



PRODUÇÃO ENXUTA EM CENÁRIOS AGROINDUSTRIAIS

LEAN MANUFACTURING IN AGROINDUSTRIAL SETTINGS

PRODUCCIÓN ESBELTA EN ESCENARIOS AGROINDUSTRIALES

Rafaela Mendes Pereira¹ ; Alessandro Lucas da Silva²

¹Especialização em Gestão de TI, Instituto Federal de São Paulo (IFSP-BRA). Mestranda na Universidade de Campinas (Unicamp), Limeira, São Paulo, Brasil; ²Doutor em Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo (USP).

Professor assistente doutor na Universidade de Campinas (Unicamp), Limeira, São Paulo, Brasil;

*Autor correspondente: r291333@dac.unicamp.br

Recebido: 05/12/2025 | Aprovado: 06/01/2026 | Publicado: 06/02/2026

Resumo: O artigo discute a aplicação do *Lean Manufacturing* no agronegócio, abordando como as ferramentas e práticas desse modelo, originalmente voltado para a manufatura, podem ser adaptadas para melhorar a eficiência em diversos setores agroindustriais. A análise revisa diferentes abordagens metodológicas, como estudos de caso, revisões sistemáticas e pesquisas de ação, que exploram a implementação do *Lean* no agronegócio. A flexibilidade do modelo permite que ele seja ajustado conforme as particularidades de cada segmento, seja na produção, na sustentabilidade ou na gestão. Exemplos como o VSM e o SMED são citados como ferramentas de aplicação direta em processos produtivos, mas também são destacadas abordagens mais amplas, como a análise de sistemas de dados. O estudo conclui que, apesar das diferenças nas operações do agronegócio em comparação à manufatura, o *Lean* pode gerar significativos benefícios na melhoria de desempenho e sustentabilidade, tornando-se um modelo estratégico para o setor.

Palavras-chave: Agronegócio. Eficiência Operacional. Lean Agro.

Abstract: The article discusses the application of Lean Manufacturing in agribusiness, addressing how the tools and practices of this model, originally developed for manufacturing, can be adapted to improve efficiency in various agro-industrial sectors. The analysis reviews different methodological approaches, such as case studies, systematic reviews, and action research, which explore the implementation of Lean in agribusiness. The model's flexibility allows it to be adjusted according to the specific characteristics of each segment, whether in production, sustainability, or management. Examples such as VSM and SMED are cited as tools with direct application in production processes, but broader approaches such as data systems analysis are also highlighted. The study concludes that, despite the differences between agribusiness operations and manufacturing, Lean can generate significant benefits in performance improvement and sustainability, becoming a strategic model for the sector.

Keywords: Agribusiness. Operational Efficiency. Lean Agro.

Resumen: El artículo discute la aplicación del Lean Manufacturing en el agronegocio, abordando cómo las herramientas y prácticas de este modelo, originalmente desarrollado para la manufactura, pueden adaptarse para mejorar la eficiencia en diversos sectores agroindustriales. El análisis revisa diferentes enfoques metodológicos, como estudios de caso, revisiones sistemáticas e investigaciones-acción, que exploran la implementación del modelo Lean en el contexto agroindustrial. La flexibilidad del modelo permite ajustarlo según las particularidades de cada segmento, ya sea en la producción, la sostenibilidad o la gestión. Se citan ejemplos como el Mapeo de la Cadena de Valor (VSM) y el Cambio Rápido de Herramientas (SMED) como herramientas de aplicación directa en los procesos productivos, así como enfoques más amplios, como el análisis de sistemas de datos. El estudio concluye que, a pesar de las diferencias entre las operaciones del agronegocio y las de la manufactura, el modelo Lean puede generar beneficios significativos en la mejora del desempeño y la sostenibilidad, consolidándose como un modelo estratégico para el sector.

