



LEAN SIX SIGMA

Bruna Pires Laporta; brunaplaporta@yahoo.com.br; FATEC – SO
Orientador: Délvio Venanzi

RESUMO

O Lean Six Sigma é uma abordagem de gestão das organizações que possui em sua metodologia foco na qualidade e performance produtiva dos sistemas operacionais. Este artigo apresenta os principais fundamentos envolvidos no tema por meio da complementaridade das concepções de gerenciamento do Lean Manufacturing e do Six Sigma. O artigo explana sobre o DMAIC (definir, medir, analisar, melhorar e controlar) suas respectivas fases e ferramentas de suporte e explica a filosofia Lean e os seus princípios de produção enxuta. Tem como principal objetivo mostrar a integração das concepções supracitadas e seus resultados. A metodologia utilizada foi uma pesquisa bibliográfica, no qual buscou-se a teoria em artigos relacionados a área e uma pesquisa exploratória que consistiu em dois estudos de caso em uma empresa XYZ localizada na cidade de Sorocaba, interior de São Paulo. No presente artigo verifica-se o alinhamento das estratégias do Lean e do Six Sigma e seus resultados.

Palavras-Chave: Lean Six Sigma; Qualidade; Gestão da produção

ABSTRACT

Lean Six Sigma is a kind of management that has in their methodology focus on quality and productive performance in operating systems. This article discusses the foundations involved in the issue through the complementarities of these conceptions of management Lean Manufacturing and Six Sigma. First of all the article explain the DMAIC (define measure, analyze, improve and control) and their respective phases and supporting tools, after the Lean philosophy and principles of lean production. The article aims to show integration of these two conception and their results. The methodology consisted in a theory was based on a literature search an exploratory research which consisted of two case studies in a XYZ company located in Sorocaba, São Paulo. In this article studies alignment strategies of Lean and Six Sigma and its results.

Keywords: Lean Six Sigma; Quality; Production Management

1- INTRODUÇÃO

A competitividade do século XXI exige das organizações produtividade, redução dos custos e qualidade. Por esse principal motivo as empresas têm se aprimorado nas áreas referentes a qualidade visando seus processos e operações. Há várias metodologias a serem utilizadas, mas uma se destaca por sua funcionalidade, complementaridade e eficácia.

Essa metodologia chama-se Lean Six Sigma, e segundo Stan e Mărăscu (2012), melhora a qualidade e eficiência dos processos com base em um projeto intenso de abordagem quantitativa, fixação de metas claras e excelência em operações a longo prazo. Essa metodologia é a fusão de duas outras distintas o Lean Manufacturing e o Six Sigma.

O Lean origina-se no sistema Toyota de produção na década de 80 com foco no fluxo do processo; já o Six Sigma apesar de ser desenvolvida no mesmo período é uma filosofia nascida da Motorola que foca nas melhorias operacionais. Para Mousa (2013), tanto Six Sigma quanto o Lean evoluíram de forma integrada, ou seja, apesar de enfoques diferentes alinham-se ao mesmo objetivo e por isso podem suplantam um ao outro.

O desempenho das organizações para Stan e Mărăscu (2012) depende de uma análise cuidadosa e sustentável dos processos, produtos e serviços no sentido de reduzir os custos de fabricação e oferecer qualidade. São consideráveis os avanços do Lean Six Sigma não apenas

na qualidade dos processos, mas também na supressão de custos e na garantia da satisfação do cliente a um preço competitivo.

O intuito é pesquisar a perspectiva da qualidade nos fluxos produtivos e observar o resultado alcançado através da implementação da metodologia Lean Six Sigma na Empresa XYZ em dois problemas distintos, com diferentes abordagens.

