

A APLICAÇÃO DAS METODOLOGIAS LEAN SEIS SIGMA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DE ESTUDOS DE CASOS PUBLICADOS EM PERIÓDICOS

Miguel Belchior Corrêa Júnior

Wesley da Silva Borges

RESUMO:

Com a dinamicidade, a globalização e a competitividade, as empresas passaram a buscar novas formas de gestão, remodelando e adequando seus processos. O intuito é satisfazer as exigências do mercado, na busca de novos produtos e serviços. Neste sentido, é necessário que as empresas busquem novas formas de gerenciamento, assim como as metodologias *Lean Seis Sigma*. Tais métodos vêm auxiliando empresas a melhorar seus processos produtivos, aumentando assim a produtividade. O presente trabalho buscou responder a seguinte questão: Quais os efeitos da utilização das metodologias *Lean Seis Sigma* nas empresas? O objetivo do presente estudo foi identificar, através de estudos de casos, se a aplicação de novas metodologias tem efeitos positivos nas empresas. Para tanto, a busca ocorreu na Revista Produção Online e nos anais eletrônicos do ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção) com artigos renomados na área de engenharia de produção os anos de busca foram os de 2012, 2013 e 2016.

PALAVRAS-CHAVE: Lean Seis Sigma. Competitividade.

ABSTRACT:

With dynamism, globalization and competitiveness, as companies began to seek new forms of management, remodeling and adapting their processes. The purpose is satisfactory as market demands, in the search for new products and services. In this sense, companies need to seek new ways of managing, as well as Lean Six Sigma methodologies. Such methods have helped companies in their production processes, thus increasing productivity (BRITO, 2008). This paper aimed to answer the following question: What are the effects of using Lean Six Sigma methodologies in companies? The objective of the present study was to identify, through case studies, whether the application of new methodologies has positive effects in companies. Therefore, the external search in the Online Production Magazine and in the electronic records of ENEGEP with renowned in the area of production engineering. The years of searching for 2012, 2013 and 2016

KEY WORDS: Lean Six Sigma. Competitiveness.

Miguel Belchior Corrêa Júnior discente do curso de Engenharia de produção do Instituto Luterano de Ensino Superior Ulbra *migueljr_33@hotmail.com Itumbiara- Goiás

Wesley Borges da Silva Professor doutor docente do curso de Engenharia de Produção do Instituto Luterano de Ensino Superior Ulbra *Wesley.itb@gmail.com Itumbiara- Goiás

1. INTRODUÇÃO

Com a dinamicidade, a globalização e a competitividade, as empresas passaram a buscar novas formas de gestão, remodelando e adequando seus processos. O intuito é satisfazer as exigências do mercado, para isso, as mesmas estão em busca de novos produtos e serviços de alto nível. Neste sentido, é necessário que as empresas busquem um novo estilo de gerenciamento, como as metodologias (LSS) “*Lean Manufacturing*” (manufatura enxuta) e *Seis Sigma*. Tais métodos vêm auxiliando empresas a melhorar seus processos produtivos aumentando assim a produtividade (BRITO, 2008).

O *Lean Manufacturing* surgiu no Japão, na empresa Toyota, após o período da segunda guerra mundial. Neste tempo existia uma diferença entre os sistemas produtivos americanos e japoneses. As empresas americanas se sobressaíam em termos de produtividade deixando para traz o Japão, vendo isso acontecer, o Japão buscou uma forma de se superar propondo um jeito de eliminar os desperdícios que aconteciam na produção americana. Foi nesta etapa em que surgiu o *Lean Manufacturing* (SILVA, 2016).

Segundo Leite (2016) o *Lean Manufacturing* tem sua base na eliminação do desperdício que, por sua vez, é tudo aquilo que não agrega valor ao processo, proporcionando um aumento na velocidade nos processos produtivos. Neste contexto o objetivo principal é produzir mais utilizando o menor recurso possível.

Já a metodologia *Seis Sigma* foi criada na empresa Motorola no ano de 1980 por Bill Smith, com intuito de melhorias relacionados a qualidade. A mesma proporciona a empresa uma capacidade de produção livre de defeitos, haja vista que um defeito é tudo aquilo que causa ao cliente o sentimento de insatisfação. Tal metodologia ajuda a empresa a ter uma gestão da qualidade mais eficaz, aumentando assim as condições da produção, melhorando o desempenho, produzindo de forma rápida e mais econômica (RODRIGUES et al, 2016).

Segundo Eckes (2001) a adoção e implementação de novos e eficientes sistemas de gestão, tanto para o segmento industrial quanto em serviços, é uma necessidade imposta pelo mercado, podendo fazer com que a empresa aumente sua rentabilidade através da redução dos custos operacionais.

Visto a importância do tema, o presente artigo pretende responder a seguinte questão: Quais os efeitos da utilização das metodologias *Lean Manufacturing* e *Seis Sigma* na aplicação em empresas? O objetivo do presente artigo é identificar através de estudos de

casos, se a aplicação de novas metodologias tem efeitos positivos nas empresas. Para tanto, a busca por estudos de caso sobre o tema foi na Revista Produção Online e nos anais eletrônicos do ENEGEP (Associação Brasileira de Engenharia de Produção) estas são renomadas na área de engenharia de produção o ano de busca foi o de 2012, 2013 e 2016.

