

LEAN MANUFACTURING APLICADA À GESTÃO DA MELHORIA DE UM SETOR: um estudo de caso

Cairo Henrique Ferreira Borges¹

Marcos Fernandes Sobrinho²

Graciele Cristina Silva³

Luiz Almeida da Silva⁴

68

Resumo: O Lean Manufacturing ou manufatura enxuta é uma filosofia de gestão que busca eliminar ou reduzir atividades que não agregam valor ao processo, melhorar a qualidade do produto e serviços, aumentar a eficiência e produtividade. O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo de caso por meio da metodologia Lean a fim de aumentar a produtividade do Laboratório de Análises de um terminal logístico situado em um município localizado na Região Sudeste do Brasil. O trabalho foi realizado no período de abril de 2017 a dezembro de 2018 em que foi implementada a análise de amostras em série, com uso de Mapa de Fluxo de Valor, Cronoanálise, Diagrama de Espaguete, Trabalho Padronizado e adequação de Layout. Os resultados obtidos foram redução do tempo médio da análise de aflatoxina do milho de 4 minutos e 10 segundos para 2 minutos e 14 segundos, por amostra (caminhão), bem como a otimização de 9,12 para 2,23 quilômetros percorridos pelo operador, por turno, redução de 6 para 2 colaboradores no setor, sendo feita a primarização da área e eliminação de *contrato com empresa terceirizada*.

Palavras-chave: Manufatura Enxuta, Desperdícios, Sistemas de Produção, Aflatoxina.

Abstract: Lean Manufacturing is a management philosophy that seeks to eliminate or reduce activities that do not add value to the process, improve product and service quality, increase efficiency and productivity. The objective of this work was to conduct a case study using the Lean methodology in order to increase the productivity of the Analysis Laboratory of a logistics terminal located in a municipality located in the Southeast of Brazil. The work was carried out from April 2017 to December 2018 in which the analysis of serial samples was implemented, using Value Stream Mapping, Chronanalysis, Spaghetti Diagram, Standardized Work and Layout adequacy. The results obtained were a reduction in the average time of corn aflatoxin analysis from 4 minutes and 10 seconds to 2 minutes and 14 seconds per sample (truck), as well as the optimization from 9.12 to 2.23 kilometers traveled by the operator per shift, reduction from 6 to 2 employees in the sector, being made the primarization of the area and elimination of contract with outsourced company.

Key words: Lean Manufacturing, Wastes, Production Systems, Aflatoxin.

¹ Mestrando, Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão, E-mail: cairoborges@ufg.br

² Bacharel em Administração, Doutor em Educação em Ciências e Matemática, Instituto Federal Goiano e Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão, E-mail: marcos.sbf@gmail.com

³ Doutora em Ciências da Saúde, Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão, E-mail: gcsilvanut@gmail.com

⁴ Doutor em Ciências, Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão, E-mail: enferluiz@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Diante de um mercado altamente competitivo e globalizado, as empresas buscam manter-se na vanguarda em constante atualização de suas estratégias de gestão. Para isso considera trazer maior eficiência em seus sistemas produtivos influenciando positivamente os fatores de desempenho como: custo, processos, qualidade, flexibilidade, inovação, logística e desenvolvimento de novos produtos (ANTUNES, 2008).

Segundo Womack, *et al.* (1992), a manufatura enxuta, cujo objetivo visa à eliminação das perdas do processo produtivo, torna-se um sistema de produção completo sendo referência em eficiência, trazendo redução de custos, maior produtividade e qualidade no processo de produção, garantindo a sobrevivência das empresas.

De acordo com Maziero e Bersot (2010), as aflatoxinas são um grupo de micotoxinas causadas por fungos, sendo o *Aspergillus flavus* considerado o toxigênico produtor mais comum.

A aflatoxina causa preocupação em alimentos e rações à base de milho e sua dosagem é requisito legal para exportação de grãos, preconizado pelo padrão ANEC - Associação Nacional dos Exportadores de Cereais (2016).