2-FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2. Lean Six Sigma

2.1 Six Sigma

O Six Sigma desenvolvido pela Motorola em 1980 é definido como uma estratégia para ampliar lucros e aperfeiçoar a eficácia e eficiência de operações, Anbari e Hook (2006). Por meio da sua metodologia DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar), figura 1, e ferramentas de suporte, figura 2, identificam erros e suas respectivas causas para então eliminá-los. Segundo Jiménez e Amaya (2014) essa metodologia visa aumentar a capacidade dos processos, para Silva *et. al.* (2011) é a principal ferramenta quando se objetiva a melhoria de um processo já existente.

Esse método traz importante avanço ao sistema operacional a medida que direciona toda a organização ao mesmo fim: atender aos requisitos do cliente, alinhar processos e primar o rigor analítico e execução segundo Bhargava *et. al.* (2010). Seu princípio fundamental para Arnheiter e Maleyeff (2005, *apud* Celis e García, 2012) é o cliente e o objetivo, o alcance de melhores resultados em um ciclo de melhoria contínua. Logo, sua definição abrange desde erros de processos até a satisfação do cliente nos processos e resultados e seu foco é aprimorar operações.

As suas fases são descritas a seguir na figura 1, Fases do DMAIC, e compreendem na sua sequência a descrição das respectivas etapas:

Figura 1: Fases do DMAIC

Fase	Descrição	Ferramentas/Método
Definição do projeto de melhoria (D)	<ul style="list-style-type: none"> Conhecer o problema a partir dos dados base Especificar da meta de desempenho Eleger de um time 	<ul style="list-style-type: none"> SIPOC (Fornecedor, entradas, processo, saídas e clientes) Project Charter Crono análise
Medição do processo (M)	<ul style="list-style-type: none"> Medir o objeto de estudo Avaliar medidas escolhidas Elaborar do mapa do processo 	<ul style="list-style-type: none"> Diagrama causa e efeito Mapa do processo
Análise do processo (A)	<ul style="list-style-type: none"> Avaliar as possíveis causas Identificar as causas raízes e intermediárias. 	<ul style="list-style-type: none"> Brainstorming, Diagrama de Pareto Matriz de priorização
Implantação da melhoria do processo (I)	<ul style="list-style-type: none"> Determinar forma de redução da variação identificada Implantar novos parâmetros e confirmar a melhoria do processo 	<ul style="list-style-type: none"> Boxplot Estratificação
Controle do processo (C)	<ul style="list-style-type: none"> Estabelecer controles Verificar da nova capacidade Manutenção dos processos de monitoramento e melhoria contínua 	<ul style="list-style-type: none"> Cartas de controle

Fonte: Adaptado, Perez, 2002.

Ao serem desdobradas as fases do DMAIC evidenciam-se as ferramentas de suporte. Segundo Anibari e Hook (2006) o Six Sigma inclui ferramentas de suporte para eliminar operações improdutivas e focar em novas metas e melhorias de maneira analítica. Essas ferramentas são descritas na figura 2.

Figura 2: Ferramentas de suporte

Ferramenta	Descrição
SIPOC	Identifica os elementos (<i>Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers</i>) em projetos de melhoria complexos antes do início do mesmo. Defini as delimitações e relações do processo e suas interfaces.
Project Charter	Termo de abertura do projeto. Especifica os objetivos, limites e recursos voltados ao projeto. Defini o <i>Black Belts, Master Black Belt, Champions</i>
Crono análise	Fornecer procedimentos de coleta de informações (dados) que representem uma determinada situação com um nível de confiança especificado.
Mapa do processo	Dispõe fluxograma do processo com dados de entradas e saídas dos subprocessos e dos produtos em processo. Facilitar o entendimento das operações e identificar os subprocessos críticos.
Diagrama causa e efeito	Dispõe de forma gráfica, o relacionamento o problema a causa e entre o problema e as medidas a serem tomadas.
Brainstorming	Ferramenta da qualidade utilizada para descobrir causas de um problema (anomalias do processo) através do conhecimento de pessoas sobre o assunto de estudo.
Diagrama de Pareto	Organiza e apresenta o relacionamento entre o problema a ser tratado e suas causas.
Matriz de priorização	Priorizar causas e metas específicas a serem trabalhadas; priorizar relacionamento entre temas utilizando critérios com pesos diferentes para priorizar desdobramento de temas e relacionamento entre eles.
Boxplot	Apresenta a distribuição de um conjunto de dados por meio de gráficos. Mostra a centralização e a variação de um processo com o objetivo de se verificar o alcance de metas.
Estratificação	Dividi e segmenta situações de interesse para se obter conhecimento específico/segmentado sobre elas.
Cartas de controle	Fornecer procedimento de identificação e de quantificação do tipo de variação existente em um processo.

