessários.

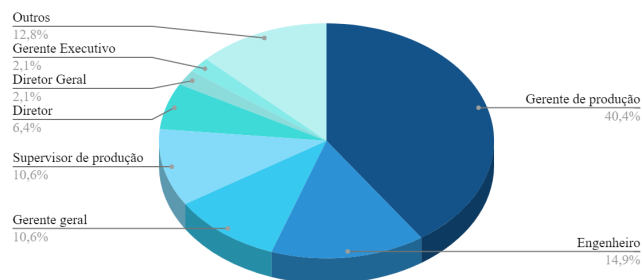
Diversas estruturas de implementação foram propostas, porém a maioria são para setores específicos, em vez de quadros genéricos, com pouca abordagem do aspecto social. Por fim, poucas pesquisas empíricas e estudos de caso práticos foram identificados no Brasil.

Em relação a aplicação dos questionários, a amostra obtida é caracterizada por 87,2% de grandes empresas (mais de 250 colaboradores), 8,5% de médias empresas (entre 50 a 249 colaboradores) e 4,3% de pequenas empresas (entre 10 a 49 colaboradores).

A estratégia de produção *make to order* predomina em 40,4% das indústrias, *make to stock* em 36,2%, *assembly to order* em 14,9% e *engineering to order* em 8,5%.

Os cargos dos respondentes são mostrados na Figura 1. Os gerentes de produção representam 40,4%. Além disso, 38,3% dos respondentes atuam há menos de 5 anos nas indústrias, 21,3% entre 5 e 10 anos, 38,2% entre 11 e 30 anos e 2,1% possuem mais de 30 anos de atuação.

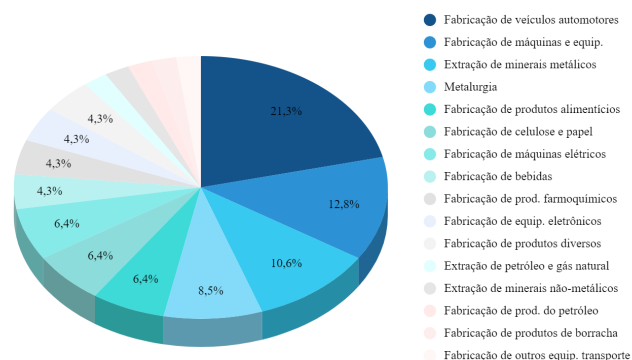
Figura 1 – Cargos dos respondentes



Fonte: Elaboração própria (2022)

As indústrias transformadoras representam 85,1% das indústrias respondentes e as indústrias extrativas, 14,9%. A maioria das indústrias respondentes são automotivas (21,3%), seguidas pelas indústrias de máquinas e equipamentos (12,8%) e as extrativas de minerais metálicos (10,6%). A Figura 2 apresenta os setores industriais englobados na pesquisa.

Figura 2 – Setor industrial



Fonte: Elaboração própria (2022)

Referente às características da cadeia de suprimentos, foi solicitado aos respondentes que avaliassem o quanto concordavam com as afirmações apresentadas na Tabela 1, que também mostra os resultados obtidos.

De acordo com os resultados, a maioria das indústrias não apresenta variações semanais relevantes no *mix* de produtos, na demanda semanal e no volume total de produção. No entanto, entre essas características, o *mix* de produtos é o que está sujeito a maior oscilação.

Os produtos não são caracterizados por muitas modificações técnicas e os fornecedores não necessitam alterar os produtos fornecidos para essas indústrias.

