

## Metodologia *Lean* na Gestão de Suprimentos de Máquinas Agrícolas

### *Lean* Methodology in Supply Management of Agricultural Machinery

Thiago Luz Corato Araújo<sup>a</sup>; Eduardo Barreto Aguiar<sup>\*b</sup>

<sup>a</sup>Universidade Anhanguera Uniderp, Programa de Pós-Graduação em Agronegócio Sustentável. MS, Brasil.

<sup>b</sup>Universidade Anhanguera-Uniderp, Programa de Pós-Graduação em Agronegócio Sustentável. MS, Brasil. Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural – Agraer. MS, Brasil.

\*E-mail: [aguiareb@msn.com](mailto:aguiareb@msn.com)

---

#### Resumo

No Brasil, os sistemas de produção agrícola de grandes áreas, conhecido como *plantation*, correspondem à grande maioria das unidades produtoras de *comodities* que se caracterizam pelo intenso uso de máquinas agrícolas e insumos. Essas unidades produtivas, por localizarem-se em regiões remotas muitas vezes menos desenvolvidas, geralmente não dispõem de boa infraestrutura de manutenção e reposição de peças, o que as obriga a manter um considerável estoque de peças (suprimentos). Quase a totalidade das operações produtivas nessas propriedades são mecanizadas e realizadas em janelas estreitas de tempo. Sua eficiência, depende, portanto, de uma boa gestão do estoque de suprimentos e manutenção desses equipamentos agrícolas. O presente estudo avaliou a aplicação de ferramentas de gestão enxuta (*lean*) no suprimento de máquinas agrícolas em uma propriedade de 34.000 ha dedicada ao cultivo de soja e milho, localizada no estado do Maranhão, Brasil. Avaliou-se os impactos da implementação de ferramentas: *Just in Time*, *Kaizen*, *Lead Time*, *Estoque Zero* e *Kanban*. O uso da metodologia *lean* promoveu significativa redução do estoque de peças, reduzindo o valor imobilizado. Observou-se uma economia de mais de R\$ 3 milhões em um ano e uma diminuição de até 90% no capital investido em peças para semeadoras. Destaca-se neste trabalho a aplicabilidade e relevância dessas ferramentas de gestão para aprimorar a cadeia de suprimentos nas unidades de produção agrícola.

**Palavras-chave:** Método Enxuto. Estoque de Peças. Mecanização Agrícola. Redução de Custo.

#### Abstract

In Brazil, large-area agricultural production systems, known as *plantation*, correspond to the vast majority of commodity production units that are characterized by the intense use of agricultural machinery and inputs. Because these production units are located in remote and often less developed regions, they generally do not have good infrastructure for maintenance and replacement of parts, which forces them to maintain a considerable stock of parts (supplies). Almost all production operations on these properties are mechanized and carried out in narrow time windows. Their efficiency, therefore, depends on good management of the stock of supplies and maintenance of this equipment. This study evaluated the application of lean management tools in the supply of agricultural machinery on a 34,000 ha property dedicated to soybean and corn cultivation, located in the state of Maranhão, Brazil. The impacts of implementing the following tools were assessed: *Just in Time*, *Kaizen*, *Lead Time*, *Zero Inventory* and *Kanban*. The use of lean methodology promoted a significant reduction in the stock of parts, reducing the fixed asset value. Savings of over R\$3 million were observed in one year and a reduction of up to 90% in the capital invested in parts for seeders. This work highlights the applicability and relevance of these management tools to improve the supply chain in agricultural production units.

**Keywords:** Lean Method. Parts Inventory. Agricultural Mechanization. Cost Reduction.

---

#### 1 Introdução

No contexto dinâmico do setor agrícola, a gestão eficiente do abastecimento emerge como um fator crítico para o sucesso das operações produtivas. A contínua valorização da mecanização e dos recursos nas propriedades rurais evidencia a necessidade premente de uma gestão de custos mais aprimorada, associada a um elevado nível de eficiência, visando assegurar a rentabilidade do agronegócio (Medina; Costa, 2023).

O constante avanço das inovações tecnológicas têm alterado significativamente os paradigmas que determinam a competitividade no setor agrícola, colocando em destaque a agilidade no desenvolvimento de produtos e a minimização de desperdícios como pilares fundamentais (Medina; Thomé, 2021). Nesse contexto desafiador, a gestão da cadeia de

abastecimento na agricultura enfrenta um dilema crucial: a garantia da disponibilidade precisa de recursos no momento exato da demanda.

Autores contemporâneos, como Schmidt (2019), ressaltam a metodologia *lean* (gestão enxuta) como ferramenta em evidência na otimização das operações agrícolas. O emprego de métodos enxutos na manutenção de maquinário em empresas do setor agrícola, conforme enfatizado por Leite (2021), não só contribui para a redução de desperdícios, mas também proporciona maior disponibilidade de máquinas e redução de custos operacionais. A implementação de práticas de gestão no setor de suprimentos peças e manutenção de máquinas mostra-se essencial para garantir eficiência financeira e operacional (Kay; Edwards; Duffy, 2014).

