

N. CLASS. M 658, 5 62
CUTTER P 172 m
ANO/EDIÇÃO 2015

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS

ENGENHARIA MECÂNICA

GEOVANI DE OLIVEIRA PALMEIRA

METODOLOGIA SEIS SIGMA

Varginha

2015

GEOVANI DE OLIVEIRA PALMEIRA

METODOLOGIA SEIS SIGMA

Projeto de pesquisa apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II, na instituição UNIS, como parte das exigências do Curso de Engenharia Mecânica, para conclusão do curso de graduação, sob orientação do Prof. Marco Antonio de Araujo.

Varginha

2015

GEOVANI DE OLIVEIRA PALMEIRA

Apresentar a metodologia Seis Sigma e seus resultados, a diversidade dos locais onde se é implementada e os ganhos proporcionados com sua implementação.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em ____/____/____

Prof. Matheus Henrique Pereira

Prof. Marco Antonio de Araujo

OBS.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que me concedeu forças nesse caminho.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional, porque acreditaram e sonharam comigo.

A minha irmã, pela alegria e pelo companheirismo.

A Flávia, por estar sempre ao meu lado, transmitindo força e serenidade.

Aos meus avós, agradeço as orações e o carinho.

Aos familiares, aos amigos, aos mais chegados, aos que acreditaram em mim, aos que participaram direta e indiretamente desta trajetória.

Ao meu orientador, Prof. , pelas orientações prestadas, pela paciência, por me dedicar seu tempo e sua experiência.

Aos professores e colegas do Curso de Engenharia Mecânica, por acompanharem a minha trajetória.

Desejo ver um mundo melhor, mais fraternal,
em que as pessoas não queiram descobrir os
defeitos das outras, mas, sim, que tenham
prazer de ajudar o outro. (Oscar Niemeyer)

Grupo Educacional UNIS

RESUMO

A implementação de uma ferramenta de qualidade é um processo onde toda a empresa passa por uma adaptação e estudo para se adequar as exigências e parâmetros necessários, visando seu objetivo final. A metodologia Seis Sigma é considerada uma das principais filosofias de melhoria de qualidade para a solução de problemas na atualidade, conquistando credibilidade em diversos setores. Para a adoção do Seis Sigma é necessária a aplicação correta de cada etapa, e a dedicação de todos os envolvidos, pois dentro de um processo o defeito ou falha, pode custar caro para a empresa ou a vida de uma pessoa em setores de segurança. É com isso que a Metodologia Seis Sigma se baseia, na redução da variabilidade dos processos, enquadrando o mesmo dentro das especificações do cliente, fazendo com que este processo tenha praticamente zero possibilidade de apresentar um defeito, aumentando sua eficiência e eficácia nos processos e sua credibilidade com seu cliente.

Palavras-chave: Metodologia Seis Sigma

ABSTRACT

The implementation of a quality tool is a process where the whole company goes through a study and adaptation to suit the requirements and required parameters, aiming their ultimate goal. The Six Sigma methodology has been considered a major quality improvement philosophies for solving problems today, gaining credibility in various industries. For the adoption of Six Sigma correct application is required for each step and dedication of everyone involved, because within a process, a defect or failure can cost the company itself or the life of a person. This is where the Six Sigma methodology is based, in reducing process variability, framing it within the customer's specifications, making this process has virtually zero possibility to present a defect.

Keywords: Six Sigma Methodology

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Classificação do nível Sigma.....	13
Figura 2: Cálculo de Defeito Por Milhão de Oportunidades.....	13
Figura 3: Tabela Sigma de projetos de curto prazo.....	14
Figura 4: Tabela Sigma de projetos à longo prazo.....	15
Figura 5: Diferença entre 3,8 Sigma e 6 Sigma.....	22
Figura 6: Cálculo do Valor Atual Líquido.....	25
Figura 7: Cálculo da Taxa Interna de Retorno.....	26
Figura 8: Diversidade da adoção do Seis Sigma.....	27
Figura 9: Etapa Definir.....	32
Figura 10: Etapa Medir.....	33
Figura 11: Etapa Analisar.....	34
Figura 12: Etapa Melhorar.....	35
Figura 13: Etapa Controlar.....	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	08
2 SEIS SIGMA.....	12
2.1 Conceitos sobre o Seis Sigma.....	12
2.2 Classificação do nível Sigma.....	13
2.3 Estrutura do Seis Sigma.....	15
2.3.1 Primeira Fase.....	16
2.3.2 Segunda Fase.....	16
2.3.3 Terceira Fase.....	17
2.3.4 Quarta Fase.....	17
2.3.5 Quinta Fase.....	17
2.4 Personagens do Seis Sigma.....	17
3 VANTAGENS DE IMPLEMENTAÇÃO DO SEIS SIGMA.....	20
3.1 Visão sobre a metodologia Seis Sigma.....	20
3.2 Diferenças realizadas de acordo com nível Sigma.....	21
3.3 Ganhos a partir do Seis Sigma.....	23
3.4 Cálculos para identificação da viabilidade de seu projeto.....	23
3.4.1 Taxa de investimento.....	24
3.4.2 Fluxo de caixa.....	24
3.4.3 Valor Atual Líquido (VAL).....	24
3.4.4 Taxa Interna de Retorno (TIR).....	25
4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SEIS SIGMA.....	27
4.1 Diversidade da adoção da metodologia Seis Sigma.....	27
5 CONFIRMAÇÃO DA EXATIDÃO DA METODOLOGIA.....	31
5.1 Implementação da metodologia em uma catapulta.....	31
5.1.1 Dados estipulados para o desenvolvimento do projeto.....	31
5.1.2 Desenvolvimento do projeto.....	31
6 CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS.....	38

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o tempo e a globalização, ocorrem evoluções de conceitos e de ações executadas nos locais de trabalho. Essas modificações são constantes e muitas das vezes saem do controle, desestabilizando o processo e obtenção de resultados satisfatórios. Com isso, a partir de grandes gestões foram desenvolvidas ferramentas e filosofias relacionadas a empreendedorismo, para se adquirir um melhor conhecimento sobre o desenvolvimento de um trabalho e uma menor variabilidade relacionada ao mesmo, conseguindo assim um melhor controle sobre seu processo. Tais ferramentas e filosofias estão espalhadas pelo mundo, conhecidas como ferramentas de qualidade, sendo aplicadas e controladas por setores de grandes empresas constantemente ou até mesmo na vida cotidiana.

A Metodologia Seis Sigma, é uma filosofia focada no desenvolvimento de projetos, onde busca eliminar defeitos que influenciam o resultado do processo. De acordo com a metodologia pode-se adquirir resultados satisfatórios, porém deve-se ter disciplina e compromisso para poder executá-la. A partir de estudos relacionados ao processo obtém-se uma melhor visão de como são executadas cada atividade dentro de um processo e quais são os pontos primordiais que afetam o resultado do mesmo, com isso são desenvolvidas equipes onde ocorre a distribuição de tarefas e a junção de ideias para estipularem metas. As metas serão os objetivos ao longo do desenvolvimento do projeto, onde serão desenvolvidas tarefas diretamente e indiretamente ligadas ao processo.

A implementação do Seis Sigma se torna diversificada por conta de abranger não só a melhoria de um produto, mas sim de todos os setores relacionados a uma empresa ou organização, que busca atingir metas e eliminar defeitos e falhas. Na atualidade pode se observar a diversidade de empresas e locais onde se utilizam a metodologia; hospitais, metalúrgicas, empresas automotivas, comunidades, e até prefeituras buscando melhor controle em sua gestão.

Com a adoção e controle do Seis Sigma, se ganha resultados consideráveis como os ganhos obtidos pelo Grupo Brasmotor (WERKEMA, 2002) e pelos resultados adquiridos pela General Electric nos Estados Unidos, que motivaram a disseminação do programa em outras unidades da corporação e que acabaram se estendendo também nas plantas instaladas em outros países, como é o caso do Brasil onde a corporação possui várias unidades de negócios. Cabe ressaltar que não são somente empresas que adquirem ganhos com a metodologia, os profissionais qualificados no Seis Sigma possuem grandes vantagens no mercado de trabalho

e podem também utilizar de seus conhecimentos para realização de treinamentos para outras categorias dentro da metodologia.

Na atualidade diversos autores têm citado a metodologia Seis Sigma na literatura de forma muito positiva, especificando os ganhos e resultados obtidos por diversas empresas a partir da adoção do Seis Sigma.

Welch (1994), uma empresa 6 Sigma é a única opção do cliente quando colocar seu próximo pedido, este deverá ser o futuro da General Electric

Harry e Schroeder (2000) sinalizam que desde o início da década de 80 o Seis Sigma vem sendo apontado como uma ferramenta bastante eficaz ao combate à variação de processos. A aplicabilidade da ferramenta é bastante extensa e bons resultados estão sendo obtidos por diversas empresas, não só nos setores produtivos, como também nos administrativos (serviços).

Segundo Carvalho (2002), uma das principais questões nos programas Seis Sigma é a definição e escolha dos projetos que receberão aporte de recursos da organização.

Banuelas e Antony (2002) alertam que um processo pobre de seleção e definição de projetos Seis Sigma favorece o atraso à obtenção dos resultados positivos proporcionados pela metodologia, o que acarreta, inevitavelmente, um forte sentimento de frustração em toda organização.

