

# **Aplicação do Lean Seis Sigma como Ferramenta para Otimização do Fluxo de Processo e Ganhos na Cadeia de Suprimentos: Estudo de Caso em uma Empresa do Setor Automotivo.**

**Ricardo Gonçalves dos Santos**  
rgoncalvessantos@uni9.pro.br  
UNINOVE

**Gerson Barbosa Matzembaker Oliveira**  
gerson.guaiba@hotmail.com  
UNINOVE

**Geraldo Cardoso de Oliveira Neto**  
geraldo.prod@gmail.com  
UNINOVE

**Resumo:** Os cenários estão altamente competitivos e as empresas estão sempre em busca de agilidade e otimização dos seus procedimentos, e isto também se aplica à gestão da cadeia de suprimentos. O objetivo deste estudo é criar um procedimento para gestão de estoque, baseada nos princípios do Lean Seis Sigma, autorizando a apreciação dos elementos, acarretando a tomada de decisão, compensando os coeficientes de inventário na cadeia. O método adotado foi estudo de caso baseado no DMAIC (Define, Measure, Analyse, Improve e Control) como alicerce do projeto e aplicação de instrumentos de observação dos elementos em conjunto com os princípios do Lean. Com isso, investigou-se como identificar e controlar as variáveis e os desperdícios que podem intrometer-se no controle desta cadeia. O trabalho ainda fornece um olhar dentre as possíveis benfeitorias do Lean Seis Sigma apostado na gestão da cadeia de suprimentos de uma empresa do setor automotivo em relação a redução de desperdícios, fluxo contínuo, atendimento as variações de demandas e cliente. O efeito atingido mostrou a melhora na produtividade da célula, um layout com fluxo contínuo, nivelamento na programação da produção conforme demanda e resultado econômico expressivo com o ajuste de capacidade realizado. Os dados

que foram obtidos suportando o grau de atendimento de qualidade com um rendimento regular dentro do intervalo averiguado. A pesquisa concluiu que é possível suportar as proposições, mas ainda é necessário mais estudo em outras empresas para que se possa avançar e formular um padrão de avaliação.

**Palavras Chave: Seis Sigma - Lean Manufacturing - Cadeia de Supriment - kaizen -**

## 1. INTRODUÇÃO

Os cenários estão altamente competitivos e as empresas estão sempre em busca de agilidade e otimização dos seus procedimentos, e isto também se aplica à gestão da cadeia de suprimentos. A administração do andamento dos materiais nas operações da cadeia de suprimentos necessita ser estimado um inciso extraordinário na tomada de decisão e ainda dirigir as atuações de forma a acolher as condições de uma norma de manufatura, nutrindo um andamento continuado dos materiais e níveis de aquisição segundo os escopos estabelecidos (CHOPRA E MEINDL, 2004).

As normas de manufatura são eficazes e intrincadas diante da influência mútua de diferentes recursos. Segundo Slack (1997), os estoques são gerados nas empresas devido às mutações dentre o suprimento e ao processo. A eliminação de gastos e o abuso de estoque são um dos principais conceitos de *Lean*. Sendo necessário excluir qualquer estoque inútil para apressar a urgência do comprador e as operações (LIKER, 2004).

O Seis Sigma possibilita um exemplo de resposta de dificuldades aproveitando instrumentos estatísticos apoiadas na fala do cliente. O Seis Sigma busca atenuar a alteração nos métodos e chegar a característica Seis Sigma, uma citação estatística para 3,4 distorções por milhão de ensejos (PANDE et al., 2001). O *Lean* Seis Sigma é um método organizacional que busca a compreensão e extinção das sequelas negativas desperdiçadas e a sua alteração nos procedimentos. A aderência do *Lean* e Seis Sigma reforçam as qualidades positivas criando um modelo operacional que auxilia na resolução de problemas, contribui no sucesso do negócio e melhora as operações (GOLDSBY, 2005).

Investigou-se como identificar e controlar as variáveis e os desperdícios que podem intrometer-se no controle desta cadeia. Neste estudo buscou-se responder: Como aplicar o *Lean* Seis Sigma e as etapas do *DMAIC* em um problema de gestão da cadeia de suprimentos real dentro da uma indústria do setor automotivo? O objetivo deste estudo é criar uma metodologia focada na gestão de estoque da empresa, baseada nos princípios do *Lean* Seis Sigma, autorizando a apreciação dos elementos, acarretando a tomada de decisão, compensando os coeficientes de inventário na cadeia. O trabalho ainda fornece um olhar dentre as possíveis benfeitorias do *Lean* Seis Sigma apostado na gestão da cadeia de suprimentos de uma empresa do setor automotivo em relação a redução de desperdícios, fluxo contínuo, atendimento as variações de demandas e cliente.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção será apresentada uma fundamentação teórica alusiva aos argumentos objetos da pesquisa, o objetivo é elevar a informação já existente sobre os assuntos, destacando-se os conceitos gerais de cada fundamento.

