

## **O USO DO SIX SIGMA NO MONITORAMENTO DA PRODUÇÃO**

**SILVA, Gabriel Barreto**

Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA. barretogs21@gmail.com

**CALDEIRA, Matheus do Nascimento**

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. matheusnascy@live.com

**COLHERINHAS, Gino Bertollucci**

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. gino.colherinhas@docente.unievangelica.edu.br

### **Resumo**

O mercado está cada vez mais competitivo com empresas lutando por seus clientes e cada vez evoluindo seus padrões de qualidade. Empresas hoje que não conseguem se destacar no mercado irão perder seus clientes e conseqüentemente seu lucro irá diminuir. O seis sigma vem para aumentar os seus lucros proporcionando produtos de qualidade com o menor custo de fabricação. Através de ferramentas e técnicas a metodologia seis sigma vem para diminuir a variabilidade da produção e com isso a diminuição de defeitos necessitando cada vez menos retrabalho. Através de alguns estudos de casos vamos descobrir a importância desta metodologia e como ela poderá revolucionar seu negócio proporcionando as ferramentas necessárias para um caminho de lucro cada vez maior. Algumas ferramentas disponíveis para empresas serão apresentadas para ajudar a implementar uma cultura de qualidade e trazer melhoria contínua em seus processos.

**Palavras Chaves:** Six Sigma, lucro, Variabilidade, Monitoramento da Produção

### **Abstract**

The market is increasingly competitive with companies fighting for their customers and constantly evolving their quality standards. Companies today that are unable to stand out in the market will lose their customers and consequently their profit will decrease. Six sigma comes to increase your profits by providing quality products at the lowest manufacturing cost. Through tools and techniques, the six sigma methodology helps to reduce production variability and thus reduce defects, requiring less and less rework. Through some case studies, we will discover the importance of this methodology and how it can revolutionize your business, providing the necessary tools for an even greater profit path. Some tools available to companies will be presented to help implement a quality culture and bring continuous improvement to their processes.

**Keywords:** Six Sigma, Profit, Variability, Production Monitoring

### **1. Introdução**

• Seis Sigma ( $6\sigma$ ) é um conjunto de técnicas e ferramentas para melhoria de processos. As estratégias Seis Sigma buscam melhorar a qualidade da fabricação, identificando e removendo as causas dos defeitos e minimizando a variabilidade nos processos de fabricação ou negócios. [9] As estratégias Seis Sigma buscam melhorar a qualidade da fabricação, identificando e removendo as causas dos defeitos e minimizando a variabilidade nos processos de fabricação ou negócios. Isso é feito usando métodos empíricos e estatísticos de gerenciamento de qualidade e contratando pessoas que atuam como especialistas em Seis Sigma. Cada projeto Seis Sigma segue uma metodologia definida e tem metas de valor específicas, como redução de desperdícios, aumento da satisfação do cliente ou aumento dos lucros obtidos. [9] Um processo seis sigma é aquele em que se espera, estatisticamente,

que 99,99966% de todas as oportunidades de produzir alguma característica de uma peça estejam isentas de defeitos. [10]

### 1.1. Por que Seis Sigma?

- Quando uma empresa japonesa assumiu a fábrica da Motorola que fabricava aparelhos de televisão Quasar nos Estados Unidos na década de 1970, eles prontamente começaram a fazer mudanças drásticas na maneira como a fábrica funcionava. [11] Sob gestão japonesa, a fábrica logo estava produzindo aparelhos de TV com 1/20 dos defeitos produzidos sob a gestão da Motorola. Eles fizeram isso usando a mesma força de trabalho, tecnologia e design, e fez isso enquanto reduzia custos, deixando claro que o problema era a gestão da Motorola. Demorou um tempo, mas, eventualmente, até os próprios executivos da Motorola finalmente admitiram seu erro. Demorou até quase meados da década de 1980 antes que a Motorola descobrisse o que fazer sobre isso. [12] Bob Galvin, CEO da Motorola na época, começou na empresa o caminho da qualidade conhecido como Seis Sigma e se tornou um ícone de negócios. Usando a Six Sigma a Motorola tornou-se conhecida como líder em qualidade e líder em lucros. Após isso a Motorola ganhou o Prêmio Nacional de Qualidade Malcolm Baldrige em 1988, e o segredo de seu sucesso tornou-se conhecimento público e a revolução Seis Sigma começou. [2]

- Mesmo que a Motorola tenha lutado nos últimos anos, empresas como GE e AlliedSignal adotaram a Seis Sigma e a utilizaram para se conduzir a novos níveis de atendimento ao cliente e produtividade. Seria um erro pensar que a Seis Sigma trata de qualidade no sentido tradicional.