Bertels e Patterson (2003) apontam a qualidade na seleção de projetos como principal fator diferencial entre os programas Seis Sigma bem sucedidos e os demais.

Segundo Linderman (2003), o Seis Sigma é um método organizado e sistemático para melhoria dos processos e do desenvolvimento de produtos e serviços, baseado em técnicas estatísticas e científicas, com o objetivo de reduzir defeitos definidos pelos clientes.

O objetivo geral desse trabalho é apresentar a metodologia Seis Sigma e seus resultados, mostrando a diversidade dos locais onde se é implementada e os ganhos proporcionados com sua implementação.

De acordo com o desenvolvimento do trabalho, primeiramente será apresentado às questões conceituais sobre o Seis Sigma e suas etapas dentro de um projeto, para que se possa obter um melhor entendimento sobre a metodologia. De acordo com Linderman (2003) a metodologia Seis Sigma possui grandes adeptos, e apresenta uma visível melhoria no processo através de sua implementação, oferecendo um vasto recurso para melhorar a qualidade e o controle sobre um processo produtivo. Conseqüentemente obtém-se um aumento sobre a lucratividade do processo e evita eventuais defeitos no produto, garantindo uma maior confiabilidade com seu cliente.

Contudo o que torna o Seis Sigma atrativo por todo o mundo é sua diversidade de adoção, podendo ser implementado em grandes e pequenas empresas, com diferentes focos no mercado, mas com mesmo objetivo; eliminar ao máximo os defeitos e falhas em seus processos. Sua implementação se torna diversificada, pois o objetivo geral de sua aplicação é eliminar as variabilidades de qualquer tipo de processo, a partir da análise de seus defeitos e problemas. Com isso pode se adquirir melhorias através de análises do seu próprio processo, otimizando-o para uma maior rendibilidade para sua empresa. Considerando também a aplicação em diversos setores e treinamentos para diferentes classes de funcionários.

Com a metodologia Seis Sigma, todos os funcionários se tornam ligados de certa forma no projeto, cada um com uma responsabilidade e função, para que o objetivos e metas sejam alcançados. Dessa maneira, pode-se observar uma melhor comunicação e visibilidade de todos os setores envolvidos, garantindo participação e valorizando cada individuo da empresa.

No processo de aplicação é necessário avaliar todo o processo, desde as mínimas tarefas até o produto final, pois a partir de pequenos detalhes observados pode se garantir ganhos que realizaram a diferença. Além disso, quando uma empresa realiza suas funções de forma organizada e correta, os incidentes e defeitos se tornam mais visíveis e fáceis de serem reparados. No entanto para aplicação é necessário disciplina e colaboração de todos, pois em um ambiente de trabalho todo tipo de mudança acaba se tornando um desafio, onde todos devem se unir para realiza-lo.

Outro fator muito importante desse trabalho é demonstrar as vantagens da implementação e a análise de cálculos para identificação da viabilidade do projeto dentro da metodologia, pois com isso pode-se visualizar uma prévia dos ganhos que serão adquiridos ao longo do projeto. Os resultados são visíveis de acordo com o tempo, contudo são vantajosos, em relação ao nível sigma alcançado pelas empresas, que através dele conseguem eliminar 99,999% de defeitos ou falhas em seus processos. Além de que, a metodologia Seis Sigma se torna viável para todas as classes de empresas, de grande, médio e pequeno porte, segundo estudos relacionados ao meio empresarial realizado por Andrietta e Miguel (2007).

Após sua implantação na empresa é necessário que profissionais relacionados ao projeto monitorem e realizem todos os controles necessários. Tais funções são realizadas pelos Executivos Líderes Campeões, Master Black Belt, Black Belt, Green Belt. Essas funções são designadas de acordo com o conhecimento e habilidade de cada envolvido no projeto, além da especialização relacionada à metodologia Seis Sigma. As etapas da metodologia Seis Sigma necessitam da junção e entendimento de todos os envolvidos no

projeto, com isso, ideias sempre se tornam aparentes de acordo com o desenvolvimento das etapas, olhares de diferentes setores que ajudam o projeto a alcançar seus objetivos.

O tipo de pesquisa realizada é de caráter descritivo, uma vez que foram avaliadas e descritas as características da Metodologia Seis Sigma no que diz respeito ao conceito, aplicação, vantagens e diversidade alcançada pela mesma. O trabalho foi realizado com base em pesquisas bibliográficas, em artigos voltados para a área e também em pesquisas na internet, ou seja, a pesquisa é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas por grandes autores e profissionais na área, com o intuito de contribuir para a construção desse trabalho.

A pesquisa que se classifica como "descritiva" tem por premissa buscar a resolução da Metodologia Seis Sigma, onde sua implementação pode ser classificada como um processo onde toda a empresa passa por uma adaptação e estudo para se adequar a exigência e parâmetros necessários, visando seu objetivo final.

2 SEIS SIGMA

2.1 Conceitos sobre o Seis Sigma

Nas buscas constantes em atingir a gestão perfeita, muitas empresas desenvolveram métodos e maneiras em atingir o melhor resultado possível em seus processos, visando o aumento de ganhos e a diminuição de perdas. Durante essa evolução em busca de satisfazer cada vez mais o cliente, originou-se em 1987 por meio do engenheiro da Motorola Bill Smith e do CEO da Motorola, Robert Galvin, a Metodologia Seis Sigma, que é uma gestão para estudar as variabilidades de um processo, visando reduzir as variáveis e atingir uma mudança organizacional. De acordo com o executivo Welch (1994), sempre existe a possibilidade de melhorar algo, no entanto é necessária uma metodologia juntamente com uma cultura de aprendizado e esforços para realizá-la. Tal metodologia citada foi identificada pelo executivo como a Seis Sigma.

A filosofia de qualidade Seis Sigma, é focada em objetivos de curto prazo, com o intuito de alcançar metas de longo prazo. Através da relação com o cliente e do estudo de medição é possível obter uma melhor visão sobre o que deve ser feito no projeto de melhoria contínua. Com a implementação e desenvolvimento das metas de longo prazo nos processos industriais e administrativos, matem-se os níveis de pouco defeitos por milhão de oportunidades (dpmo), adquirindo assim uma melhor qualidade no processo. De acordo com Crosby (1979) a qualidade é a conformidade das especificações, realizando o certo da primeira vez.

Na definição da metodologia Seis Sigma a simbologia sigma (σ) que vem do grego, é utilizada para demonstrar a variabilidade (desvio-padrão) de um processo, isto é, a capacidade deste de produzir produtos não defeituosos. Estatisticamente, sigma está relacionado à dispersão em relação da média do processo, enquanto a numeração 6 é a classificação na qual metodologia se encontra em um processo, nesse caso 3,4 defeitos por milhão de oportunidades (dpmo).

Segundo Harry (1998), existe uma correlação direta entre o número de produtos defeituosos, o desperdício com custos operacionais e o nível de satisfação do cliente. Onde a filosofia Seis Sigma utiliza uma estatística para medir a capacidade do processo em executar atividades com ausência de defeitos. Com isso um maior nível sigma aumenta a confiabilidade do processo e diminui retrabalhos e inspeções finais, reduzindo assim o tempo e aumentando a satisfação do cliente.

Figura 1: Classificação do nível Sigma.

σ	DPMO	%	
2	308.537	69,146%	
3	66.807	93,319%	Padrão Histórico
4	6.210	99,379%	Padrão Atual
5	233	99,976%	
6	3,4	99,999%	Novo Padrão
Nível Sigma	Defeitos por milhão	% Peças Boas	

Fonte: RL & ASSOCIADOS, 2015.

2.2 Classificação do nível Sigma

Para se desenvolver um projeto é necessário estipular metas e traçar caminhos para conquista de seus objetivos. No entanto deve-se conhecer o seu ponto de partida para conseguir estipular o foco em um destino, para isso é necessário analisar o processo atual e verificar o nível sigma presente nele. Pode-se analisar o nível sigma através do cálculo do DPMO (Defeitos Por Milhão de Oportunidades), que após ser calculado será relacionado a uma tabela com o nível sigma referente a cada DPMO encontrado. O cálculo matemático utilizado para adquirir o valor do DPMO é demonstrado a seguir:

Figura 2: Cálculo de Defeito Por Milhão de Oportunidades.

$$\text{DPMO} = \left[\frac{\text{Nº de Defeitos}}{\text{Nº de Unidades} \times \text{Nº de Oportunidades}} \right] \times 1.000.000$$

Fonte: RL & ASSOCIADOS, 2015.

Para realizar o cálculo deve-se coletar os dados expostos na figura acima, que são, o número de defeitos ou falhas encontrados em seu processo, o número de unidades coletadas em seu processo e o número de oportunidades de acontecer defeitos ou falha em seu processo.

Com o resultado adquirido através do cálculo do DPMO, é possível analisar as tabelas referentes ao nível sigma. Existem dois tipos de tabelas referentes ao nível sigma do processo, uma relacionada aos processos de curto prazo e outra aos processos de longo prazo, de acordo com o modelo a seguir:

Figura 3: Tabela Sigma de projetos de curto prazo.