Considerando a grande importância do agronegócio

brasileiro, onde a produção de culturas como soja e milho desempenha um papel crucial na economia, torna-se imperativo buscar estratégias que aprimorem a eficiência operacional de máquinas e minimizem o desperdício de tempo e recursos nesse setor (Soliani, 2020).

Este artigo tem por objetivo auxiliar a elucidar essa lacuna de conhecimento, avaliando a aplicação da metodologia *lean* e seu impacto na gestão de suprimentos de uma grande empresa do agronegócio brasileiro. O objetivo da pesquisa é avaliar a aplicação da metodologia *lean* no setor de suprimentos de máquinas agrícolas, com o propósito de aprimorar a eficiência operacional nesse segmento. Além de contribuir para melhorar a eficiência, eliminar o desperdício e promover melhorias, estudos como esse podem auxiliar a consolidar a metodologia *lean* como uma ferramenta potencial para melhorar competitividade do setor agrícola, como mencionam diversos autores (Allipio Junior e Passos, 2020; Kellermann *et al.*, 2022).

## 2 Material e Métodos

O presente estudo de caso se caracteriza como uma pesquisa aplicada, seguindo a estratégia de investigação, que busca aprofundar questões no local onde os fenômenos ocorrem visando a solução de problemas práticos (Gil, 2002; Guilherme e Cheron, 2021).

Este estudo adota uma abordagem qualitativa e quantitativa, que se complementam. Essas abordagens envolvem a coleta de dados por meio de observação direta, entrevistas e análise de documentos, permitindo diferentes perspectivas do mesmo fenômeno social (Pope; Mays, 2020).

O estudo foi conduzido em uma propriedade rural de 34.000 hectares, destinada a produção de *commodities*, soja e milho, situada na região do Cerrado maranhense, no município de Alto Parnaíba, Brasil. O período de trabalho compreende dois anos, de janeiro de 2021 a dezembro de 2022, durante o qual a metodologia *lean* é aplicada com o propósito de aprimorar a gestão de suprimentos (estoque de peças) de máquinas agrícolas.

A fazenda em estudo comporta no parque de máquinas nove pulverizadores do modelo 4730 John Deere, doze tratores de grande porte com potência superior a 345 cv, seis tratores de médio porte com 210 cv da marca John Deere, quinze semeadoras da marca John Deere e doze colhedoras de grãos, sendo seis colhedoras Case 9230, três colhedoras S690 John Deere e três colhedoras S790 John Deere.

A parte inicial da pesquisa consistiu em uma análise detalhada dos dados de estoque de peças destinadas às máquinas agrícolas em 2021, considerando sete tipos de perdas (superprodução, transporte, excesso de processamento, fabricação de produtos defeituosos, esperas, movimentação e estoques). Esta análise inicial de um ano revelou dados considerados insatisfatórios para a gestão de suprimentos.

Em novembro de 2021, a metodologia *lean* foi

implementada, utilizando ferramentas como *Just in Time*, *Kaizen*, *Lead Time*, *Estoque Zero* e *Kanban*, descritas a seguir.

A ferramenta *Kanban* (cartão ou sinal visual) foi implementada no estoque usando cartões com cores indicativas, representando estoque máximo (verde), estoque de segurança (amarelo) e estoque mínimo (vermelho). As peças só eram requisitadas quando o cartão estava vermelho. Para a implementação do *Just in Time* (no tempo certo), a reposição de estoque passou a ser feita a partir da demanda da atividade em andamento, eliminando peças sem uso há mais de 60 dias.

No setor de suprimentos, o *Estoque Zero* foi implementado, utilizando o inventário mensal de peças para identificar sobras, que foram disponibilizadas para outras unidades da propriedade. Foi estabelecido um cronograma mensal de atividades agrícolas mecanizadas para orientar a implementação do *Estoque Zero*.

A ferramenta *Lead Time* (tempo de espera) foi aplicada para avaliar o tempo decorrido entre a identificação do problema mecânico e a requisição de compra. Houve reuniões com fornecedores para evitar atrasos no faturamento, na entrega e compras desnecessárias.

O conceito *Zero Defeitos* foi implementado junto com o *Kanban*, *Just in Time* e *Kaizen* para controlar possíveis erros na aquisição de peças e serviços, como na descrição precisa das peças (conforme manual de peças de cada máquina e implemento) nas requisições de compra e ordens de serviço.

O *Kaizen* (melhoria contínua) foi implementado como uma abordagem contínua de melhoria, envolvendo colaboradores com esforços constantes para aprimorar processos. A implementação dessa ferramenta ocorreu em todos os setores, incluindo estoque, manutenção e operação de máquinas.