### 2.1. GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Segundo Scavarda e Hamacher (2001) cadeia de suprimentos é a organização criada pelas as empresas no desenvolvimento e na venda de um produto ou serviço que deverá ser entregue ao cliente.). Sua visão tem como prioridade objetivos de redução de valores de abastecimento, diminuição do tempo absoluto, expandir as margens dos produtos, ampliação a produção e melhorar a resposta dos investimentos (MARTINS; LAUGENI, 2006). Para gerar, preparar e controlar a utilização dos recursos envolvidos no fluxo de serviços e materiais no interior da cadeia de suprimentos deve-se criar uma estratégia (KRAJEWSKI e RITSMAN, 2009; LAMBERT e COOPER, 1998. Segundo o *Council of Supply Chain*

*Management Professionals* (2010), a organização da cadeia de suprimentos, tem na sua base a integração da administração da oferta e demanda dentro e entre as organizações. Para Ballou (2001) esta definição é muito boa, pois une a entrada dos produtos na fábrica desde os fornecedores até a entrega do bem ao comprador pela empresa. Lembra ainda uma evolução deste princípio com uma abrangência máxima, denominando gerenciamento da cadeia de suprimentos (*SCM - Supply Chain Management*). Ballou (2001) define *SCM* como "a união de métodos basais de negociação que lançam produtos, serviços e dados por meio de uma cadeia de suprimento que gera valor aos clientes e aos demais interessados envolvidos". Para tanto, é necessário planejar e gerenciar por completo as atividades que fazem parte do fornecimento, conservação e movimentação logística, além de coordenar e colaborar com os fornecedores, prestadores de serviços e clientes, criando assim um elo de parceria entre os participantes da cadeia. Os fabricantes automotivos possuem uma grande capacidade para a criação de suas cadeias de suprimentos e ainda influência sob muitos outros negócios, e a maioria obviamente surge com relação aos seus fornecedores de componentes. Neste contexto, o *SCM* tem uma colocação estratégica nas empresas com o intuito da vantagem competitiva, com contribuições na redução dos custos e aumento no plano de serviço.

Christopher (1992) descreve a cadeia de abastecimento como um circuito de organizações ligadas entre si a montante e a jusante, nos vários processos de negócio e atividades que agregam valor em forma de produtos e serviços aos clientes. Novaes (2001) também descreve que a logística é vista pelas empresas da cadeia de suprimentos como ponto estratégico. Esta é uma nova visão, especialmente em empresas que focaram suas atividades primárias e começaram a contar com parceiros especializados nos seus negócios (PIRES, 2004). Neste contexto para atender as necessidades do cliente, as empresas devem focar na agilidade e flexibilidade para que possam responder de forma rápida as mudanças nas demandas dos clientes, alterações no volume de produção e modificações nas datas de entrega, com baixos estoques. Na logística a agilidade é definida como a desenvoltura de uma organização para responder rapidamente às mutações na demanda, tanto em alterações de volume e variedade (CHRISTOPHER, 1992). Sendo assim, o objetivo é reduzir os desperdícios e a variabilidade nos processos produtivos, na gestão dos estoques, aumento da velocidade e o fluxo na cadeia de abastecimento atendendo a flexibilidade almejada pelos clientes.

## 2.2. LEAN MANUFACTURING

No livro “A máquina que mudou o mundo” de Womack e Jones (1992) as atividades que suprimem o desperdício e adicionam valor aos clientes são citados como o fim do desperdício como definição para *Lean* (Enxuto). A partir do Sistema Toyota de Produção (Toyota Production System - TPS) Taiichi Ohno e Shigeo Shingo, engenheiro chefe da Toyota, desenvolveu a ideologia *Lean*. O *Lean* é um hábito sistêmica que foca a efetividade na abolição de desperdícios, acrescentando valor aos clientes. Com isso, devem ser eliminadas atividades chamadas de mediadoras que precisem de soluções, tempo, dinheiro, e que não agreguem valor ao comprador, resultando em um método igualmente competente e eficaz (WOMACK e JONES 1992).

Faz-se necessário mudanças significativas nas áreas da organização que envolvem o desenvolvimento do produto, nos métodos de produção, bem como na logística interna e externa. Conforme Womack e Jones (1992) o conhecimento enxuto fornecem um modelo conceito que categoriza vários instrumentos e aprendizados no desenvolvimento enxuto em áreas fundamentais, como: Valor – Definir os valores no ponto de vista do comprador, Entrada de valor - Entende as atividades do método como uma entrada permanente que provoca valor ao produto, Fluxo de processo – Atenuar as interpelações que permeiam o

desenvolvimento, constantemente em oscilação dando a cadência a ação, Puxar - Os produtos precisam ser arrancados quando convenientes ao cliente, Perfeição – ausência de erros e objetivo constante no desperdício zero.