- Após sua primeira aplicação na Motorola no final dos anos 1980, outras empresas internacionalmente reconhecidas registraram atualmente um alto número de economias após a aplicação do Seis Sigma. Os exemplos incluem Johnson & Johnson, com US \$ 600 milhões de economia relatada, Texas Instruments, que economizou mais de US \$ 500 milhões, bem como a Telefônica, que informou uma economia de € 30 milhões nos primeiros 10 meses; Sony e Boeing também relataram redução de desperdício com sucesso. [14]

### 1.2. Seis Sigma

A Seis Sigma foca na melhoria da qualidade (ou seja, redução do desperdício), ajudando as organizações a produzir produtos e serviços melhores, mais rápidos e mais baratos. Existe uma correspondência direta entre os níveis de qualidade e os “níveis sigma” de desempenho. Por exemplo, um processo operando em Seis Sigma falhará em atender aos requisitos cerca de 3 vezes por milhão de transações. A empresa típica opera com cerca de quatro sigma, o que significa que eles produzem cerca de 6.210 falhas por milhão de transações. A Seis Sigma se concentra nos requisitos do cliente, prevenção de defeitos, ciclo redução de tempo e economia de custos, assim, seus benefícios vão direto para o resultado o Seis Sigma identifica e elimina custos de resíduos que não fornecem valor para os clientes.

Para empresas que não fazem parte da Seis Sigma, esses custos costumam ser extremamente altos. Empresas que operam em três ou quatro sigma normalmente gastam de 25 a 40 por cento de suas receitas corrigindo problemas. Isso é conhecido como custo da qualidade, ou mais precisamente o custo de baixa qualidade.

A Seis Sigma é uma metodologia que depende de métricas (indicadores), e dados confiáveis, muitos destes dados são fornecidos pelos setores da empresa geralmente compilados no setor de qualidade, onde estes dados serão usados para fornecer as informações necessárias para aplicação desta metodologia. Quando o processo está fora da meta seus dados são dispersos e fora de foco, já em um processo centrado irá existir pouca variabilidade o que é o ideal em qualquer processo.

## 2 Metodologia

Uma poderosa atribuição do Seis Sigma é a criação de uma infraestrutura capaz de garantir que projetos que melhorem suas atividades tenham os recursos necessários para isso. Segundo Thomas Pyzdek, a falha em prover esses recursos é a principal razão para que 80% de todo projeto falhe em cumprir seus objetivos. Empresas que possuem um sistema para compartilhamento de informações e recursos se destacam em relação às outras na implementação desta metodologia. [1]

É crucial entender o processo, o que está ocorrendo na empresa para que o grupo responsável por aplicar o Six Sigma esteja ciente do que pode melhorar e como trazer benefícios a empresa.

Alguns exemplos na tabela 1 de potenciais projetos: [1]

**Tabela 1:** Exemplos de potenciais de projetos

Segmento	Oportunidade de Melhoria
Indústria Metalúrgica	Redução do percentual de sucata na produção do aço
Indústria Química	Aumento do percentual da eficiência do biorreator
Setor Público	Redução no tempo de aprovação de uma licitação.
Empresa de Varejo	Redução na quantidade de Notas Fiscais emitidas com erro.
Hospital	Redução no tempo da fila de triagem de pacientes.

**Fonte:** [1], adaptado

A implantação da Seis Sigma envolve a criação de uma organização real que incorpore esta filosofia. Criar uma organização para realizar esse processo não é uma tarefa fácil. Tradicionalmente, organizações são estruturadas para realizar tarefas de rotina, enquanto Six Sigma é tudo sobre atividades não rotineiras. Essas são coisas desafiadoras para fazer em qualquer ambiente, é quase impossível em uma empresa focada em transportar as atribuições de rotina. O trabalho da equipe de liderança é transformar a cultura da organização para que o Six Sigma floresça. É um trabalho difícil, mas não é impossível. Pense nisso como escrever um livro. Ninguém se senta e escreve um livro como uma única unidade. Os livros são organizados em subunidades menores, como seções, capítulos, páginas e parágrafos. Da mesma forma, a implantação da Seis Sigma envolve subunidades.

Um dos pilares desta metodologia é o uso do DMAIC para a resolução de um problema, para acompanhamento dos projetos.

O DMAIC possui 5 fases:

- **Define ou Definir:** Etapa onde tudo começa com a identificação do potencial de melhoria e definição dos objetivos e parâmetros de controle do projeto (pessoas envolvidas, orçamento disponível)
- **Measure ou Medir:** Mede os dados atuais do processo usando algumas ferramentas estatísticas.
- **Analyse ou Analisar:** Analisa o sistema e identifica a causa raiz do problema com o uso de algumas ferramentas.
- **Improve ou Melhorar:** Etapa onde é feito o plano de ação e aplicação da melhoria proposta.
- **Control ou Controle:** Etapa crucial onde o processo é monitorado e controlado para que os defeitos não voltem a ocorrer.