Palabras-clave: Agroindustria. Eficiencia Operativa. Lean Agro.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, as empresas enfrentam uma concorrência cada vez mais acirrada, o que exige a melhoria contínua e a reorganização de seus processos produtivos, com o intuito de se destacarem no mercado, fortalecerem sua imagem institucional e atenderem com maior eficácia às demandas dos clientes. Nesse contexto, a filosofia Lean tem sido amplamente adotada nas últimas décadas. Baseada no Sistema Toyota de Produção (STP), essa abordagem busca a melhoria contínua de produtos, serviços e processos por meio da eliminação sistemática de desperdícios ao longo de toda a cadeia produtiva (Cruz, Oliveira & Leal, 2020).

O modelo *Lean* apresenta flexibilidade de aplicação, podendo ser utilizado em diferentes setores, incluindo indústrias, cadeias de suprimentos e o próprio agronegócio (Cruz *et al.*, 2020). Esse setor, por sua vez, é essencial à economia brasileira, desempenhando papel relevante no escoamento de matérias-primas e produtos acabados até o consumidor final. Ao longo dessa cadeia logística, são frequentes os desperdícios, o que tem motivado a adoção de práticas enxutas também no ambiente agroindustrial. Assim, diversas cadeias agroalimentares passaram a incorporar técnicas derivadas da manufatura, como o *Lean*, com o intuito de otimizar processos e melhorar a gestão (Cuer, Corrêa Bernardo & Scalco, 2019).

Uma das principais preocupações do sistema Lean está em reduzir custos e aumentar a produtividade, gerando vantagens competitivas às empresas que adotam essa filosofia. Diante disso, a produção enxuta mostra-se altamente promissora quando aplicada ao agronegócio (Silva Neto, 2023). Além disso, os princípios lean promovem uma cultura de melhoria contínua, valorização do capital humano e padronização de processos, elementos que podem fortalecer a sustentabilidade e a resiliência das operações agroindustriais.

Apesar de sua consolidação em ambientes industriais, o uso do Lean no setor agroindustrial ainda é recente e requer adaptações metodológicas, considerando a variabilidade dos processos, as particularidades do manuseio de produtos perecíveis e os desafios logísticos típicos do campo. Contudo, essa transposição exige atenção, pois a padronização e estabilidade esperadas pelo Lean entram em conflito com a variabilidade inerente do meio agroindustrial como a sazonalidade, o clima e a heterogeneidade dos solos (Satolo *et al.*, 2017; Cuer *et al.*, 2019). Ignorar essas variáveis pode comprometer a eficácia das práticas enxutas no campo.

Diante desse cenário, este estudo propõe a seguinte questão de pesquisa: Como a implementação dos princípios do *Lean Manufacturing* pode contribuir para a redução de desperdícios e para o aumento da eficiência nas operações de setores agroindustriais? O objetivo geral consiste em analisar como o *Lean Manufacturing* pode ser aplicado de forma eficaz em ambientes agroindustriais, com foco na otimização de processos e no aumento da eficiência operacional. Os objetivos específicos incluem: (i) identificar as principais ferramentas *Lean* passíveis de aplicação para melhorar a produtividade e reduzir desperdícios nos setores agroindustriais; e (ii) avaliar os impactos da aplicação do *Lean* na competitividade dessas operações.

A aplicação do sistema *Lean* no agronegócio torna-se ainda mais relevante frente à necessidade de garantir um abastecimento alimentar sustentável para uma população mundial em crescimento. Dessa forma, a integração dos princípios enxutos à produção agroindustrial representa não apenas uma oportunidade de otimização de processos, mas também um caminho para alcançar avanços equivalentes aos obtidos na indústria manufatureira.

Assim, este estudo se justifica pela importância de investigar como adaptar o modelo *Lean* ao agronegócio, considerando os desafios específicos do setor e propondo soluções que promovam ganhos de eficiência e sustentabilidade na cadeia produtiva de alimentos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da pesquisa

O Sistema Toyota de Produção, também conhecido como Produção Enxuta ou *Lean Manufacturing*, é amplamente reconhecido no ambiente empresarial por sua capacidade de aumentar a eficiência nos processos produtivos. O sucesso dessa abordagem reside principalmente na eliminação de etapas que não agregam valor ao cliente e na promoção de uma mentalidade de melhoria contínua. Bittencourt, Alves e Leão (2019) destacam que conceito de melhoria contínua consiste em identificar constantemente oportunidades para minimizar ou até eliminar qualquer tipo de desperdício nos processos.