Fonte: adaptado Aguiar, 2006/ adaptado Simon, 2010

O DMAIC gerencia e conduzi projetos sustentados por líderes e por atos previamente definido e apoiados nas em relações estatísticas e controles que geram resultados seguros e visíveis de aprimoramento no sistema.

2.2 Lean Manufacturing

Lean manufacturing deriva do sistema Toyota de Produção na década de 80. De acordo com Chen(2008) essa metodologia consiste em dois pontos centrais: remover as atividades que não agregam valor e adicionar valor na produção, tanto quanto possível, com menos mão de obra, menos equipamentos, em um tempo curto, em locais estratégicos para atender a produção e o cliente. O Lean enfatiza a redução do desperdício para reduzir custos. Traz



como proposta alinhar sequência de produtividade, qualidade e desenvolvimento de produtos de forma dinâmica e eficaz.

Essa metodologia abrange a todos os aspectos das operações industriais, desde produtos, fabricação, organização, recursos, serviços e redes de fornecedores. Procura compreender de maneira sistêmica o que ocorre na organização. Assegura Dumitrescu e Dumitrache (2011) que o Lean melhora o fluxo do processo pela gestão holística e desta forma remove os resíduos e atividades desnecessárias. Conforme salientam Shah e Ward (2007, *apud* Pacheco, 2014), o Lean é um sistema integrado, qual reduz e minimiza a variabilidade de fornecedores, clientes e processos na empresa. Logo, esse método possui sua relevância em desonerar custos e elevar ganhos por concentrar as diversas atividades e processos em uma única filosofia evitando assim a ineficácia de operações, retrabalhos.

O objetivo do Lean é criar processos hábeis que tenham valor ao final da cadeia, logo seu principal intuito concentra-se na redução de desperdícios e na criação de valor como defende Manotas e Rivera, (2007, *apud* Celis e García, 2012). O processo também tem foco no cliente e na sua satisfação.

A filosofia Lean possui iniciativas bem-sucedidas para Subramaniam (2007) porque faz a conexão do fluxo da cadeia de valor, qual guia a um maior rendimento com menor custo, gera maior produtividade e flexibilidade e traz um tempo de resposta rápido para o cliente. Pelo mesmo viés, Todorut *et. al.* (2012) defende a importância desse gerenciamento por este caracterizar-se um sistema enxuto e de gestão ágil, capaz de se adaptar rapidamente a todas as mudanças no meio ambiente. Os mesmos autores conceituam essa filosofia de gestão apoiados em Badea (2009) como uma evolução das diretrizes da produção. Entende-se o avanço dos processos e adaptações às mudanças como conceito principal para organização. Portanto, o Lean manufacturing integra os setores e suas respectivas atividades em um único segmento de gestão, erradica atividades, suprime custos, permite adequações nos processos e operações e traz valor ao cliente gerando lucratividade e tornando a empresa competitiva.

2.3 Lean Six Sigma

Lean Six Sigma é a última geração de metodologia de melhoria de negócios. Baseia-se em duas filosofias anteriores (Lean Manufacturing e Six Sigma) e adota os aspectos eficazes dessas respectivas abordagens, segundo Mousa (2013). Além disso, Snee (2010, *apud* Mousa, 2013) afirma que ela também acrescenta novos conceitos, métodos e ferramentas para remover as limitações que foram identificadas no momento anterior.