O Sistema DMAIC é uma ferramenta do seis sigma dentro de um leque enorme disponível, outra semelhante e o PDCA, ambos cumprem o mesmo objetivo, porém o DMAIC é mais completo.

Por exemplo, considere que uma indústria de chapa de aço tenha vários clientes e cada cliente tenha sua preferência (talvez um necessite de uma chapa mais grossa, outros mais flexível). Um processo com várias variabilidades de produto está mais suscetível ao erro. Com o DMAIC este erro é tratado de forma definitiva. Digamos que na linha final de montagem exista uma variabilidade alta de espessura, com o “D” será definido um time para avaliar qual problema está acontecendo, vamos definir também o objetivo. Com o “M” se mede o processo através da coleta de dados e informações, avaliando o processo como um todo no GEMBA (chão de fábrica). Com o “A” se analisa a causa raiz do problema, estimando a melhor forma de atacar e criar as oportunidades de melhoria. Com o “I” se implementar a melhoria, digamos que uma máquina está trazendo incerteza ao processo das chapas de aço, talvez uma máquina nova pode melhorar, ou a mão de obra não é capacitada, um treinamento pode eliminar esta questão. Por último o “C” é a hora de controlar para que o problema não aconteça novamente, monitorando o plano de ação e tornando padrão as melhorias implementadas.

Um processo não monitorado não pode ser controlado, algumas empresas falham em resolver a não conformidade e não registrar esta melhoria, não padronizar para que não ocorra novamente. Por exemplo, após a análise a causa raiz era mão de obra não capacitada por falta de treinamento, então para resolver iremos fazer um treinamento, sem a padronização caso meu colaborador seja transferido a outra área o mesmo problema anterior podemos retornar já que o treinamento não se tornou padrão.

Algumas ferramentas estão disponíveis na maioria das empresas para o auxiliar a implementação e operações do DMAIC, como por exemplo:

- TQM.
- Manufatura enxuta.
- Serviço enxuto.
- Melhoria contínua.
- Kaizen.
- Reengenharia de processos de negócios.
- Teoria das Restrições.
- Redução de variação

Esta lista pode ser estendida indefinidamente. [3] Esta metodologia não pode ser implementada sem antes um completo entendimento dela e comprometimento das áreas envolvidas, ou será recurso jogado fora.

Como podemos perceber a Seis Sigma não está relacionada apenas à indústria, podendo ser aplicada no setor Hospitalar, Público e Empresas de Varejo. A oportunidade de melhoria está em todo lugar, até dentro de casa.

## 2.1 Níveis Sigma

. Os níveis da qualidade sigma são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Níveis Sigma

Nível da Qualidade	Defeitos por milhão	Percentual de conformidade
1 Sigma	691,463	30,85%
1,5 Sigma	500	50%
2 Sigma	308,537	69,15%
3 Sigma	66,807	93,32%
4 Sigma	6,21	99,38%
5 Sigma	233	99,97%
6 Sigma	3,4	100,00%

Fonte: Dos autores

Avaliando esses dados notamos que níveis sigma acima de 4 estão apresentam percentual de conformidade acima dos 99%. 99% de conformidade não necessariamente significa um excelente resultado, como apontam os seguintes exemplos:

- O hospital Albert Einstein realiza cerca de 280 partos normais por mês. Caso tenha 99% de conformidade isso significa 3 falhas por mês.
- O Aeroporto Internacional de Viracopos realiza cerca de 11.000 pousos e decolagens por mês. Caso tenha 99% de conformidade isso significa 110 acidentes por mês.
- A fábrica da Ambev em Uberlândia possui capacidade de produzir 65 milhões de litros de cerveja por mês. Caso tenha 99% de conformidade isso significa 650 mil litros perdidos por mês.

O uso da Seis Sigma se estende também aos fornecedores elevando a qualidade e cortando custos, beneficiando também os clientes[3]. Outras aplicações da Seis Sigma podem ser mencionadas, como na operação de venda e entrega de gás liquefeito de petróleo (GLP) industrial envasado da filial até uma distribuidora, com objetivo de aumentar a margem líquida. [4] O uso desta metodologia não se limita apenas em uma área, suas ferramentas podem ser usadas em uma escala maior, englobando vários setores ou empresas, trazendo menor variabilidade e aumentando qualidade e margem de lucro.