Liker (2004) descreve sete desperdícios presentes no processo produtivo da Toyota e complementa com o oitavo desperdício, são eles: Desperdício de Super Produção, Desperdício de Espera, Desperdício de Transporte, Desperdício de Processamento, Desperdício de Movimentação, Desperdício de Produzir Produtos Defeituosos, Desperdício de Estoque, Desperdício subutilização de mão-de-obra. Com isso, a diminuição dos métodos de desperdícios na cadeia de valor é um dos cabeçalhos da ideologia enxuta.

A força do *Lean* na cadeia de suprimentos é expressiva. Um erro banal na ideologia *Lean* é o emprego exclusivo do mesmo em locais de manufatura. A finalidade de *Lean* é liquidar com os desperdícios, diminuindo os estoques e reduzindo o *lead time* dos métodos de produção dando cadencia aos produtos no curso da cadeia de suprimento (GOLDSBY, 2005).

### 2.3. SEIS SIGMA

Segundo Pande et al. (2001), Seis Sigma é um meio que visa atingir, dar sustentação bem como aumentar o resultado das empresas e é alavancado pela noção das responsabilidades dos clientes, na forma disciplinada de dados concretos e análise estatística e o zelo aplicada à administração de negócios. Conforme Rodrigues (2006), a metodologia surge de uma situação irregular a ser corrigida e reafirma o apego das pessoas e suas experiências no processo, fundamentado em três pilares, filosofia de gestão, na parte estratégia do negócio e no terceiro pilar ferramentas de estatísticas.

O método teve seu início na década de 80 na empresa Motorola na área de produção pelo motivo de concorrência com produtos estrangeiros e causou uma série de vantagens como a diminuição dos defeitos, ocasionados por uma produção mais otimizada. Não demorou e outra empresa chamada de GE (General Eletric) também veio a utilizar o mesmo método, devido aos fatos positivos encontrados ao longo do tempo pela Motorola. Todos os funcionários foram treinados e tornaram-se multiplicados destas melhores ações, utilizando práticas positivas, ferramentas com aplicação de estatística, um melhor controle de qualidade e as mais avançadas tecnologias (RECHULSKI, 2004). Segundo Pistorius (2007), o Seis Sigma ao longo da sua utilização na Motorola foi conceituado como ferramenta da eficiência, vantagens competitivas, excelência voltada para qualidade e avanços contínuos na solução de problemas.

Mas seu objetivo principal persiste pela incitação das melhores práticas de melhoria, processo voltado para resolução de problemas. Para se ter uma acareação da filosofia do método e outros enfoques de qualidade, diversos autores como, Larson (2003) narra uma definição dita por Bill Smith, apontado como um dos precursores do programa na Motorola, “bom senso organizado”. Rodrigues (2006) adverte que o Seis Sigma tem como principal vertente uma alteração de determinado processo sempre buscando lucratividade ao negócio e voltado para atender o cliente final.

Anderson (2006) compreende que a filosofia do Seis Sigma tem como objetivo galgar objetivos que sejam incitadores e atenuantes no sentido de eliminar defeitos ao longo dos processos. De acordo com George (2004), é possível deixar claro que uma das características do *Lean* Seis Sigma é estabelecer oportunidades em extinguir defeitos e requer uma tomada de decisão alicerçada num conjunto de ferramentas da qualidade.

Na linguagem do Seis Sigma existem os especialistas que são chamados de *Green Belts* ou *Black Belts*, estes considerados por serem os multiplicados desta metodologia livrando toda e qualquer trava que surgirem para o implemento destes projetos (RODRIGUES, 2006).



Ainda Rodrigues (2006) e George (2004) tal projeto é faseado da seguinte forma: **DMAIC**: D (*Define* – Definir); M (*Measure*) – Medir); A (*Analyse* – Analisar); I (*Improve* – Melhorar) e C (*Control* – Controlar), citadas no tópico 4 do estudo de caso.

## 2.4. INTEGRAÇÃO DO LEAN COM SEIS SIGMA

Conforme Queiroz (2007) a aplicação de um ou outro método, ou seja, *Lean* ou o Seis Sigma resulta em melhorias destacadas para a empresa e quando somados o resultado é mais eficaz ainda, destacando os pontos fortes de um preenchendo os eventuais *gaps* do outro.

A junção tornará as forças mais robustas ainda, tornando-se muito influentes na desenvoltura central dos processos de uma empresa.

A disparidade das particularidades dos programas *Lean* e Seis Sigma relatadas pelos autores George et al. (2005) através de seus instrumentos possuem o objetivo de instigar as empresas para sua implementação. Queiroz (2007) descreve que a união entre *Lean* e Seis Sigma cria um perfil de liderança e configura escopos estratégicos para a criação de um método gerenciado por um grupo preparado e alteração cultural para reconhecer os instrumentos, seu potencial e com isso para que sejam aplicadas e se conquistem resultados positivos.