Após a implementação da metodologia *lean*, a ênfase se concentrou na parte operacional, especialmente no grupo de peças de reposição sem utilização há mais de 60 dias. Uma análise foi conduzida para identificar peças que poderiam ser utilizadas para manutenção preventiva contínua e outras que poderiam ser transferidas para outras unidades da propriedade em questão.

Este estudo se desenvolveu em três etapas: na primeira fase, explorou-se o conceito da metodologia *lean*, revisando teorias e práticas relacionadas. A segunda etapa envolveu a criação de um banco de dados com os parâmetros de controle selecionados. A terceira etapa consistiu na adaptação das operações rotineiras da fazenda, iniciando a implementação do conceito *Gemba* (chão de fábrica) e redefinindo o papel do estoque nas operações.

Para avaliar a eficiência das ferramentas implementadas, foram analisados mensalmente, durante o período de dois anos, os seguintes parâmetros: inventário financeiro de peças de pulverizadores, tratores, semeadoras e colhedoras. Os dados foram obtidos do programa GATEC e analisados no software Excel, sendo apresentados em tabelas e gráficos.

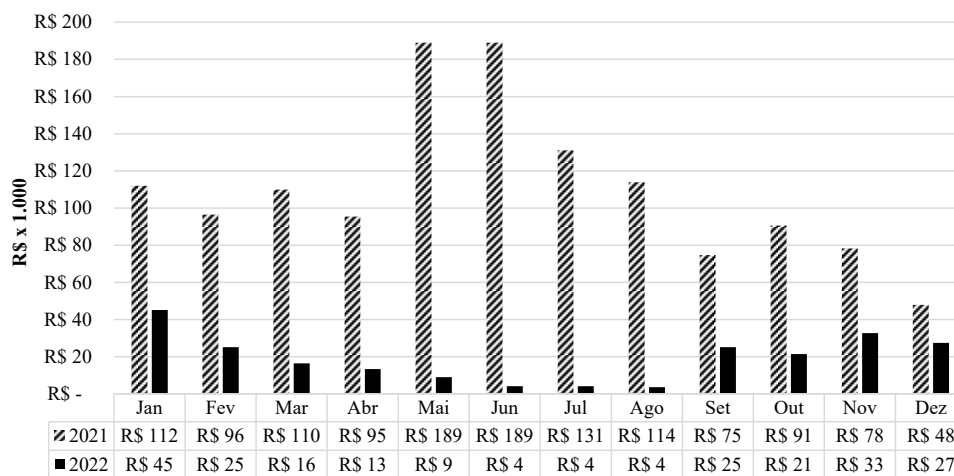
Os resultados foram analisados a partir do contraste de duas situações distintas: antes da implementação da metodologia *lean* em 2021 e após sua aplicação em 2022, onde pode-se observar os reflexos da implementação das ferramentas de gestão nos parâmetros estudados.

### 3 Resultados e Discussão

No gráfico da Figura 1, pode ser observado o valor em reais (R\$) de peças imobilizados no estoque para nove pulverizadores entre os meses de janeiro de 2021 e dezembro de 2022. Anteriormente a implementação da metodologia

*lean* (2021), o estoque variou de R\$ 74 mil em setembro a R\$ 190 mil em junho. Após a implementação das ferramentas de gestão foram registrados valores inferiores em todos os meses avaliados, chegando a R\$ 4 mil nos meses de junho e julho de 2022 em comparação a valores por volta de R\$ 190 mil nos meses de maio e junho de 2021. Esses valores mostram a eficiência da metodologia na redução do estoque desse grupo de peças, principalmente quando observamos os últimos 12 meses de 2021. Como exemplo, observa-se no mês de junho, uma redução R\$ 185 mil no estoque de peças de pulverizadores.

**Figura 1** - Inventário financeiro (R\$ x 1.000) de peças de nove pulverizadores nos anos de 2021 e 2022, com a aplicação da metodologia *lean* para o controle de estoque, a partir do mês de novembro de 2021



Fonte: dados da pesquisa.