Existe um desperdício de tempo elevado na análise de aflatoxina que é aplicada no grão de milho, o que prejudica a produtividade da descarga desse produto no Terminal logístico.

Com a metodologia *Lean* espera eliminar o desperdício de tempo, movimentos, criar padrões de trabalho para manter o tempo padrão para a realização da análise e garantir a produtividade exigida pela empresa.

METODOLOGIA

Metodologia *Lean*

A metodologia *Lean* propõe um conjunto de ferramentas para melhorar o processo: *layout* da manufatura, gestão da demanda, planejamento da produção, logística integrada (abastecimento interno e externo), *milk run* (um método de acelerar o fluxo de materiais entre as unidades industriais no qual os veículos seguem uma rota para fazer múltiplas cargas e entregas em muitas unidades industriais), Gestão de Conhecimento, Sistema de Movimentação etc. (ROTHER e SHOOK, 1999).

A finalidade do trabalho foi otimizar o processo operacional de análise de aflatoxina dos grãos de milho realizada no Laboratório de Análises de grãos de um sistema rodoviário de descarga de um Terminal Logístico Multimodal situado em Araguari-MG.

Classificação do trabalho

Trata-se de uma pesquisa aplicada para solucionar um problema específico da empresa, quantitativa por comparar o tempo gasto para realizar a análise de aflatoxina e distância percorrida pelos funcionários antes e após as melhorias aplicadas. O trabalho é caracterizado como estudo de caso, pois inclui a perspectiva do autor para compreensão do problema. O estudo de caso está ligado diretamente à linha de inovação, desenvolvimento e tecnologia, orientada para a gestão de processos, tendo reflexo direto na área de Gestão Organizacional devido à redução de desperdícios, custos e alinhamento à estratégia de negócio da empresa.

O Laboratório de Análises de grãos foi o local escolhido para o trabalho, pois nele é realizada a análise de aflatoxina no milho. Essa análise é o objeto de estudo devido o tempo elevado para a sua execução e por ser mapeada como o gargalo do processo.

O estudo foi dividido em duas etapas: coleta de dados e aplicação de ferramentas *Lean*.

Coleta de dados

Realizou-se uma pesquisa de campo buscando a compreensão e embasamento dos conceitos da Produção Enxuta para a elaboração do estudo. Após, por meio de pesquisa documental e de campo na empresa foi possível a coleta de dados, diagnóstico da situação atual, análises, utilização da metodologia focada nos pontos mapeados e a realização do estudo de caso.

Para implementar esta filosofia, o principal ponto inicia-se na necessidade de compreender perfeitamente como efetivamente opera todo o processo produtivo atualmente, pois só assim conseguirá perspectivar hipotéticas de melhorias. Em seguida, constatar o que de facto os clientes consideram como mais-valias no produto, tentando ir ao seu encontro. Por último, não ter medo de melhorar. É neste sentido, que surgem as metodologias *Lean*, como ferramentas na detecção e eliminação de desperdícios” (BASTOS; CHAVES, 2012, p.5).

Utilizou-se o método observacional *in loco* para a coleta de dados do período de abril a julho de 2017. Os dados foram anotados em formulário impresso elaborado para essa finalidade e posteriormente compilados no software Excel®.

A tabela 1 apresenta a consolidação dos dados antes da aplicação da metodologia *Lean*.