São alinhadas a fim de satisfazer o cliente e melhorar processos, porém cada uma se detém em diferentes focos da área da qualidade, enquanto o primeiro preocupa-se em remover atividades que não agregam valor a outra busca maximizar o desempenho produtivo. Segundo Anthony e Kumar (2012), o escopo do Lean é criar um ambiente para melhorar o fluxo e eliminando resíduo, já o Six Sigma, identificar e quantificar os problemas relacionados a variação de processos.

A vantagem do uso integrado segundo Bendell (2006 *apud* Pacheco, 2014) reside na junção do enfoque quantitativo fornecido pelo Six Sigma através de ferramentas da qualidade e a visão de fluxo do Lean. Do mesmo modo Falnita *et al.* (2007, *apud* Todorut *et. al.*, 2012), ressalta o Lean Six Sigma como gestão sinérgica. A conexão dos processos origina uma proposta de produtos e serviços de alto nível a preços competitivos alcançando um excelente nível de desempenho e eliminando perdas na produção. Para Chen (2008), essa combinação resulta em uma maior capacidade de resolver problemas do nível operacional ao estratégico. Assevera Todorut *et. at.* (2010) que enquanto cada abordagem pode resultar em grande melhora, utilizar os métodos simultaneamente oferece capacidade para lidar com todos os tipos de problemas de processo. Os dois modelos acrescentam progressos no sistema de

gestão e se integrados a um propósito tornam um de uso único ineficiente perante a junção dos dois.

Por esses motivos o desenvolvimento dessa gestão leva a um desempenho financeiro superior, aborda novas necessidades, traz diferenciação dos produtos e serviços e ajusta novos processos expõe Dumitrescu e Dumitrache (2011). Trata-se de fazer um produto ou serviço com a finalidade de satisfazer a percepção individual do cliente.

A fim de envolverem-se melhor os conceitos seguem abaixo na figura 3, o desdobramento dos elementos do Lean Six Sigma:

Figura 3: Desdobramento do Lean Six Sigma

Etapas	Descrição
Direção/estrutura	Definir líderes (champions), Black Belts e Green Belts,
Organização e Desenvolvimento	Promover a integração e o desenvolvimento de melhoria, definir infraestrutura e recursos capacitados, desdobrar ações a partir de uma visão holística, classificar como "ganhos rápidos" (Lean) ou "avançado" (Six Sigma).
Ancoragem organizacional	Garantir a implementação de soluções, tarefas e responsabilidades. Padronizar procedimentos. Promover um ambiente construtivo favorecer a convergência das propostas preconizadas.
Seleção de projetos	Garantir que os projetos estejam alinhados com os objetivos estratégicos globais do negócio

Fonte: adaptado Silva *et al*, 2011 e Biasgaard e De Mastro, 2006, *apud* Anthony & Kumar, 2011.

O Lean reforça a filosofia da estrutura e fornece direção estratégica para a melhoria. Orienta a dinâmica geral do sistema e informa o estado atual das operações. O projeto Six Sigma identifica e foca na melhoria. Conduz o sistema para o estado futuro desejado Essa descrição pode ser observada na figura 4.

Figura 4: Lean Six Sigma interconnections

Lean Manufacturing	Six Sigma
Amplo – compreende o todo, melhora a capacidade, foca na continuidade e na cadeia de valor – processo único de melhora dos fluxos.	Complexo e focado – compreende os detalhes, entende e melhora a situação pelas ferramentas – foca na capacidade de controle para atender ao cliente

Fonte: adaptado Jenica et. Al. (2011).

O Lean Six Sigma garante a organização atingir as propostas estabelecidas e traz não tão somente com ganhos na lucratividade, mas com fidelização do cliente e na continuidade dos processos cada vez mais eficazes.

3- O MODELO

A metodologia utilizada no presente artigo foi pesquisa bibliográfica e exploratória. A pesquisa bibliográfica fundamentou-se em fontes de informações extraídas de base de dados, artigos, dissertações e revistas atreladas a área do Lean Six Sigma. Já a pesquisa exploratória demonstrou a aplicação dessa metodologia em dois estudos de caso de uma Empresa XYZ e seus respectivos resultados.