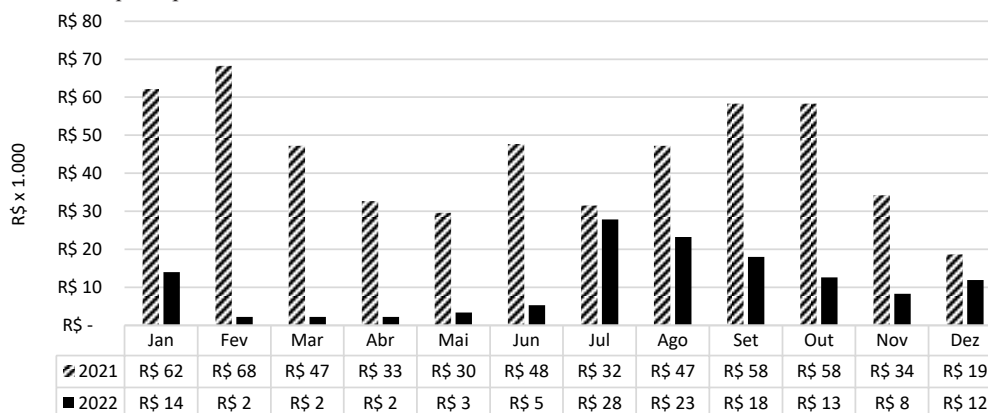
Segundo Ohno (1997), os desperdícios devem ser tratados em uma cadeia de suprimentos com antecedência para evitar prejuízos. Após a aplicação das ferramentas: estoque zero, *kanban*, *just in time*, foi possível observar a redução do estoque de peças de pulverizadores (Figura 1) corroborando os resultados observados por Ohno (1997) e Calarge *et al.* (2012).

De maneira semelhante aos resultados observados para os pulverizadores (Figura 1), observa-se na Figura 2, a redução dos valores imobilizados em peças para os tratores. Embora

haja grande variação mensal ao longo do ano, essa redução mostra-se perceptível em todos os meses entre os dados de 2021 e 2022, após a implementação das ferramentas de gestão.

A maior redução foi observada no mês de fevereiro, onde em 2021 era de R\$ 68 mil e em 2022 R\$ 2 mil. Outro efeito importante a observar é que houve uma redução nos valores imobilizados mês a mês, sendo que o valor máximo imobilizado foi de R\$ 69 mil em fevereiro de 2021 e o máximo imobilizado no estoque em 2022 foi de R\$ 28 mil.

**Figura 2** - Inventário financeiro (R\$ x 1.000) de peças de 20 tratores nos anos de 2021 e 2022, com a aplicação da metodologia *lean* para o controle de estoque, a partir do mês de novembro de 2021

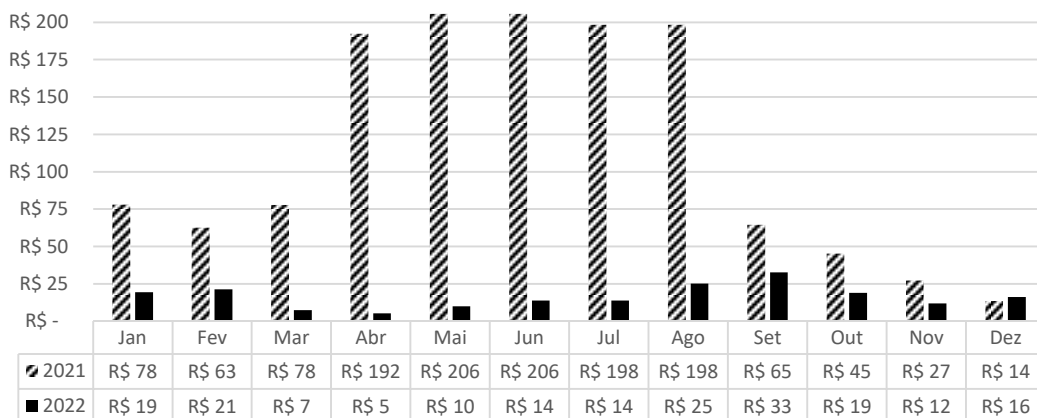


Fonte: dados da pesquisa.

Os resultados obtidos para o grupo de peças dos tratores também foram satisfatórios, demonstrando redução expressiva no volume de peças em estoque e uma otimização dos recursos financeiros, evitando a retenção de capital desnecessário. Estes resultados demonstram a importância dos estoques no contexto agrícola, uma vez que desempenham um papel fundamental no desempenho dos vários setores envolvidos. Em outras palavras, o principal objetivo do gerenciamento de estoque é garantir um equilíbrio entre o estoque planejado de produtos e o estoque real de produtos. Os resultados observados estão de acordo com outros estudiosos como Dandaro e Martello (2015) e Silva (2020).

De forma semelhante, resultados satisfatórios também são observados para o grupo de 15 semeadoras, conforme visto na figura 3, onde a eficácia da metodologia *lean* é destacada pela considerável redução nos valores imobilizados em peças das semeadoras. De abril a agosto de 2021 os valores imobilizados em peças de 15 semeadoras se aproximava a R\$ 200 mil. Após a aplicação do método de gestão *lean*, os valores ficaram entre R\$ 33 mil em setembro de 2021 e R\$ 5 mil em abril de 2022. A maior redução foi observada no mês de maio, onde em 2021 o valor era de R\$ 206 mil, e em 2022 de R\$ 5 mil, demonstrando também a eficiência da metodologia proposta para esse grupo de máquinas (Figura 3).

