

APLICAÇÃO DA FERRAMENTA *SPAGHETTI CHART* E CONCEITOS DE *LEAN MANUFACTURING* PARA REDUÇÃO DE PERDAS EM UMA INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES

João Victor de Holanda¹
Adriano Marinheiro Pompeu²
Arthur Nunes de Castro Oliveira³
Danielle Freitas Santos Marinho⁴



RESUMO

Os debates relacionados ao crescimento da população mundial ao longo dos anos têm tomado proporções consideráveis, o avanço da tecnologia e da medicina proporcionam uma qualidade de vida mais favorável e conseqüentemente uma longevidade para as pessoas. Vinculado a este aumento, tem o acréscimo desenfreado por consumo de alimentos. Neste contexto, as empresas de fertilizantes, são responsáveis por promoverem maior assistência aos produtores que necessitam constantemente de resultados otimizados em suas lavouras. No entanto, é fundamental que no processo de produção do fertilizante as etapas sejam otimizadas e enxutas, mostrando maior eficiência, confiabilidade e qualidade no produto. Sendo assim, este trabalho utiliza de métodos criados no Japão pela indústria automobilística, conhecido como Lean Manufacturing, com a premissa de otimizar o processo de consumo das matérias primas utilizados na fabricação do fertilizante granulado. O projeto proposto é um estudo de caso, com abordagem qualitativa e objetivo descritivo. Os resultados alcançados demonstram o quanto o Lean é flexível e eficiente, tendo em vista a aplicação em um processo totalmente diferente do automobilístico e como melhorou os tempos operacionais, promovendo metas superadas e diferenciais competitivos.

PALAVRAS-CHAVES

Indústria de Fertilizante, Lean Manufacturing, Melhoria nos Indicadores

ABSTRACT

The debates related to the growth of the world population over the years have taken considerable proportions, the advancement of technology and medicine provide a more favorable quality of life and consequently a longevity for people. Linked to this increase is the unbridled increase in food consumption. In this context, fertilizer companies are responsible for promoting greater assistance to producers who constantly need optimized results in their crops. However, it is essential that in the fertilizer production process the steps are optimized and lean, showing greater efficiency, reliability and product quality. Therefore, this work uses methods created in Japan by the automobile industry, known as Lean Manufacturing, with the premise of optimizing the process of consumption of raw materials used in the manufacture of granulated fertilizer. The proposed project is a case study, with a qualitative approach and descriptive objective. The results achieved show how flexible and efficient Lean is, considering its application in a process that is totally different from the automotive one and how it has improved operating times, promoting surpassed goals and competitive differentials.

KEYWORDS

Fertilizer Industry. Lean Manufacturing. Improvement in Indicators

1 INTRODUÇÃO

Muito se tem discutido acerca do crescimento populacional que o mundo passou nas últimas décadas, se por um lado esse crescimento é sinal de que houve progresso em diferentes campos, tais como, a medicina e tecnologia, proporcionando assim, melhores condições de vida, por outro lado, há o surgimento de uma maior pressão nos setores produtivos para satisfazer a crescente demanda que se intensifica ao longo dos anos.

Nesse contexto, um dos setores que mais se desenvolveu foi o agronegócio, tendo em vista que maior parte da demanda alimentar mundial é composta de produtos agrícolas, principalmente com o consumo de grãos, como: soja, café e milho. Portanto, a procura desenfreada por estes insumos tem estimulado diversas empresas deste setor a procurar meios de aumentar sua produtividade.

Desta forma, segundo o Brasil (2020), a demanda mundial por fertilizantes apresentou um aumento de 4,19% entre o período de 2015 e 2020, com destaque para a Ásia, América do Norte, América Latina e o Caribe, os quais são responsáveis por 78,7% do consumo mundial.

Olsson (2016) destaca a fertilidade da área de cultivo como principal fator responsável pelo aumento dos ganhos produtivos. Segundo o autor, quanto mais fértil é a

área de cultivo, maior é a capacidade produtiva, todavia, a ocupação de áreas de menor fertilidade implica na necessidade da expansão do espaço de plantio, implicando na degradação do ambiente devido ao desmatamento e enfraquecimento do solo.