Seis Sigma encontra aplicação principalmente em grandes organizações. [14] De acordo com consultores da indústria como Thomas Pyzdek e John Kullmann, empresas com menos de 500 funcionários são menos adequadas ao Seis Sigma ou precisam adaptar a abordagem padrão para fazê-lo funcionar para elas. [14] Seis Sigma, no entanto, contém um grande número de ferramentas e técnicas que funcionam bem em organizações de pequeno e médio porte. O fato de uma organização não ser grande o suficiente para poder pagar por black-belts (especialistas em Lean Seis Sigma) não diminui sua capacidade de fazer melhorias usando esse conjunto de ferramentas e técnicas. A infraestrutura descrita como necessária para dar suporte ao Seis Sigma é um resultado do tamanho da organização, e não um requisito do próprio Seis Sigma. [14]

A seguir serão apresentadas as métricas do Seis Sigma, estudos de caso para o melhoramento de processos e a capacidade destes processos.

## 2.2 Métricas do Seis Sigma

O Six Sigma usa algumas métricas para melhor controle e entendimento no processo de cálculo estatístico.

- **Unidade de Produto:** Um item que está sendo processado ou um produto/serviço final;
- **Defeitos:** Falhas contáveis associadas a uma única unidade;
- **Defeituosos:** Total de unidade com defeito, independentemente da quantidade de defeitos/unidade;
- **Oportunidade de Defeito:** Cada especificação para satisfazer o cliente.

Durante todo processo algumas siglas podem aparecer, elas são.

- **DPU:** Defeitos por unidade;
- **DPO:** Defeitos por oportunidades;
- **DPMO:** Defeitos por milhão de oportunidades;
- **NÍVEL SIGMA.**

## 2.3 Estudos de caso seis sigma no processo de melhoramento dos processos da empresa

### 2.3.1 Estudo de Caso 1

A “empresa A” é uma empresa automobilística e multinacional, enquanto a “empresa B” é uma fornecedora de peças e vende para a automobilística. O problema que estava ocorrendo era de que as peças estavam chegando com qualidade inferior ao requisitado pela “empresa A”. O material fornecido gerava vários problemas, pois como estava fora do padrão, a montadora de veículos gastava muito tempo com retrabalhos, o que atrasava toda a produção. [5]

A automobilística estava insatisfeita com o fornecedor, mas não havia possibilidade de trocar os serviços para outra empresa. Pois a outra opção de fornecedor se encontrava no exterior e seria complicado lidar com as diferenças de câmbio e burocracias de importação. Com o uso das ferramentas oferecidas pelo seis sigma, incluindo o DMAIC a “empresa A”, pode auxiliar seu fornecedor melhorando a qualidade de seu produto.

Algumas vezes a má qualidade de seu produto pode estar atrelado a uma etapa do processo muito antes realizada, se eu quero entregar um produto de qualidade meu fornecedor também é requisitado o mesmo.

### 2.3.2 Estudo de Caso 2

Uma revendedora de motos novas e seminovas tem o princípio de que o tempo ideal de venda de uma moto é de 60 dias, porém tinha motos que demoravam mais. Com o estudo do seis sigma e suas ferramentas um projeto foi feito para diminuir este tempo pois estava gerando custos adicionais, pois a empresa a partir de 60 dias era oferecido um desconto ou uma gratificação para que o produto fosse vendido. Com as ferramentas de análises foi analisado que a empresa tinha várias unidades do mesmo modelo, como ela atuava em várias cidades, modelos que não vendia na cidade A, tinha um grande estoque, porém este mesmo modelo era a que faltava no estoque na cidade B, também existe muita burocracia interna de quando a moto era recebida na empresa até ela ser disponibilizada para

venda. Com estas análises a empresa é capaz de criar planos de ações para diminuir este tempo de venda potencializando seus lucros. [6]

### 2.3.3 Estudo de Caso 3

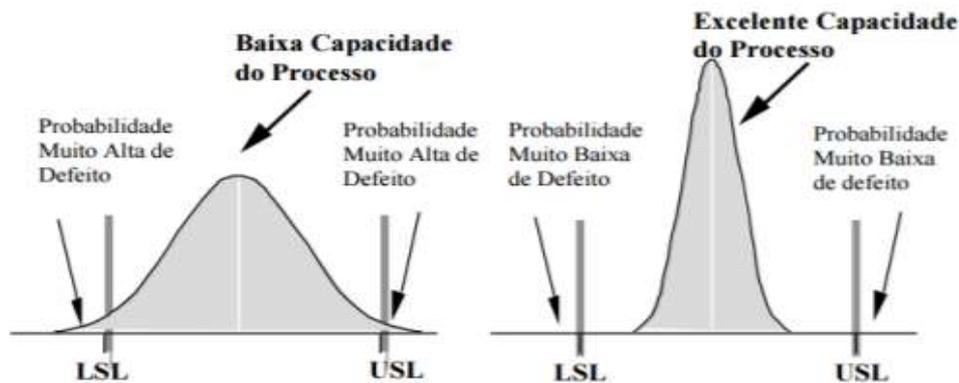
Uma empresa varejista realiza vendas de seus produtos online e por televendas. A central de atendimento monitora a quantidade de ligações recebidas diariamente, assim como o percentual de ligações convertidas em compras e a taxa de abandono de ligações; nos últimos meses, a taxa de abandono apresentou um resultado médio elevado e a empresa entende que cada ligação não concluída representa potencialmente uma venda perdida. A empresa deseja aumentar a venda de televendas reduzindo a taxa de abandono que no último ano representou 10,2%.