Este estudo se justifica pelo fato de que a competitividade imposta pelo mercado coloca as empresas em condições de adotarem sistemas e métodos que possam auxiliar e orientar a gestão dos processos e da qualidade, de tal forma a garantir e satisfazer as exigências dos clientes internos e externos. Visto isso pode-se perceber que os programas *Lean Seis Sigma* estão se consolidando, proporcionando ótimos resultados às empresas, pois, estão focados na diminuição e/ou eliminação da ocorrência de erros, falhas e defeitos que possam ocorrer durante o processo. Atingir o *Seis Sigma* significa reduzir os defeitos e falhas a zero, e quando isso acontece a produtividade aumenta ocasionando uma lucratividade maior para empresa (RODRIGUES, 2016, PAIVA, 2016).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo trará a base teórica que embasará o trabalho, tratando pontos e tópicos que são de relevância para que se tenha o entendimento de todo o contexto aqui abordado.

2.1. Contexto Mercadológico

Diante de uma expansão de mercados de vários segmentos em pleno século XXI, e também devido ao uso intensivo de tecnologias, muitas empresas começam a lidar com um novo tipo de cliente, que por sua vez, está muito mais exigente procurando ter cada vez mais produtos e serviços com alto nível de qualidade. Neste contexto as empresas são colocadas na condição de buscar e implementar um novo estilo de gerenciamento, assim como redefinir o modelo de qualidade as quais estão inseridas. Diante disto, é necessário buscar melhorias contínuas, produtos mais aperfeiçoados e processos com eliminação de desperdícios. A busca pela implementação de modelos novos e eficientes de gestão é uma exigência imposta pelo próprio mercado (BRITO, 2008).

Para Barbosa, Tomaszewski e Silva (2008) o sucesso na gestão pode ser alcançado por meio da adoção de sistemas de gestão estratégica que possibilite atingir as

particularidades supracitadas, imprescindíveis para conseguir ter uma boa manutenção da competitividade. Em meio os sistemas de gestão existentes destacam-se a aplicação do programa *Seis Sigma e o Lean Manufacturing*.

Neste contexto o próximo tópico abordado fará a apresentação mais detalhada do sistema *Lean Manufacturing* trazendo suas origens e dinâmica de utilização.

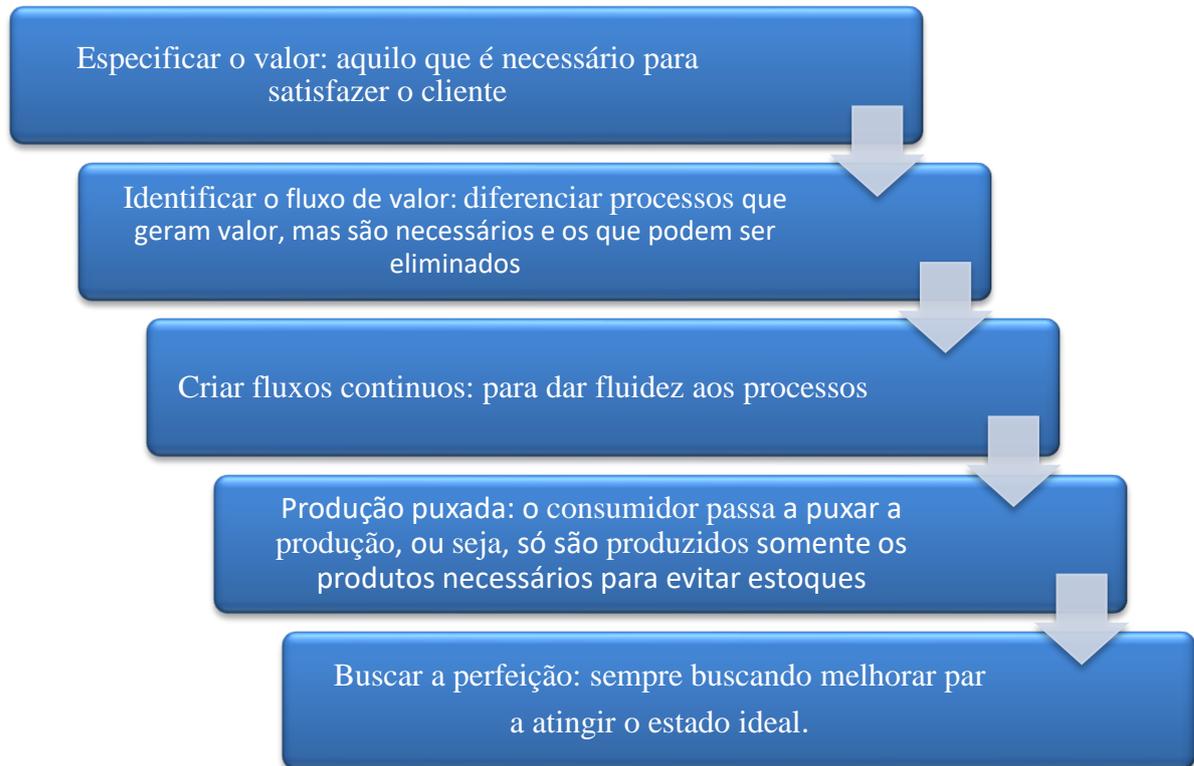
2.2. *Lean Manufacturing*

O *Lean Manufacturing* teve sua origem no Japão mais precisamente na empresa Toyota durante o período da segunda guerra mundial, o principal motivo do surgimento deste sistema se deve ao fato de que eles queriam aumentar a produtividade na produção dos automóveis, e através disso, reduzir os custos que haviam por meio da eliminação dos desperdícios. Esta metodologia foi fundamentada com base em dois princípios: o primeiro deles é o *Just in time* (JIT) que significa produzir apenas o necessário, em quantidade necessária e somente quando for necessário, com isso passou-se a entender que qualquer anormalidade em relação a estas necessidades da produção é estimada como um desperdício. O segundo ponto é o *Jidoka*, ou também chamado autonomia, que permite a observação imediata de um problema na produção, ou seja, o problema rapidamente é evidenciado e com isso se torna possível parar a produção em qualquer momento (PAIVA, 2016).