Tabela 1: coleta de dados no processo atual de análise do produto, 2019

| Amostra | Abertura da lona | Espera entre etapas | Descida do amostrador | Subida do amostrador | Preparação da amostra | Análise de aflatoxina | Espera entre etapas | Fechamento da lona | Total |
|----------------------|------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|---------|
| 1 | 00:01:25 | 00:00:45 | 00:00:30 | 00:00:06 | 00:00:58 | 00:05:05 | 00:00:45 | 00:00:55 | 0:10:29 |
| 2 | 00:01:35 | 00:00:36 | 00:00:13 | 00:00:05 | 00:00:55 | 00:05:00 | 00:00:33 | 00:01:01 | 0:09:58 |
| 3 | 00:01:36 | 00:00:38 | 00:00:13 | 00:00:04 | 00:01:07 | 00:04:20 | 00:00:24 | 00:01:36 | 0:09:58 |
| 4 | 00:01:11 | 00:00:44 | 00:00:09 | 00:00:05 | 00:00:55 | 00:05:45 | 00:00:28 | 00:01:11 | 0:10:28 |
| 5 | 00:01:19 | 00:00:29 | 00:00:03 | 00:00:08 | 00:01:03 | 00:06:34 | 00:00:39 | 00:00:59 | 0:11:14 |
| 6 | 00:01:23 | 00:00:36 | 00:00:05 | 00:00:08 | 00:00:48 | 00:05:25 | 00:00:34 | 00:00:53 | 0:09:52 |
| 7 | 00:01:25 | 00:00:28 | 00:00:21 | 00:00:10 | 00:01:06 | 00:06:05 | 00:00:31 | 00:01:05 | 0:11:11 |
| 8 | 00:01:16 | 00:00:47 | 00:00:06 | 00:00:05 | 00:00:46 | 00:05:58 | 00:00:29 | 00:01:18 | 0:10:45 |
| 9 | 00:01:23 | 00:00:48 | 00:00:03 | 00:00:05 | 00:00:33 | 00:05:02 | 00:00:21 | 00:01:03 | 0:09:18 |
| 10 | 00:01:34 | 00:00:43 | 00:00:03 | 00:00:07 | 00:00:39 | 00:05:01 | 00:00:19 | 00:01:34 | 0:10:00 |
| Média | 00:01:25 | 00:00:39 | 00:00:11 | 00:00:06 | 00:00:53 | 00:05:26 | 00:00:30 | 00:01:10 | --- |
| Mediana | 00:01:24 | 00:00:41 | 00:00:08 | 00:00:05 | 00:00:55 | 00:05:15 | 00:00:30 | 00:01:04 | --- |
| Moda | 00:01:25 | 00:00:36 | 00:00:03 | 00:00:05 | 00:00:55 | Amodal | Amodal | Amodal | --- |
| Desvio padrão | 00:00:08 | 00:00:07 | 00:00:09 | 00:00:02 | 00:00:11 | 00:00:40 | 00:00:08 | 00:00:15 | --- |

Fonte: elaborado pelos autores, 2018.

Aplicação de ferramentas *Lean*

Mapa de Fluxo de Valor

O diagnóstico da situação atual foi por meio da ferramenta de mapa de fluxo de valor (MFV) para identificar qual etapa do ciclo rodoviário de descarga de grãos era o gargalo do processo. Segundo Fachin (2006, p. 38), o objetivo da observação naturalmente pressupõe a possibilidade de captar com precisão os aspectos essenciais e acidentais de um fenômeno do contexto empírico. O processo gargalo, ou seja, aquele que tem a menor capacidade operacional e dita o ritmo de produção, foi o de análise de aflatoxina do milho realizadas no Laboratório, o qual contempla a etapa de retirada da lona do caminhão pelo caminhoneiro, a coleta de amostras, análise no laboratório e colocação da lona após análise do produto, vide figura 1.

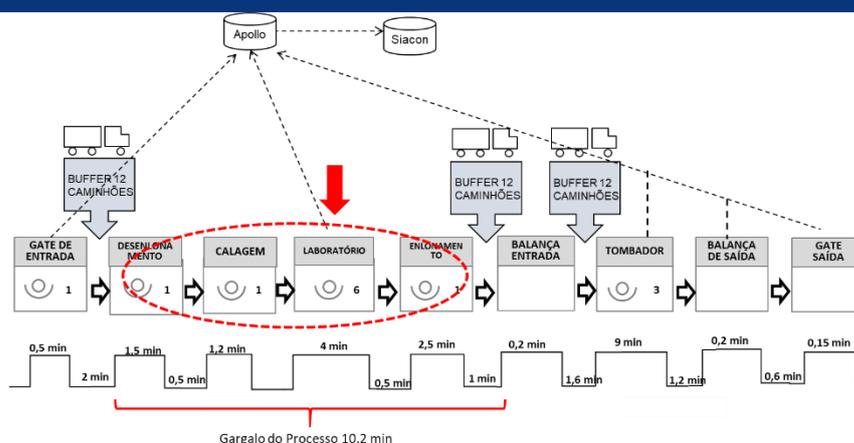


Figura 1: Mapa de fluxo de valor do ciclo rodoviário para descarga de grãos.