Diante de tal situação, tentando conciliar o crescimento econômico e o meio ambiente, as empresas passaram a investir em tecnologias do campo. Desta forma, surgiu a fabricação e comercialização de fertilizante com tecnologia empregada, facilitando o dia a dia do agricultor e aumentando a produtividade com o objetivo de atender a demanda mundial sem precisar degradar o meio ambiente.

Faz-se necessária, tendo em vista a rigorosidade que a produção de fertilizante exige, aliado a alta demanda deste produto, uma gestão eficiente dos insumos a fim de garantir sua qualidade e disponibilidade no mercado. Neste contexto, é fundamental organizar, controlar e gerir as movimentações das matérias primas, pois uma boa gestão dos insumos de produção proporciona vários benefícios, dentre eles a redução de custos e o aumento da competitividade.

Desta forma, pensando em alavancar a produtividade e eficiência nos processos, faz-se necessária a aplicação de técnicas, ferramentas e conceitos do *Lean Manufacturing* para identificação e eliminação de gargalos nas operações, redução de *Lead Time*, padronização, entre outros, como também a utilização de ferramentas quantitativas e visuais como a cronoanálise e o *Spaghetti Chart* para o estudo de tempos e movimentações de recursos, respectivamente.

Portanto, este trabalho é um estudo de caso cujo objetivo é analisar o consumo de matéria-prima em uma empresa de fertilizantes granulados, como também aplicar os conceitos de *Lean Manufacturing*, visando a redução dos desperdícios gerados pela falta de organização e gerenciamento dos estoques, para tanto, serão utilizadas técnicas de estudo de tempo e movimento, como também ferramentas visuais como *Spaghetti Chart*.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 LOGÍSTICA

Segundo Silva e Loss (2017), a logística é uma área estratégica para as organizações, podendo ser definida como o conjunto de atividades que contribuem para o fluxo de produtos desde a aquisição de matéria-prima, transformação em produto acabado e destinação aos consumidores finais. Para que todas essas operações ocorram de forma coordenada, os autores destacam a importância do fluxo de informações, passando por fornecedor, fábrica, varejo e cliente.

Em linhas gerais, a logística inclui todas as atividades importantes para disponibilidade de bens e serviços aos consumidores. Conforme Ballou (2017), a logística envolve todo o processo de planejamento, implantação e controle de fluxos de produtos, serviços e informações, com o objetivo de satisfazer as necessidades dos clientes.

2.2 GESTÃO DE ESTOQUE

A gestão de estoques pode ser entendida como uma ramificação da logística que está preocupada com o planejamento e controle de materiais e produtos, podendo ser associada como um importante meio para redução de custos totais associados a aquisição e gestão de materiais (BERTAGLIA, 2006; CHING, 2010).

A importância da gestão de estoques para a logística e para o gerenciamento da cadeia de suprimentos tem se tornado gradativamente evidente no meio empresarial, pois exerce influência muito grande na rentabilidade da empresa, visto que os estoques absorvem capital que poderia estar, sendo investido de outras maneiras. Dessa forma Wanke (2011) descreve que a gestão de estoques, em ambientes complexos, pode proporcionar impactos significativo nos níveis de serviço ao cliente e nos custos totais.

2.3 LEAN MANUFACTURING

O *Lean Manufacturing* ou sistema enxuto de produção trata-se de uma metodologia criada por dois engenheiros da Toyota, Eiji Toyoda e Taichi Ohno, após o final da Segunda Guerra Mundial. Trata-se de um sistema de gestão que foi desenvolvido com ênfase na melhoria de processos por meio da redução de perdas e desperdícios (MORAES, 2011).

De acordo com o Lima (2002), a metodologia *Lean* surgiu como uma necessidade da Toyota de se manter competitiva diante das empresas americanas, tendo em vista sua situação política e econômica no período pós-guerra, além de particularidades internas do Japão como: baixa quantidade de recursos e demanda pequena e diferenciada.

Ohno (1997) afirma que o foco principal do Sistema Toyota de Produção é a busca contínua da otimização do *lead time* de produção, ou seja, reduzir ao máximo o tempo entre a solicitação do cliente e a entrega do produto, para tanto, se faz necessário a eliminação de atividades que não agregam valor ao produto, sendo essas atividades tidas como desperdícios.