Os conceitos de desperdício e valor são pilares essenciais da filosofia *Lean*. O desperdício é geralmente entendido como qualquer atividade que consome recursos sem contribuir efetivamente para o resultado final do processo produtivo. Ou seja, trata-se de tudo aquilo que gera custo, mas não agrega valor ao produto entregue ao cliente. Essa lógica está alinhada à busca por maior eficiência, em que o sistema deve entregar exatamente o que o cliente precisa, na quantidade e no tempo certos (Ribeiro *et al.*, 2023).

Já o valor é determinado exclusivamente pela perspectiva do cliente. Não se trata apenas da funcionalidade de um produto ou serviço, mas sim da capacidade de atender às necessidades específicas do consumidor, em um momento oportuno e por um preço considerado justo. Portanto, valor é aquilo pelo qual o cliente está disposto a pagar, o que exige das organizações um foco contínuo na qualidade e na relevância de suas entregas (Ribeiro *et al.*, 2023).

Para que essa melhoria contínua seja efetiva, é necessário um ambiente organizacional receptivo a mudanças, novas ideias e tecnologias voltadas à redução de desperdícios. De acordo com os autores, a chave para o sucesso da produção enxuta está em adotar uma postura proativa e voltada para o futuro, buscando constantemente soluções para otimizar os processos (Bittencourt, Alves & Leão, 2019).

No desenvolvimento do modelo *Lean*, foram identificados diferentes tipos de desperdício que comprometem a eficiência dos processos produtivos. Entre os principais estão: defeitos nos produtos, excesso de produção, tempo de espera, subutilização de habilidades dos colaboradores, transporte desnecessário, excesso de inventário, movimentação excessiva e processamento além do necessário. Reconhecer e eliminar esses desperdícios é um passo fundamental para otimizar operações e melhorar o desempenho organizacional de forma contínua (Ribeiro *et al.*, 2023).

Segundo Silva Neto (2023), o *Lean* oferece diversas ferramentas e métodos para aprimorar distintas etapas da produção, com o objetivo de tornar os processos mais ágeis e eficazes, alinhando-se aos seus princípios fundamentais.

O *Lean Manufacturing* busca então otimizar os processos produtivos por meio da eliminação de desperdícios e do aumento do valor agregado ao cliente. A Toyota, por exemplo, por meio do sistema *Just-in-Time*, concentrou esforços em eliminar atividades que não agregam valor, como superprodução e tempo ocioso. Ferramentas como *Kaizen* e *Kanban* são essenciais dentro desse sistema, promovendo, respectivamente, a melhoria contínua e o fluxo de materiais de acordo com a demanda dos clientes. A Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance – TPM*) também exerce papel importante, ao buscar a otimização dos equipamentos e a implementação da manutenção autônoma, envolvendo toda a força de trabalho na promoção de uma cultura de eficiência (Marinelli *et al.*, 2021).

Ainda de acordo com Marinelli *et al.* (2021), o Mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping – VSM*) é empregado para identificar e eliminar desperdícios nos processos produtivos, enquanto o Trabalho Padronizado estabelece métodos consistentes para maximizar a produtividade e facilitar o treinamento de novos colaboradores. Já o *Poka-Yoke* visa prevenir falhas humanas, utilizando dispositivos que impedem a instalação incorreta de peças, garantindo a qualidade e a precisão dos processos. Essas abordagens integradas resultam em processos mais eficientes, com redução de desperdícios e maior geração de valor para o cliente.

Nos últimos anos, o *Lean Manufacturing* vem sendo progressivamente adotado no setor agroindustrial, com o intuito de melhorar a gestão e reduzir desperdícios. O princípio norteador do lean é aumentar a eficiência, minimizando as perdas ao longo das cadeias produtivas e de suprimentos. Enquanto no setor industrial os resultados positivos dessa filosofia são amplamente reconhecidos, no setor agroindustrial a sua aplicação ainda está em desenvolvimento, exigindo adaptações específicas ao contexto (Alípio Júnior, 2021).