Fonte: elaborado pelos autores, 2017.

No *layout* do Terminal (Fig. 2) é possível ilustrar as etapas que compõem o ciclo rodoviário para a descarga de produto, em que na etapa 1 o caminhão adentra pela Portaria, em seguida é direcionado para o Laboratório de Análises – etapa 2, depois segue para a pesagem na balança de entrada – etapa 3, depois o produto é descarregado nos equipamentos de descarga – etapa 4, conseqüentemente o caminhão é pesado na balança de saída e finalmente avança para a Portaria de saída – etapa 5, concluindo o seu atravessamento pelo Terminal. Pelo *layout* é possível identificar a localização geográfica do laboratório de análises (gargalo).

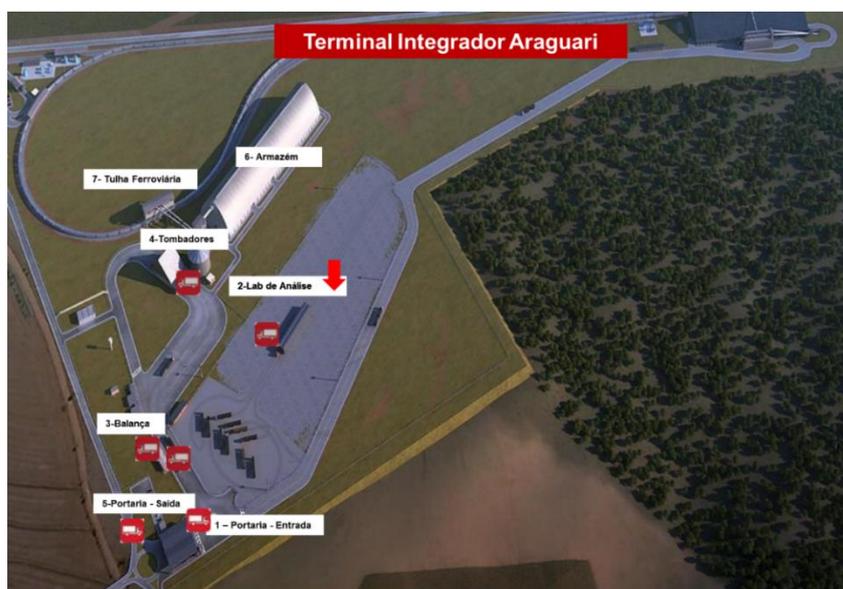


Figura 2: *Layout* do Terminal.

Fonte: elaborado pelos autores, 2018.

No laboratório são realizadas análises físicas, identificação de defeitos a olho nu, análise biológica e análise de aflatoxina.

Cronoanálise

Mediante a etapa gargalo definida, aplicou-se a cronoanálise nas etapas envolvidas desde os procedimentos operacionais antes da coleta de amostra, espera entre etapas e análise e após análise. Foi realizada análise estatística descritiva pelo software Excel® para avaliar o comportamento atual do processo.

73

Estudo de tempos e movimentos

A quantificação da movimentação dos operadores que trabalham no Laboratório foi feita por meio do diagrama de espaguete e mensurada com um pedômetro OMRON® modelo *Ultimate Pedometer*. Aplicou-se a medição nos seis funcionários do setor por uma semana para checar a distância percorrida em um turno de oito horas de trabalho (Fig. 3). O resultado médio encontrado por pessoa foi de 9,12 quilômetros percorridos durante o expediente de trabalho.