SIGMA	DPMO	Perda %	Yield %	SIGMA	DPMO	Perda %	Yield %
6,0	3,4	0,00034%	99,9997%	3,0	66.807	6,70%	93,30%
5,9	5,4	0,00054%	99,9995%	2,9	80.757	8,10%	91,90%
5,8	8,5	0,00085%	99,9992%	2,8	96.801	9,70%	90,30%
5,7	13	0,00130%	99,9987%	2,7	115.070	11,50%	88,50%
5,6	21	0,00210%	99,9979%	2,6	135.666	13,60%	86,40%
5,5	32	0,00320%	99,9968%	2,5	158.655	15,90%	84,10%
5,4	48	0,00480%	99,9952%	2,4	184.060	18,40%	81,60%
5,3	72	0,01%	99,9928%	2,3	211.855	21,20%	78,80%
5,2	108	0,01%	99,9892%	2,2	241.964	24,20%	75,80%
5,1	159	0,02%	99,9840%	2,1	274.253	27,40%	72,60%
5,0	233	0,02%	99,9770%	2,0	308.537	30,90%	69,10%
4,9	337	0,03%	99,9660%	1,9	344.578	34,50%	65,50%
4,8	483	0,05%	99,9520%	1,8	382.089	38,20%	61,80%
4,7	687	0,07%	99,9310%	1,7	420.740	42,10%	57,90%
4,6	968	0,10%	99,9000%	1,6	460.172	46,00%	54,00%
4,5	1.350	0,13%	99,8700%	1,5	500.000	50,00%	50,00%
4,4	1.866	0,19%	99,8100%	1,4	539.828	54,00%	46,00%
4,3	2.555	0,26%	99,7400%	1,3	579.260	57,90%	42,10%
4,2	3.467	0,35%	99,6500%	1,2	617.911	61,80%	38,20%
4,1	4.661	0,47%	99,5300%	1,1	655.422	65,50%	34,50%
4,0	6.210	0,62%	99,3800%	1,0	691.462	69,10%	30,90%
3,9	8.198	0,82%	99,1800%	0,9	725.747	72,60%	27,40%
3,8	10.724	1,10%	98,9000%	0,8	758.036	75,80%	24,20%
3,7	13.903	1,40%	98,6000%	0,7	788.145	78,80%	21,20%
3,6	17.864	1,80%	98,2000%	0,6	815.940	81,60%	18,40%
3,5	22.750	2,30%	97,7000%	0,5	841.345	84,10%	15,90%
3,4	28.716	2,90%	97,1000%	0,4	864.334	86,40%	13,60%
3,3	35.930	3,60%	96,4000%	0,3	884.930	88,50%	11,50%
3,2	44.565	4,50%	95,5000%	0,2	903.199	90,30%	9,70%
3,1	54.799	5,50%	94,5000%	0,1	919.243	91,90%	8,10%

Fonte: RL & ASSOCIADOS, 2015

De acordo com a tabela, pode-se verificar o nível Sigma de seu processo, além de obter dados em porcentagem de peças sem defeitos (Yield) e perdas ou peças defeituosas de seu processo. Quando o processo possui mais de 100 , será considerado como processo de longo prazo. Com isso deve-se analisar a próxima tabela, que apresenta os resultados referentes a esse processo.

Figura 4: Tabela Sigma de projetos à longo prazo.

SIGMA	DPMO	Perda %	Yield %	SIGMA	DPMO	Perda %	Yield %
6,0	0,001	0,000001%	99,999999%	3,0	1.350	0,13%	99,87%
5,9	0,002	0,000000%	99,9999998%	2,9	1.866	0,19%	99,81%
5,8	0,003	0,000000%	99,9999997%	2,8	2.555	0,26%	99,74%
5,7	0,006	0,000001%	99,999999%	2,7	3.467	0,35%	99,65%
5,6	0,011	0,000001%	99,999999%	2,6	4.661	0,47%	99,53%
5,5	0,019	0,000002%	99,999998%	2,5	6.210	0,62%	99,38%
5,4	0,033	0,000003%	99,999997%	2,4	8.198	0,82%	99,18%
5,3	0,060	0,000006%	99,999994%	2,3	10.724	1,07%	98,93%
5,2	0,100	0,00001%	99,999990%	2,2	13.903	1,39%	98,61%
5,1	0,170	0,00004%	99,999963%	2,1	17.864	1,69%	98,31%
5,0	0,290	0,00003%	99,999971%	2,0	22.750	2,28%	97,72%
4,9	0,550	0,0000%	99,999952%	1,9	28.717	2,87%	97,13%
4,8	0,800	0,0001%	99,9999%	1,8	35.930	3,59%	96,41%
4,7	1,300	0,0001%	99,9999%	1,7	44.565	4,46%	95,54%
4,6	2,100	0,0002%	99,9998%	1,6	54.799	5,48%	94,52%
4,5	3,400	0,0003%	99,9997%	1,5	66.807	6,68%	93,32%
4,4	5,400	0,0005%	99,9995%	1,4	80.757	8,08%	91,92%
4,3	8,500	0,0008%	99,9992%	1,3	96.800	9,68%	90,32%
4,2	13,000	0,0013%	99,9987%	1,2	115.070	11,51%	88,49%
4,1	21,000	0,0021%	99,9979%	1,1	135.666	13,57%	86,43%
4,0	32,000	0,0032%	99,9968%	1,0	158.655	15,87%	84,13%
3,9	48,000	0,0048%	99,9952%	0,9	184.060	18,41%	81,59%
3,8	72,000	0,0072%	99,9928%	0,8	211.855	21,19%	78,81%
3,7	108,000	0,0108%	99,9892%	0,7	241.964	24,20%	75,80%
3,6	159,000	0,0159%	99,9841%	0,6	274.253	27,43%	72,57%
3,5	233,000	0,0233%	99,9767%	0,5	308.538	30,84%	69,16%
3,4	337,000	0,0337%	99,9663%	0,4	344.578	34,46%	65,54%
3,3	483,000	0,0483%	99,9517%	0,3	382.089	38,21%	61,79%
3,2	687,000	0,0687%	99,9313%	0,2	420.740	42,07%	57,93%
3,1	968,000	0,0977%	99,9023%	0,1	460.172	46,02%	53,98%

Fonte: RL & ASSOCIADOS, 2015.

2.3 Estrutura do Seis Sigma

A metodologia Seis Sigma é realizada por meio de etapas e ferramentas, que auxiliam na sua implementação. O DMAIC é a estrutura da metodologia, dividido em: definir, medir, analisar, implementar e controlar. Essa estrutura possui o objetivo de coordenar as tarefas por meio de etapas, para alcançar as metas desejadas. Cada etapa é auxiliada através das ferramentas cabíveis em cada projeto como, SIPOC, 6M, ISHIKAWA, PARETO, MINITAB, FMEA, TEAM CHARTER e outras.

No DMAIC cada etapa possui sua função e deve ser bem executada para garantir bons resultados e um excelente desenvolvimento do projeto. Na etapa Definir, deve-se identificar um processo crítico para um objetivo estratégico. Posteriormente calcular o saving do projeto

que será desenvolvido, analisando se o projeto se tornará viável para execução, em relação custo benefício. Com a exatidão da necessidade do projeto é necessário registrar a implementação do processo, definir a equipe, escopo e os prazos a serem executadas cada etapa.

Concluindo essas atividades segue-se para a etapa Medir, onde será realizado a coleta de dados necessários através de equipamentos confiáveis e estudar as variações do processo, determinando assim o nível sigma atual em que se encontra. Na próxima etapa, Analisar, será definido os objetivos de desempenho, ou seja, quais as metas do nosso projeto, e a partir disso determinar a causa raiz do nosso problema. Deve-se realizar uma análise e estratificar o processo para uma melhor visualização do mesmo.

Com a etapa Melhorar, os participantes do projeto devem se reunir e estipularem novas ideias de melhoria, realizar avaliações e selecionar soluções para o problema. Aplicar testes para comprovar a melhoria e confirmar o saving estipulado no início do projeto. A partir deste deve se realizar a etapa Controlar, que é manter as melhorias sobre controle, prevenir a ocorrência de falhas, padronizar e documentar as melhorias, além de promover treinamentos para os envolvidos no processo.

Em cada etapa, são utilizadas ferramentas para execução do projeto. De acordo com o Seis Sigma, Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos e Produtos e Serviços (2002), as ferramentas utilizadas em cada fase são:

2.3.1 Primeira Fase

- a) Dados internos da empresa, objetivo, dados financeiros, metas;
- b) Dados do cliente;
- c) Análise custo-benefício;
- d) Priorização dos processos críticos do negocio;
- e) Desenho dos macro-processos prioritários;
- f) QFD.

2.3.2 Segunda Fase

- a) Estatística base;
- b) Análise do sistema de medição;
- c) Cálculo de capacidade do processo;

d) Ferramenta estatística básicas.

2.3.3 Terceira Fase

- a) FMEA;
- b) Teste de hipóteses;
- c) Análise de variância;
- d) Testes não paramétricos;
- e) Correlação e regressão simples;
- f) Teste qui-quadrado.

2.3.4 Quarta Fase

- a) Planos de ação;
- b) Manufatura enxuta;
- c) Calculo da nova capacidade do processo;
- d) DOE – Delineamento de Experimentos.

2.3.5 Quinta Fase

- a) Elaboração dos novos procedimentos;
- b) Gráficos de controle por variáveis e atributos;
- c) CEP para pequenos lotes;
- d) Padronizando os procedimentos.