Segundo Silva (2016) a produtividade das empresas americanas era muito maior em relação à das japonesas, vendo esta diferença que os japoneses pensaram em uma forma de eliminar os desperdícios que se viam na produção americana. Santos *et al.* (2011) argumentam que depois que surgiu o *Lean Manufacturing* foi possível ver a diferença de produtividade entre as empresas japonesas e as empresas ocidentais, observando que estas diferenças eram um resultado de um sistema integrado de princípios e técnicas.

Para que seja possível adotar estes conjuntos de técnicas contidas na filosofia *Lean*, Werkema (2011) delibera que inicialmente a organização precisa ter o conhecimento dos princípios, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1: Princípios do *Lean Manufacturing*



Fonte: Werkema (2011)

Para Silva e Oliveira (2016) O *Lean Manufacturing* proporciona a capacidade de se pensar enxuto e/ou pensamento enxuto que, conseqüentemente irá possibilitar o oferecimento de produtos com valor perfeito e produto perfeito por meio de melhorias contínuas e zero desperdícios, usando sempre o menor tempo. Para que isso ocorra é necessário que se entenda e se identifique os seguintes itens: Superprodução; Espera; Transporte; Processamento; Movimentação; Produção de peças defeituosas e Estoques.

Brito e Dacol (2008) também enfatizam em seu estudo que a produção enxuta ou *Lean Manufacturing* está fundamentada na aplicação e eliminação dos setes desperdícios clássicos: superprodução, superprocessamento, inventário/estoque, movimentação de materiais, movimentação do operador, tempo de espera e retrabalho. Já Liker (2007) ressalta que além dos setes desperdícios que foram citados ainda se tem mais um que seria a não utilização da criatividade dos funcionários- ou seja, perda de tempo, ideias e por não escutar e envolver seus funcionários.

A seguir serão apresentadas ferramentas em que o *Lean Manufacturing* se baseia para seu melhor desempenho.

2.2.1. Ferramentas que dão suporte ao *Lean Manufacturing*

Jidoka- Significa automação com toque humano conceito que surgiu com uma máquina de tear autoativado onde foi inserido um dispositivo que identificava condições normais e anormais, com isso produtos defeituosos não eram mais produzidos. Desta forma não era necessário se ter um operador vigiando a máquina durante seu período de funcionamento, haveria apenas uma intervenção caso ela parasse. Com este dispositivo um único operador conseguia monitorar várias máquinas consequentemente a fábrica operaria com uma redução de mão de obra, aumentando assim a eficiência na produtividade. (OHNO, 1997)

Poka-Yoke – conceitualmente é um sistema de detecção de falhas e tem como principal objetivo impedir a execução de alguma atividade na produção que não esteja dentro da normalidade. Ele consegue identificar defeitos em peças e produtos não deixando que chegue ao cliente. (SHINGO, 1996).

Just-in-Time (na hora certa ou momento certo) – Está relacionado a prática do sistema de produção puxada onde somente será produzido o que for necessário. Neste sistema tudo deve ser produzido comprado e transportado na hora e momento correto (BRITO; DACOL 2008).

2.3. Seis Sigma

Diante de uma crescente atenção e competitividade em relação a produção e qualidade no fim da década de 80, a empresa Motorola começou a utilizar um método que por sua vez iria mudar o cenário em relação a melhoria de seus produtos e de seus processos, este método o *Seis Sigma*. Com a implementação a empresa Motorola ganhou diversos prêmios de qualidade e também proporcionou altos ganhos em resultados. Todas estas conquistas fizeram com que outras empresas também adotassem o método. No Brasil este sistema foi difundido a partir de 1997 onde o grupo Brasmotor conseguiu atingir resultados expressivos em 1999 apurando ganhos de 20 milhões. (CLETO; QUINTEIRO, 2011)

Cleto e Quinteiro (2011) argumentam que o método Seis Sigma é quantitativo e busca a redução da variabilidade dos processos, o nome propriamente dito *Seis Sigma* faz uma referência à letra “ σ ” pertencente ao alfabeto grego que significa o desvio-padrão de uma distribuição normal de valores ou medidas. O método proporciona a possibilidade da

empresa alcançar um nível de defeitos muito próximo de zero. Quando se alcança o Seis sigma pode-se concluir que o processo irá produzir 3,4 peças com defeito por milhão de peças produzidas. Quanto maior for o nível sigma significa que melhores são os produtos e/ou serviços e menores são os defeitos, o que vai proporcionar uma satisfação maior por parte do cliente. Na Tabela 1 é possível verificar os níveis do Sigma.

Tabela 1: Níveis Six Sigma

| Nível Sigma | Defeitos por milhões (DMPO) | Porcentagem |
|-------------|-----------------------------|-------------|
| 1 Sigma | 691.462 | 30,9% |
| 2 Sigma | 308.537 | 69,1% |
| 3 Sigma | 66.807 | 93,3% |
| 4 Sigma | 6.210 | 99,38% |
| 5 Sigma | 233 | 99,977% |
| 6 Sigma | 3,4 | 99,99966% |

Fonte: Adaptado de Werkema (2004)

A metodologia Seis sigma pode ser considerada como uma estratégia gerencial que tem como objetivo aumentar a lucratividade na empresa por meio da melhoria nos processos e pela orientação aos clientes internos e externos. Este método está baseado no ciclo DMAIC que são as iniciais para as etapas: *Define* (definir), *Measure* (medir), *Analyse* (analisar), *Improve* (melhorar) e *Control* (controlar), e também em diversas ferramentas estatísticas para a melhoria da qualidade, tendo como principal foco a redução da variabilidade dos processos (LEITE, 2016).