O *Lean* surge da necessidade de novas metodologias de produção, as quais possibilitem as empresas produzirem com menos recursos, com maior qualidade e no menor tempo possível, desta forma, toda e qualquer atividade que não contribua para o atendimento da qualidade, preço ou prazo requeridos pelo cliente devem ser identificados e eliminados. Desta forma, o *Lean* procura alcançar um fluxo de produtivo que ofereça exatamente o que o cliente deseja, na quantidade correta, no momento correto e no menor custo possível (SLACK et. al, 2018).

2.3.1 Kaizen (Melhoria Contínua)

O *kaizen* surgiu na metade do século XX como um importante elemento de gestão no Japão, servindo como uma ferramenta estratégica para implementação de processos de melhoria empresarial. O termo *kaizen* significa “melhoria contínua”, e com o passar do

tempo, passou a ser comumente associado como uma filosofia a qual permite a implementação dos conceitos do *Lean Manufacturing* (CAMARGO; SILVA; SIMÕES, 2018).

Fonseca e outros autores (2016) enfatizam o *kaizen* como principal filosofia para resolução de problemas, haja vista a utilização de ferramentas que envolvem todos da empresa. Os autores definem o *kaizen* como um sistema simples de resolução de problemas, proporcionando redução de custos e melhoria de desempenho nos processos.

De acordo com Rother e Shook (2003), existem duas variações de *kaizen*: o *kaizen* de fluxo e o de processo, enquanto o primeiro está focado no aumento do fluxo de valor, o segundo preocupa-se na eliminação de desperdícios. Desta forma, o *kaizen* de fluxo trata-se de processos de melhoria em nível gerencial/estratégico, enquanto o *kaizen* de processo ocorre em processos de melhoria em nível operacional.

2.3.2 *Spaghetti Chart*

O *Spaghetti Chart* ou diagrama de espaguete, é uma ferramenta utilizada para visualização da movimentação existente em processos, possibilitando a identificação de melhorias no fluxo de pessoas/materiais ao longo do chão de fábrica. O diagrama de espaguete pode ser entendido como uma ferramenta composta por um conjunto de linhas traçadas sob a planta-baixa de uma instalação, tais linhas representam os trajetos e a distância percorrida por trabalhadores, materiais ou equipamentos (SULE, 2008; BAHENSKY *et al.*, 2005).

3 METODOLOGIA

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Para analisar os fluxos logísticos e de produção é necessário utilizar ferramentas que possibilitem obter informações mais assertivas sobre os processos, a fim de torná-los mais eficientes, sendo assim, esta pesquisa trata-se de um estudo de caso.

Yin (2015) define o estudo de caso como uma investigação empírica, na qual analisa-se um fenômeno contemporâneo dentro do contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.

No sentido de analisar as causas de movimentação desnecessária no estoque, o método de investigação científico indutivo pode auxiliar nesse objetivo. Marconi e Lakatos (2017) definem a indução como um processo mental por intermédio do qual, partindo de dados particulares, suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas, desta forma, o objetivo da indução é chegar a conclusões gerais por meio de premissas ou argumentos individuais.

Este trabalho, tendo em vista a importância da cronoanálise para o estudo do processo, faz uso da abordagem quantitativa. Segundo Marques (2014), a abordagem quantitativa é aquela cujos dados coletados podem ser matematizados, ou seja, a análise é feita mediante tratamento estatístico.

Para Fonseca (2002), diferentemente da pesquisa qualitativa, os resultados da pesquisa quantitativa podem ser quantificados com foco na objetividade, trata-se de uma abordagem influenciada pelo positivismo, o qual considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos por instrumento padronizados e neutros. Desta forma, a pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, bem como as relações entre as variáveis estudadas.

3.2 COLETA DE DADOS

Para realização da coleta de dados, a fim de estabelecer uma maior relação entre as abordagens teóricas e práticas, foram elaboradas um conjunto de etapas as quais nortearam a execução da pesquisa, tais etapas forneceram o suporte necessário para: o mapeamento, avaliação, indicação, priorização e proposta de possíveis soluções para os problemas enfrentados pela empresa.

A primeira etapa para elaboração da pesquisa consistiu na proposição do modelo, ou seja, definiu o modelo de desenvolvimento adotado no projeto, que por sua vez, trata-se do estudo de caso. Essa etapa é composta por duas partes principais: pesquisa bibliográfica e análise de estudos similares. A pesquisa bibliográfica fornece os conceitos teóricos necessários para execução do projeto, enquanto a análise de estudos similares auxilia a tomada de decisões, tendo em vista a resolução de problemas e propostas de soluções em situações similares.