2.4 Personagens do Seis Sigma

A metodologia Seis Sigma é desenvolvida através de pessoas capacitadas e profissionais relacionados aos processos envolvidos no projeto. Com isso todos os envolvidos no projeto devem ter conhecimento da metodologia e das metas a serem alcançadas. Cada participante possui uma função hierárquica no projeto, funções que são interligadas e importantes para o objetivo final. Para que cada etapa ocorra com a maior produtividade e exatidão possível, é necessário que todos os envolvidos tenham interesse em realizar o melhor. Para isso deve se selecionar pessoas que dominam os processos envolvidos no

projeto, que possuam competência e experiência de acordo com as mudanças necessárias a serem realizadas, e não apenas por conta de cargos ou funções desempenhadas.

A divisão de equipes na metodologia Seis Sigma possui nomenclatura baseada na graduação das artes marciais, pois procuram informar as qualidades de um especialista no sistema. Conforme Harry (2003) um Black Belt das artes marciais possui um treinamento intenso e é um especialista em sua técnica, mantendo sempre o foco nos momentos de ataque e nos momentos de defesa. Do mesmo modo deve ser realizado na aplicação da técnica Seis Sigma.

As classificações hierárquicas na metodologia Seis Sigma são divididas em Executivo Líder, Campeão, Master Black Belt, Black Belt e Green Belt. De acordo com sua categoria, serão dadas funções e responsabilidades referentes ao projeto.

Executivo Líder, normalmente é um cargo utilizado pela alta gerencia, e possui as seguintes funções:

- a) Responsável pela implementação do Seis Sigma;
- b) Verifica os ganhos financeiros conquistados através dos projetos Seis Sigma;
- c) Gerencia as iniciativas Seis Sigmas por toda a empresa;
- d) Elego os gerentes e diretores que realizarão o papel de campeões.

Campeão, esse cargo ocorre na maioria das vezes em empresas com varias visões, e têm com objetivo:

- a) Liderar os executivos-chave;
- b) Desenvolve e guia o inicio da implementação do Seis Sigma;
- c) Compreende as etapas e conceitos da metodologia Seis Sigma.
- d) Seleciona as pessoas e os envolvidos que irão participar e compartilhar os conceitos da metodologia Seis Sigma, por toda organização.

Master Black Belts, típica de empresas de grande porte:

- a) Possui treinamento intensivo sobre a metodologia Seis Sigma;
- b) Realiza treinamentos e instrui os Black Belts e Green Belts;
- c) Soluciona problemas estatísticos;
- d) Responsável pela criação de mudanças na organização;
- e) Ajuda na implementação da metodologia Seis Sigma dentro da organização;
- f) Dedicar 100% do seu tempo para o Seis Sigma.

Black Belts são os elementos chave do sistema:

- a) Realizam as ordens dos Black Belts;
- b) Executam e otimizam projetos que ajudam na redução de falhas;
- c) Solucionam problemas relacionados ao processo;
- d) Estimulam o gerenciamento para adoção de novas maneiras de realizar processos;
- e) Identificam falhas e problemas relacionados ao projeto.

Green Belts são membros da média chefia da organização:

- a) Auxiliam os Black Belts nas coletas de dados relacionadas ao projeto;
- b) Lideram projetos de melhorias em seus respectivos setores;
- c) Executam o Seis Sigma como uma das funções de seu dia-a-dia;
- d) Buscam melhorias para uma melhor implementação do projeto.

3 VANTAGENS DE IMPLEMENTAÇÃO DO SEIS SIGMA

3.1 Visão sobre a metodologia Seis Sigma

Na atualidade, no mercado global e competitivo, muitas organizações bem-sucedidas estão reformulando suas estratégias para sustentar suas vendas e lucros. Com novas estratégias estão oferecendo produtos e serviços que o cliente reconhece como superiores em preços, entrega, desempenho e qualidade.

Os ganhos financeiros tangíveis das organizações de sucesso, possuem métodos padronizados e ferramentas projetadas para melhorar suas saídas e explorar oportunidades. Com iniciativas baseadas em melhorias repetitivas, conseguiram padronizar guias de como implementar e desenvolver as estratégias, táticas, ferramentas e a liderança necessária para criar e manter o sucesso.

Algumas organizações tentam a qualidade total, a reengenharia de processo do negocio, a eliminação de fronteiras, as alianças estratégicas, o planejamento por cenários; tentam reagir rapidamente a mudanças externas, pensar mais criativamente sobre o futuro, liberar o talento e o entusiasmo de seus funcionários. Buscando diferentes estratégias, em uma luta para as exigências de mercado.

Na ultima década, de acordo com coordenador Rotondaro (2002), a indústria tem sido cercada por consultores de negócio focados na melhoria de processos. Muitas dessas iniciativas alcançaram efeitos positivos, mas, analisando os resultados das empresas que adotaram o Sistema Seis Sigma, ficou muito claro que essa metodologia leva a um aumento e a uma melhoria de resultados muito mais significativos.

Rotondaro (2002) afirma também que, na maioria das iniciativas de qualidade, as pessoas na organização não enxergam a própria qualidade de seus trabalhos, e isso é uma das razões por conta dessa busca por consultores. A qualidade de seus produtos, projeto de produtos e processos industriais simplesmente não leva em conta os aspectos financeiros do negocio e não relaciona as atividades do dia-a-dia com o aspecto financeiro total da companhia.

As organizações de sucessos entendem a variabilidade do processo e passam a controlá-la como forma de redução de falhas e aumento da confiabilidade, e isso é muito mais efetivo que simplesmente procurar eliminar os defeitos. Ao trabalhar com a variabilidade, a metodologia Seis Sigma consegue resultados dificilmente atingidos por outras metodologias. Como meio para descrever e controlar a variabilidade, essas organizações usam a estatística

de uma forma inteligente, que pode ser resumida da seguinte maneira: Obtenha os dados de seu processo, transforme em dados estatísticos, resolva o problema estatisticamente, transforme os resultados em dados de seu processo (Mari, 1997).

As técnicas e ferramentas adotadas pela metodologia são em sua maioria as mesmas que têm sido utilizadas pelos sistemas da qualidade conhecidos, porém a estrutura Seis Sigma tem um efeito de potencializar os resultados obtidos.

3.2 Diferenças realizadas de acordo com o nível Sigma

A partir do desenvolvimento e implementação da metodologia Seis Sigma consegue se adquirir um resultado significativo em seu processo, no entanto cada processo possui uma especificação em relação à classificação Sigma. Isso se deve por conta da necessidade e objetivo de cada processo e da viabilidade de seu investimento. Deve-se analisar as metas a serem alcançadas e os investimentos a serem realizados, conseguindo definir a necessidade Sigmas de um projeto.

Segundo Andrade (2015), instrutor da metodologia Seis Sigma pela instituição RL&Associados, o nível sigma possui uma variação significativa em seus resultados. Exemplo, um hospital com o nível 3,8 Sigma realiza cinco mil procedimentos incorretos por semana enquanto se o mesmo hospital tivesse com o nível 6 Sigma realizaria dois procedimentos incorretos por semana, ou seja, uma grande variação de acordo com a mudança Sigma. Isso deixa claro, as vantagens a serem obtidas com a implementação da metodologia.

Figura 5: Diferença entre 3,8 Sigma e 6 Sigma.

ATIVIDADE	3,8 Sigma (99% OK)	6 Sigma (99,999% OK)
CORREIO	Produtos perdidos a cada 1 hora	
	20.000	7
ÁGUA POTÁVEL	Contaminação	
	15 minutos / dia	2 minutos / ano
HOSPITAL	Procedimentos incorretos por semana	
	5.000	2
AVIAÇÃO	Pousos anormais	
	2 / dia	1 a cada 5 anos
ELETRICIDADE	Problemas de eletricidade	
	7 horas / mês	1 hora / 34 anos

Fonte: RL & ASSOCIADOS, 2015.

Tais diferenças ainda que pequenas, são de grande importância. As empresas também identificam grandes mudanças com a implementação da filosofia Seis Sigma, de acordo com a análise de estudos realizadas pela Universidade Federal de Itajubá (2006) são notáveis que empresas com nível 6 sigma tendem a gastar 4 vezes menos da receita de vendas para cobrir o custo de falhas, pois utilizam análises e controles para manter a melhoria estável sem grande variabilidade. Além de realizar Benchmarks referentes à própria empresa em relação as melhores do mundo.

Com a utilização do Seis Sigma é necessário disciplina para realizar cada função necessária da metodologia, pois é muito importante realizar todo o trabalho e requisitos durante o projeto para poder atingir as metas e receber os resultados. Com isso, cada empregado é convocado e recebe treinamento para compreender e implementar a metodologia. Sabe-se que 99% de qualidade nem sempre é aceitável para um processo, pois 1% pode ser bem significativo. No entanto através da metodologia Seis Sigma pode-se concluir que um processo se torna satisfatório quando alcança o nível Seis Sigma, a partir desse resultado os gastos para aumentar o nível Sigma se tornam desnecessários, em relação custo benefício.

A evolução Sigma leva tempo, necessita de aperfeiçoamentos e estudos relacionados ao projeto, uma evolução onde o próprio projeto lhe demonstrará novas necessidades para alcançar a exatidão. Com a implementação os resultados se tornam presentes num período de 4 a 6 meses, de acordo com o processo realizado, mas sustenta a melhoria ao longo do tempo.