Tabela 1 – Características da cadeia de suprimentos

Características da cadeia de suprimentos	Média	Desvio padrão
O mix de produtos muda consideravelmente de semana para semana	3,83	2,00
A demanda oscila drasticamente de semana para semana	3,62	2,19
O volume total de produção oscila drasticamente de semana para semana	3,53	2,10
Os requisitos de fornecimento (volume e mix) variam drasticamente de semana para semana	3,40	1,99
Os nossos produtos são caracterizados por muitas modificações técnicas	3,36	2,03
Os nossos fornecedores frequentemente necessitam de efetuar muitas modificações nas partes/componentes que entregam na nossa fábrica	3,04	1,85

Fonte: Elaboração própria (2022)

Em relação às práticas *lean*, foi solicitado aos respondentes que avaliassem o nível de implementação das práticas apresentadas na Tabela 2, que também descreve os resultados.

Tabela 2 – Práticas *lean* das indústrias brasileiras

Práticas <i>lean</i>	Média	Desvio padrão
Gestão de pessoas	6,06	1,02
<i>Supplier relationship management</i>	5,85	1,48
<i>Kaizen</i>	5,79	1,53
Fluxo contínuo	5,70	1,61
Manutenção produtiva total	5,59	1,68
Controle estatístico do processo	5,51	1,94
<i>Customer relationship management</i>	5,40	1,48
Troca rápida de ferramentas	5,33	1,62
<i>Just in time</i>	5,17	1,96
Sistema puxado	4,66	1,91
Desenvolvimento de fornecedor	4,35	1,75

Fonte: Elaboração própria (2022)

Conforme pode ser observado na Tabela 2, as indústrias respondentes, em geral, adotam várias práticas *lean*, sendo a gestão de pessoas a prática mais implementada e o desenvolvimento de fornecedores a menos implementada.

As indústrias, em sua maioria, mantêm um contato constante com os seus fornecedores, de modo a estabelecer relações de longo prazo. Os colaboradores integram a equipe de resolução de problemas e de melhoria contínua, participam ativamente de programas de melhoria de produtos e processos e de treinamentos multifuncionais.

Os produtos que apresentam requisitos e etapas de produção semelhantes são agrupados em famílias. Os equipamentos estão dispostos para produzir em fluxos contínuos por família de produtos, que determinam os *layouts* das fábricas.

As manutenções dos equipamentos são programadas e realizadas regularmente por grande parte das indústrias.

A maioria utiliza técnicas estatísticas para reduzir a variabilidade dos processos, além de ferramentas da qualidade, e realizam estudos de capacidade de produção para o lançamento de novos produtos.

A gestão de relacionamento com os clientes parece ser positiva, segundo a maioria das indústrias. Os clientes são envolvidos nos processos de desenvolvimento de produtos, visitam frequentemente as fábricas, além de fornecer *feedbacks* acerca da qualidade e cumprimento das entregas. A pesquisa de satisfação é aplicada regularmente.

Os equipamentos apresentam um baixo tempo de *setup*, que, combinado ao baixo *lead time* de fornecimento, permite responder rapidamente às mudanças de mercado.

Embora as indústrias apontem que o processo de entrega dos principais fornecedores acontece conforme os princípios do *just in time*, observa-se que podem ser encontradas dificuldades em aderir essa prática.

No que diz respeito à caracterização dos sistemas de produção, a maioria adota o sistema puxado, que significa que as indústrias iniciam as operações de produção, montagem ou projeto e fabricação somente após a chegada de uma encomenda.

A baixa implementação do desenvolvimento do fornecedor pode ser explicada pelo fato de os fornecedores estarem localizados distantes das indústrias. Isso pode causar problemas de abastecimento de matérias primas, impactando negativamente a produção, além de aumentar as emissões de poluentes atmosféricos devido aos transportes necessários.

No que tange às práticas *green*, foi solicitado aos respondentes que avaliassem o nível de implementação das práticas apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Práticas *green* das indústrias brasileiras

Práticas <i>green</i>	Média	Desvio padrão
Sistema de gestão ambiental	6,19	1,22
Redução de materiais utilizados	4,81	1,70
<i>Eco-design</i>	4,79	1,96

Fonte: Elaboração própria (2022)

O sistema de gestão ambiental parece ser amplamente adotado nas indústrias. Entretanto, as práticas referentes à redução de materiais utilizados e ao *eco-design* carecem de mais implementação.