A segunda fase da pesquisa consiste na definição do escopo do projeto, onde por sua vez, são definidos os limites do projeto dentro da empresa, estabelecendo quais os setores envolvidos, pessoas, responsáveis etc. Vale destacar, também, a forma de avaliação da empresa, tendo em vista a existência de um conjunto de restrições impostas pelos gestores quanto ao uso de dados e informações internas.

Na terceira etapa da pesquisa são realizadas observações *in loco* do tipo exploratória, desta forma, são realizados estudos sobre o comportamento do processo, avaliação da rotina da empresa, viabilidade da aplicação dos conceitos do *Lean*, em seguida, depois de finalizado todo o processo de análise, são realizadas sugestões de melhoria e execução das adequações.

4 DIAGNÓSTICO DO PROCESSO

A empresa possui uma área de 8.893m² destinada ao armazenamento de insumos, como ilustra a Figura 1. No local, muitos colaboradores relatavam sobre os problemas com a falta de padronização e sinalização, fatores esses responsáveis por dificuldades em relação a identificação do item correto para consumo, dificultando assim, a rotina do trabalhador.

Figura 1 – Armazenamento dos estoques

Fonte: Autores (2021).

Em seguida, foi realizado um estudo dinâmico do processo, ou seja, foi realizada uma análise dos processos funcionando na prática, dessa forma, foram enfatizadas questões como: gargalos, movimentações e tempo de operação. Para a realização desta análise, foi utilizado o gráfico de espaguete.

A análise de movimentações foi dividida em duas etapas: a primeira análise foi realizada em relação a movimentação de matéria prima (MP) em áreas de consumo mais próximas, sendo essas as que possuem maior rotatividade, a segunda análise foi realizada para áreas de menor consumo, sendo essas áreas as mais distantes do setor produtivo.

Conforme ilustrada na Figura 2, as matérias primas mais consumidas são estocadas próximas à área de produção. A movimentação acontece toda vez que as moegas de alimentação da produção do fertilizante chegam ao um nível próximo 30% de ocupação, então o operador de planta baixa desloca-se até o ponto de encontro com o operador de pá carregadeira.

Figura 2 – *Spaghetti Chart* aplicado na área de maior consumo

Fonte: Autores (2021).

No cenário inicial a atividade era dividida em: inserir corrente, análise das pilhas para retirada de MP, deslocamento até a pilha, deslocamento até o local de mistura. Conforme pode ser observado no Quadro 1, foram obtidos os seguintes tempos de operação:

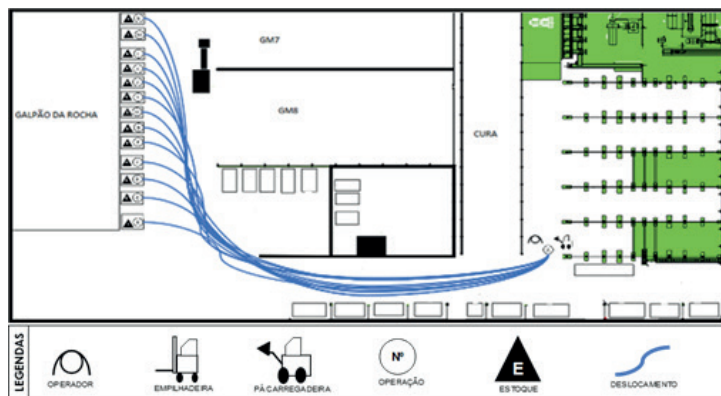
Quadro 1 – Tempos médios de operação

Nº	ATIVIDADE	MANUAL (mm)
1	Inserir a corrente na Pá-carregadeira	00:00:16
2	Análise das pilhas para retirada das MPs	00:05:43
3	Deslocamento até a pilha de MP	00:00:46
4	Atrala MP na corrente	00:03:01
5	Deslocamento até local de mistura	00:00:49
Total		00:16:18

Fonte: Autores (2021).

Em seguida, foi feita a análise do segundo cenário, cujos estoques ficam mais distantes, uma vez que tais insumos possuem baixa demanda do setor produtivo. Conforme ilustrado na Figura 3, pode-se observar as maiores distancias que devem ser percorridas, sendo necessário se deslocar por toda a planta fábrica.