## 3. METODOLOGIA DE PESQUISA

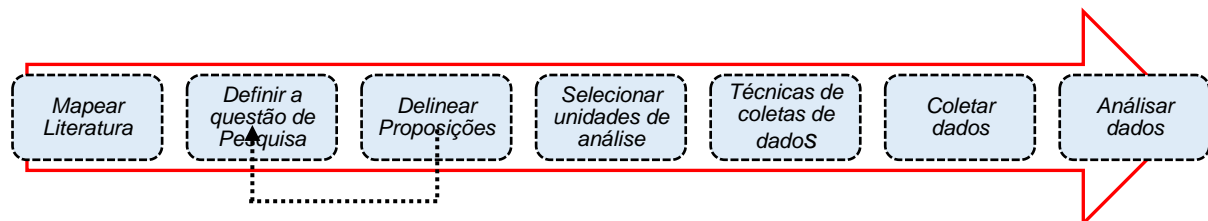
Neste estudo foi utilizado o método de estudo de caso por ser o mais adequado em uma pesquisa comparativa, além de avaliar também um fenômeno real e atual (YIN, 2009). Segundo Cauchick (2012) o estudo de caso é empírico, usado para investigar um fenômeno e o contexto no qual está inserido. Ainda segundo Kumar (2011) o estudo de caso pode ser do tipo antes e depois, onde o objeto de estudo é avaliado em dois momentos sucessivos no tempo, usualmente antes e depois de alguma intervenção. Este estudo aborda questões de melhorias na gestão da cadeia de suprimentos através da implantação de um projeto *Lean Seis Sigma*. O estudo é restrito a uma empresa do setor automotivo onde os problemas e às ações implantadas tiveram soluções que estavam ao alcance da empresa, os problemas relacionados aos seus fornecedores ou problemas econômicos do país devem ser tratados em trabalhos futuros.

Utilizado neste estudo como técnica de coleta de dados a observação, na qual existem oportunidades e limitações. Uma oportunidade importante é a competência de perceber a realidade do ponto de vista de alguém de dentro do processo estudado na empresa (Colaborador), e não de um posto de vista externo (Consultor). Outra vantagem desse tipo de atividade relaciona-se à sua habilidade em conseguir permissão para participar de eventos que são de outro modo, não acessíveis à comunidade científica, bem como conduzir eventos importantes em um estudo de caso (YIN, 2009).

Neste estudo de caso buscou-se o equilíbrio entre as oportunidades criadas e os problemas no caso da observação. Enfim, este estudo é limitado à reprodução dos resultados, uma vez que, as probabilidades de ocorrência dos diferentes eventos citados no estudo de caso foram determinadas por especialistas nos processos analisados. O estudo apresenta um caráter exploratório, pois buscou evidenciar um bom emprego do *Lean Seis Sigma* e as etapas do DMAIC em um problema real de uma indústria, com uma abordagem quantitativa dos dados, seguindo o procedimento técnico de estudo de caso. As técnicas de coleta de dados utilizadas para a realização do estudo foram documentação e registros de arquivos, entrevista focada e observação. Com a utilização destes instrumentos de coleta de dados foi possível demonstrar o aproveitamento do *Lean Seis Sigma* pela empresa em estudo e responder à questão da

pesquisa, por meio das proposições levantadas. O método utilizado foi baseado no modelo proposto por Miguel (2007), conforme figura 1.

O método começa com base na revisão da literatura existente, define-se uma questão de pesquisa e em seguida são definidas as proposições que, ao final do estudo poderão ser validadas ou refutadas. O próximo passo é selecionar os locais de análise, que neste estudo de caso é a empresa analisada, depois são definidas e realizadas as técnicas de coleta de dados, através dos instrumentos escolhidos. A última etapa é a apreciação dos dados, onde se procura um melhor entendimento das variáveis presentes no estudo e da confirmação ou refutação das proposições da pesquisa.



**Figura 1-** Planejamento do estudo de caso

Fonte: Adaptado de Miguel (2007)

Cada proposição direciona a atenção a alguma coisa que deveria ser examinada dentro do escopo de estudo (YIN, 2009). As proposições levantadas foram as seguintes: P1 - É possível utilizar os conceitos de *Lean* e Seis Sigma de forma integrada na resolução de um problema. P2 - Um evento *Kaizen* pode ser usado dentro de um projeto *Lean* Seis Sigma. P3 - Os ganhos nos projetos *Lean* Seis Sigma vão além dos resultados financeiros.

#### 4. RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO

A empresa na qual foi realizado o estudo faz parte dos principais fornecedores de componentes para automotivos, com fábricas no Brasil, emprega colaboradores em localidades estratégicas do país e está focada na qualidade e nos padrões ambientais. Possui importantes certificações tais como *ISO/TS 16949* e *ISO 14001*. É especializada no fornecimento de componentes automotivos para a maioria dos fabricantes mundiais de automóveis.