2.1.2 Lean Agro

O termo “agronegócio” compreende o conjunto de atividades relacionadas à produção, distribuição e comercialização de bens primários, como grãos, frutas, hortaliças, carnes, madeira, cana-de-açúcar e algodão. Também envolve o processamento desses produtos por indústrias que os utilizam como matéria-prima, como as indústrias alimentícia, têxtil, farmacêutica, de calçados e de biocombustíveis. Inclui ainda as cadeias de fornecimento de máquinas, ferramentas e insumos essenciais à produção (Battaglia, 2013).

Embora a relevância do tema para o agronegócio já seja reconhecida, ainda existe um vasto campo a ser explorado no que diz respeito ao desenvolvimento e à aplicação de novas metodologias produtivas. Essas abordagens podem contribuir significativamente para uma produção mais sustentável, aspecto que vem se tornando uma das principais preocupações da sociedade contemporânea. Tal preocupação envolve tanto a preservação ambiental quanto a eficiência na gestão de recursos essenciais, como insumos, mão de obra e recursos naturais, fatores decisivos para o desempenho das atividades agropecuárias (Cuer, Corrêa Bernardo & Scalco, 2019).

A agricultura, como um dos pilares da economia global, necessita aprimorar continuamente seus processos para garantir a produção de alimentos em escala suficiente para atender à demanda crescente da população. Nesse cenário, o conceito de *Lean Agro* surge como abordagem estratégica para organizar as operações agrícolas,

eliminando desperdícios e promovendo maior eficiência em todas as etapas do ciclo produtivo, do plantio à distribuição (Boa Morte *et al.*, 2024).

Sistemas agroindustriais compreendem todas as etapas relacionadas a um determinado produto agropecuário, abrangendo desde a produção de insumos até a chegada ao consumidor final. Esses sistemas englobam diversos segmentos, cada um com suas particularidades, que podem favorecer o surgimento de desperdícios. Ao entender como o desperdício pode ser amplificado em diferentes fases da cadeia produtiva, fica clara a relevância da aplicação dos princípios *Lean* para melhorar a eficiência no agronegócio (Cuer, Corrêa Bernardo & Scalco, 2019).

A implementação bem-sucedida do sistema *lean* no agronegócio oferece benefícios significativos não apenas aos produtores, mas também à segurança alimentar global. No entanto, essa aplicação enfrenta desafios particulares, como a variabilidade sazonal, a produção em larga escala e as especificidades do manuseio e armazenamento dos produtos. Esses obstáculos impulsionam a pesquisa acadêmica sobre a adaptação de princípios enxutos à realidade agroindustrial, com o objetivo de alcançar resultados similares aos obtidos na indústria de manufatura (Boa Morte *et al.*, 2024).

Ao analisar como os desperdícios podem se intensificar em diferentes etapas da cadeia produtiva, torna-se evidente o potencial transformador dos princípios *Lean* quando aplicados ao agronegócio.

2.2 Metodologia da pesquisa

A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, com foco prático e exploratório, com o objetivo de aumentar a compreensão sobre o tema investigado (Gerhardt; Silveira, 2009). A escolha por uma metodologia qualitativa se justifica pela complexidade do tema e pela necessidade de interpretação detalhada das experiências relatadas nos estudos analisados.

Conforme Fonseca (2002), foi realizada uma pesquisa bibliográfica, por meio da revisão de materiais teóricos previamente publicados, como livros, artigos acadêmicos e fontes online, que ajudaram a formar uma base de conhecimento sólida sobre o tema. Essa técnica permitiu identificar os principais conceitos e aplicações do *Lean Manufacturing* no setor agroindustrial.