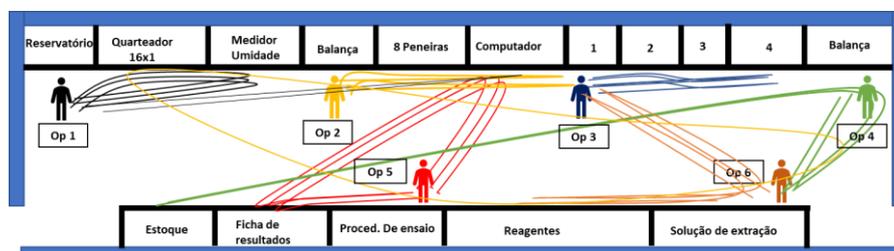


Figura 3: *Layout* do Laboratório.

Fonte: elaborado pelos autores, 2017.

Organização de *layout*

Foi feito o *layout* em série para ordenação das atividades e desenvolvimento do trabalho padronizado para os funcionários (Fig. 4).



Figura 4: Desenho de *Layout* em série do Laboratório.

Fonte: elaboração pelos autores, 2018.

A principal mudança do *layout* do laboratório foi a abertura de duas linhas de produção, uma para análise física e outra somente para análise de aflatoxina.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se que havia uma falta de sequenciamento das atividades e não havia uma roteirização lógica, o que gerava uma movimentação desnecessária, excesso de esforço físico e ergonômico.

A alteração de *layout* enxugou os desperdícios de tempo e movimentação, reduzindo de 9,12 para 2,23 quilômetros percorridos por operador em sua jornada de trabalho e de 6 para 2 operadores na realização da análise de aflatoxina do milho (Fig. 5).

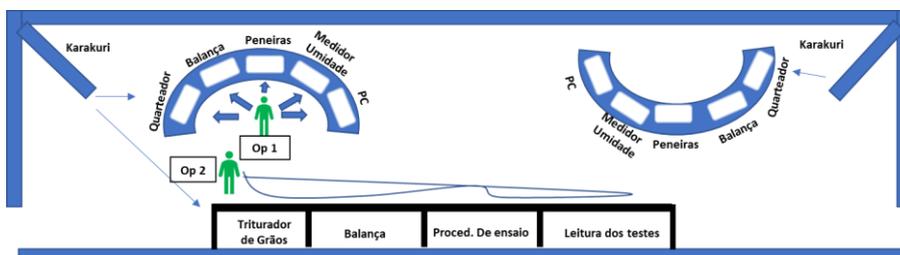


Figura 5: *Layout* do Laboratório em série.

Fonte: elaboração pelos autores, 2018.

O tempo médio da análise de aflatoxina do milho foi reduzido de 4 minutos e 10 segundos para 2 minutos e 14 segundos por amostra (caminhão) e desvio padrão de 40 para 5 segundos, como visto na tabela 2.