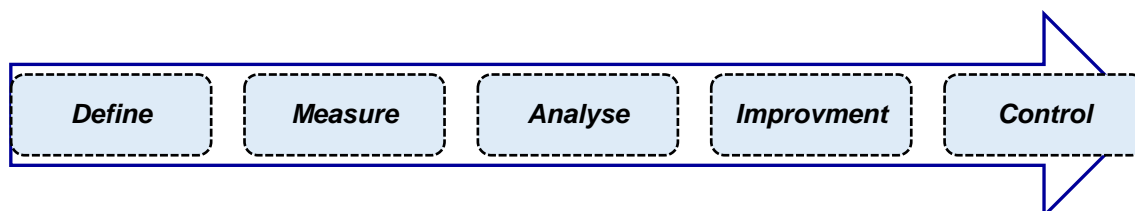
O estudo foi motivado por meio do planejamento estratégico da empresa e na cadeia de suprimentos onde foi observado o problema em questão que trata da obrigação de adequação das células de manufatura com objetivo de absorver as variações das demandas informadas pelo cliente, esta célula é responsável pela manufatura de componentes que abastecerão a linha de produção final e posterior envio à montadora e teve como motivação a priorização dos fatores que poderiam comprometer os negócios da organização, falta de material, perda de produtividade com risco de não entregar peças, desvios nos ajustes de capacidade e fluxo de material. Definido então como piloto uma célula de produção para a realização do estudo do bom emprego dos conceitos onde realiza-se a montagem de componentes. Como objetivo buscou-se melhorar o atendimento da cadeia, um fluxo ininterrupto de materiais com a adequação do *layout*, garantindo melhor ergonomia, programação da produção nivelada em atendimento à demanda proposta pelos clientes.

A conexão do *Lean* e do Seis Sigma uniram energias na eliminação de desperdícios e diminuição na variabilidade dos processos. O *Lean* trata dos desperdícios em todos os processos e foca a entrada de materiais, enquanto o Seis Sigma se concentra na eliminação das distorções e diminuição da variabilidade do processo (GOLDSBY, 2005). A aplicação destes conceitos na cadeia de suprimentos da empresa pode simultaneamente, aprimorar a satisfação do cliente, acrescer a velocidade do processo e ganhos de produtividade, aperfeiçoar

a qualidade e diminuam os custos. A aplicação de *Lean Seis Sigma* na resolução do problema da cadeia de suprimentos seguiu as fases do *DMAIC* – *Define, Measure, Analyse, Improvment* e *Control*, bem como suas técnicas e ferramentas recomendadas e estão descritos na sequência, levantamento de dados, análise e entendimento do processo, propostas de melhorias e por último a implantação dos controles necessários para o monitoramento do processo, sustentar as ações implantadas e aplicar abrangência das outras células existentes.

*Seis Sigma* faz uso de uma metodologia estruturada o *DMAIC*, delineia um procedimento organizado para trabalhar vulnerabilidade operacional e variabilidade na operação (PYZDEK, 2005). O princípio da *Lean* deve ser conectado com o *DMAIC* (figura 2), pois na implantação da produção enxuta, existência de problemas podem ser identificados a tempo e o método *DMAIC* analisará os dados através de métodos estatísticos e metodologias para achar a causa do problema. Assim, os dois instrumentos podem ser interligados, completando suas vantagens.

Fase define (Definir) - Para Montgomery (2010), esta fase tem como principal objetivo refinar o entendimento do potencial valor do projeto *Lean Seis Sigma*. Deve ser entendido qual é o problema, qual é a meta a que de deverá ser atingida, quais são os clientes afetados, qual é o artifício relacionado ao problema e qual é o impacto econômico do projeto *Lean Seis Sigma*. As ferramentas mais usadas nessa fase têm o objetivo de documentar as informações chaves do projeto *Lean Seis Sigma* e uma visualização da cadeia de valor. Outro aspecto importante nesta fase é identificar as necessidades dos principais clientes, chamado de voz do cliente (*Voice of the Customer*). Segundo Goldsby (2005) a voz do cliente são as entradas críticas nesta fase. Para Nave (2002), nesta fase define-se o processo, quem são os clientes, quais são seus problemas e identificam as características chaves do cliente junto ao processo e as condições de saída existentes junto aos elementos do processo.