Segundo Yang e El-Haik (2003), a diferença da implementação da metodologia Seis Sigma em relação as outras iniciativas de qualidade, é que ela se aplica não só à qualidade do produto, mas em todos os aspectos da operação do negócio, melhorando o processo-chave.

Muitos dos elementos dos esforços de qualidade anteriores são incorporados pela metodologia Seis Sigma, integrando-os em uma iniciativa global que se concentra na eliminação de defeitos para alcançar os objetivos estratégicos de uma empresa. (Geng, 2004).

3.3 Ganhos a partir do Seis Sigma

O Seis Sigma é um processo focado na melhoria dos negócios e o elemento-chave é a melhoria de um processo de cada vez. Este processo pode ser um sistema de produção, uma melhoria voltada para diminuir os custos ou o próprio produto. Processos podem ser definidos como uma junção de atividades e fatores de entrada e saída, realizadas de uma forma definida, sendo contínua e regular que leva a obtenção de um resultado. De modo simplificado, processo é a combinação entre a entrada, ação e saída.

De acordo com Harry (2003) existem muitas razões concretas que tem levado inúmeras empresas em todo o mundo a adquirir a metodologia Seis Sigma, vejamos algumas:

- a) A gigante Allied Signal, que tem faturamento superior a US\$ 14 bilhões e estava há alguns anos à beira da falência, iniciou em 1994 a implementação do Seis Sigma e, de lá para cá, reduziu seus custos em US\$ 2 bilhões e teve um crescimento, em 1998, de 12% e, no primeiro trimestre de 1999, de 14,1%;
- b) O presidente da General Electric, Jack Welch, descreve o programa Seis Sigma como “a mais importante iniciativa que a GE já empreendeu”. Só em 1999 a GE economizou mais de US\$ 1,5 bilhão por causa do programa;
- c) Somente em uma única planta da Asea Brown Boveri (ABB), nos Estados Unidos, tem sido gerada uma economia de cerca de US\$ 770 mil por ano com a aplicação do Seis Sigma;
- d) Na Polaroid, a estratégia Seis Sigma tem sido utilizada para a companhia concentrar seu foco nos processos que afetam tanto a qualidade com suas margens de lucro, conseguindo com isso adicionar anualmente 6% a sua lucratividade;
- e) A Motorola estima que, em pouco mais de 10 anos, conseguiu economizar mais de US\$ 11 bilhões. (SEIS SIGMA, Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos e Produtos e Serviços, 2002)

3.4 Cálculos para identificação da viabilidade de seu projeto

O processo de análise estratégica de investimento serve para verificar se a empresa consegue através do projeto gerar um fluxo de caixa positivo, para manter a sustentabilidade do processo à longo prazo. Para realizar a análise do projeto deve se verificar a viabilidade

técnica e a viabilidade econômica do mesmo na empresa. A viabilidade técnica é a condição do projeto ser realizado através de procedimentos de engenharia e ferramentas disponíveis na organização, contudo somente a viabilidade técnica não é suficiente para exatidão do projeto necessita-se também da viabilidade econômica. A viabilidade econômica para ser positiva deve possuir um projeto que apresenta um benefício superior ao investimento, ou seja, os lucros relacionados ao projeto devem ser maiores que os gastos para sua implementação.

Existem dois critérios utilizados na análise da viabilidade econômica, o critério científico e o critério empírico. O critério científico leva em consideração os valores de fluxo de caixa do projeto de acordo com o tempo e investimento, esses critérios podem ser: relação custo/benefício, taxa interna de retorno, valor atual líquido, e outros. Enquanto os critérios empíricos, não mantêm relações com a variação do valor no tempo e desprezam parte dos valores de fluxo, entre esses critérios temos o tempo interno de retorno.

3.4.1 Taxa de investimento

A taxa de investimento representa o custo de capital do investidor e leva em consideração vários fatores, destacando entre eles (Vieira Sobrinho,1994):

- a) Fator de maior risco do empreendimento;
- b) Taxa de juros de uma aplicação financeira;
- c) O rendimento da empresa durante suas funcionalidades, normalmente superior a taxa de juros do mercado.

3.4.2 Fluxo de caixa

O fluxo de caixa são as representações de entrada e saída de dinheiro ao longo do tempo, ou seja, as contribuições monetárias.

- a) Fluxo de caixas constantes: representados em moedas de mesma capacidade aquisitiva (dólar);
- b) Fluxo de caixas nominais: expresso em valores históricos de aquisição;
- c) Fluxo de caixas descontados: expresso por meio de uma taxa de desconto.

3.4.3 Valor Atual Líquido (VAL)

O Valor Atual Líquido tem como finalidade determinar e informar a viabilidade de seu projeto, a partir dele pode se considerar que:

- a) Se $VAL > 0$, o projeto é viável, ou seja, deve ser realizado;
- b) Se $VAL < 0$, o projeto não é viável, deve ser negado;
- c) Se $VAL = 0$, o projeto não possui rentabilidade, contudo consegue suprir a taxa de investimento.

Para se calcular o Valor Atual Líquido se utiliza a expressão para fluxos iguais:

Figura 6: Cálculo do Valor Atual Líquido.

$$VAL = \sum_{k=0}^{k=n} V_k \frac{(1+i)^k - 1}{(1+i)^k \times i}$$

Fonte: Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos e Produtos e Serviços, 2002.

Onde:

VAL = Valor Atual Líquido de um fluxo de caixa.

n = número de períodos envolvidos em cada elemento da serie de receitas e dispêndios do fluxo de caixa.

V_k = Cada um dos diversos valores envolvidos no fluxo de caixa que ocorrem em n .

i = taxa de investimento.

3.4.4 Taxa Interna de Retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno é a taxa de juros que torna o valor presente das entradas de caixa igual ao valor presente das saídas de caixa do projeto de investimento, ou seja é o retorno em porcentagem obtido sobre o saldo de investimento e ainda não recuperado em um projeto de investimento. A Taxa Interna de Retorno de um investimento pode ser, segundo Assaf Neto(1997):

- a) Maior do que a taxa de investimento: significa que o investimento é economicamente atrativo;
- b) Igual à taxa de investimento: o investimento está economicamente numa situação de indiferença;
- c) Menor do que a taxa de investimento: o investimento não é economicamente atrativo, pois seu retorno é superado pelo retorno de um investimento sem risco.

Quanto maior a Taxa Interna de Retorno melhor será o investimento. Para calcularmos a Taxa Interna de Retorno utilizamos a seguinte expressão:

Figura 7: Cálculo da Taxa Interna de Retorno.

$$0 = \sum_{k=0}^n \frac{V_k}{(1+i)^k}$$

Fonte: Melhoria de Processos e Produtos e Serviços, 2002.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) pode ser calculada diretamente do fluxo de caixa, sem a necessidade de utilizar a taxa de investimento, e é interpretada economicamente como a taxa de remuneração do capital aplicado. Pode-se concluir que:

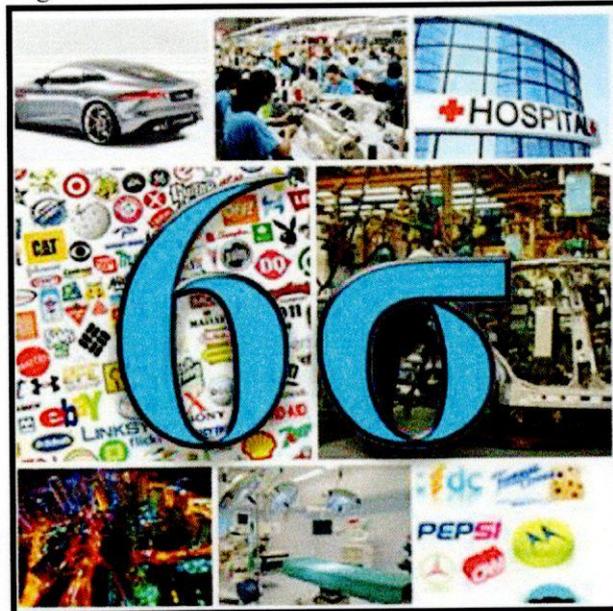
- a) Se $i < \text{TIR}$, $\text{VAL}(i) > 0$, e o projeto é viável;
- b) Se $i > \text{TIR}$, $\text{VAL} < 0$, e o projeto é inviável.

Com isso, resulta que a TIR é a taxa de investimento que maior viabiliza o projeto.

4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SEIS SIGMA

4.1 Diversidades da adoção da metodologia Seis Sigma

Figura 8: Diversidade da adoção do Seis Sigma.



Fonte: AUTOR, 2015.

Com a globalização a metodologia Seis Sigma, que foi desenvolvida por uma empresa Americana de telecomunicações (Motorola), se adaptou no desenvolvimento de diversos setores e buscou aprimorar o dialogo entre acionistas, empregados e clientes, obtendo uma melhor comunicação e concepção dos produtos. De acordo com Bendell (2001) o Seis Sigma é mais que uma técnica de qualidade, trata-se de uma estratégia sistematizada para projetos de programas de melhoria, com o objetivo de atingir um elevado nível de qualidade do produto. Contudo o produto pode ser definido das mais diversas maneiras, como em um hospital, onde o produto é a saúde de um paciente e sua satisfação, ou em um aeroporto, que necessita oferecer segurança aos seus passageiros, visando sempre a qualidade.