4-APLICAÇÃO

4.1. Estudo de caso 1 e 2 na Empresa XYZ

Os estudos de caso pesquisados, caso 1 e caso 2, referem-se a uma indústria de autopeças na região de Sorocaba, São Paulo, denominada XYZ. O intuito do estudo é demonstrar as aplicações do Lean Six Sigma e mostrar seus respectivos resultados em resoluções de problemas que envolvem processos de fabricação.

Caso 1: na empresa XYZ o processo de fabricação de uma peça A demonstrou-se ineficiente. Essa ineficiência era devida a demora na fabricação da peça A. Ao observar todo o ciclo do processo, foi constatado um gargalo em uma das máquinas, máquina denominada W. Essa máquina apresentava um maior tempo na operação o que resultava na lentidão de todo o processo, ou seja, causava um gargalo que gerava uma fila de peças. Esse fato aumentava o tempo do ciclo total de fabricação do produto. A consequência desse problema foi a interrupção do fluxo ideal de operações devido à baixa rentabilidade da máquina W. Para otimizar o fluxo do processo buscou-se na metodologia do Lean Six Sigma mapear as atividades desenvolvidas no processo com o objetivo de reduzir o tempo e custos no fluxo produtivo e diminuir a *leadtime* (tempo da operação). Lean foi aplicado no mapeamento de atividades e na observação do fluxo produtivo e o Six Sigma agiu através do DMAIC. As fases de melhoria foram descritas na figura 5: aplicação do DMAIC caso 1.

Figura 5: aplicação do DMAIC caso 1

Fase	Ação	Descrição
D	Cronoanálise	Verificação do tempo médio das máquinas. Confirmação do gargalo na máquina W. Constatação de fila na máquina.
	Análise de custos e tempos da atividade	Custo da peça R\$3,80, Tempo atual de fabricação 539400 min/ano; Custo gerado a R\$2.022.750,00 ao ano. Objetivo: reduzir o tempo de fabricação.
	Project Charter	Definição de objetivos e limitações do projeto e dos responsáveis, <i>Master Black Belt, Black Belt e Champion</i> .
	SIPOC	Foco os elementos (<i>Supplier, Input, Process, Output, Customer</i>) e suas inter-relações. Elemento a analisar <i>process</i> .
M	Mapa processo	Mapearam-se todas as operações envolvidas para melhor compreensão do processo.
	Estipular metas	A partir dos resultados obtidos na cronoanálise foi definido uma expectativa de melhora nos tempos. Essa expectativa foi calculada com base no tempo ideal de processo para a eliminação das filas.
		Meta global (processo completo): diminuir o tempo de 98,00 segundos para 91,00 segundos, otimizar em 8%. Meta específica (máquina W gargalo): reduzir o tempo máquina W de 51,74 segundos para 43,82 segundos, ou seja, otimizar em 15%. Expectativa: reduzir para 496240 min/ano e o custo de R\$1.860.930,00 ao ano.
A	Diagrama de Pareto	Estratificaram-se os dados obtidos e obteve-se a causas e o problema relacionado.
	Boxplot	Observou através da estratificação uma variação na dispersão dos tempos.