Após análises da equipe de melhoria, com o uso de algumas ferramentas da qualidade como DMAIC, Cartas de controle, SIPOC, Histograma, Ishikawa, Pareto dentre outros. Foi concluído que a causa raiz do problema de fato é o abandono da ligação e através de uma Matriz de priorização foi realizado as melhorias, Reavaliação do treinamento dos colaboradores, Revisão do processo de recuperação de compras, atualização do sistema gerenciador de vendas da empresa, Controle operacional para distribuição das pausas. Através das melhorias a empresa teve uma diminuição da taxa de abandono de 10,2% para 6,05% um ganho anual aproximado de 27 milhões em vendas

## 2.4 Capacidade do processo

Um das etapas de extrema importância é o conceito de Capacidade do processo, em que a capacidade de um processo é a habilidade de se gerar produtos dentro de uma faixa de especificação proveniente dos clientes internos e externos, ou seja, a capacidade do processo é avaliada para o meio da comparação da faixa característica do processo com a faixa de especificação mostrada na Figura 1.

Figura 1: Capacidade do processo



Fonte: Grupo Voitto [2]

Há quatro índices que podem ser utilizados para análise da capacidade do processo, Figura

2.

Figura 2: Índices de Capabilidade

Índice	Descrição	Cálculo
$C_p$	Mede a capacidade de maneira simples, para processos centrados. Mede o potencial do processo.	$C_p = (LSE - LIE) / 6\sigma$ Sendo LSE e LIE os limites de especificação do processo (superior e inferior, respectivamente)
$C_{ps}$	Diferença do centro da distribuição e a especificação superior.	$C_{ps} = (LSE - \mu) / 3\sigma$
$C_{pi}$	Diferença do centro da distribuição e a especificação inferior.	$C_{pi} = (\mu - LIE) / 3\sigma$
$C_{pk}$	Mede a capacidade de processos que não estão centrados.	$C_{pk} = \min \{C_{ps}; C_{pi}\}$

Fonte: Grupo Voitto [2]

### 3 Resultados

O uso do Six Sigma é amplo e vasto, e seus benefícios não podem se conter apenas em casos isolados, isto significa que seu uso tem que ser aberto e duradouro. Se uma empresa utiliza estas ferramentas para resolver apenas um problema e após a melhoria o deixa de lado, existe grande chance de o processo voltar a se tornar ineficiente. Todo processo não monitorado não pode ser controlado, hoje o modo de produção Fordista onde grande volume de produção irá compensar suas perdas é cada vez menos usado, já que empresas multinacionais provaram ser possível possuir grande volume de produção sendo ao mesmo tempo eficiente e com um nível sigma satisfatório.

Como vimos no estudo de caso 1, o problema de um cliente insatisfeito pode estar relacionado a um fornecedor e as exigências deste cliente podem ser atendidas pela empresa ou pelo fornecedor. Uma boa análise com o uso das ferramentas certas pode trazer lucro como vimos no estudo de caso 2.

Sobre os valores de  $C_p$  e  $C_{pk}$  pode-se concluir que se  $C_p = C_{pk}$ , o processo está exatamente centrado, e quando  $C_{pk} < C_p$ , o processo está descentralizado para algum dos lados e quanto maior essa diferença mais descentralizada está o processo. Um processo vai ser tido como capaz quando 6 desvios padrão (99,74%) ou mais do seu processo couberem entre os limites especificados. [6]