A metodologia Seis Sigma se difunde em diferentes locais, contudo para implementação e realização de seus conceitos o objetivo é o mesmo, deve-se seguir cada etapa e realizar adaptações necessárias para cada local. Segundo o CEO do Hospital Albert Einstein, Henrique Neves, o melhor de se implementar uma metodologia Seis Sigma é poder gerar um aprimoramento no uso de recursos existentes e aumentar a qualidade e satisfação do paciente com o serviço prestado. Pode-se assim utilizar ferramentas do seu próprio meio para desenvolver a implementação do Seis Sigma. Na gestão hospitalar desde o momento em que o

paciente entra em contato com o hospital até o momento de sua saída há diversos fatores e setores que necessitam da observação estatística para manter um padrão de controle sobre todas as atividades e resultados, amenizando futuros incidentes. Seja na compra de medicamentos, no preenchimento de formulários e em outras atividades o Seis Sigma, desenvolve processos rígidos que agilizam as atividades e ajudam na orientação dos próprios funcionários.

Conforme Perez Wilson (1999) o Seis Sigma pode atuar de varias formas:

- a) **Benchmark:** é utilizado como referencia para o nível de qualidade do processo, a partir de analise de processos semelhantes aplicados em outras empresas. Com isso pode se realizar comparações, absorvendo informações necessárias para sua melhoria.
- b) **Meta:** é o objetivo a ser alcançado pela qualidade. Na metodologia Seis Sigma, a meta é atingir nível mínimo ou mais próximo de zero de defeitos, falhas e erros. A partir da metodologia Seis Sigma, entende-se que 3,4 resultados indesejáveis por milhão já é um nível muito satisfatório.
- c) **Medida:** é a unidade referente ao nível Sigma. Uma medida Sigma quanto maior, melhor será para seu processo. Pois apresentam menores resultados indesejáveis, ou seja, em um processo que apresenta um nível Três Sigma, possui maior numero de unidades defeituosas em relação a outro processo com nível Cinco Sigma. Tendo assim, uma relação de quanto maior o nível Sigma de um projeto, melhor será seu nível de qualidade.
- d) **Filosofia:** é uma filosofia que busca uma melhoria constante em seu processo, minimizando as variabilidades do mesmo e mantendo o controle do projeto;
- e) **Estatística:** é um parâmetro calculado com base nas especificações e tolerâncias, para visualizar as características criticas da qualidade. Com isso, pode-se analisar o desempenho do processo;
- f) **Estratégia:** Para garantir uma melhor satisfação do cliente, é necessário realizar estratégias baseadas na inter-relação de todas as partes envolvidas no projeto.
- g) **Visão:** é uma visão em busca de realizar o melhor dentro da organização, uma caminhada interminável na redução de defeito, falhas, erros e variações. Manter sempre os olhos atentos, com o objetivo de elevar a qualidade além das expectativas do cliente.

Além disso, o Seis Sigma pode ser difundido em processos técnicos e não técnicos. Os processos técnicos são aqueles onde ocorrem processos de fabricação, onde há entrada de peças, matéria prima, montagens, produtos, máquinas e outros meios presentes em uma fabrica. Nesse processo técnico, o objetivo final na maioria das vezes é a montagem ou

origem de produtos, e seu desenvolvimento e resultados são tangíveis e visíveis, ao longo das etapas.

Em um processo não técnico é mais complicado de ser observado. Os processos não técnicos são relacionados à área administrativa, de serviços e de transações. Com isso, os resultados e aplicações durante o desenvolvimento desse processo não são tão tangíveis. Contudo são processos de grande importância, e a partir do Seis Sigma, pode-se obter informações importantes que influenciam nos resultados da empresa. A partir do melhor entendimento de cada setor e suas fraquezas, consegue-se eliminar possíveis erros e falhas, otimizando e controlando cada variável relacionada ao processo. Realizar as vendas dos produtos é um processo administrativo; gerar orçamentos é um processo administrativo; fatores importantes para se obter ganhos dentro de uma empresa.

Conforme Corrêa (1994), os serviços são processos não técnicos, ou seja, invisíveis, porém com inúmeras etapas, onde se produz e entrega ao mesmo tempo, possuindo uma variabilidade muito alta. Com isso deve-se realizá-los com eficiência e organização, pois todo o reflexo de seu processo estará em seu produto final, ligado diretamente na qualidade e no custo que será observada e adquirida pelo seu cliente.

Segundo o Master Black Belt Almeida, gerente de desenvolvimento de processos da Sociedade Beneficente Israelita Albert Einstein (2012), com a aplicação do Seis Sigma pode se obter resultados como:

Redução do tempo de permanência do paciente verde (urgência relativa) na UPA; Aumento na quantidade de transportes realizados a pacientes conforme SLA; Redução de perdas por obsolescência de medicamentos e materiais; Melhoria no ciclo de tempo do processo de recrutamento e seleção; Redução do tempo de liberação dos leitos pela higiene; Redução do tempo de liberação de laudos de exames; Redução do prazo médio de faturamento; Redução de glosas. (SOCIEDADE BENEFICENTE ISRAELITICA ALBERT EINSTEIN, 2012, f. 1).

De acordo com Andrietta e Miguel (2007), o questionário realizado pela Revista Exame, pode se observar a diversidade de empresas que adotam a metodologia Seis Sigma:

O perfil dos respondentes apontou que o setor automotivo destaca-se com um percentual de 37% e, em seguida, o setor eletroeletrônico, com cerca de 19%. Outros segmentos industriais indicaram percentuais menores (siderurgia e metalurgia com 11,5%; mecânica com 7,7%; química e petroquímica com 6,4%; e outros ramos tais como, material de construção com 5,1%; plástico e borracha, farmacêutico, higiene e cosméticos, ambos com 3,8%; papel e celulose, e telecomunicações com 2,6%). Não obstante, notou-se uma proporção razoável de setores diversos e relativamente proporcionais à distribuição dos questionários enviados. (ANDRIETTA; MIGUEL, 2007, f. 5).

Sendo assim a diversidade na adoção da metodologia Seis Sigma fica aparentemente visível no mercado empresarial de acordo com o que já havia sido confirmada com a literatura (ANTONY; BAÑUELAS, 2002; HAHN et al., 2000; HENDERSON; EVANS, 2000; LINDERMAN et al., 2003), onde afirma que o programa Seis Sigma pode ser aplicado em organizações de natureza diversa, independentemente do segmento industrial que a organização atua.

De acordo com Andrietta e Miguel (2007) o questionário realizado pela revista Exame também traçou o perfil das empresas quanto ao porte econômico. A classificação foi realizada de acordo com os critérios PNQ - Prêmio Nacional da Qualidade (FNQ, 2004), segundo o número de funcionários: empresas com até 50 funcionários foram consideradas como pequenas; de 51 a 500 como médias; e mais de 500 como grandes. De acordo com o questionário, constaram que 65,4% são de grande porte e 34,6% são empresas médias. Comprovando a literatura (MARASH, 2000; FOLARON, 2003; PFEIFER et al., 2004; WESSEL; BURCHER, 2004) que o Seis Sigma pode ser utilizado por empresas de qualquer tamanho.

5 CONFIRMAÇÃO DA EXATIDÃO DA METODOLOGIA

5.1 Implementação da metodologia em uma catapulta

As catapultas são mecanismos que através da força elástica realizam lançamentos de objetos à longa distancia. Antigamente foram utilizadas como as principais armas de guerras, com o poder de superar obstáculos e muralhas, causando destruição por onde passava. Esse instrumento possui vários fatores de variação, seja o material utilizado em seu corpo, seus componentes, sua estrutura, o operador e alem disso, influências externas.

O objetivo dessa implementação é utilizar a metodologia Seis Sigma para reduzir a variabilidade dos lançamentos da catapulta, para que se possa observar a variação do processo de acordo com a implementação do Seis Sigma. A implementação da metodologia no processo de lançamento da catapulta, demonstrará o desenvolvimento do projeto Seis Sigma de uma maneira prévia, no entanto obtendo ótimos resultados da mesma maneira como é realizada em processos essenciais no mercado empresarial.