**Figura 2** - Lean Seis Sigma Roadmap

**Fonte:** Autores

Conforme George (2002), os clientes podem ser definidos como: externos – Indivíduos ou organizações fora do seu negócio, internos – Áreas internas da empresa que recebem produtos, apoio ou informação do seu processo, tais como engenharia, manufatura, qualidade ou reguladores – órgão governamental que estabeleça normas, legislações ao qual o processo ou o produto deva estar em conformidade. Este estudo teve como cliente uma área interna do próprio negócio, neste caso, classificou-se o cliente como sendo interno, ou seja, a empresa foi a maior interessada na realização deste projeto. Os requisitos críticos para o cliente foram um fluxo consecutivo de materiais com a adequação do *layout*, programação da produção nivelada em atendimento à demanda proposta pelos clientes. Escolheu-se a equipe e validou-se o cronograma para a execução do projeto.

Fase *Measure* (Medir) - Para George (2002) o alvo desta fase é medir e obter dados que descrevam a natureza e quão extenso é o problema. Muitas ferramentas de coleta de dados desta fase também têm uso subsequente, para confirmar as melhorias nas próximas fases, como técnicas de *brainstorming*, ferramentas de mapeamento de processo e ferramentas para coletar e mostrar diferentes tipos de dados. No projeto *Lean Seis Sigma* a primeira ferramenta utilizada após a fase definir foi o mapeamento de processo. Após foram realizados planos de coleta de



dados, onde foram determinados os dados a serem coletados e definição operacional dos indicadores, localização dos dados, como eles serão coletados, quais os responsáveis pelas coletas, quando serão as coletas e qual o tamanho das amostras. Nesta fase os objetivos foram estabelecer uma referência de medição para que fosse possível medir os ganhos alcançados pelo projeto e ainda foi possível estabelecer o “estado atual” do processo, sendo determinado o que estava realmente acontecendo com o processo no local de trabalho e o seu funcionamento. A avaliação é meramente uma imputação expresso por números para qualquer coisa (PYZDEK, 2005). Nesta foram analisados os dados obtidos, onde foi observado que o nível *downtime* oscila e gera uma ineficiência no processo. Neste momento observou-se a ocasião inicial e as plausíveis afinidades com as variáveis determinadas no assunto antecedente.

Fase *Analyse* (Analisar) – O alvo é abranger de forma superior os acontecimentos no procedimento de tal forma que a semelhança causa e efeito pudesse ser alinhada para harmonizar melhores efeitos, clientes contentados e tornar mínimo os custos. É necessário definir se a dificuldade é marcante como "real" ou apenas um acontecimento infrequente e ter uma avaliação acertada das variáveis de entrada chave do processo (GOLDSBY, 2005). A primeira análise foi verificar quais as fontes de variação do processo, com auxílio de indicadores do processo, Diagrama de Ishikawa, braisntorming, foi possível identificar como as maiores fontes de variação do processo, a falta de material, a perda de produtividade, os desvios nos ajustes de capacidade e o fluxo de material.

**Tabela 1:** Análise dos fatores potenciais

Processo	Potenciais
Fluxo de Processo	WIP – <i>Work In Process</i> – elevado nível de material no fluxo
	Falta de rastreabilidade na célula
	Fluxo de processo desorganizado
	Manuseio excessivo
	Retorno de embalagens com deficiências no fluxo
	Análise do FIFO (Supermercado)
Planejamento e controle da produção	Análise de lotes otimizados
	Análise da demanda
	Capacidade
	Deficiência de mão de obra
	Melhor utilização dos equipamentos.

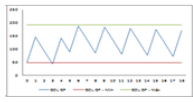
**Fonte:** Autores

Assim o novo escopo do projeto *Lean Seis Sigma* focou nas atividades do processo que eram chaves na solução dos problemas anotados, para que fossem direcionadas as obras de progresso que pudessem refletir a melhora nos resultados. Na primeira coluna do Tabela 1, estão os dois processos abordados e na segunda coluna os pontos observados pela equipe de especialistas após a análise e uso de ferramentas para identificação.

Fase *Improvment* (Melhoria) - Na empresa estudada foi decidido implantar as ações de melhoria, através de um evento *Kaizen*, concluiu ser o desenho mais acelerado para solução do problema. Durante o período de *Kaizen* foram revisados os mapeamentos do fluxo do processo e programação da produção. Para George (2005), o *Kaizen* pode ser utilizado dentro de um projeto *Lean Seis Sigma* quando: fontes de desperdícios óbvias foram identificadas, o escopo de um problema está claramente definido e compreendido, o risco da implantação é mínimo, os resultados são necessários imediatamente e é desejável acrescentar a celeridade e adquirir

credibilidade. Como resultado deste evento *Kaizen* foi possível a implantação de ações e resultados conforme Tabela 2.