A	Brainstorming	Discutiu-se com a equipe com base nas estratificações anteriores as possíveis causas para o problema dessa dispersão: 1. Excesso de sobre-metal, 2. Tempo de acabamento e desbaste, 3. Avanço do eixo X e tempo de dressagem.
	Diagrama de Causa e efeito	Por meio do Diagrama de causa e efeito levantou-se as possíveis causas dos problemas discutidos no brainstorming e também possíveis soluções.
I	Avaliação dos resultados das ferramentas	Na avaliação dos resultados concluiu-se a causa prioritária do problema: tempo de desbaste da máquina. O projeto então foi direcionado para alteração dos parâmetros da máquina
	Boxplot	Reajustaram-se os parâmetros da máquina W. Após o reajuste realizou-se um novo boxplot
	Análise de desempenho e resultado	O desempenho da máquina ultrapassou a meta estabelecida de 15% para 32%, que reduziu o tempo de 51,74 para 32 segundos (o esperado era reduzir para 43,82 segundos). A meta global foi de 8% para 15%, reduzindo de 98 para 82 segundos (o esperado era 91 segundos). O resultado elevou a redução dos gastos mais do que o esperado, ultrapassou a economia de R\$161.820,00 ao ano.
C	Cartas de controle	Alteração do documento da máquina. Foram estabelecidos relatórios mensais a fim de monitorar o desempenho da máquina e da célula do processo.

A metodologia Lean o mapeou o processo e analisou tempo de atividade da máquina W e de toda a operação. Desta maneira verificou uma possibilidade de melhora na rentabilidade da máquina. Já o Six sigma por meio do DMAIC concentrou-se nas ferramentas de análise estatísticas para solucionar o problema da máquina W. Essa percepção trouxe a diminuição do custo e do tempo, a otimização do *leadtime* e uma maior produtividade tanto da máquina quanto de toda a operação.

Análise do Lean Six Sigma no Caso 1: a maximização da eficiência da máquina W diminuiu o seu tempo operacional, o que gerou maior rapidez na fabricação da peça A. Logo, foram extinguidos o gargalo e as filas ocasionadas pelo mesmo. Consequentemente o tempo total do processo melhorou. O ganho no tempo total do processo foi de 15%, ou seja, se fabricava o produto 15% mais rápido que anteriormente, antes se levava 91 segundos para produzir a peça A e após a melhoria o tempo de produção passou apenas a ser de 82 segundos. A máquina W que levava 51,74 segundos para realizar uma operação passou a operar em 32 segundos, uma otimização de 32%, essa melhora nos tempos economizou R\$161.820,00 ao ano.

Caso 2: Uma estação de trabalho apresentava um problema: o de refugo de peças. Durante o processo fabril de uma peça B, uma estação de trabalho de medição que verificava a qualidade das peças mostrou resultados nas medições incertos e variáveis. Os produtos aprovados possuíam margem duvidosa sobre a sua qualidade, assim como alguns refugados mesmo expressando qualidade foram refugados pela máquina. Este fato trouxe baixa confiabilidade na medição de qualidade da máquina e como consequência risco aos clientes e a imagem da empresa. Assim como no primeiro estudo de caso, aplicou-se o Lean e o DMAIC nas suas respectivas contribuições. As atividades referentes as correções foram descritas na Figura 6: aplicação do DMAIC caso 2.