5.1.1 Dados estipulados para o desenvolvimento do projeto

Para desenvolver o projeto e comprovar a eficiência da metodologia, será necessário estipular dados como:

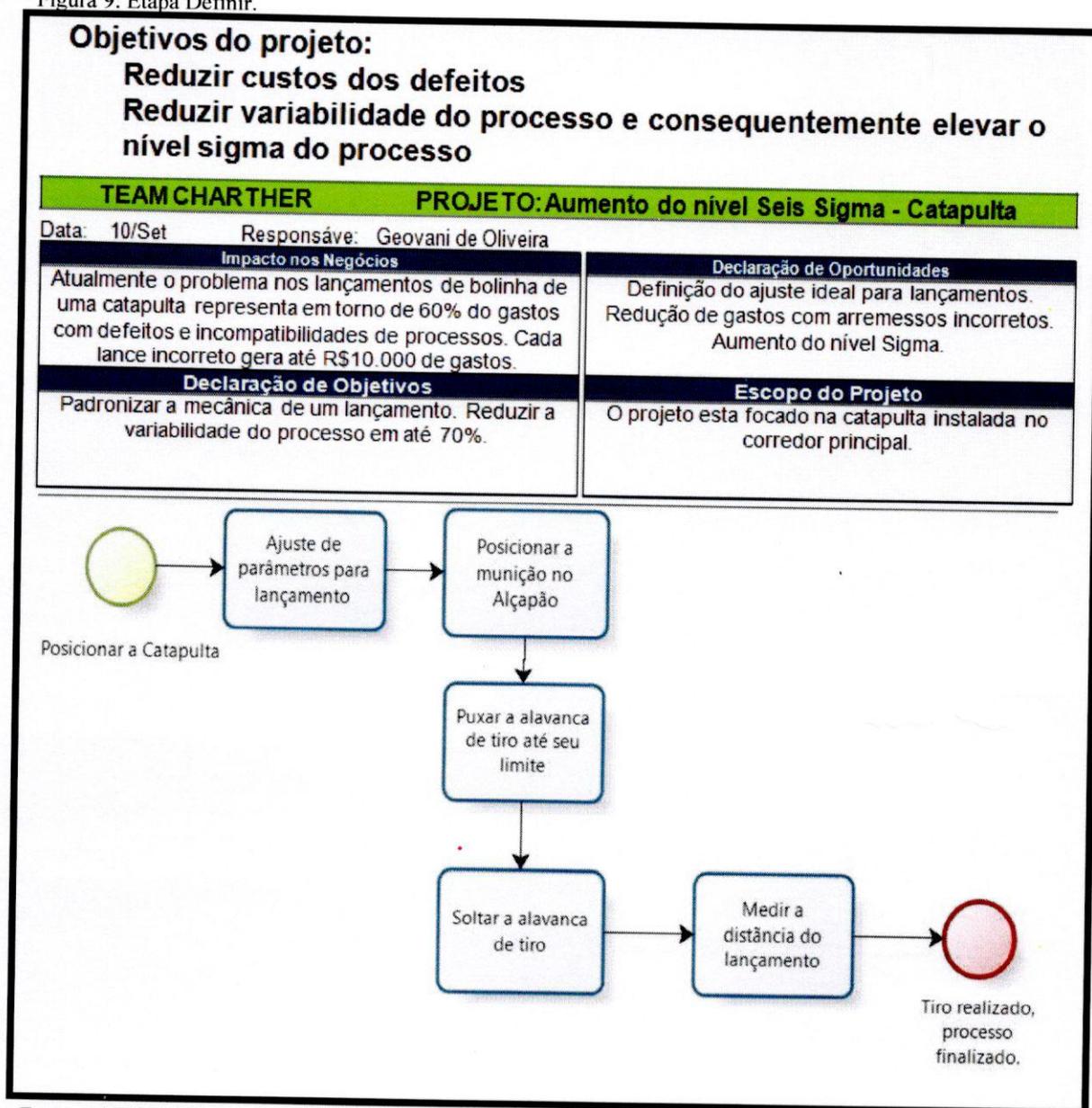
- a) Requisito Critico do Cliente (CCR), é a exigência do cliente dentro de um projeto, neste caso será estabelecido um requisito onde o lançamento deverá ser de 1,29 metros, considerando aceitável 10 centímetros de variação;
- b) O material não pode ser alterado;
- c) Cada defeito terá um valor de R\$10.000,00.
- d) O processo contem 40 lançamentos.
- e) Material será, uma catapulta de madeira, uma coma elásticas e uma bola de tênis de mesa.

5.1.2 Desenvolvimento do projeto

Primeira etapa: DEFINIR

Nessa etapa foram realizadas as seguintes atividades: definido os objetivos do projeto, realizado uma fluxograma mapeando o processo e um estudo de impacto do processo. Para realização dessas atividades foram utilizados ferramentas como o TEAM CHARTER, que auxiliou na visualização do processo e suas variáveis.

Figura 9: Etapa Definir.



Fonte: AUTOR, 2015.

Segunda Etapa: MEDIR

Na etapa Medir, foram coletados dados referentes aos lançamentos da catapulta com uma folha de alumínio, após 40 lançamentos obtivemos informações necessárias para poder

visualizar melhor o processo. As medições dos lançamentos foram coletadas através de ferramentas com excelência em confiabilidade. Através dos dados coletados foi realizado o cálculo do DPMO referente ao processo, podendo assim identificar o nível Sigma do processo. Além disso, foram identificados oportunidades de defeitos dentro do processo. A goma elástica, pode romper de acordo com o tempo, a bola pode alterar seu formado conforme o impacto e os lançamentos são realizados por mais de um operador.

Figura 10: Etapa Medir.

LANÇAMENTOS				Oportunidades de Defeitos:
1	1,28	21	1,29	GOMA ELÁSTICA
2	1,32	22	1,26	
3	1,39	23	1,08	
4	1,13	24	1,28	BOLA
5	1,19	25	1,19	
6	1,22	26	1,20	
7	1,45	27	1,49	LANÇAMENTO
8	1,30	28	1,26	
9	1,43	29	1,22	
10	1,30	30	1,19	Números de Defeitos: 10
11	1,39	31	1,12	Números de Oportunidades: 3
12	1,22	32	1,26	Unidades Coletadas: 40
13	1,30	33	1,27	
14	1,22	34	1,19	$DPMO = \frac{10}{40 \times 3} = 83333,33$
15	1,05	35	1,22	
16	1,30	36	1,20	
17	1,19	37	1,14	
18	1,13	38	1,20	Nível sigma= 2,8
19	1,07	39	1,30	
20	1,21	40	1,23	

Fonte: AUTOR, 2015.

Terceira Etapa: ANALISAR

Na etapa Analisar, foram verificadas as falhas do processo e qual a causa raiz de cada defeito. Com a realização dos lançamentos sem haver um procedimento padrão, a variação do processo é constante, com isso, não era possível estabelecer um lançamento estável. Além disso, por conta do processo de lançamento ocorrer em um local aberto, havia a interferência externa na bolinha, ocasionando a variação da sua trajetória. Após vários lançamentos, foi identificar uma perda na elasticidade da goma elástica, perdendo assim seu potencial no

lançamento. Com isso foram determinadas as falhas que influenciavam diretamente no resultado dos lançamentos.

Figura 11: Etapa Analisar.

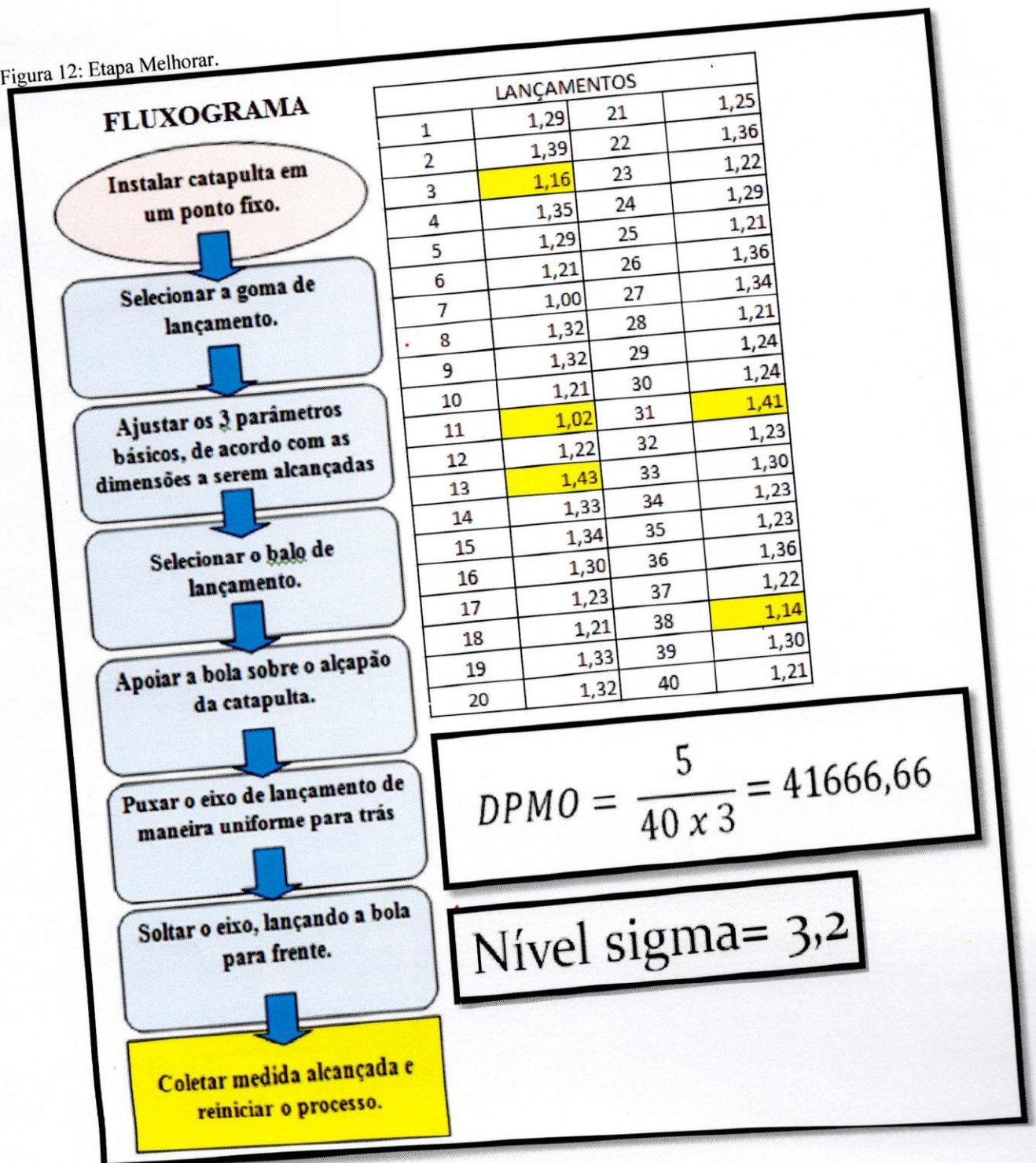


Fonte: AUTOR, 2015.