A seleção das fontes foi realizada com base em critérios de relevância científica, utilizando a base de dados *Web of Science*, reconhecida por sua abrangência e qualidade. Inicialmente, foram utilizados os termos “*Lean Manufacturing*” para uma abordagem ampla do fenômeno, e em seguida, “*Lean Manufacturing AND Agribusiness*” para delimitar os estudos voltados ao setor agroindustrial. Foram aplicados filtros como “*Open Access*” e o recorte temporal entre 2014 e 2024 para assegurar a atualidade e acessibilidade. A limitação da revisão a artigos de acesso aberto pode ter excluído trabalhos relevantes publicados em periódicos fechados. Tal restrição metodológica foi observada também em outras revisões sobre *Lean Agro*, sendo apontada como uma fragilidade que reduz a representatividade dos achados (Cuer *et al.*, 2019).

Os resultados foram organizados e analisados com base em sua contribuição para o entendimento da aplicação do *Lean* no contexto agroindustrial, considerando diferentes abordagens metodológicas, como estudos

de caso, revisões sistemáticas e pesquisas de ação. Essa pluralidade metodológica permitiu uma análise mais abrangente e crítica, compatível com o objetivo do estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quadro 1 - listagem das tentativas para localização de artigos.

Bases	Termos de busca	Filtros utilizados	No. de artigos
<i>Web Of Science</i> - 1 ^a tentativa	<i>Lean Manufacturing</i>	<i>Open Access</i> 2014 <>2024	2.187
<i>Web Of Science</i> - 2 ^a tentativa	<i>Lean Manufacturing AND Agribusiness</i>	<i>Open Access</i> 2014 <>2024	5

Fonte: Pereira (2024).

Por fim, foram selecionados cinco artigos que focam na relação direta entre o *Lean Manufacturing* e a melhoria da eficiência nas práticas agrícolas.

De forma geral, as buscas iniciais com o termo *Lean Manufacturing* na base de dados *Web of Science* revelaram um número expressivo de publicações nos mais variados contextos. No entanto, ao refinar os critérios para publicações que relacionassem o *Lean Manufacturing* ao agronegócio, observou-se uma redução significativa nos resultados. Isso demonstra que a aplicação do conceito de *Lean Manufacturing* em contextos agroindustriais ainda constitui um campo de estudo emergente, com menor volume de produção científica consolidada.

A adoção de práticas lean em diferentes setores do agronegócio demonstra impactos positivos na eficiência e produtividade, sobretudo com a utilização de ferramentas como o Mapeamento de Fluxo de Valor (*VSM*), *Lean Six Sigma* e *Single Minute Exchange of Die (SMED)*. Em um estudo de caso realizado em uma agroindústria de polpa de fruta localizada na região amazônica, Negrão e Godinho Filho (2020) aplicaram o *VSM* para mapear e otimizar o processo produtivo, resultando em uma redução de até 52,68% no tempo total de produção. A análise também permitiu melhorias na organização dos fluxos de trabalho, por meio de visitas de campo e entrevistas, com propostas de layout que minimizaram desperdícios e otimizaram o transporte interno e a produção.

De forma complementar, a revisão sistemática conduzida por Cuer, Corrêa Bernardo e Scalco (2019) confirmou o crescimento do uso do *lean* no agronegócio desde 2005, com destaque para as principais ferramentas empregadas. Os autores também enfatizam a importância da manutenção contínua dos princípios lean para que os resultados obtidos sejam sustentáveis ao longo do tempo. Apesar da crescente aplicação, a literatura ainda apresenta lacunas significativas, indicando o potencial de futuras pesquisas para promover a sustentabilidade e agregar valor nas cadeias agroalimentares.

Já o estudo de Satolo, Hiraga, Goes e Lourenzani (2021) avaliou a aplicação do *lean* em empresas de setores como avicultura e cana-de-açúcar, apontando que a implementação da filosofia ocorre de forma heterogênea, com cada organização adaptando as ferramentas conforme suas necessidades específicas. A adoção informal e os diferentes graus de comprometimento com o sistema enxuto sugerem a importância de adaptações metodológicas voltadas ao setor agroindustrial. Os autores observaram uma adesão moderada ao *lean*, com foco em melhorias contínuas e lideranças estruturadas para sustentar a cultura *lean*, o que demonstra esforços para aprimorar o desempenho organizacional de longo prazo.