Tabela 2: coleta de dados após melhorias no processo de análise do produto, 2019

| Amostra | Abertura da lona | Espera entre etapas | Descida do amostrador | Subida do amostrador | Preparação da amostra | Análise de aflatoxina | Espera entre etapas | Fechamento da lona | Total |
|----------------------|------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|---------|
| 1 | 00:01:25 | 00:00:45 | 00:00:30 | 00:00:06 | 00:00:58 | 00:02:18 | 00:00:45 | 00:00:55 | 0:07:42 |
| 2 | 00:01:35 | 00:00:36 | 00:00:13 | 00:00:05 | 00:00:55 | 00:02:14 | 00:00:33 | 00:01:01 | 0:07:12 |
| 3 | 00:01:36 | 00:00:38 | 00:00:13 | 00:00:04 | 00:01:07 | 00:02:15 | 00:00:24 | 00:01:36 | 0:07:53 |
| 4 | 00:01:11 | 00:00:44 | 00:00:09 | 00:00:05 | 00:00:55 | 00:02:23 | 00:00:28 | 00:01:11 | 0:07:06 |
| 5 | 00:01:19 | 00:00:29 | 00:00:03 | 00:00:08 | 00:01:03 | 00:02:16 | 00:00:39 | 00:00:59 | 0:06:56 |
| 6 | 00:01:23 | 00:00:36 | 00:00:05 | 00:00:08 | 00:00:48 | 00:02:08 | 00:00:34 | 00:00:53 | 0:06:35 |
| 7 | 00:01:25 | 00:00:28 | 00:00:21 | 00:00:10 | 00:01:06 | 00:02:15 | 00:00:31 | 00:01:05 | 0:07:21 |
| 8 | 00:01:16 | 00:00:47 | 00:00:06 | 00:00:05 | 00:00:46 | 00:02:17 | 00:00:29 | 00:01:18 | 0:07:04 |
| 9 | 00:01:23 | 00:00:48 | 00:00:03 | 00:00:05 | 00:00:33 | 00:02:05 | 00:00:21 | 00:01:03 | 0:06:21 |
| 10 | 00:01:34 | 00:00:43 | 00:00:03 | 00:00:07 | 00:00:39 | 00:02:13 | 00:00:19 | 00:01:34 | 0:07:12 |
| Média | 00:01:25 | 00:00:39 | 00:00:11 | 00:00:06 | 00:00:53 | 00:02:14 | 00:00:30 | 00:01:10 | --- |
| Mediana | 00:01:24 | 00:00:41 | 00:00:08 | 00:00:05 | 00:00:55 | 00:02:15 | 00:00:30 | 00:01:04 | --- |
| Moda | 00:01:25 | 00:00:36 | 00:00:03 | 00:00:05 | 00:00:55 | 00:02:15 | Amodal | Amodal | --- |
| Desvio padrão | 00:00:08 | 00:00:07 | 00:00:09 | 00:00:02 | 00:00:11 | 00:00:05 | 00:00:08 | 00:00:15 | --- |

Fonte: elaborado pelos autores, 2018.

Houve a economia de 6 para 2 funcionários, o que gerou um resultado colateral positivo, tendo em vista que foi eliminado o contrato de uma empresa terceira responsável pela preparação e análise das amostras de aflatoxina, sendo feita a primarização integral dos serviços do setor.

Observa-se a estabilidade do processo em 2018 após a aplicação das ferramentas *Lean* e organização do *layout* (Gráf. 1).

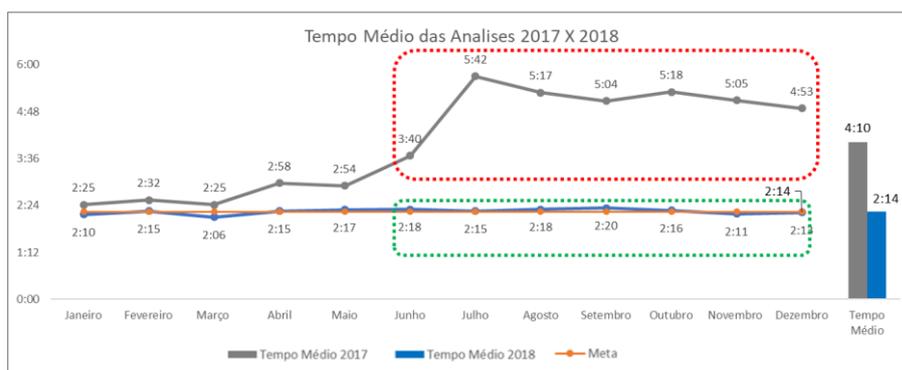


Gráfico 1: Comparativo do tempo de análise da aflatoxina dos anos 2017 e 2018, antes e após as melhorias.

Fonte: elaborado pelos autores, 2018.

Com a redução de desperdícios, foi possível aumentar a produtividade do Laboratório de 15 para 30 carretas por hora (Gráf. 2). Esse padrão de eficiência aumenta a capacidade do Laboratório de Análises para atender a demanda de 28 caminhões por hora e garantindo o fluxo contínuo do processo.

