

**SÉRGIO APOLINÁRIO**

**Obtenção da melhoria da qualidade em uma empresa de T.I. através da  
aplicação dos conceitos básicos da metodologia Seis Sigma**

**São Paulo  
2015**

**SÉRGIO APOLINÁRIO**

**Obtenção da melhoria da qualidade em uma empresa de T.I. através da  
aplicação dos conceitos básicos da metodologia Seis Sigma**

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo  
para obtenção do título de Especialista  
em Gestão e Engenharia da Qualidade.

Orientador:  
Prof. Dr. Adherbal Caminada Netto

São Paulo  
2015

**SÉRGIO APOLINÁRIO**

**Obtenção da melhoria da qualidade em uma empresa de T.I. através da  
aplicação dos conceitos básicos da metodologia Seis Sigma**

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo  
para obtenção do título de Especialista  
em Gestão e Engenharia da Qualidade.

Orientador:

Prof. Dr. Adherbal Caminada Netto

São Paulo  
2015

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a minha amada esposa  
e ao meu filho, que me apoiaram nesta  
jornada.

## **AGRADECIMENTOS**

Acima de tudo agradeço a DEUS e a todos aqueles que em seu nome contribuíram para a conclusão desta monografia.

Agradeço aos professores da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - PECE/Poli, pela competência e dedicação em transmitir um ensino de qualidade. Este ensino e dedicação motivaram a produzir esta monografia, tarefa não fácil, porém compensadora, à medida que foi produzindo aprendizado e aplicação de conhecimento prático tornando o desafio diário de resolução de problemas, mais fácil e agradável.

Quero agradecer à minha esposa Fernanda e meu filho Davi, nascido durante a execução desta monografia, pelo confortante amor e carinho recebido em todos os momentos.

## **RESUMO**

Esse trabalho deseja apresentar o resultado da aplicação do método Seis Sigma (*DMAIC*) em um processo interno, objetivando a redução da variação de defeitos. Para a realização deste trabalho, foi estudado o ciclo de gastos de minutos telefônicos (telefonia móvel) utilizados por colaboradores de uma empresa prestadora de serviço de Tecnologia da Informação. Durante dois trimestres, constatou-se um consumo de minutos acima do planejado (defeitos) entre a disponibilização de minutos a serem gastos (Celular). Este processo tem impacto direto no dia-a-dia de trabalho dos colaboradores da organização.

Palavras-Chave: *DMAIC*, Seis Sigma, Processo.

## **ABSTRACT**

This work to present the result of applying the Six Sigma *DMAIC* method in an internal process, objectified reducing variation defects. For this work, we studied the telephone minute spending cycle (mobile) used by employees of a company providing Information Technology service. During two quarters, there was a consumption of minutes above planned levels (defects) between the release of minutes to be spent (Mobile). This process has a direct impact on day-to-day work of the organization's employees.

Keywords: *DMAIC*, Six Sigma, Process.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figure 1	Seis Sigma – Defeito por milhão de oportunidades.....	13
Figure 2	Voz do Cliente.....	26
Figure 3	Equipe do Projeto.....	27
Figure 4	Etapas do Projeto.....	28
Figure 5	SIPOC.....	29
Figure 6	Visibilidade sobre a capacidade de mensuração do processo.....	30
Figure 7	Gráfico de Pareto.....	31
Figure 8	Histograma de defeitos de gastos adicionais em minutos.....	32
Figure 9	Resumo dos indicadores estatísticos.....	33
Figure 10	Análise de Causa Efeito.....	34
Figure 11	Caracterização do(s) X's.....	34
Figure 12	Fluxograma.....	35
Figure 13	Teste de normalidade do novo processo.....	36
Figure 14	Análise dos DPMOs antes e depois da melhoria.....	37
Figure 15	Teste de Hipótese.....	38
Figure 16	Novo controle do processo.....	38
Figure 17	Validação oficial do projeto pelo Champion.....	39