Em seguida tem-se um tópico vinculado a abordagem das ferramentas comumente usadas quando se aplica o *Seis Sigma* em uma organização.

2.3.1. Principais ferramentas Utilizadas no *Seis Sigma*

O *Seis Sigma* proporciona um sistema bem estruturado e é dirigido por dados que vão possibilitar a eliminação de defeitos, desperdícios e os problemas de qualidade na manufatura, nos serviços que são entregues aos clientes na atividade de gerenciamento e em diversas atividades do negócio. Nem tudo é novo, ou velho, as ferramentas estatísticas que são comumente usadas na construção da metodologia Seis Sigma estão muito longe de construir qualquer novidade. Novas são as abordagens de processo e a implementação particular e rigorosa (BRITO, DACOL 2008)

A metodologia (DMAIC) é composta pelas seguintes fases: Definir, Medir, Analisar e Controlar. Neste sentido a empresa identifica uma área que possui problema, faz a medição, identifica a causa raiz, implementa soluções que possam abordar estas causas e por fim avalia e controla as melhorias (BRITO, DACOL 2008)

2.3.2. Conceito DMAIC

Este método é usado e tem como principal objetivo garantir a sequencia ordenada, logica e eficaz no direcionamento e gerenciamento do trabalho, tendo sua base fundamentada no Seis Sigma que possibilita o seguimento mais estruturado nas atividades. Ele é formado por cinco fases como descrito a seguir no Quadro 1:

Quadro 1: Conceituação do DMAIC

| | |
|-----------|--|
| Definir | <ul style="list-style-type: none">• Definição específica da situação a ser melhorada.• Definir as metas das atividades de melhoria.• Avaliação histórica do problema.• Verificação do quanto o problema deve ser melhorado. |
| Medir | <ul style="list-style-type: none">• Determinação das causas raízes do problema.• Análise dos dados coletados através de ferramentas estatísticas. |
| Melhorar | <ul style="list-style-type: none">• Melhoria dos dados coletados, de forma que elimine, atenua ou minimize as causas raízes.• Definições de padrões. |
| Analisar | <ul style="list-style-type: none">• Determinação das causas raízes do problema.• Análise dos dados coletados através de ferramentas estatísticas |
| Melhorar | <ul style="list-style-type: none">• Melhoria dos dados coletados, de forma que elimine, atenua ou minimize as causas raízes.• Definições de padrões |
| Controlar | <ul style="list-style-type: none">• Garantir que as melhorias sejam mantidas ao longo do tempo. |

Fonte: Lopes, Tinoco 2016

O conhecimento sobre os conceitos que fundamentam os sistemas de melhorias de processos, como citado a metodologia DMAIC, é essencial para uma boa estruturação de

procedimentos metodológicos que se pretendem adotar. Esta metodologia proporciona uma facilidade na abordagem científica, bem estruturada e flexível para que assim seja possível ser aplicada em um ambiente empresarial de empresas de grande e pequeno porte (CLETO; QUINTEIRO, 2011)

Cleto e Quinteiro (2011) ressaltam que quando se utiliza uma metodologia DMAIC o projeto deve-se referir a um problema de desempenho organizacional, que por sua vez tem uma solução desconhecida. É necessário que se tenha um conjunto de objetivos mensuráveis conectados a um conjunto de indicadores bem definidos e que possam ser alistados à oportunidades de solução dentro de uma perspectiva de melhoria contínua.

3. PROCEDIMENTO METODOLOGICO

Nesta sessão foi descrito o método em que foi conduzida a pesquisa, o procedimento metodológico adotado para a elaboração do presente trabalho foi a realização de revisão da literatura científica e também análise comparativa, com o objetivo de identificar os efeitos que a aplicação dos sistemas *Seis Sigma e Lean Manufacturing* podem proporcionar às organizações.

O presente trabalho é de cunho descritivo e comparativo que é melhor definido no próximo tópico. Lakatos & Marconi (2001) argumentam que um método é um conjunto de atividades que proporcionam o pesquisador a atingir seus objetivos, percorrendo o caminho em que se propôs nesta caminhada são identificados possíveis erros que podem ajudar em situações de tomada de decisões do pesquisador. Através dos métodos que os pesquisadores buscam soluções para os problemas, para entender os sentidos à experiência humana, para compreender os fenômenos e até mesmo para prever circunstâncias futura.

Quanto à abordagem foi utilizado o método qualitativo para a análise dos resultados. Nesta abordagem não há preocupação com dados numéricos, mas, sim, com o entendimento da compreensão de um determinado grupo social de uma determinada organização, os pesquisadores que adotam este método procuram explicações em relação ao porquê das coisas, demonstrando e identificando o que convém ser feito, porém não quantificam os valores e nem muito menos as trocas simbólicas. Não há análise de dados métricos (Gil, 2002).

Do ponto de vista de Minayo (2001) a pesquisa qualitativa procura responder questões de bastante particularidade não possuindo relação com dados quantitativos, ou seja, pode-se dizer que ela trabalha em paralelo com o universo de significados.

Para realização do referido trabalho realizou-se a busca de 4 artigos com os temas *Lean Manufacturing e Seis Sigma* em revistas e anais renomados da área de engenharia de produção. Foram selecionados artigos publicados no Enegep e na revista produção online, o período de publicação foi o de 2012, 2013 e 2016.