Figura 3 – Spaghetti Chart aplicado na área de menor consumo e mais distante



Fonte: Autores (2021).

Conforme pode ser observado na Quadro 2, como principal consequência desse tipo de deslocamento pode-se destacar os maiores tempos necessários para realização das atividades, pois a locomoção até o local é considerada longa, como também essa movimentação interfere diretamente no desgaste físico e na eficiência do processo. Com base nos tempos obtidos, pode-se concluir que a diferença entre o tempo total de operação nos dois cenários é de três minutos.

Quadro 2 – Tempos médios de operação para cenário mais distante

Nº	ATIVIDADE	MANUAL (mm)
1	Inserir a corrente na Pá-carregadeira	00:00:16
2	Análise das pilhas para retirada das MPs	00:05:43
3	Deslocamento até a pilha de MP	00:02:17
4	Atrai MP na corrente	00:03:01
5	Deslocamento até local de mistura	00:02:20
Total		00:19:20

Fonte: Autores (2021).

Durante as observações, também foi constatado problemas em relação ao gerenciamento da matéria prima, onde os gestores responsáveis pelo controle de estoque relataram problemas em relação a divergência entre o estoque físico e o estoque contábil, proporcionando problemas em vários outros setores, como compras e produção.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme as Figuras 2 e 3, um grande problema que afeta negativamente a empresa é o excesso de movimentação. Segundo os trabalhadores do local, eles possuíam muita dificuldade em encontrar o insumo correto para o consumo, uma vez que o local de estocagem era muito grande, como também não possuía sinalizações ou algum outro mecanismo de comunicação que auxiliassem a correta seleção da matéria prima.

Foram utilizados eventos *kaizen*, tendo em vista essa ineficiência do processo, para propor ações de melhoria de menor custo e no menor prazo, desta forma, na primeira etapa do evento foi realizada uma análise do processo junto com os gestores e trabalhadores do setor de armazenagem para levantamento de informações.

Segundo informações obtidas, foi constatado que o setor de ensaque possui o maior número de colaboradores com treinamento em descarregamento e movimentação de empilhadeiras. Desta forma, com base nessa informação, foram propostas alterações no processo de movimentação das MP.

A segunda etapa do evento consiste em executar a proposta de melhoria, onde foi definido que a empresa não deve mais concentrar esforços na organização de MP, mas em criar estoques intermediários que fiquem mais próximos dos locais de consumo de produção. Para a implementação de tais estoques foi levado em consideração os estoques de segurança estabelecidos pelo gestor de produção, onde foram definidos os limites máximos e mínimos os quais os estoques devem operar.

Depois dessa mudança, tendo em vista o maior treinamento dos colaboradores do setor de ensaque, os estoques intermediários seriam reabastecidos por este setor mediante o envio de uma ordem de abastecimento emitida pelos líderes de ensaque, para tanto, tal ordem de abastecimento era baseada nas informações diárias emitidas pelo controle de estoque via planilha eletrônica.

Conforme a sequência de etapas do evento *kaizen*, depois da execução do plano de ação, foram realizadas ações de checagem e controle para verificação do estado atual do processo, para tanto, foi utilizado o diagrama de espaguete e a cronoanálise para melhor visualização das movimentações de MP, como também os novos tempos necessários para execução das tarefas envolvidas, conforme pode ser observado na Figura 4 e Quadro 3.

Figura 4 – Movimentação de MP depois do evento kaizen



Fonte: Autores (2021).

Quadro 3 – Tempos de operação depois das ações de melhoria

N°	ATIVIDADE	MANUAL (mm)
1	Inserir a corrente na Pá-carregadeira	00:00:16
2	Deslocamento até a pilha de MP	00:00:36
3	Atrala MP na corrente	00:03:01
4	Deslocamento até local de mistura	00:00:38
Totais		00:05:07

Fonte: Autores (2021).

Como pode ser visto na Figura 5, os tempos de manuseio de matéria-prima foram otimizados, visto que o tempo de operação no pátio 2 teve uma redução de 74% ao comparar os dois cenários, enquanto o tempo de operação no pátio 1 obteve um resulta de 69% de diminuição ao comparar com o tempo antigo de movimentação.