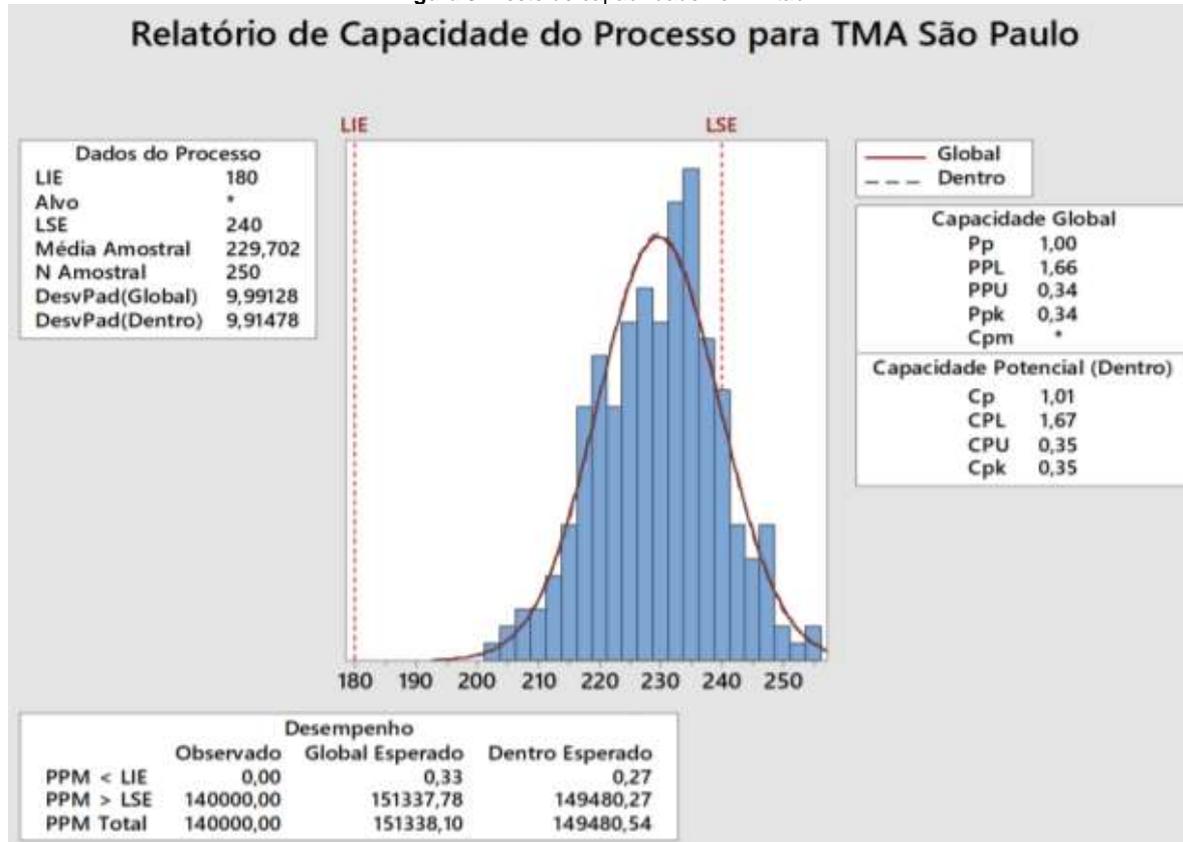
Na indústria geralmente o valor exigido para  $C_p$  e  $C_{pk}$  é  $\geq 1,33$ .

100%

- $C_p$  e  $C_{pk} < 1$  = O processo está em um índice inadequado, necessitando de inspeção
- $1 \leq C_p$  e  $C_{pk} > 1,33$  = O processo está em um índice satisfatório, aplicando inspeção por amostragem
- $C_p$  e  $C_{pk} \geq 1,33$  = O processo está em um índice bastante satisfatório, não necessitando de inspeção

Hoje com auxílio da tecnologia um dos softwares mais usados é o MiniTab, ele inclusive calcula os valores de  $C_p$  e  $C_{pk}$ . Com os dados retirados do processo e importado para o software, pode se fazer o teste de capacidade do processo como exemplifica na Figura 3.