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CTQ	<i>Critical to Quality</i>
BB	<i>Black Belt</i>
BRM	<i>Business Relationship Management</i>
DFSS	<i>Design for Six Sigma</i>
DPO	<i>Defects Per Opportunity</i>
DPMO	<i>Defects Per Million Opportunities</i>
DPU	<i>Defects Per Unit</i>
GB	<i>Green Belt</i>
LCL	<i>Low Control Limit</i>
MBB	<i>Master Black Belt</i>
OPT	<i>Opportunities</i>
SIPOC	<i>Suppliers Inputs Process Outputs Customers</i>
RCA	<i>Root Cause Analysis</i>
UCL	<i>Upper Control Limit</i>
VOC	<i>Voice of Customer</i>
Y	Saída do Processo

## SUMÁRIO

1.	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>4</b>
1.1.	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>5</b>
1.2.	<b>ESCOPO .....</b>	<b>5</b>
2.	<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>6</b>
3.	<b>CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO .....</b>	<b>9</b>
3.1.	<b>Organização e histórico .....</b>	<b>9</b>
3.2.	<b>Atuação no mercado .....</b>	<b>10</b>
3.3.	<b>ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO .....</b>	<b>10</b>
4.	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>12</b>
4.1.	<b>SEIS SIGMA – DMAIC .....</b>	<b>16</b>
5.	<b>ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>25</b>
5.1.	<b>Objetivo do Trabalho .....</b>	<b>25</b>
5.2.	<b>FASE: DEFINIR E MEDIR .....</b>	<b>25</b>
5.2.1.	<b>Identificando o Cliente .....</b>	<b>25</b>
5.2.2.	<b>Identificando o(s) CTQ (s) do projeto .....</b>	<b>25</b>
5.2.3.	<b>Definindo a equipe de trabalho .....</b>	<b>26</b>
5.2.4.	<b>Etapas do Projeto .....</b>	<b>27</b>
5.2.5.	<b>Mapa do processo .....</b>	<b>28</b>
5.2.6.	<b>Caso de negócio .....</b>	<b>30</b>
5.2.7.	<b>Declaração do problema .....</b>	<b>30</b>
5.2.8.	<b>Teste de Normalidade: Antes da Melhoria .....</b>	<b>31</b>
5.3.	<b>FASE: ANALISAR E MELHORAR .....</b>	<b>33</b>
5.3.1.	<b>Identificando fontes de variação .....</b>	<b>33</b>
5.3.2.	<b>Relação das variáveis X's descobertas, com o processo .....</b>	<b>34</b>
5.3.3.	<b>Otimizando o fluxo do processo .....</b>	<b>35</b>

<b>5.4.</b>	<b>FASE: CONTROLE.....</b>	<b>36</b>
<b>5.4.1.</b>	<b>Determinando a capacidade do novo processo .....</b>	<b>36</b>
<b>5.4.2.</b>	<b>Confirmindo o objetivo de melhoria do “Y” do projeto .....</b>	<b>38</b>
<b>5.5.</b>	<b>Implementando o controle do processo .....</b>	<b>38</b>
<b>6.</b>	<b>VALIDAÇÃO DO PROJETO.....</b>	<b>39</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>39</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>41</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A melhoria da qualidade em função do aumento da competitividade nas empresas vem se tornado uma realidade evidente para aquelas que desejam continuar atuantes no mercado. Esta melhoria deve ter como objetivo a satisfação das necessidades de seus clientes e o atendimento das expectativas de lucro de seus acionistas. Para isto abordagens como o Seis Sigma, que trazem como proposta a melhoria da qualidade visando o atendimento destes objetivos, encontram nestes ambientes as condições propícias para sua utilização.

No entanto, o que se observa na literatura é uma supervalorização desta abordagem de melhoria da qualidade como forma de eliminação das barreiras que impedem o aumento da competitividade. Este fato pode ser evidenciado com base na propaganda de seu sucesso de aplicação em empresas de grande porte e com alto nível de maturidade, que possuem condições de sanar seus problemas por meio de qualquer metodologia comprovada, mas que não produzem o mesmo efeito em empresas com menor compreensão de seus processos, que constituem a grande maioria que busca em uma abordagem como o Seis Sigma a solução para seus problemas seja de processo, seja organizacional.