**Figura 3** - Inventário financeiro (R\$) de peças de 15 semeadoras nos anos de 2021 e 2022, com a aplicação da metodologia *lean* para o controle de estoque, a partir do mês de novembro de 2021



Fonte: dados da pesquisa.

O estoque de peças de semeadoras observado na figura 3, reflete o grupo de implementos que executa a atividade mais importante no sistema de produção agrícola, o plantio. Esse grupo em 2021, imobilizou a maior quantidade de recursos suprimidos em relação aos outros grupos estudados. Isso se deve ao fato de e que dentre as diversas atividades que compõem o sistema produtivo, a semeadura é a que deve ser realizada em menor período, inclusive menor que a colheita. Quanto menor for o tempo entre o início e o término do plantio das lavouras, mais tempo favorável as culturas terão para se desenvolver e produzir satisfatoriamente. Essa característica faz desse grupo o de maior risco caso ocorra falta de peças e manutenção.

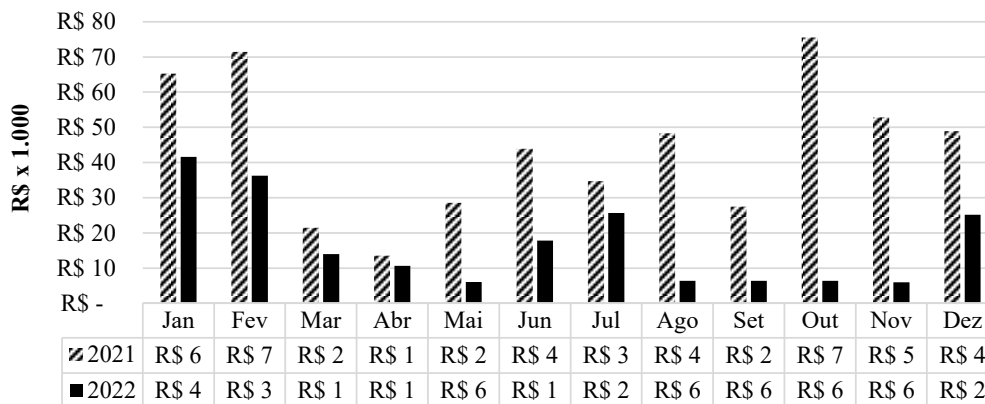
Outro fator a considerar é que essas máquinas possuem elevada tecnologia, distribuída em unidades de semeadura denominadas “linhas de plantio”. Delas depende a precisão na distribuição das sementes e fertilizantes que são a base da produtividade almejada.

Observa-se então entre os meses de abril a agosto de 2021 valores próximos a R\$ 200 mil, que no ano seguinte a implementação da metodologia *lean* em 2022, reduziu para montantes entre R\$ 5 mil a R\$ 25 mil, não ultrapassando o valor de R\$ 33 mil em setembro, período que antecede o período de plantio. Mesmo nos meses de maior atividade, e consequentemente demanda de peças, a partir de dezembro, o valor imobilizado nesse grupo não ultrapassou R\$ 19 mil.

A importância estratégica dessa atividade e os possíveis atrasos, podem acarretar além de perdas na produção um efeito em cadeia nas operações seguintes. Essas características relacionadas à operação, mais especificamente às semeadoras, possivelmente refletiram no maior estoque de peças encontrados no estoque antes da implementação das ferramentas descritas (Figura 3). Segundo Santos, Marion e Segatti (2002), a agricultura é uma arte de cultivar, sendo um conjunto homem e máquinas, na qual o processo produtivo bem estruturado e gerenciado apresentara excelentes resultados dentro da produção.

A Figura 4 enfatiza a redução significativa no estoque de peças para 12 colhedoras entre os anos de 2021 e 2022, evidenciando como nos outros grupos a eficiência da gestão de estoque implementada. Apesar de menos expressiva em comparação com outros grupos, a redução é também observada, refletindo a importância da coordenação eficaz da gestão de estoque para máquinas agrícolas. Observa-se que no período de 2021 chegamos ao valor total durante os 12 meses R\$ 533 mil e já no ano de 2022 o valor orçado de peças para o grupo de colhedoras totalizou-se ao montante de R\$ 202 mil, ou seja, uma redução de valores em aquisição de peças em mais de 62%.

**Figura 4** - Inventário financeiro (R\$) de peças de 12 colhedoras nos anos de 2021 e 2022, com a aplicação da metodologia *lean* para o controle de estoque, a partir do mês de novembro de 2021



Fonte: dados da pesquisa.