Figura 6: aplicação do DMAIC caso 2

Fase	Ação	Descrição
D	Project Charter	Definição de objetivos e limitações do projeto e dos responsáveis, <i>Master Black Belt, Black Belt e Champion</i> .
	Relatório	Um relatório anual extraído da própria célula produtiva mostrou dados das peças refugadas que puderam ser analisados e avaliados. O relatório mostrou que 0,48% das peças eram refugadas no mês, do total de 93.600 peças, 450 eram retidas. O custo de peças rejeitadas era de R\$11.954,00 mensais. Objetivo: Diminuir o número de peças rejeitadas, melhorar a precisão da máquina.
	SIPOC	Foco nos elementos (<i>Supplier, Input, Process, Output, Customer</i>) e suas inter-relações. Elemento a analisar <i>process</i> .
M	Mapa processo	Mapearam-se os processos envolvidos para melhor compreensão.
	Estipular metas	Meta global (processo completo): 33%, reduzir índice de refugo.
		Meta específica que se concentrava na região de medição do ABS deveria alcançar 75% na redução o refugo.
Diagrama de Pareto	A estratificação isolou o problema do refugo na estação de trabalho e especificou-se em uma região: a medição do ABS. Identificou-se que duas peças diferentes tinham mesmo índice de refugo o que totalizava 44%. O processo apresentava 0,48% de refugo e a medição do ABS concentrava 44% desse total.	
A	Diagrama de Causa e efeito	Através do Diagrama de causa e efeito e brainstorming levantaram-se motivos prováveis. A matriz de priorização elencou duas causas: parâmetros incorretos e posicionamento do sensor. As causas elencadas foram estudadas através de um experimento que mudava o posicionamento do sensor para uma mesma peça. Nessa experiência se aferiu que havia variação nos valores de medição conforme posicionamento do sensor para a mesma peça. Portanto, o sensor estava mal ajustado. Em decorrência do ajuste do sensor fez necessária a troca parâmetros no programa de medição, deste modo reajustaram-se os parâmetros.
	Brainstorming	
	Matriz de priorização	
I	Análise de desempenho e resultado	Ao analisar a causas dos problemas na linha de produção foi alterado os parâmetros. O software do sensor foi também atualizado. Essas ações feitas mostraram um resultado melhor do que a expectativa. A meta de especifica passou de 75% para 85% e a meta global consequentemente de 33% passou a 37,7%. Portanto, a economia de custos passou o esperado e ainda assegurou a maior produtividade das operações. As peças rejeitadas caíram de 450 para 68 peças apenas e o custo passou a ser R\$1.806,08 mensais, o que gerou uma economia de R\$10.147,92 mensais.
C	Cartas de controle	Para não reincidir o problema foi feito um treinamento para controle do sensor e um acompanhamento do processo por gráficos.



A metodologia Lean através da visão holística mapeou o processo, analisou as atividades envolvidas na operação e seu ponto a melhorar: a confiabilidade na medição do ABS. Já o Six sigma através das fases do DMAIC concentrou-se nas ferramentas de análise estatísticas para buscar as causas do problema e saná-las: ajuste do sensor de medição do ABS.

Análise caso 2: a confiabilidade no produto foi obtida quando constatada as alterações do sensor da máquina de medição. Houve correção do sensor. Como resultado os gastos com peças rejeitadas diminuíram, pois, as peças rejeitadas caíram de 450 para 68 peças e logo o custo de R\$11.954,00 mensais passou a ser de apenas R\$1.806,08 mensais, o que gerou uma economia de R\$10.147,92 mensais.

Observa-se nos dois estudos as possibilidades de melhorias pela amplitude do Lean (visão holística dos processos) e pela análise estatística do Six Sigma.

O Lean Six Sigma trouxe maior rentabilidade, confiabilidade, qualidade e ganhos de R\$ 29.500,00 reais ao mês para a empresa se somados a redução de custos nos casos 1 e 2. Fica evidente sua relevância quanto método de aprimoramento de operações e produção.

5- CONCLUSÃO

O Lean Six Sigma abrange desde os aspectos operacionais e táticos da qualidade à satisfação do cliente. A contribuição desta metodologia está em reduzir custos, tempos e atividades na busca pela produtividade, assim como preocupa-se em agregar valor ao processo e trazer ao cliente uma nova percepção do produto.

Nos dois estudos de caso pode se observar a teoria e a prática com relação ao Lean Six Sigma. Percebe-se que por meio das técnicas supracitadas que em ambos os casos há uma significativa melhora dos tempos de operação (caso 1) e na confiabilidade/ qualidade (caso 2) e uma redução de custo sem perda da capacidade, em particular nestes casos houve aumento da capacidade produtiva.

As filosofias Lean e Six Sigma trabalhadas simultaneamente trazem resultados significativos. A integração de ferramentas e métodos dessas duas práticas de gerenciamento mostram harmonia e eficácia na melhora de processos.

Logo, alinhar estrategicamente as visões holísticas e pontuais sobre um mesmo foco apresenta progresso nos tempos operacionais, diminuição de perdas e custos envolvidos direta e indiretamente na produção. A metodologia Lean Six Sigma mostrou-se satisfatória e eficaz.