Quarta Etapa: MELHORAR

Na etapa Melhorar, foi realizado uma busca para a solução dos problemas e falhas encontradas no processo, de acordo com o que foi analisado na terceira etapa. Como já foi verificado, há a necessidade de padronizar os procedimentos de lançamentos, para isso foram estudados os lançamentos e quais procedimentos utilizados na catapulta resultavam em um melhor desempenho. Através destes, foi criado um procedimento padrão para os lançamentos, diminuindo assim os fatores de variação no nosso processo. Além disso, o processo foi isolado das interferências externas, sendo realizado em um ambiente fechado onde não há ocorrência de vento. Após realizar a implementação dessas melhorias, foram coletadas novamente 40 lançamentos, para verificar os resultados e obter uma resposta referente as melhorias. Através dos novos dados, foi realizado um novo cálculo para verificação do valor da DPMO e com esse valor foi analisado o nível sigma do processo.

Figura 12: Etapa Melhorar.

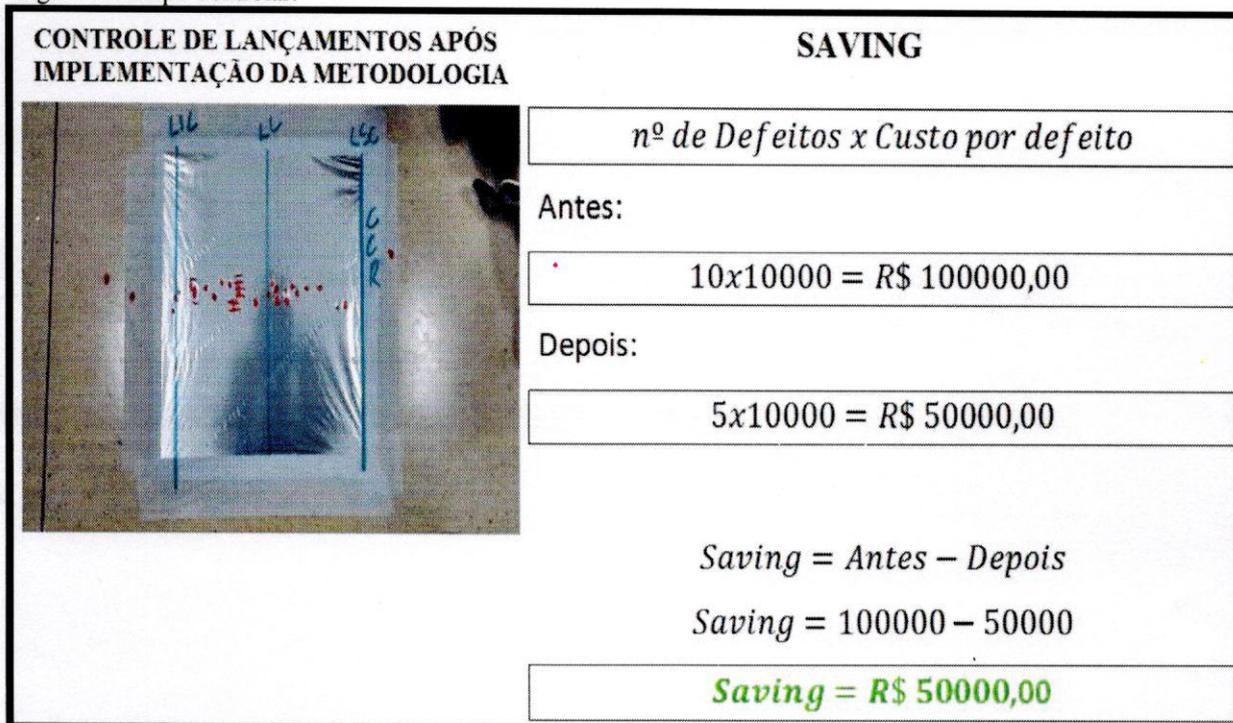


Fonte: AUTOR, 2015.

controle sobre a variabilidade do processo e visualizar novas melhorias para ser implementada de acordo com o desenvolvimento do processo.

Além do controle estabelecido sobre o processo, na última etapa pode se visualizar o resultado da implementação e os ganhos. Como foi estipulado anteriormente, cada defeito possuía um valor de R\$ 10.000,00, com isso, através dos resultados adquiridos pode se calcular o SAVING do projeto, ou seja, os ganhos que o projeto apresentou após a implementação da metodologia Seis Sigma. O cálculo para se verificar o SAVING, é realizado de acordo com o número de defeitos vezes o custo unitário de defeitos, assim é adquirido o valor do ganho que o projeto Seis Sigma promoveu.

Figura 13: Etapa Controlar.



Fonte: AUTOR, 2015.

6 CONCLUSÃO

De acordo com o tema abordado pode-se concluir que a metodologia Seis Sigma possui grande importância no desenvolvimento da qualidade em diversos setores no mercado global. Atuando principalmente na causa raiz do problema e eliminando em aproximadamente 99,99% os defeitos relacionados ao processo. A diversidade de sua aplicação através da estrutura do DMAIC atinge os mais variados processos possibilitando os envolvidos em cada projeto visualizarem o avanço da qualidade, tomando decisões corretas nos momentos necessários.

O Seis Sigma é desenvolvido a partir da dedicação de todos envolvidos no projeto e necessita de um conhecimento amplo sobre o processo para que possa ser executado com exatidão. Por isso vale salientar que os cálculos envolvidos na determinação da viabilidade do projeto são essenciais, com eles pode-se obter uma visualização prévia dos resultados a serem adquiridos de acordo com o decorrer do projeto. Demonstrando assim a necessidade e diferenciais obtidos através da aplicação da metodologia.

Pode-se notar que a partir da aplicação da metodologia, além de otimizar seu processo, os envolvidos conseguem estabelecer um controle sobre a execução do mesmo e ampliar sua visão dentro da empresa, conseguindo relacionar com diversos setores envolvidos no projeto e realizando um networking em seu local de trabalho. Portanto conclui-se, que com a metodologia Seis Sigma além de ampliar nossas habilidades profissionais conseguimos executar grandes feitos dentro de empresas e áreas profissionais.

REFERÊNCIAS

- ANDRIETTA J.M.; MIGUEL P.A. Aplicação do programa Seis Sigma no Brasil: resultados de um levantamento tipo survey exploratório-descritivo e perspectivas para pesquisas futuras. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 14, n. 2, p. 203-219, maio-ago, 2007.
- ANTONY, J., BANUELAS, R. A strategy for survival. *Manufacturing Engineering*, v.80, n.3, p.119-121, 2001.
- ANTONY, J., BANUELAS, R. Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program. *Measuring Business Excellence*, v.6, n.4, p.20-27, 2002.
- ANTONY, J., BANUELAS, R. Six Sigma or design for six sigma. *The TQM Magazine*, v.16, n.4, p.250-263, 2004.
- BARNEY, M., MCCARTY, T. *The new six sigma: a leader's guide to achieve rapid business improvement and sustainable results*. Englewoods Cliffs, Prentice Hall, 2003.
- CARVALHO, M.M. Medindo o sigma do processo. In: Rotondaro, R.G.(Org.) *Seis Sigma: estratégia gerencial para melhoria do processo, produtos e serviços*. São Paulo: Atlas, 2002.
- CORRÊA, H. L., GIANESI, I. *Administração estratégica de serviços*. São Paulo: Atlas, 1994.
- ECKES, G. *A Revolução do Seis Sigma*. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- GROSS, J.M. A road map to Six Sigma quality. *Quality Progress*, Milwaukee, v.34, n.11, p.24-29, 2001.
- HARRY D., SCHROEDER, R. *Six Sigma: the breakthrough management strategy revolutionizing the World's Top Corporation*. New York: Doubleday, 2000.
- HUTCHINS, D. The sigma enigma. *Quality World*, p.40-42, 2001.
- LINDERMAN, K. Six Sigma: a goal theoretic perspective. *Journal of Operational Management*, v.21, p.193-203, 2003.
- MARI, Luca. The role of determination and assignmeny in measurement. *Measurement*, v. 21, nº 3, p. 79-90, 1997.
- NEVES, Henrique. *Sociedade beneficente Israelita Albert Einstein*. São Paulo, 2012.
- ROTONDARO, Roberto. *Seis Sigma: estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços*. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- ANDRADE J.A. *Metodologia Seis Sigma: Formação Green Belt RL & ASSOCIADOS*. São Paulo, 2015.