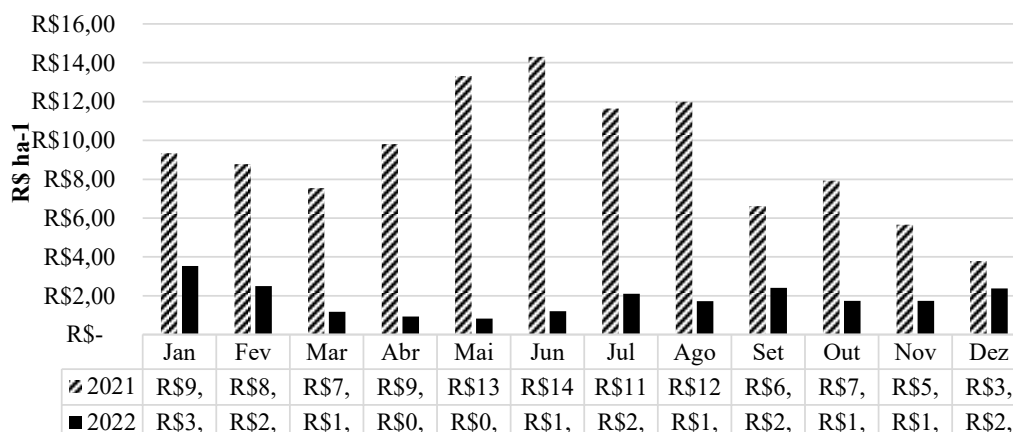
O grupo de máquinas com maior valor de mercado entre os analisados, sem dúvida, são as colhedoras. Essa característica, juntamente com a elevada qualificação dos operadores e consequentemente gestão do trabalho, leva na situação analisada, à necessidade de terceirização da colheita. Neste estudo aproximadamente 60% das colhedoras que atuaram, sendo terceirizado os outros 40%. Essa abordagem de planejamento resulta em uma gestão mais eficaz das máquinas. Contudo, observou-se uma redução significativa de estoque (Figura 4), embora menos expressiva em comparação aos outros grupos de máquinas abordados (Figuras 1, 2 e 3).

A coordenação da gestão de estoque de máquinas agrícolas é talvez o maior desafio da propriedade. Aumentar a eficiência da gestão do estoque, pode não só representar economia direta pela redução dos valores imobilizados, como também proporcionar um ambiente mais favorável e organizado para

execução das atividades mecanizadas, de forma indireta, melhorando seu rendimento, índice de manutenção e tempo de máquina parada, pontos importantes dentro da mecanização, e avaliados a seguir. Desse modo os resultados observados na figura 4, corroboram os publicados por Piacentini *et al.* (2012).

Na Figura 5, observa-se o estoque total de peças. Após a implementação da metodologia em novembro de 2021, observa-se considerável redução no capital imobilizado em estoque em todos os meses, chegando a uma economia de R\$ 13,1 ha<sup>-1</sup> no mês junho. A redução de estoque de peças de forma geral acarreta, contudo, um risco considerável. Todavia, se realizada de forma inadequada pode causar atrasos na manutenção de máquinas e aumentos no tempo de máquina parada e perdas no rendimento ha.h<sup>-1</sup>.

**Figura 5** - Demonstração do estoque de peças (R\$ ha<sup>-1</sup>) nos anos de 2021 e 2022 com a aplicação da metodologia *lean* em novembro de 2021



Fonte: dados da pesquisa.

Os resultados analisados na figura 5 refletem de maneira geral os efeitos integrais da metodologia proposta. Isso foi possível, por considerarmos que os efeitos estão alinhados a conceitos rendimento e de excelência em gestão. Para atingir esse propósito é preciso trabalhar em prol de um só objetivo, que é a gestão de processos, gestão de pessoas e resultados

com foco na conscientização dos autores dos processos (Tyagi *et al.*, 2015; Schmidtke Heiser; Hinrichsen, 2014), conceitos que fazem parte da metodologia aplicada e reafirmam os resultados demonstrados.

Os dados expressos na figura 5, representados pelo alto estoque em R\$ por ha, anteriores à implementação da



metodologia (2021), são resultados da aquisição de um grande volume de peças em caráter de urgência, prática comum em empreendimentos dessa natureza, que trabalha com janelas estreitas para a realização das operações.