6- REFERÊNCIAS

ANTHONY J.; KUMAR M. **Lean and Six Sigma methodologies in NHS Scotland: an empirical study and directions for future research.** Quality Innovation prosperity/ Kvalita inovácia prosperita XVI/2 – p. 19-34, 2012

BADEA, F.; **Contributions on the Lean Management in the current evolution of company,** Economy magazine, Management series, 12(1), pp.168-179, 2009

BHARGAVA M.; BHARDWAJ A.; RATHORE A. P. S. **Six Sigma methodology utilization in telecom sector for quality improvement – A DMAIC process.** International Journal of Engineering Science and Technology Vol. 2(12), 2010.

CELIS, L. M. O.; GARCÍA S. M. J **Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma** Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. Vol 28 n°124 Julho –Set 2012pp.23-43

CHEN T.; **Discussion on integration of Lean Production and Six Sigma Management.** Internation Business Research, Vol. 1 No.1 p. 38-42, January, 2008.



- DUMITRESCU C.; DUMITRACHE M. **The Impact of Lean Six Sigma on the Overall Results of Companies.** Disponível em: [html do arquivo http://www.management.ase.ro/reveconomia/2011-2/26.pdf](http://www.management.ase.ro/reveconomia/2011-2/26.pdf). Acesso em: 8 ago 2014
- HOON K; ANBARI F. K.; **Benefits, obstacles, and future of six sigma.** Research Technovation vol. 26 p.708–715, 2006
- JENICA A. P.; MIHAI G.; SORIN A.; **Using Lean Six Sigma as a motivation tool for process improvement.** Academy of Economic Studies Bucharest Business Administration; Disponível em: <http://anale.steconomiceuoradea.ro/volume/2010/n2/067.pdf>; acesso em 10 ago 2014.
- JIMÉNEZ F. H.; AMAYA L.C. **Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico.** Ingeniare. Rev. chil. ing. vol.22 n°.2 Arica abr. 2014
- MOUSA, A.; **Lean, Six sigma and Lean six sigma overview.** International Journal of Scientific & Engineering Research, vol. 4, issue 5, May-2013 1137 ISSN 2229-5518 IJSER © 2013. Disponível em: <http://www.ijser.org>
- PACHECO, D. A. J. **Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: limites e possibilidades de integração.** Associação Brasileira de Engenharia de Produção vol.24 no.4 São Paulo, Março 2014.
- PEREZ, W. M. **Seis Sigma: Compreendendo o conceito, as implicações e os desafios.** Rio de Janeiro. Qualitymark Editora, 2000.
- SILVA, A. **Integração das ferramentas de qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma.** Nova Lima: INDG tecnologia e serviços, 2006.
- SILVA, I.B.; MIYAKELL, D.A.; BATOCCHIO A. III; AGOSTINHO, O.L.; **Integrando a promoção das metodologias Lean Manufacturing e Six Sigma na busca de produtividade e qualidade numa empresa fabricante de autopeças**
Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104530X201100040002 Acesso em: 6/8/2014
- SIMON, K. **Sipoc Diagram.** Disponível em: <http://macarver.com/Training%20website/Resources/Files/SIPOC%20Diagram.pdf> Acesso em: 18 jan 2015
- STAN, L.; MARASCU, K. V.; **Techniques to reduce costs sustainable quality in the industrial companies.** 8th International DAAAM Baltic Conference "INDUSTRIAL ENGINEERING", April 2012, Tallinn, Estonia.
- SUBRAMANIAM A.; **Integrating Lean Six Sigma, Projects to your strategy – How to integrate LSS – People, Systems, Methods, Roadmaps, Tools & Techniques,** Disponível em: <http://www.slideshare.net/anandsubramaniam/lean-six-sigma-projects-strategy-linkage>, acesso em: 5/8/2014
- TODORUT, V. A.; RĂBONȚU I. C.; CÎRNU D.; **Lean Management – The way to a performant enterprise.** Annals of the University of Petroșani, Economics, vol. 10(3), p. 333-340, 2010