Os artigos selecionados foram analisados, para a discussão dos resultados que foram obtidos pelos autores, o intuito foi o de procurar respostas em relação à utilização dos métodos mencionados neste trabalho.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir são mostradas as referências dos três artigos escolhidos, os quais foram chamados arbitrariamente de artigos 1,2, 3 e 4 como pode-se observar abaixo.

| Artigos selecionados | | |
|-----------------------------|--|---|
| Numero do artigo | Autor e título | Revista de Publicação |
| 1 | PINHEIRO, Thiago H.; SCHELLER, Alisson C.; MIGUEL, Paulo A. C. Integração do Seis Sigma com o Lean Production: Uma análise por meio de múltiplos casos. | Revista Produção Online: Florianópolis, SC, v.13, n. 4, p. 1297-1324, out./dez. 2013. |
| 2 | FERNANDES Tavares Simone; Marins Silva Augusto FERNANDO. Aplicação do Lean six Sigma na logística de Transporte Lean Six Sigma Application To Transportation Logistics. | Revista Produção Online: Florionopolis, SC. V.12, n 2, p. 297-327, abr./Jun. 2012. |
| 3 | BARBOSA, Frederico Celestino; TOMASZEWSKI, Lissandra Andrea; SILVA, Marcos Mateus dos Santos. IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC EM UMA INDUSTRIA DE CORTE E DOBRA DE AÇO PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE CASO. | XXVI ENEGEP Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil , Joao Pessoa Paraíba, p.1-20, 03 out. 2016 |

| | | |
|---|---|--|
| 4 | LEITE, Derek Gomes; MONTESCO, Richard Andres Estombelo. APLICAÇÃO DO LEAN SEIS SIGMA NA MELHORIA DE PROCESSO DE UMA DISTRIBUIDORA DE GLP EM ARACAJU/SE. | XXVI ENEGEP Encontro Nacional de Engenharia de Produção: João Pessoa/pb, p.01-18, 03 out. 2016. |
|---|---|--|

O artigo 1 tem como objeto de estudo uma empresa de Higiene e Perfumaria (empresa Brasileira), outra do setor Automobilístico (empresa Norte-americana) e a terceira do setor de Serviços de Seguros (empresa Espanhola), todas de grande porte e com faturamentos da ordem de 3 bilhões, 600 milhões e 1 bilhão, respectivamente.

O artigo 2 apresenta a aplicação do *Lean Six Sigma* (LSS) por meio de estudo de caso em uma indústria metalúrgica, o trabalho teve como objetivo demonstrar a aplicabilidade do *Lean Six Sigma* em um problema de logística de transporte. O artigo 3 por meio da consideração da necessidade da aplicação e aperfeiçoamento de algumas ferramentas de qualidade em paralelo aos desafios de gestão, teve como objetivo abordar e aplicar conceitos do *Seis Sigma* como ferramenta de gestão, com intuito de solucionar problemas de rentabilidade e perda em uma indústria de corte e dobra de aço usado na construção civil.

O artigo 4 consiste na aplicação LSS na operação de venda e entrega de gás liquefeito de petróleo (GLP) industrial envasado em uma filial de Aracaju de uma distribuidora, o principal objetivo é aumentar a margem líquida em 50% e reduzir em 30% o tempo médio que o veículo gasta para sair da base da empresa para isso foram implantadas diversas ferramentas do LSS como será apresentada mais a frente.

Em relação aos resultados encontrados no artigo 1, foi possível constatar que o LSS pode ser implementado com êxito em apenas duas das empresas abordadas, uma sendo a empresa norte americana de automóveis e a outra sendo a empresa espanhola de serviços de seguro, as quais puderam implementar respectivamente a filosofia *Lean* e a metodologia *Six Sigma*, o mesmo não aconteceu com a empresa Brasileira de higienização e perfumaria que não deu evidência à integração entre o *Lean* e o *Six sigma* e, por este motivo não conseguiu ter um retorno satisfatório. A empresa de automóveis realizou um investimento de R\$ 550.000,00 para a implantação da metodologia e obteve com isso um retorno na ordem de R\$ 1.000.000,00. A empresa de serviços de seguro fez um investimento na ordem de R\$ 1.500.000,00 e obteve um retorno maior que R\$ 4.000.000,00 por ano.

Em relação a empresa de higiene e perfumaria não foi possível ter acesso aos valores investidos e os ganhos financeiros, pois os mesmos não foram fornecidos pela empresa

A seguir a Tabela 2 demonstra simplificadaamente os investimentos e ganhos obtidos separadamente com o LSS nas três empresas apresentadas aqui no artigo 1, assim como o grau de integração entre as duas filosofias em cada uma das empresas abordadas.

Tabela 2: Relação de investimentos e ganhos

| Empresas | | | |
|--|-----------------------------|------------------------|---------------------------|
| | Higiene e Perfumaria | Automobilística | Serviços de Seguro |
| Investimento com <i>Lean</i> | Não informado | ≈ R\$ 375.000 | ≈ R\$ 750.000 |
| Retorno <i>Lean</i> | Não informado | > R\$ 500.000 | > R\$ 2 milhões/ano |
| Investimento com o <i>Six Sigma</i> | Não informado | ≈ R\$ 175.000 | ≈ R\$ 750.000 |
| Retorno <i>Six Sigma</i> | Não informado | > R\$ 500.000 | > R\$ 2 milhões/ano |
| Integração entre o <i>Lean Production</i> e o <i>Six Sigma</i> | Inexistente | Alta | Alta |

Fonte: Pinheiro (2013).

No artigo 2 os autores apresentam a aplicação do LSS em um estudo de caso numa indústria metalúrgica. Eles reforçam a importância que os dois métodos representam para as empresas no Brasil e no mundo. Atualmente, a relação destes dois métodos é um desafio que estas empresas enfrentam na busca de uma forma mais eficiente de reduzir seus desperdícios e ainda de se adaptarem às necessidades de seus mercados consumidores. O artigo teve como objetivo otimizar um problema logístico de transporte de produtos entre unidades da indústria metalúrgica, para encontrar esta solução foram seguidas algumas

etapas como o ciclo DMAIC. Foi utilizada uma técnica de coleta de dados a observação participante, a qual segundo o autor possuem oportunidades e limitações. Em relação a oportunidade se deve ao fato de que por meio do colaborador é possível que se tenha uma visão ampla da realidade dentro da empresa, diferentemente de um ponto de vista externo (consultor).