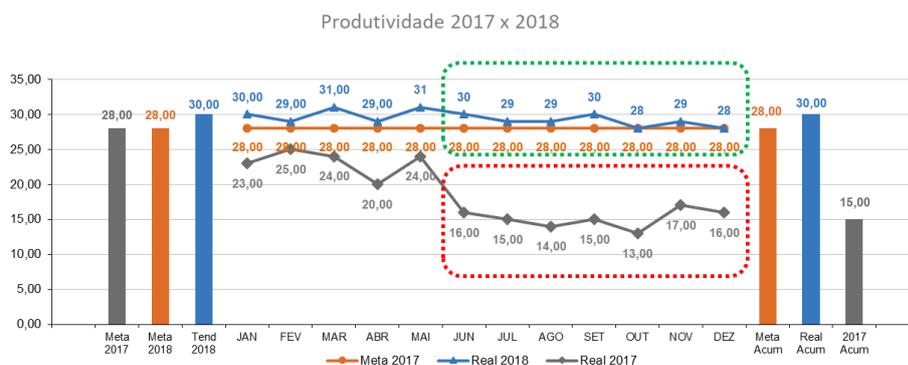


Gráfico 2: Comparativo da produtividade carretas por hora dos anos 2017 e 2018.

Fonte: elaborado pelos autores, 2018.

Os resultados obtidos foram a redução de desperdício de tempo, redução da movimentação desnecessária o que acabou por trazer um ganho em produtividade na ordem de atender a demanda de 30 carretas analisadas por hora versus uma demanda de 28, portanto, houve aumento da capacidade de análises. Além disso, com a reestruturação do trabalho padronizado e aplicação do novo *layout* conseguiu-se reduzir de 6 para 2 funcionários no setor e eliminar o contrato com a empresa terceira que realizava as análises de aflatoxina nos grãos de milho, com redução anual no pacote de contratos de R\$ 675.000,00.

CONCLUSÃO

A aplicação da metodologia Lean possibilitou reduzir desperdícios em etapas envolvidas na análise da aflatoxina do milho executadas no Laboratório. Os dados apontam para redução de atividades que, em larga medida, não agregam valor ao processo, além de sinalizar melhoria de *layout* para operadores, estabilidade do processo, redução de desperdícios, aumento da capacidade operacional e eliminação de contrato de empresa terceira que atuava na preparação e execução das análises de aflatoxina.

Nesse sentido, a solução de problemas por meio dessa metodologia implicou redução de custos e melhoria dos resultados operacionais no ambiente setorial da empresa.

No entanto, estudos futuros poderão apontar outras implicações para o setor produtivo, sobretudo considerando que, no presente artigo, a aplicação se restringiu a um estudo de caso e que, portanto, requer analisar critérios outros a possíveis generalizações.

REFERÊNCIAS

ANEC – Associação Nacional de Exportadores de Cereais. **ANEC 43 Brazilian Yellow Maize – FOB Contract for Parcels, 2016**. Disponível em: <<https://www.anec.com.br/es/servicios/contratos-es-es>>. Acesso em 20 jun 2019.

ANTUNES, Junico. **Sistemas de Produção: Conceitos e práticas para o projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2008.

BASTOS, Bernardo Campbell; CHAVES, Carlos. Aplicação de Lean Manufacturing em uma Linha de Produção de uma Empresa do Setor Automotivo. In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, IX SEGeT. **Anais...** Resende, 2012, p. 1-15. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/42916442.pdf>>. Acesso em: 31 ago. 2019.

FACHIN, O. **Fundamentos de Metodologia**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MAZIERO, M.T.; BERSOT, L. dos S. **Micotoxinas em alimentos produzidos no Brasil**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v.12, p.89-99, 2010. DOI: 10.15871/1517-8595/rbpa. v12 n1 p89-99.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. The Lean Institute Brasil, São Paulo, 1999.

WOMACK, J.P., JONES, D.T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**, Campus, Rio de Janeiro, 1992.