**Tabela 2:** Resultado de ações nos fatores potenciais

Processo	Potenciais	Ganhos
Fluxo de Processo	WIP – <i>Work In Process</i> Elevado nível de material no fluxo.	Diminuição do material <i>WIP</i> . Ganho de 50% de <i>Lead Time</i> de 3 horas p/ 1,5 horas.
	Falta de rastreabilidade na célula	Implantação do sistema gerenciamento de ordens e lotes de produção.
	Fluxo de processo desorganizado	Reorganização do fluxo de Processo com novo <i>layout</i> .
	Manuseio excessivo	
	Retorno de embalagens com deficiências no fluxo	
	Análise do FIFO (Supermercado)	
Planejamento e controle da produção	Melhor utilização dos equipamentos.	Monitoramento do <i>EDI</i> , implantação da produção nivelada.
	Capacidade	
	Análise da demanda	
	Análise de lotes otimizados	
Deficiência de mão de obra	Realização de treinamentos e melhoria das condições de ergonomia com a alteração do <i>layout</i> .	

**Fonte:** Autores

Fase *Control* (Controlar) é o desfecho do procedimento *DMAIC*, está concentrado em manter as melhorias evitando a repetição e adotar práticas retificadoras durante o tempo que estiverem abrangendo os alvos. Independente dos melhores ânimos e planos bem situados, deve-se estar preparado para amoldar-se com a circunstância. Uns entendimentos preliminares nesta etapa do método *DMAIC* centralizam ao redor dos tópicos de estímulo e de avaliação. O *Lean Seis Sigma* precisa conter confiança de que a performance está sendo estudado e aprovado. Todas as organizações contêm sistemas de modo a avaliar o equilíbrio e blindagens contra adulterações (PYZDEK, 2005).

Os processos devem ser armados de jeito que consigam acolher não só os desafios contíguos da instabilidade corriqueira, mas como os estímulos no longo prazo. Nesta fase os processos passaram a serem monitorados, por meio dos planos de controle, e houve uma revisão dos procedimentos existentes e reuniões de programação de produção passaram e ser realizadas diariamente em frente ao quadro de produção da célula com objetivo de revisar a demanda, estoque de componentes e outros fatores que possam contribuir com problemas em qualquer cadeia. Por intermédio dos indicadores, pode-se acompanhar o *lead time* interno, a demanda semanal, o desempenho da operação, uso dos equipamentos, e oportunidades de melhoria no processo. Conforme George (2002), a fase *Control* serve para se ter certeza que os ganhos adquiridos serão sustentados até que novos dados mostrem que há novas oportunidades para operar e melhorar o processo. É fundamental também assegurar que o plano de conhecimento esteja claro e uniforme entre os integrantes do processo. Consolidadas todas as dinâmicas, a reunião de aprovação para a fase *Control*, pode ser realizada, considerando o projeto *Lean Seis Sigma* concluído, ficando apenas as lições aprendidas como experiências para projetos futuros e os atos de abrangência as outras células de manufatura.

## 5. CONCLUSÃO

Com o emprego do método *Lean Seis Sigma* na gestão da cadeia de suprimentos através da célula de manufatura foi obtido ganhos significativos para a organização, uma diminuição de *downtime*, uma produção com programação nivelada, um movimento constante de materiais com redução do *Work in Process* e uma diminuição do dígito de *Head Counting*. Também foi possível elevar os resultados com melhoras nos indicadores de qualidade e produtividade. Resumidamente, o processo *DMAIC* é a engrenagem principal do método *Lean Seis Sigma*, ofertando um plano para planos de avanço da percepção à terminação. Para avanços expressivos em procedimentos nota-se a obrigação de alterações culturais internas na empresa. O método *DMAIC* se não for bem aproveitado pode levar a uma dedicação fracassada, mas se aproveitados de contorno apropriado induz a companhia a conseguir sucesso e frutos tanto financeiros como avanços operacionais.

O trabalho mostrou um estudo de caso em uma companhia do setor automotivo trazendo elementos para o entendimento de um processo de melhoria com a abordagem integrada do *Lean* e *Seis Sigma* para a solução de problemas e apoia a primeira proposição P1 – é possível utilizar os conceitos de *Lean* e *Seis Sigma* de forma integrada na resolução de um problema. Os resultados obtidos estão conforme a proposta de meta inicial do projeto, outro ponto muito importante foi à resolução do problema de forma estruturada, por meio da utilização do *DMAIC*, e o *Kaizen* o que permitiu entendimento do problema, de forma clara estabelecendo um estado atual antes das melhorias, avaliar as informações, desenvolver as alternativas de solução, selecionar a melhor solução, implantar as ações, validar os resultados e controlar o processo melhorado, sustentando a proposição P2 - evento *Kaizen* pode ser usado dentro de um projeto *Lean Seis Sigma*.