No estudo de Trubetskaia, McDermott, Durand e Powell (2022), realizado em uma organização agrícola sul-africana, foi identificado que a fragmentação de dados e relatórios em silos causava desperdícios e atrasos nas decisões gerenciais. A integração entre *Business Intelligence (BI)* e *Lean Six Sigma* proporcionou uma transformação significativa, eliminando os silos e promovendo decisões mais ágeis e precisas. O estudo destaca o potencial do *lean* em ambientes com alta complexidade de dados, reforçando sua aplicabilidade além dos aspectos físicos da produção.

Ribeiro *et al.* (2023) analisaram a aplicação do *SMED* na operação de embalagem de feijão em Minas Gerais. Os resultados apontaram melhorias significativas na produtividade e flexibilidade, sem necessidade de aumento da força de trabalho. A técnica reduziu substancialmente o tempo de setup, além de promover melhor organização das ferramentas e maior motivação da equipe. O baixo custo de implementação também contribuiu para a aceitação por parte da gestão.

A análise desses cinco estudos demonstra que, apesar das adaptações necessárias para o contexto agroindustrial, as ferramentas *lean*, quando bem aplicadas, promovem ganhos substanciais em produtividade, organização e eficiência. Ainda assim, é necessário reconhecer que a adoção de práticas *Lean* enfrenta limitações práticas. A heterogeneidade das cadeias produtivas, os ciclos biológicos e as incertezas climáticas impõem barreiras à padronização proposta pelo *Lean*. Estudos como os de Satolo et al. (2017) indicam que tais desafios podem levar à adoção informal ou incompleta das ferramentas, exigindo abordagens customizadas e sensíveis às realidades locais.

A diversidade de abordagens reflete a complexidade de adaptar o *lean* ao setor agroindustrial, onde nem todas as operações seguem o modelo tradicional da manufatura. Enquanto ferramentas como o *VSM* e o *SMED* são aplicáveis diretamente nas linhas de produção, análises de sistemas de dados e revisões teóricas ampliam o escopo de aplicação, mostrando que a filosofia *lean* pode ser adaptada conforme as necessidades específicas de cada organização.

A análise dos estudos demonstra que, além da redução de desperdícios e melhoria da produtividade, a adoção de ferramentas *lean* também favorece uma mudança cultural nas organizações agroindustriais. Essa mudança está relacionada ao fortalecimento da mentalidade de melhoria contínua, à valorização do trabalho padronizado e ao estímulo à participação ativa dos colaboradores em processos de inovação. Tais aspectos são especialmente importantes em setores com baixa automatização e forte dependência de mão de obra, como ocorre em várias cadeias produtivas do agronegócio brasileiro.

Outro ponto relevante observado nos estudos é a necessidade de customização das ferramentas lean. A heterogeneidade das operações agroindustriais, marcada por variabilidade climática, sazonalidade e diversidade de produtos, exige uma abordagem flexível e adaptativa. Isso significa que a implementação do *lean* não deve seguir uma fórmula padronizada, mas sim considerar o contexto específico de cada empresa, as características do produto e as condições logísticas e operacionais.

Ademais, destaca-se a crescente integração entre tecnologias digitais e práticas *lean*. O caso analisado por Trubetskaia *et al.* (2024) revela que a união entre *Business Intelligence (BI)* e *Lean Six Sigma* não apenas otimizou a produção, como também promoveu decisões mais rápidas e eficazes. Esse achado aponta para o surgimento de uma nova fase do *lean*, em que dados e automação ganham protagonismo, especialmente nos processos decisórios e no planejamento estratégico. Essa convergência pode ser considerada um indicativo da transição para a Indústria 4.0 no contexto agroindustrial.