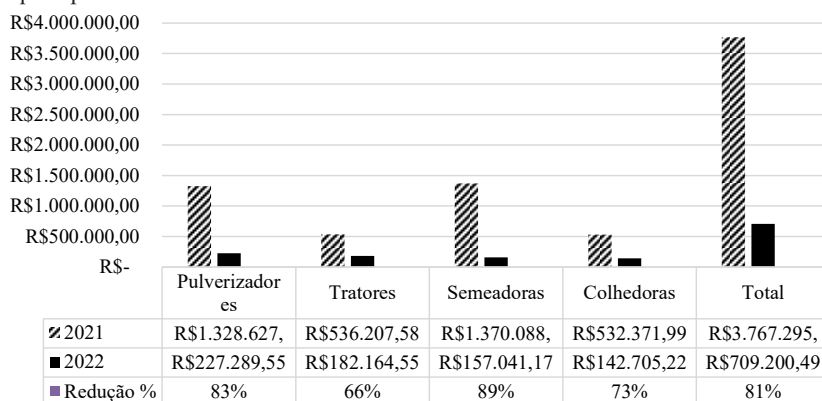
A Figura 6, apresenta os valores em estoque de peças nos dois períodos avaliados. Nota-se nos resultados a redução de capital total imobilizado no estoque de peças nos diversos grupos de equipamentos estudados com destaque para o grupo de peças para as semeadoras onde foi possível observar uma redução de 90% no valor em R\$ imobilizado. O mesmo efeito foi observado nos grupos de tratores, pulverizadores e colhedoras com respectivas reduções de 66%, 83% e 73%. De maneira geral, no total de valor em R\$ imobilizados para esses grupos de máquinas, pode-se observar uma economia de R\$ 3.058.095,00.

A esses resultados atribui-se ao somatório das metodologias com as melhorias do controle rotativo de estoque (*Kanban*), melhoria contínua de processos (*Kayzen*)

e demais conceitos de gestão de pessoal aplicados. Vale a pena mencionar aqui que o *modus operandi* para requisição e estoque de peças encontrado na propriedade era realizado de acordo com a demanda de máquina quebrada independente desta estar em operação. Isso ocasionou, possivelmente o estoque elevado descrito e muitas peças de baixa demanda. Após a implementação da metodologia lean, as requisições de peças passaram a ser emitidas de acordo com o calendário de operações, ou seja, quando havia realmente a demanda do estoque (*Just in time*), a partir do uso da máquina.

Aplicando a melhoria contínua entre gestores e as operações chegamos na seguinte observação: para todo início de atividade devemos trabalhar inicialmente os estoques mínimos e máximos e com a conclusão das atividades chegar ao estoque zero. Em soma adotando a gestão lean eliminamos o desempenho financeiro negativo, desperdícios, movimentos desnecessários e os valores de peças paradas em estoque mantendo somente o estoque mínimo necessário (figura 6).

**Figura 6** - Relatório financeiro de peças em estoque no mês de outubro 2021 e dezembro 2022, com a aplicação da metodologia *lean* para o controle de estoque a partir do mês de novembro de 2021



Fonte: dados da pesquisa.

Como reflexo da metodologia *lean*, observou-se a redução do desperdício, eliminou-se o estoque de peças com defeito, peças ociosas e uma gestão mais próxima aos fornecedores, inserindo os mesmos como parceiros alinhados às melhorias da companhia. Diversos autores defendem a aplicação desses conceitos, dentre eles podemos citar Lyer *et al.* (2010) e Liker e Convis (2013) aos quais atribuímos a expressiva redução de estoque demonstrada na Figura 6.

Segundo Womack e Jones (2004) enunciam que o valor para o cliente é criado pelo seu operacional (*Gemba*), por isso é preciso entender como o processo de compras ocorre para os nossos clientes internos. Para o bom andamento da metodologia enxuta é preciso mapear o fluxo de valor atual. A partir do mapeamento do fluxo de valor mensuramos com indicadores o tempo de atendimento dos suprimentos ao cliente interno e tempo do nosso fornecedor ao setor de suprimentos.

Como resultado das práticas implementadas, foi observada uma redução significativa no desperdício, bem como a

eliminação do estoque de peças defeituosas e ociosas. Além disso, houve uma gestão mais próxima dos fornecedores, integrando-os efetivamente ao negócio da empresa. Vários autores endossam corroboram os resultados observados justificando sua implementação e ressaltando as melhorias descritas (Schmidt, 2019; Caicedo; García e Montoya 2020; Talukder, 2021).

A implementação das ferramentas, como o *just in time*, que preconiza o atendimento preciso, no momento apropriado e na quantidade necessária, tanto no controle de estoque quanto nas requisições de peças, resultou em uma maior disponibilidade de máquinas. Esse efeito também foi atribuído ao conceito de *Kaizen*, que se concentra na melhoria contínua (Nayal, 2023; Santos; Clementino; Borges, 2022).

Para assegurar o eficaz desdobramento da metodologia enxuta, torna-se imperativo a realização do mapeamento do fluxo de valor atual, conforme exemplificado por Allipio Junior e Passos (2020). Mediante esse processo de mapeamento, é possível quantificar, por meio de indicadores, tanto o tempo

necessário para o fornecimento de insumos ao cliente interno quanto o tempo que o nosso fornecedor demanda para abastecer o setor de suprimentos.

#### 4 Conclusão

A implementação das ferramentas *lean* teve um impacto significativo no setor de suprimentos. Elas resultaram em uma redução média de 81% no valor do estoque de peças nos grupos de tratores, semeadoras, pulverizadores e colhedoras, proporcionando uma gestão mais eficiente e uma significativa economia de recursos financeiros no âmbito do setor de suprimentos.