Outra vantagem que este tipo de abordagem proporciona é a habilidade de se conseguir permissão para participar de eventos que são de outro modo, inacessível à investigação científica, assim como tratar eventos importantes em um possível estudo de caso. A pesquisa executada teve um caráter exploratório, uma vez que buscou evidenciar o modo de aplicar o LSS e as etapas do DMAIC por meio de problema real de uma indústria, mostrando uma abordagem quantitativa dos dados (FERNANDES E MARINS 2012).

O processo de transporte analisado movimentava produtos entre as regiões sudeste nordeste do país. Os produtos que são transportados são placas, bobinas de alumínio coque (matéria prima na produção de alumínio) este transporte ocorre diariamente. Todos estes produtos relacionados possuem particularidades diferentes. O processo abrange o transporte, o carregamento, descarregamento e os tempos de portaria das plantas envolvidas (FERNANDES E MARINS 2012).

Em relação aos resultados obtidos pode-se dizer que os autores utilizaram as fases do DMAIC na solução do problema e abordou os temas: transporte colaborativo e transporte multimodal. A colaboração na logística, e no transporte, se torna interessante para transportadoras porque se pode reduzir a procura por transporte de retorno, longas demoras para as operações de carga e descarga de mercadorias diminuindo assim a perda de lucratividade. Através da adoção do transporte colaborativo, as empresas ganham em frete e detêm o caminhão em seu sistema, o que proporciona uma vantagem competitiva

O transporte multimodal foi abordado na fase de melhorar, explorando alternativas de modais para os produtos pertencentes ao fluxo de transporte estudado. Visto que no Brasil, o uso de modais ferroviários e marítimo é muito pouco flexível percebeu-se uma dificuldade e várias restrições dentro dos processos de transporte disponível. Em relação aos resultados financeiros os mesmos foram tratados na fase melhorar do projeto LSS e na fase controlar foram monitorados de forma a serem protegidos ao longo do tempo. A Novelis teve uma redução nos fluxos dos custos de transporte na ordem de 15% superando a meta inicial do projeto LSS (FERNANDES E MARINS 2012).

Através do levantamento dos custos atuais e uma comparação com os resultados financeiros depois da execução do projeto, é possível evidenciar a contribuição que o LSS proporcionou à empresa. Para tanto, os maiores benefícios estiveram na aplicação do programa LSS e, ainda, na qualificação dos colaboradores em possíveis projetos futuros. Através desta metodologia aplicada no trabalho foi possível ver o alcance e a resposta positiva em relação a algumas preposições estabelecidas no decorrer do artigo em questão.

Primeira preposição: *É possível unir o Lean e o Six Sigma de forma integrada na resolução de um problema.* Os autores identificaram que sim, pois por meio do ciclo DMAIC, eles usaram ferramentas do *Lean Manufacturing*, como mapeamento de processo, *brainstorms*, *Kaisens*; e ferramentas do *Six Sigma* como gráficos de controle, testes de hipóteses, planos de controle e matriz de causa efeito.

Segunda preposição: *O evento Kaizen pode ser usado dentro do programa Lean Six Sigma.* Os autores identificaram que sim, pois na fase melhorar do problema de transporte foi possível abordar o *Kaizen* para agilizar a execução das ações em relação as oportunidades de melhorias e, conseqüentemente os ganhos do projeto LSS.

Terceira preposição: *Os ganhos no processo de melhoria Lean Six Sigma vão além dos resultados financeiros.* Também obtiveram uma resposta positiva, onde através do estudo de caso foi possível ver que além dos ganhos financeiros, também houve a solução do problema de forma estruturada, e que o processo de melhoria proporcionou ao grupo de trabalho um imenso aprendizado em relação as ferramentas do *Lean Manufacturing* e *Six Sigma*, que poderão ser usadas em resolução de problemas futuros dentro da empresa.

No artigo 3 os autores realizaram uma pesquisa onde objetivou-se aplicar alguns conceitos do Seis Sigma como ferramenta de gestão com intuito de solucionar problemas de rentabilidade e perda em uma indústria de corte e dobra de aço utilizado na construção civil.

A empresa em questão se trata de uma multinacional do seguimento siderúrgico, e sua unidade de fabricação está voltada para a produção de aço cortado e obrado para a construção civil, atendendo pedidos específicos utilizando o método de produção puxada. Neste os clientes transmitem seus projetos estruturais para a unidade industrial, depois disso é realizado um levantamento da disponibilidade de peças processo que é chamado de planilhamento. A partir disso a produção acontece conforme a necessidade da obra (BARBOSA, 2016).

Figura 2: Peças Cortadas e Dobradas



Fonte: Adaptado pelo autor

Todos materiais produzidos são multiformes e multidimensionais, apenas as especificações de diâmetro (bitolas) dos metais possuem um padrão são eles: 4,2 mm, 5,0 mm, 6,3 mm, 8,0 mm, 10 mm, 12,5 mm, 16 mm, 20 mm e 25 mm. Os autores esclarecem que as bitolas de especificação 4,2 e 12,5 mm são recebidas do fornecedor em forma de bobina com peso de 1600 kg, já as de especificação 16 até 25 mm em formato de barras que possuem variação de comprimento.