Figura 5 – Comparativo dos tempos de operação

Movimentações	Tempo de Operação sem melhorias (hh:mm:ss)	Tempo de Operação com as melhorias (hh:mm:ss)	Redução (%)
Mov. Pátio 2	00:19:20	00:05:07	74%
Mov. Pátio 1	00:16:18	00:05:07	69%

Fonte: Autores (2021).

Desta forma, com base nos novos tempos das atividades de movimentação de matéria prima, pode-se concluir que a empresa apresentou ganhos de produtividade, também uma redução de desperdícios e do *lead time* de produção, os quais são uns dos objetivos centrais da metodologia *Lean*. Portanto, para manter os resultados obtidos, vale destacar a importância de tornar esses novos tempos de operação como um novo padrão, servindo como base de referência para processos de melhoria futuros.

Com a redução dos tempos de operação, pode-se observar que determinadas atividades antes realizadas se tornaram dispensáveis, como é o caso da Atividade 2 ilustrado nos Quadros 1 e 2. Antes das ações de melhoria, o operador juntamente com o operador de painel, precisavam analisar se a pilha de produto a qual precisava ser recolhida era realmente a correta, sendo essa atividade a que possui maior custo em relação as outras analisadas.

Diante desse fato, por meio da utilização de estoques intermediários e do controle de abastecimento via planilhas eletrônicas, a atividade de análise das pilhas pôde ser descartada, haja vista o maior controle de movimentação e o abastecimento dos estoques intermediários que passou a ser realizado pelos operadores de empilhadeiras do setor de ensaque, onde convencionou-se a utilização da regra primeiro que entra é o primeiro que sai (PEPS), portanto, essa nova organização possibilitou uma maior facilidade na identificação e recolhimento da MP, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Organização das MP

Fonte: Autores (2021).

Desta forma, pode-se perceber que o comprometimento da equipe em manter as melhorias implementadas trouxe resultados consideráveis para a organização, porém, para manter o novo nível de excelência operacional, se faz necessário auditorias periódicas a fim de manter o controle das operações e sustentação dos resultados alcançados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desta forma, diante dos problemas enfrentados pela empresa, pode-se perceber que a aplicação dos conceitos do *Lean Manufacturing* juntamente com a cronoanálise, são de grande importância para as empresas que almejam a redução de custos e o aumento da confiabilidade de suas operações, tendo em vista a simplificação da execução de atividades e conseqüentemente, tornando os processos mais eficientes e eficazes.

Conforme discutido anteriormente, nota-se que a empresa necessitou de uma reformulação de seus principais indicadores, como também planejar novas formas de fazer a gestão de seus estoques, uma vez que o comportamento de seus indicadores não condizia com os objetivos estratégicos. Desta forma, foram trabalhadas ações de melhorias de forma a readequar as atividades executadas no setor de armazenagem, uma vez que as operações de manuseio de MPs eram umas das que mais contribuíam para o aumento do *lead time* de produção.

Como consequência das ações de melhoria, foram identificados como principais ganhos: a redução do tempo das atividades, eliminação de tarefas que não agregam valor, maior facilidade na identificação dos materiais no setor de armazenagem, além da maior confiabilidade dos indicadores de estoque, reduzindo custos e alinhando as operações com os objetivos estratégicos da empresa.

Em relação aos trabalhos futuros, pode-se destacar alguns pontos importantes que poderiam ser avaliados, como: a melhoria na padronização e registros das atividades, investigação direcionada ao aprimoramento dos estoques mínimo, de segurança e estoque máximo pertinente as MP, como também a elaboração de estratégias para fazer com que os operadores tornem-se multidisciplinares e envolvidos no resultado final do sistema, gerando, portanto, vantagem competitiva.

REFERÊNCIAS

ALVES, Fábio da Silva; IBUSUKI, Ugo. Gerenciamento de Produtividade Industrial Aplicando o Pilar Técnico Work Organization do World Class Manufacturing. Simpósio Internacional de Engenharia Automotiva, 26, agosto de 2018. **Anais [...]**, v. 5 n. 1, 2018.

ARNOLD, J. R. T. **Administração de materiais**. São Paulo: Atlas, 1999. p. 229-264.

BAHENSKY, J. A.; MS, R. J.; BOLTON, R. Lean Sigma – Will It Work for Healthcare? **Journal of Healthcare Information Management**, v. 19, n. 1, p.39-44, 2005.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**: logística empresarial. 5. ed. 11ª Reimp. Porto Alegre: Bookman, 2017. 616 p.