Figura 3: Teste de capacidade no Minitab

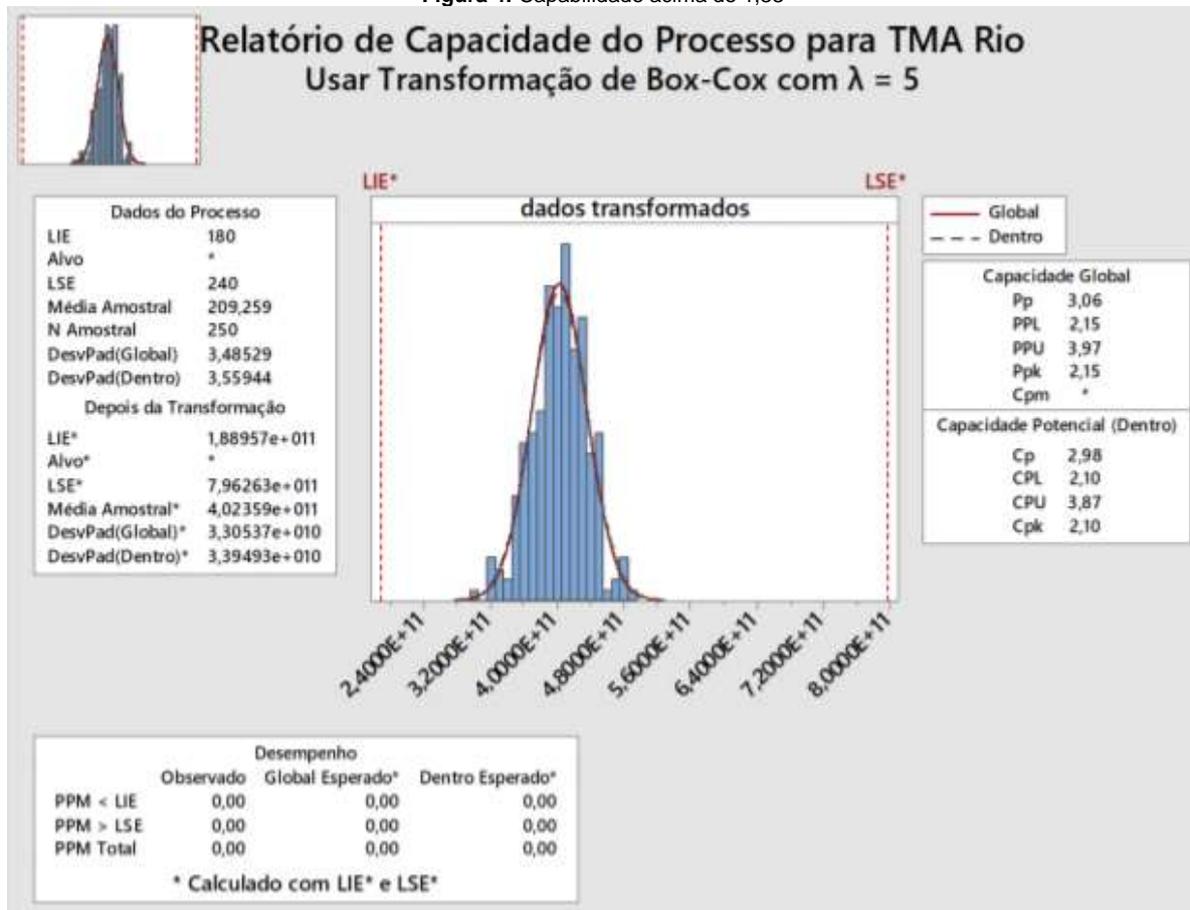


Fonte: MiniTab

Além dos resultados através gráfica ele demonstra os valores de  $C_p$  e  $C_{pk}$ , onde na figura 3 os dados avaliados são de uma empresa de outsourcing onde é avaliado o Tempo de atendimento ao consumidor em minutos, o  $C_p$  e  $C_{pk}$  são inferiores a 1 por esta razão pode-se concluir que o processo não é capaz, e caso seja feita através de uma amostragem o nível sigma estará baixo e com possibilidade de melhoria.

Depois de uma análise usando os conceitos e ferramentas do Seis Sigma com um projeto bem definido usando o DMAIC a empresa da figura 3 pode alcançar um nível de capacidade como na empresa da figura 4.

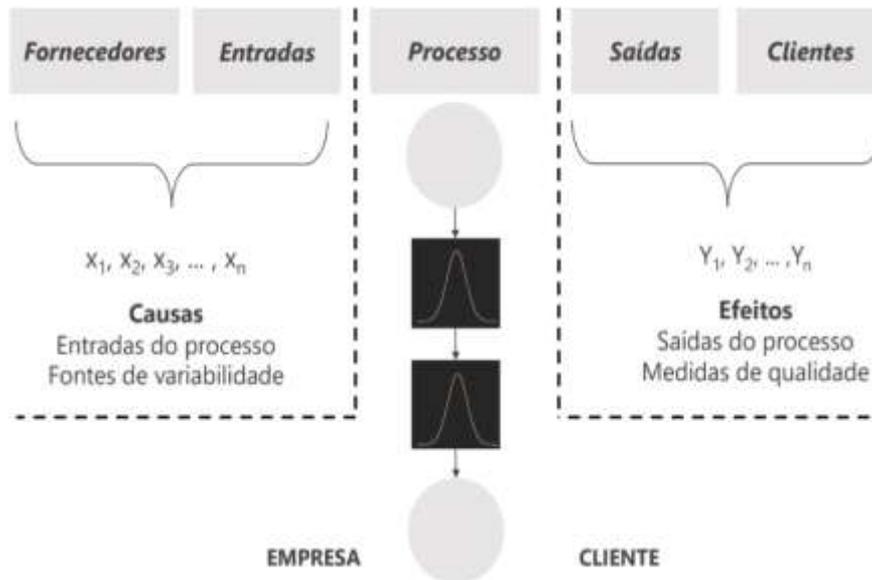
Figura 4: Capacidade acima de 1,33



Fonte: MiniTab

Na Figura 4 a empresa também é de *outsourcing* com o mesmo parâmetro Tempo de atendimento ao consumidor, porém nesta os valores de  $C_p$  e  $C_{pk}$  são maiores a 1,33 e com isso o processo é capaz.