Este trabalho tem como proposta a pesquisa e análise sobre a obtenção da melhoria da qualidade em uma empresa de T.I. por meio da aplicação dos conceitos básicos da metodologia Seis Sigma, utilizados para melhoria de competitividade, considerando os fatores críticos de sucesso que condicionam este processo, apontados na literatura sobre o tema. Inicialmente uma revisão bibliográfica é feita para apresentar um referencial teórico de conceitos sobre Seis Sigma.

O termo implementação será utilizado neste trabalho com o significado, segundo o dicionário Michaelis *On Line*, como ato de levar a prática por meio de providências concretas aquilo que serve para cumprir ou executar uma meta. Para a execução deste trabalho, foi desenvolvido um estudo de caso visando demonstrar a implementação um projeto Seis Sigma em uma grande empresa prestadora de serviços de tecnologia da informação.

## **1.1. OBJETIVO**

O objetivo principal deste trabalho é apresentar a obtenção da melhoria da qualidade em uma empresa de T.I. por meio da aplicação dos conceitos básicos da metodologia Seis Sigma, ilustrada por um estudo de caso.

## **1.2. ESCOPO**

No que diz a respeito às limitações relativas ao escopo de aplicação da pesquisa salienta-se que a aplicação da metodologia Seis Sigma foi desenvolvida em uma organização prestadora de serviços de tecnologia da informação, mas os processos de prestação de serviço presentes na empresa não foram abordados, pois o foco do processo é voltado para a compreensão dos motivos que levam a utilizar uma quantidade de minutos além do planejado/contrato para os colaboradores que usam celulares, chamados de celulares corporativos.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Segundo Campos (2014), o mundo está passando por uma fase de mudanças muito rápidas. No entanto, essas mudanças são apenas parte da rápida evolução social, tecnológica e, sobretudo, mental que a humanidade vem experimentando. Essas mudanças têm trazido ameaças à sobrevivência das empresas em todo mundo pelos mais variados motivos. O proprietário de uma empresa provavelmente enfrenta os seguintes desafios:

- O produto perdeu atualidade pelo lançamento de outro produto melhor e mais barato;
- Certos países, no desespero de conseguir divisas, baixaram o preço internacional de seu produto fazendo com a empresa perdesse competitividade;
- Concorrentes já utilizam novos equipamentos que tornaram o seu processo ineficaz para o nível de qualidade e tecnológico colocado no mercado;
- Certos países impõem exigências normativas difíceis de serem lançadas com seu atual processo; etc.

Esta condição é característica da era atual: empresas até então aparentemente inexpugnáveis podem, devido às rápidas mudanças, ter sua sobrevivência ameaçada. Todos conhecem exemplos no Brasil e no exterior. É por esse motivo que a preocupação atual da alta administração das empresas em todo mundo tem sido desenvolver sistemas administrativos (*software*) suficientemente fortes e ágeis de forma a garantir a sua sobrevivência.

Para Hoerl (2001), a crescente popularidade do programa Seis Sigma deve-se aos casos de aplicações bem sucedidas em grandes corporações, como a Motorola e General Electric. Tais aplicações transformaram o Seis Sigma em uma das poucas iniciativas de orientação técnica a gerar interesse significativo na comunidade financeira, na mídia e na liderança das grandes corporações.

Para a obtenção dos resultados do Seis Sigma, a implantação com sucesso do programa envolve, conforme Hild *et al.* (2000):

- a) desenvolvimento do pensamento crítico e da integração do conhecimento e experiência atuais com as ferramentas do Seis Sigma;
- b) educação do gerenciamento na filosofia, métodos, aplicações e seus papéis;
- c) suporte para metas estabelecidas como meios, oportunidades, e mecanismos para atendê-las;
- d) integração de todas as iniciativas concorrentes e comunicação através da organização sobre como cada iniciativa se alinha com os planos e objetivos estratégicos;
- e) tradução dos objetivos internos e relacionamento com as necessidades dos clientes externos;
- f) alinhamento das metas dos projetos com as metas do departamento e, então, com as metas da organização;
- g) valorização e recompensa no atendimento de conhecimento sobre o processo/produto além do atendimento de economia em um projeto.