As indústrias reduzem a variedade de materiais utilizados e usam materiais reciclados no processo de produção, no entanto, é possível que as indústrias enfrentem obstáculos para implementar essas práticas.

A maioria das indústrias aplicam o LCA para o *design* dos produtos, porém, algumas parecem ter dificuldades em aplicá-lo em relação ao processo de desmontagem de equipamentos.

No que diz respeito ao desempenho, foi solicitado aos respondentes que avaliassem a posição da indústria em relação aos seus principais concorrentes. Os resultados estão dispostos na Tabela 4.

Tabela 4 – Desempenho das indústrias brasileiras

Indicadores de desempenho	Média	Desvio padrão
Desempenho ambiental	5,72	1,41
Desempenho operacional	5,29	1,55

Fonte: Elaboração própria (2022)

Em geral, o desempenho ambiental é positivo em termos de redução do consumo de energia, emissão de poluentes atmosféricos, águas residuais, resíduos sólidos, consumo de material tóxico, frequência de acidentes ambientais e melhoria da situação ambiental. As indústrias apresentam bons níveis de desempenho operacional acerca do pedido perfeito e *lead time*, entretanto, alto nível de estoque de produtos finalizados e matérias-primas.

Conclusões

Um dos desafios das indústrias é alcançar o sucesso por meio de estratégias que consideram os desempenhos operacional, ambiental e social. A adoção de práticas *lean green* podem auxiliá-las na execução de processos mais eficientes, redução de custos e promoção da responsabilidade ambiental e social, ao contribuir com a redução de resíduos, emissões de poluentes

atmosféricos, melhoria da segurança ao consumidor e criação de uma imagem positiva da empresa.

Este estudo realizou uma revisão da literatura e a aplicação de um questionário. Os resultados da revisão indicam que faltam propostas genéricas para a implementação das práticas *lean green*, além de estudos empíricos e práticos.

A revisão da literatura reflete os artigos selecionados. Uma combinação diferente de palavras-chaves ou a utilização de outras bases de dados pode promover outros resultados.

Nesse sentido, este estudo aplicou um questionário em indústrias brasileiras, com o objetivo de verificar o nível de implementação das práticas *lean green*, e como a combinação dessas práticas podem influenciar o desempenho operacional e ambiental.

Os resultados indicam as práticas *lean green* mais e menos implementadas nas indústrias brasileiras, além da posição dessas indústrias em relação aos seus principais concorrentes em termos de desempenho ambiental e operacional.

Os respondentes do questionário refletem a sua percepção. O questionário pode ser aplicado em outras empresas a fim de obter mais respostas e confirmar os resultados obtidos.

Agradecimento

A Deus, pela sabedoria, força e oportunidade. A orientadora Isabela Maganha e a Marina Souza, pelo trabalho em equipe. Aos representantes das indústrias, pela prontidão e apoio. Agradeço também ao CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil e ao órgão de fomento da bolsa, FAPEMIG, Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais, pelo financiamento, apoio e oportunidade.

Referências

- AFUM, Ebenezer; ZHANG, Ran; AGYABENG-MENSAH, Yaw; SUN, Zhuo. Sustainability excellence: the interactions of lean production, internal green practices and green product innovation. **International Journal of Lean Six Sigma**, 2021.
- RAMOS, Aline Ribeiro et al. A lean and cleaner production benchmarking method for sustainability assessment: A study of manufacturing companies in Brazil. **Journal of cleaner production**, v. 177, p. 218-231, 2018.
- RIBEIRO, Teresa Beatriz Almeida. **Analysis of the impact of Lean and Green Practices in manufacturing companies: An exploratory study**. 2021. Tese de Doutorado. Universidade de Coimbra.
- SHOKRI, Alireza; LI, Gendao. Green implementation of Lean Six Sigma projects in the manufacturing sector. **International Journal of Lean Six Sigma**, 2020.