Além disso, os impactos positivos da aplicação de ferramentas como o SMED, descritos por Ribeiro *et al.* (2023), evidenciam a possibilidade de ganhos significativos mesmo em ambientes com recursos limitados. No entanto, a literatura carece de consenso sobre a eficácia de certas ferramentas, como o VSM em cadeias perecíveis, e são escassos os relatos de fracassos ou dificuldades práticas. Essa lacuna limita a análise crítica e o desenvolvimento de soluções mais eficazes para o setor agroindustrial.

Por fim, é importante frisar que a produção científica sobre o tema ainda é incipiente, conforme indicam os dados da pesquisa bibliográfica, que encontrou apenas cinco artigos disponíveis em acesso aberto na base *Web of Science* ao aplicar o filtro combinado de “*Lean Manufacturing*” e “*Agribusiness*”. Essa escassez aponta para a necessidade de incentivo à produção acadêmica na área, especialmente com foco em metodologias aplicadas, estudos de caso e análises comparativas que explorem os efeitos da filosofia *lean* em diferentes realidades produtivas do agronegócio nacional e internacional.

4 CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve como questão central compreender de que forma a implementação dos princípios do *Lean Manufacturing* pode contribuir para a redução de desperdícios e o aumento da eficiência nas operações de setores agroindustriais. Diante disso, a análise realizada permite afirmar que a filosofia *lean*, apesar de sua origem na indústria manufatureira, possui elevada capacidade de adaptação e aplicabilidade no contexto agroindustrial.

Respondendo ao primeiro objetivo específico da pesquisa, observou-se que ferramentas como o *VSM*, *SMED*, *Kaizen*, *Kanban*, *TPM* e *Lean Six Sigma* foram eficazes na reorganização dos processos produtivos, reduzindo tempos e custos, além de melhorar a produtividade geral.

Em relação ao segundo objetivo específico, que tratava da avaliação dos impactos do *lean* na competitividade das operações agroindustriais, os estudos indicaram que a adoção da filosofia *lean* contribui não apenas para a eficiência operacional, mas também para a construção de uma cultura organizacional mais sólidas e foco em melhoria contínua.

Com base nos estudos analisados, foi possível identificar que as ferramentas *lean* mais utilizadas, promovem ganhos significativos quando aplicadas de maneira contextualizada às realidades do campo. Essas ferramentas atuam diretamente sobre os principais pontos de desperdício da cadeia produtiva agroindustrial, como o tempo ocioso, a movimentação desnecessária, os estoques excessivos e os processos despadronizados.

Entre as ferramentas analisadas, destaca-se o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) como uma alternativa altamente promissora para o setor agroindustrial. Sua aplicação tem se mostrado eficaz na identificação de desperdícios, gargalos e etapas improdutivas em diferentes cadeias produtivas do agronegócio, permitindo intervenções direcionadas para a melhoria do fluxo de processos. Quando utilizado em conjunto com outras práticas *lean* o MFV potencializa os ganhos operacionais.

Outro achado relevante está na constatação de que o *Lean Agro* exige adaptações específicas, considerando variáveis como sazonalidade, perecibilidade dos produtos, escassez de recursos tecnológicos e diversidade de culturas produtivas. Contudo, essas adaptações não inviabilizam sua aplicação, mas sim reforçam a importância de abordagens flexíveis e personalizadas, capazes de responder às demandas locais.

A pesquisa também identificou uma lacuna significativa na literatura científica sobre o tema, o que revela a necessidade de mais investigações acadêmicas sobre a implementação do *Lean* no agronegócio. Estudos de caso, análises quantitativas de desempenho e avaliações de impacto a longo prazo são caminhos promissores para consolidar a filosofia *lean* como modelo estratégico no campo.

Dessa forma, conclui-se que o *Lean Manufacturing* pode e deve ser visto como uma abordagem viável, eficaz e estratégica para o setor agroindustrial. Entretanto, é preciso cautela para não superestimar o *Lean* como solução universal. O risco de desconsiderar as especificidades locais em favor de modelos padronizados pode levar a resultados insatisfatórios ou mesmo ao fracasso da implementação. Futuras pesquisas devem explorar não apenas os sucessos, mas também os limites e resistências culturais observados entre produtores e gestores agroindustriais.