BERTAGLIA, Paulo Roberto. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. São Paulo: Saraiva, 2006.

BIAZZI, M. R.; MUSCAT, A. R. N.; BIAZZI, J. L. Modelo de aperfeiçoamento de processos em instituições públicas de ensino superior. **Gestão & Produção**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 869-880, 2011.

BRASIL. **Anuário estatístico do setor de transformação de não metálicos**. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, 2020.

CAMARGO, Alan de Oliveira; SILVA, Macáliston Gonçalves; SIMÕES, Wagner Lourenzi. Contribuições de um evento kaizen para a produção de painéis eletrônicos automotivos: um estudo de caso. **Brazilian Journal of Production Engineering-BJPE**, p. 24-43, 2018.

CHING, Hong Yuh. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada** – Supply chain. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e operações**: manufatura e serviços. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2019. 632 p.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Disponível em: <<http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>>. Acesso em 14 de maio de 2020.

FONSECA, Luciana *et al.* A ferramenta kaizen nas organizações. **Congresso Nacional de Excelência em Gestão – INOVARSE**. 2016. p. 29-30.

GIL, Carlos Antônio. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017. 192 p.

IMAI, M. **Gemba - Kaizen**: estratégias e técnicas do Kaizen no piso de fábrica. São Paulo: IMAM, 1996.

KUHLANG, P.; EDTMAYR, T.; SIHN, W. Methodical approach to increase productivity and reduce lead time in assembly and production-logistic processes. **CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology**, v. 4. 2011. Disponível em: www.elsevier.com/locate/cirpj. Acesso em: 10 abr. 2020.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Os Princípios do Lean Thinking (Mentalidade Enxuta).**

Disponível em: http://www.lean.org.br/5_principios.aspx. Acesso em: 1 abr. 2021.

LIMA, Eurenice Oliveira. **O Encantamento da fábrica: toyotismo e os caminhos do envolvimento no Brasil.** 2002. 256 f. Tese (Doutorado) – IFCH/Unicamp, Campinas, 2002.

MARCONI, Marina; LAKATOS, Eva. **Fundamentos de metodologia.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017. 462 p.

MARQUES, Heitor Romero. **Metodologia da pesquisa e do trabalho científico.** 4. ed. Campo Grande: UCDB, 2014.

MORAES, Cláudio Pimenta de. **Aplicação do Lean Manufacturing em plantas de recapagem de pneus.** Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 7, ago. 2011. Disponível em: Acesso em: 1 abr. 2021.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações.** 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 624 p.

OHNO, Taiichi. **O sistema toyota de produção: além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLSSON, Igor Martello. **Expansão agrícola e crescimento populacional.** 2016. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Economia) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina, 2016.

QUEIROZ, Marcelo Fachini. **Proposta de melhoria nas matrizes de desdobramento de custos logísticos.** 2020. 136 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia De Produção) – Universidade de Araraquara, Araraquara/SP, 2020.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003. 102 p.

SILVA, José Alexandre Souza; LOOS, Mauricio Johnny. As melhorias no processo de distribuição logística por meio do planejamento de aderência de tempo. **Revista Espacios**, v. 38, p. 34, 2017.

SLACK, Nigel; JONES, Alistair Brandon; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018. 856 p.

SOTSEK, N. C.; BONDUELLE, G. M. Melhorias em uma empresa de embalagens de madeira através da utilização da cronoanálise e rearranjo de layout. **Floresta**, v. 46, p. 519-530, 2016.

SULE, D. R. **Manufacturing facilities: location, planning, and design.** Boca Raton: Third Edition; CRC Press, 2008.

WANKE, Peter. **Estratégias logística em empresas brasileiras:** um enfoque em produtos acabados. São Paulo: Atlas, 2010. 168 p.

YIN. R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. 320 p.

Data do recebimento: 25 de novembro de 2021

Data da avaliação: 10 de dezembro de 2021

Data de aceite: 12 de dezembro de 2021

1 Acadêmico do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL.
E-mail: victor_hollanda@hotmail.com

2 Professor do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL.
E-mail: eng.adrianomarinheiro@gmail.com

3 Acadêmico do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL.
E-mail: arthurnunes.c3@gmail.com

4 Professora do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL.
E-mail: daniellemarinho.ep@gmail.com