Figura 3: Bobinas e Barras



Fonte: Adaptado pelo autor

Estas indústrias possuem em seu chão de fábrica 5 máquinas produtivas, onde duas delas são semiautomáticas as outras três são manuais. A matéria prima recebida vem em forma de bobina, no entanto, para que se produza é necessário que o material saia da máquina em formato de barra reta. Durante a análise do DMAIC na primeira fase do método fase “definir”, o principal problema encontrado foi a perda metálica. Nacionalmente se tem uma média de perda de 15 kg/ton, nesta unidade fabril os números vão de 35 até 45 kg/ton. obtendo uma média de 38,7 kg/ton, estes valores em algumas ocasiões já chegaram a um extremo valor de 60kg/ton.

Percebeu-se que os processos que geram sucatas são: a etapa de planilhamento, regulagem, erros de dobras na máquina, programação de peças e sobra de matérias, portanto os problemas encontrados pelos autores foram erros como: Erro no momento do planilhamento, regulagem, erro de dobras nas máquinas, má programação das peças, dificuldades na etapa de regulagem e sobras de pontas de materiais.

Devido um aumento na demanda por bitolas mais grossas Barbosa (2016) constataram um aumento na ocorrência de perda metálica o que impede a fábrica em conseguir pelo menos atingir a média nacional de perda. Para os autores a aplicação das ferramentas de gestão e qualidade Seis Sigma com uso do método DMAIC possibilitou uma abordagem mais estruturada e profunda do problema, havendo uma integração dos departamentos da empresa, o método se mostrou eficaz, haja vista que proporcionou uma redução significativa na perda metálica da fábrica. O valor de redução se da na ordem de 72,68%, que é maior do que a maioria das fábricas nacionais. A média de perda metálica era de 15kg/ton, ocasionando uma economia na ordem de R\$ 22.988,87.

Os resultados encontrados mostram que por meio da utilização das ferramentas da qualidade foi possível aprimorar o processo produtivo, e assim conseguir ter uma redução nos custos. Os autores concluem que a aplicação do método DMAIC foi bastante satisfatória na resolução de problema real, podendo auxiliar efetivamente na redução de desperdício que provém de um processo produtivo de cortar e dobra que até então, não era muito bem controlado.

O quarto e último artigo realizou uma análise de uma distribuidora de gás liquefeito de petróleo, onde foi aplicado a metodologia LSS na operação de venda e entrega de gás o objetivo era aumentar a margem líquida em 50% e reduzir em 30% o

tempo médio que o veículo leva para sair da base da empresa. Para tanto foram utilizadas diferentes ferramentas de LSS seguindo o ciclo DMAIC.

Primeiramente foram definidas as margens líquida e os prazos de entrega, para isso realizou-se também um mapeamento do processo, o qual é constituído pelo recebimento do pedido do cliente, preenchimento a autorização de carga para controle. Em seguida foram levantados os resultados históricos da operação. Nesta etapa identificou-se que a margem líquida apresentava grande variação entre os diferentes meses, isso se dá devido à ocorrência de vendas que acontecem por meio de vale gás.

Os resultados apresentados pelos autores satisfazem os objetivos propostos, uma vez que o menor tempo de saída e a maior agilidade no processo fez com que aumentasse a capacidade de entrega da equipe. Os autores ressaltam que houve uma grande perda no volume de vendas de vale gás, porém, o melhor desempenho do processo proporcionou a captação de um volume adicional que compensou tal perda, aumentando consideravelmente a margem bruta. Os pedidos foram mais bem programados reduzindo assim distâncias percorrida desnecessariamente conferindo uma boa eficiência na operação. O setor comercial obteve mais controle sobre o produto vendido, e o faturamento eficiente possibilitou eliminar perdas ocasionadas pela precificação mais assertiva. O valor ganho financeiro anual com o projeto foi de R\$ 66.812,40.

Este projeto superou os ganhos que tinham sido propostos como meta inicial, e, além disso, manteve-se ao longo dos meses após a intervenção. Os autores ressaltam que além de ganhos quantitativos também foi possível observar benefícios como maior controle sobre as operações, uma redução de conflitos entre os que participavam do processo e ainda um melhor atendimento ao cliente. Neste sentido o LSS mostrou-se uma metodologia efetiva na melhoria de processo de venda e entrega de gás proporcionando benefícios como redução de custos e aumento de receitas, assim como ganhos qualitativos para a própria operação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, após a elaboração de todo conteúdo teórico do trabalho e da análise dos resultados dos 4 artigos selecionados foi possível detectar os benefícios que as mesmas obtiveram com o LSS, que foram redução de custos, aumento de produtividade e redução de perdas em processo.

Foi possível concluir que o primeiro artigo verificou os investimentos e retornos financeiros adquiridos depois da adoção do *Lean Six Sigma*, ressaltando de forma clara e objetiva os benefícios e oportunidades da metodologia. O segundo artigo abordou um estudo de caso em uma indústria siderúrgica realizando uma relação do *Lean Six Sigma* para o entendimento focado no processo de melhoria na solução de problemas. Foi possível identificar que os resultados foram além do esperado, vale ressaltar que outro benefício foi a resolução bem estruturada do problema em questão, onde utilizou-se o método DMAIC, o que facilitou o entendimento do problema, assim como, estabelecer o estado atual antes das melhorias, analisar os dados, desenvolver as alternativas de solução, selecionar a melhor solução, implementar as ações, validar os resultados e controlar o processo que foi otimizado.

No terceiro artigo foi possível observar que o uso das ferramentas de gestão de qualidade *Six Sigma* em estreita relação ao DMAIC proporcionou a solução do problema de forma profunda, onde o envolvimento de todos os departamentos foi muito importante para a elaboração de todo projeto, mais uma vez o método se mostrou eficaz contribuindo de forma significativa na redução da perda metálica que a empresa tinha gerando uma economia de aproximadamente 23 mil reais para a empresa.