Conflitos de interesses

Os autores declaram que não há conflitos de interesse relacionados a este estudo. Todos os autores estão cientes e concordam com a submissão deste artigo.

Contribuições dos autores

Rafaela Mendes foi responsável pela concepção da ideia, levantamento bibliográfico, análise dos dados e redação do manuscrito. O Prof. Dr. Alessandro Lucas da Silva contribuiu com a orientação acadêmica geral, acréscimos metodológicos e revisão crítica do conteúdo, colaborando para a versão final do artigo.

REFERÊNCIAS

Alípio Junior, V. J. (2021). *Lean manufacturing no contexto agroindustrial: aplicação de ferramentas lean na cadeia de valor do algodão*. SENAI CIMATEC.

Battaglia, B. (2013). *Agronegócio: solo fértil para o pensamento lean*. Lean Institute Brasil. <https://lean.org.br>

Bittencourt, V. L., Alves, A. C., & Leão, C. P. (2019). *Contribuição do Lean Thinking para a Indústria 4.0: uma revisão sistemática da literatura. *IFAC Papers Online**. <https://www.sciencedirect.com>

Boa Morte, J. A., Trivelin, M. T., Diniz, H. H. L., Pereira, D. A. M., & Diniz, B. P. (2024). Aplicação de lean agro na cadeia produtiva de melões: um estudo de caso. In *Anais do XII Simpósio de Engenharia de Produção* (pp. xx–xx). Rio de Janeiro, Brasil.

Clarivate Analytics. (2020). *Web of Science - Coleção Principal*. <https://www-periodicos-capes-gov-br.ez88.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/busador.html?task=detalhes&source=resources&id=CAP00731>

Cruz, G. T., Oliveira, J. A. de, & Leal, A. C. L. (2020). Princípios do Lean aplicados na produção de café: um estudo de caso em uma fazenda no interior de Minas Gerais. *Revista das Engenharias*. <http://periodicos.unifacef.com.br/creare/article/view/2014/1406>

Cuer, L., Bernardo, C. H. C., & Scalco, A. R. (2019). Abordagem Lean na cadeia agroalimentar: uma revisão bibliográfica sistemática. *Revista de Gestão e Projetos – GeP*, 10(2). <https://doi.org/10.5585/GeP.v10i2.10831>

Fonseca, J. J. S. (2002). *Metodologia da pesquisa científica*. UEC.

Gerhardt, T. E., & Silveira, D. T. (Orgs.). (2009). *Métodos de pesquisa* (120 p.). Editora da UFRGS.

Marinelli, M., Deshmukh, A. A., Janardhanan, M., & Nielsen, I. (2021). *Lean manufacturing and Industry 4.0 combinative application: practices and perceived benefits*. IFAC PapersOnline. <https://www.sciencedirect.com>

Negrão, L. L. L., & Godinho Filho, M. (2023). Adoção do VSM para o diagnóstico e melhoria de desempenho operacional de uma agroindústria na Amazônia. *Revista GeSec*, 14(2), 2347–2360. <https://doi.org/10.7769/gesec.v14i2.1713>

Ribeiro, M. A. S., Santos, A. C. O., Amorim, G. F., Oliveira, C. H., Silva Braga, R. A., & Netto, R. S. (2022). Análise da implementação da metodologia de troca única de dados em uma agroindústria por meio de pesquisa de ação. *Machines*, 10(287). <https://doi.org/10.3390/machines10050287>

Silva Neto, V. S. da. (2023). *Análise do Lean Manufacturing no Agronegócio: uma revisão de literatura*. [Monografia de graduação não publicada]. Recife.

Trubetskaia, A., McDermott, O., Durand, P., & Powell, D. J. (2024). Melhorando o gerenciamento do ciclo de vida dos dados da cadeia de valor utilizando métodos de design para Lean Six Sigma. *The TQM Journal*, 36(9), 136–154. <https://doi.org/10.1108/TQM-01-2024-0020>