Finalizando, o *Lean Seis Sigma* pode ser visto como uma tática de diferencial aos seus adversários, diferenciando-se de outras metodologias que permitem apenas ganhos pontuais em alguns setores da companhia e permite a diminuição de valores médios dos parâmetros de controle de processos, reduzindo a sua variabilidade, isto sustenta a proposição, P3 - os ganhos nos projetos *Lean Seis Sigma* vão além dos resultados financeiros. Isto é factível, pois o *Lean Seis Sigma* faz uso do método *DMAIC* aliado às técnicas do *Lean*, melhorando significativamente os processos, além de eliminar perdas e garantir o máximo de lucratividade para a empresa. Como sugestão para futuros trabalhos foram identificados mais alguns pontos, uma verificação de outros desenhos de bom emprego do *Lean Seis Sigma*, por outras empresas e em diferentes tipos de problemas. Isso será importante para um aprofundamento no entendimento das diferentes formas possíveis de se realizar um projeto sob essa ótica. Aqui se apresentou uma solução através do *DMAIC* e da realização de *Kaizen*, sendo necessário um aprofundamento, sobre o funcionamento dos métodos. A pesquisa concluiu que é possível suportar as proposições mas ainda é necessário mais estudo em outras empresas para que se possa avançar e formular um padrão de avaliação.

## 6. REFERÊNCIAS

- ANDERSON R. et al. Similarities and differences between TQM, Seis Sigma and lean. The TQM Magazine, v.18, n.3, p.282-296, 2006.
- BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- CAUCHICK MIGUEL, P.A. (Coord.). Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. 2. ed. São Paulo: Elsevier, 2012.

- CHOPRA, S. e MEINDL, P.** Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, Estratégia, Planejamento e Operação, São Paulo: Pearson, 2004.
- CHRISTOPHER, M.**, Logistics and Supply Chain Management, London: Pitman Publishing, 1992
- GEORGE, M. L.** Lean Seis Sigma: combining Seis Sigma quality with lean production speed. EUA: McGraw-Hill Companies, 2002. 322 p.
- GEORGE, M. L.** Lean Seis Sigma para serviços. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.
- GEORGE, M. L.; ROWLANDS, D.; PRICE, M.; MAXEY, J.** Lean Seis Sigma pocket toolbox. New York, NY: McGraw-hill, 2005.
- GOLDSBY, T J.**, lean Seis Sigma logistics: Strategic Development to Operational Success, J. Ross Publishing, Inc. 2005
- KRAJEWSKI, L. J.; RITSMAN, L. P.; MALHORTA, M. K.** Administração de Produção e Operações. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- KUMAR, R.** Research methodology – a step-by-step guide for beginners. 3ed. London: Sage, 2011
- LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C.; PAGH, J. D.** Supply chain management: implementation issues and research opportunities. International Journal of Logistics Management, v. 9, n. 8, p. 1-19, 1998.
- LARSON, A.** Demystifying Seis Sigma. New York, NY: AMACOM, 2003.
- LIKER, J.** The Toyota way. Nova York: McGraw-Hill, 2004.
- MIGUEL, P. A. C.** Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para a sua condução. Produção, v.17, n.1, p. 216-229, jan. 2007.
- MONTGOMERY, D. C.** A Modern framework for achievement enterprise excellence. International Journal of Lean Seis Sigma, v. 1, n. 1, p. 56-65, 2010.
- NAVE, D.** How to compare Seis Sigma, lean and theory of constraints. Quality Progress, v.35, n.3, p.73-78, Mar. 2002.
- NOVAES, ANTONIO GALVÃO.** Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R.** Estratégia Seis Sigma. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.
- PESTORIUS, M. S.** Aplicando o Seis Sigma às vendas e ao marketing. Banas Qualidade. São Paulo, ano XVI, n.178, p.40-50, março de 2007.
- PIRES, S. R. I.** Gestão da Cadeia de Suprimentos (Supply Chain Management) – Conceitos, Estratégias e Casos. São Paulo: Atlas, 2004. 310 p.
- PYZDEK, T.** The Seis Sigma Handbook. 2a Edição. New York McGraw-Hill 2005.
- QUEIROZ, M. A.** Lean Seis Sigma. Como integrar o lean manufacturing com o seis sigma. Banas Qualidade. São Paulo, ano XVI, n.178, p.40-50, março de 2007.
- RECHULSKI, D.K.** Programas de qualidade seis sigmas – Características distintas do modelo DMAIC e DFSS. PIC-EPUSP, n.2, p. 1219-1237, 2004.
- RODRIGUES, M. V.** Entendendo, aprendendo, desenvolvendo qualidade padrão Seis Sigma. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C. HARRISON, A.; JOHNSTON, R.** Administração da produção. São Paulo: Atlas, 1997.
- SCAVARDA, L. F. R.; HAMACHER, S.** Evolução da Cadeia de Suprimentos da Indústria Automobilística no Brasil. Revista de Administração Contemporânea, v. 5, n. 2, p. 201-219, maio/ago, 2001.
- YIN, R.K.**, Case study research: design and methods, 4th ed, Newbury Park, CA: Sage, 2009.
- WOMACK, J.P.; JONES, D. T.; ROOS, D.** A Máquina que Mudou o Mundo. Rio de Janeiro: Campus, 1992.