Por fim o último artigo também obteve resultados que satisfizeram os objetivos dos autores onde o projeto proporcionou ganho no âmbito quantitativo e também qualitativo. Neste sentido a metodologia mais uma vez se consolida como uma forma efetiva para a melhoria do processo, assim como, ganhos financeiros de altos impactos por meio de ações que reduzem esforços e investimentos.

Finalizando o *Lean Six Sigma* pode ser visto como uma ferramenta que proporciona competitividade, diferenciando-se de outros métodos que permitem apenas ganhos pontuais em determinados setores da empresa, possibilitando uma redução de valores médios de parâmetros de controle em processos, assim como também possibilita a redução da variabilidade. Tudo isso se tornou possível, pois o *Lean Six Sigma* utiliza do método DMAIC que está correlacionado às técnicas do *Lean*, melhorando de forma eficaz os processos produtivos, além de eliminar perdas e garantir uma maior lucratividade na empresa.

REFERÊNCIAS

- BRITO, Francisco Oliveira; DACOL, Silvana. A Manufatura Enxuta E A Metodologia Seis Sigma Em Uma Indústria De Alimentos. **Xxviii Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Rio de Janeiro, p.1-14, 13 out. 2008.
- BARBOSA, Frederico Celestino; TOMASZEWSKI, Lissandra Andrea; SILVA, Marcos Mateus dos Santos. IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC EM UMA INDÚSTRIA DE CORTE E DOBRA DE AÇO PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE CASO. **XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil**, Joao Pessoa Paraíba, p.1-20, 03 out. 2016
- CLETO, Marcelo Gechele; QUINTEIRO, Leandro. GESTÃO DE PROJETOS ATRAVÉS DO DMAIC: UM ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA. **Revista Produção Online: Paraná**, v. 11, n. 1, p.210-239, mar. 2011.
- ECKES, George. **A Revolução Seis Sigma: o método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucro**. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Campos, 2001. 270 p.
- GIL, Antônio Carlos, 1946- **Como elaborar projetos de pesquisa**/Antônio Carlos Gil. - 4. ed. - São Paulo : Atlas, 2002
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. - **Fundamentos de metodologia científica**. 4.ed., São Paulo, Atlas, 2001. 288p
- LEITE , Derek Gomes; MONTESCO, Richard Andres Estombelo. APLICAÇÃO DO LEAN SEIS SIGMA NA MELHORIA DE PROCESSO DE UMA DISTRIBUIDORA DE GLP EM ARACAJU/SE. **XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção: João Pessoa/pb**, p.01-18, 03 out. 2016.
- LIKER, Jeffrey K; MEIER, David. **O modelo Toyota: Manual de Aplicação**. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- LOPES, Juliana Domingues; TINOCO, Cynara Mendonca Moreira. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SEIS SIGMA EM UMA INDÚSTRIA DE LÁCTEOS. **Xxxvi Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil**, João Pessoa/pb, p.1-21, 2016.
- LONGO, Maria Tereza et al. ABORDAGEM SIX SIGMA APLICADA AO PROCESSO DE PRECIFICAÇÃO: ESTUDO DE CASO EM UMA DISTRIBUIDORA. **Xxxvi Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil**, João Pessoa/pb, p.1-20, 03 out. 2016.
- MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade**. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.
- OHNO, Taiichi. O Sistema Toyota de Produção, além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman,1997. 137p.
- SHINGO, Shigeo, **O Sistema Toyota de Produção (do ponto de vista da Engenharia de Produção)**, 2ª ed, Porto Alegre: Editora Bookman, 1996

SANTOS, L. C.; GOHR, C. F.; SANTOS, E. J. **Aplicação do mapeamento do fluxo de valor para a implantação da produção enxuta na fabricação de fios de cobre.** Revista Gestão Industrial, 2011.

SILVA, Marina Hernandez de Paula e; OLIVEIRA, Maria Celia de. **AValiação de um sistema de produção por meio da aplicação do mapeamento do fluxo de valor.** Xxxvi Encontro Nacional de Engenharia de Produção: **Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil**, Joao Pessoa Paraiba, p.1-11, out. 2016.

PAIVA, Nathalia Torres; BERGIANTE, Nissia Carvalho Rosa. **APLICAÇÃO DE CONCEITOS ENXUTOS NA MANUFATURA: A REALIDADE BRASILEIRA.** Xxxvi Encontro Nacional de Engenharia de Produção: **Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil**, João Pessoa Paraiba, p.01-16, 03 out. 2016

RODRIGUES, Amanda Acacia et al. **EVOLUÇÃO CONCEITUAL SEIS SIGMA: ANÁLISE DA METODOLIGIA APLICÁVEL ÀS ORGANIZAÇÕES.** Xxxvi Encontro Nacional de Engenharia de Produção: **Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil**, João Pessoa/pb, p.01-15, 03 out. 2016.

KESSLER, Gabriela Zucchetti et al. **ANÁLISE DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE EM UMA EMPRESA DO RAMO DA TECNOLOGIA PARA DESENVOLVIMENTO DA FILOSOFIA ENXUTA.** Xxxvi Encontro Nacional de Engenharia de Produção: **Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil**, João Pessoa/pb, p.1-15, 03 out. 2016.

WERKEMA, CRISTINA. **Lean seis sigma: introdução às ferramentas do lean manufacturing.** 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Criando a cultura Seis Sigma**, 2^a ed.. Nova Lima: Werkema Editora, 2004.

WEKERMA, Maria Cristina Catarino. **Lean Seis Sigma: Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing.** 1^a Ed. v.4. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2006.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.** Rio de Janeiro, 2004