Figura 5: Entradas e saída do processo



Fonte: Grupo Voitto [7]

A Figura 5 exemplifica como a Six Sigma avalia o processo, em que fornecedores e entradas (variáveis X) tornam-se saídas e clientes (variáveis Y), mediante o processo. Tanto X quanto Y podem apresentar várias variáveis dependendo do processo, e ambas influenciam uma à outra. Talvez o cliente exija um produto com maior precisão e por essa razão as entradas (e talvez até o fornecedor) precise ser alterado para satisfazer o cliente. Caso um processo tenha um nível sigma baixo, o teste de capacidade irá mostrar se o processo é viável ou não.

#### 4 Conclusão

Por meio desta pesquisa podemos identificar que a metodologia Six Sigma é estruturada e com ferramentas poderosas capazes de auxiliar empresas a maximizar seus lucros e melhorem seus processos, diminuindo, assim, os desperdícios. Através deste artigo vimos o uso do DMAIC e sua importância, vimos também algumas ferramentas que estão disponíveis para as empresas começarem a implementar uma cultura de qualidade e melhoria contínua, como vimos não podemos implementar uma melhoria e dar como resolvido o uso do seis sigma, os dois estudos de caso provaram que o uso pode ser transformador na empresa.

#### 5 Referências

- [1] T. Pyzdek e A. K. Paul, *The Six Sigma Handbook*, vol. Third Ed., New York: McGraw-Hill, 2009.
- [2] T. Coutinho, "Aprenda o que é e como analisar a Capacidade de processo!," Grupo Voitto, 2020 Novem [Online]. Available: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/capabilidade-do-processo>. [Acesso em 07 junho 2021].
- [3] C. W. Adams, P. Gupta e C. E. Wilson, "Six Sigma Deployment," 2003.
- [4] D. G. Leite e R. A. E. Montesco, "Aplicação do Lean Seis Sigma na melhoria de processo de uma distribuidora de GLP em Aracaju/SE," em *Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP)*, João Pessoa, 2016.
- [5] CAE, "Exemplo de projeto DMAIC em uma grande empresa," CAE treinamentos, [Online]. Available: <https://caetreinamentos.com.br/blog/seis-sigma/exemplo-de-projeto-dmaic/>. [Acesso em 21 Setembro 2021].

- [6] T. Coutinho, "Case de Lean Seis Sigma aplicado para a redução de tempo de motos em estoque," Grupo Voitto, 2020 Novembro 23. [Online]. Available: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/reducao-do-tempo-das-motos-em-estoque>. [Acesso em 21 Setembro 2021].
- [7] T. Coutinho, "Como avaliar o nível Sigma de uma empresa?," Grupo Voitto, [Online]. Available: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/nivel-sigma>. [Acesso em 2021 junho 2021].
- [8] R. d. M. Peña, "Aplicação da metodologia seis sigma para melhorar a qualidade de um fornecedor," 2006.
- [9] "The Inventors of Six Sigma". Archived from the original on 2005-11-06. Retrieved 2006-01-29.
- [10] Tennant, Geoff (2001). SIX SIGMA: SPC and TQM in Manufacturing and Services. Gower Publishing, Ltd. p. 6. ISBN 0-566-08374-4.
- [11] "About Motorola University: The Inventors of Six" [Online]. Available: <https://web.archive.org/web/20050913050550/http://www.motorola.com/content/0,,3079,00.html> [Acesso em 11 dezembro 2021]
- [12] "Six Sigma: Where is it now?" [Online]. Available: <https://scm.ncsu.edu/scm-articles/article/six-sigma-where-is-it-now> [Acesso em 11 dezembro 2021]
- [13] Kwak, Young Hoon; Anbari, Frank T. (2006). "Benefits, obstacles, and future of six sigma approach". [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0166497204001828?via%3Dihub> [Acesso em 11 dezembro 2021]
- [14] Dusharme, Dirk. "Six Sigma Survey: Breaking Through the Six Sigma Hype" [Online]. Available: <http://www.qualitydigest.com/nov01/html/sixsigmaarticle.html> [Acesso em 11 dezembro 2021]