A ferramentas de gestão inerentes à metodologia *lean* se mostraram aplicáveis ao setor de suprimentos, oferecendo uma abordagem prática, simples e eficaz para aprimorar a eficiência e a produtividade neste contexto agrícola específico.

#### Referências

- CALCEDO S.N.E.; GARCÍA L. G.A.; MONTOYA, J.R.T. Towards the integration of lean principles and optimization for agricultural production systems: a conceptual review proposition. *J. Sci. Food Agricult.*, v.100, n.2, p.453-464, 2020.
- CALARGE, F.A. et al. Evaluation of Lean Production System by using SAE J4000 standard: Case study in Brazilian and Spanish automotive component manufacturing organizations. *Afric. J. Bus. Manag.*, v.6, n.49, p.11839, 2012.
- DANDARO, F.; MARTELLO, L.L. Planejamento e controle de estoque nas organizações. *Rev. Gestão Ind.*, v.11, n.2, 2015.
- GIL, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.
- GUILHERME, A.A.; CHERON, C. Guia prático de pesquisa em educação. Caxias do Sul: EDUCS, 2021.
- IYER, A.V.; SRIDHAR, S.; VASHER, R. A gestão da cadeia de suprimentos da Toyota: uma abordagem estratégica aos princípios Toyota de Produção. Porto Alegre: Bookman, 2010. 244p.
- ALLIPIO JUNIOR, V.J. A.; PASSOS, F.U. Agricultura enxuta: proposta de aplicação do mapeamento de fluxo de valor em unidade produtora de algodão do estado de Mato Grosso. *Rev. Valore*, v.5, p. 362-370, 2020.
- KAY, R.D.; EDWARDS, W.M.; DUFFY, P.A. Gestão de propriedades rurais. Porto Alegre: AMGH, 2014.
- KELLERMANN, A.C. H. et al. Tecnologias habilitadoras para a agricultura 4.0 na cadeia de suprimentos visando a redução de desperdícios. *Exacta*, 2022.
- LEITE, B.C.C. et al. Capacitação x melhoria da qualidade: estudo de caso em uma indústria do ramo de máquinas agrícolas. *Inova+ Cad. Grad. Fac. Ind.*, v.2, n.1, 2021.
- MEDINA, G.S.; COSTA, R.B. Building agro-industrial capabilities in the sugarcane supply chain in Brazil. *Logistics*, v.7, n.4, p.71, 2023.
- MEDINA, G.; THOMÉ, K. Transparency in global agribusiness: transforming Brazil's soybean supply chain based on companies' accountability. *Logistics*, v.5, n.3, p.58, 2021.
- NAYAL, K. et al. Antecedents for blockchain technology-enabled sustainable agriculture supply chain. *Ann.f Oper. Res.*, v.327, n.1, p.293-337, 2023.
- OHNO, T. O. Sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- PIACENTINI, L. et al. Software para estimativa do custo operacional de máquinas agrícolas - maqcontrol. *Eng. Agríc.*, v.32, p.609-623, 2012.
- POPE, C.; MAYS, N. Qualitative research in health care. Oxford: Wiley-Blackwell, 2020.
- SANTOS, D.W.; CLEMENTINO, V.; BORGES, U. Lean manufacturing no agronegócio: uma análise bibliográfica da produção científica das bases Web of Science e SciELO no período de 2000-2020. *Exacta*, 2022.
- SANTOS, G.J.; MARION J.C.; SEGATTI, S. Administração de custo na agropecuária. São Paulo: Atlas, 2002.
- SCHMIDT, F.C. Sistema de produção para indústria de autopeças com elementos da Industria 4.0. 2019.
- SCHMIDTKE, D.; HEISER, U.; HINRICHSEN, O. A simulation enhanced value stream mapping approach for optimisation of complex production environments. *Int. J. Prod. Res.*, v.52, n.20, p.6146-6160, 2014.
- SILVA, B.W. Gestão de estoques: planejamento, execução e controle. BWS Consultoria, 2020.
- SOLIANI, R.D. Logística colaborativa e indicadores de ecoeficiência: impactos no transporte de soja e fertilizantes entre o Estado de Mato Grosso e os portos de Santos e Paranaguá. Ribeirão Preto : Universidade de Ribeirão Preto, 2020.
- TALUKDER, B. et al. Multi-indicator supply chain management framework for food convergent innovation in the dairy business. *Sustainable Futures*, v.3, p.100045, 2021.
- TYAGI, S. et al. Value stream mapping to reduce the leadtime of a product development process. *Int. J. Produc. Econom.*, p.160-212, 2015.
- WOMACK, J.P.; JONES, D.T. A Mentalidade Enxuta nas Empresas. Rio de Janeiro: Campus, 2004.