Segundo o entendimento de Breyfogle (1999), a proposta do programa Seis Sigma é a lucratividade da empresa como um todo, ampliando a visão de produto, serviço e do processo gerador do produto e/ou serviço. A estratégia de aplicação do programa Seis Sigma envolve o uso de técnicas estatísticas dentro de uma metodologia estruturada, com a finalidade de adquirir o conhecimento necessário para a obtenção de produtos ou serviços mais baratos, melhores e mais rápidos do que a concorrência.

Bisgaard e Freiesleben (2001) investigaram que o programa Seis Sigma é baseado fortemente no uso de métodos estatísticos para entender o resultado e comportamento do processo e produto. Tais métodos são bem conhecidos, porém o programa Seis Sigma criado pela Motorola trouxe outras características que o tornaram único e novo (HILD *et al.*, 2000)

Hild *et al.* (2000) acrescentam que os conceitos fundamentais do Seis Sigma consideram o fato de que a variação dos produtos e processos deve ser conhecida por ser um fator que afeta tempos de fabricação, custos de produto e processo, qualidade do produto e, finalmente, a satisfação do cliente. A etapa crucial do Seis Sigma consiste na definição e medição da variação dos processos com o objetivo de

descobrir suas causas, desenvolvendo meios operacionais eficientes para controlar e reduzir esta variação.

Os autores Pande *et al.* (2001) relatam os benefícios do Seis Sigma, que são:

- a) visão de processos e controle, relacionando as variáveis do mesmo com os resultados, sejam objetivos estratégicos, como lucro ou requisitos dos clientes; conhecimento de quais variáveis no processo tem maior influência, monitoramento das mesmas e tomada de ação para correção e melhoria dos resultados do processo;
- b) determinar uma meta de desempenho comum aos diferentes processos, comparando-os com a capacidade Seis Sigma, ou seja, 99,9997% de produtos conformes;
- c) acelerar a taxa de melhoria;
- d) promover aprendizagem;
- e) executar mudanças estratégicas.

Hoerl (2001) focaliza nos *Black Belts* como sendo a estrutura técnica necessária na implantação dos programas Seis Sigma. Ele propõe uma discussão do currículo para a formação de *Black Belts*, define os tipos de projetos envolvidos e habilidades necessárias para este trabalho e propõe comparações com os currículos de Engenheiro da Qualidade e Mestre em Estatística.

Atualmente, a implantação da metodologia e a formação de *Black Belts* encontram-se difundidas por meio de consultorias, ou por meio de cursos de extensão universitária.

### **3. CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO**

#### **3.1. Organização e histórico**

A organização utilizada para estudo neste trabalho foi SSFFDD Tecnologia da Informação Ltda., fundada em 1982, em Monterrey, México, sendo uma fornecedora global de soluções orientadas a processos de TI, com 30 escritórios na América do Norte, América Latina, Europa e Ásia. Por meio de seus 12 centros de entrega globais nos EUA, México, China, Brasil, Argentina, Espanha e Índia, a SSFFDD diminui o tempo de entrega das soluções de negócio, reduz o custo das aplicações existentes, oferece aplicações mais bem projetadas e testadas, e produz resultados mais previsíveis para grandes empresas em mais de 20 países. Com seu modelo de entrega de serviços, a SSFFDD ajuda os CEOs a aumentarem o valor da TI nos seus negócios.

A evolução foi muito significativa. Em 1988 detém mais de 100 associados. Em 1994 abre seu primeiro escritório no Brasil, que se transformou no segundo maior mercado da SSFFDD no mundo, que segue sendo até o ano 2012. Em 2008 é nomeada por 3 vezes consecutivas como “Top Company to Watch” na América Latina. Em 2014, pelo segundo ano consecutivo, é posicionada no quadrante mágico do Gartner entre os provedores globais.

Os fundamentos fazem com que a SSFFDD adquira personalidade e os mesmos fundamentos se convertem em guias para conquistar a integridade como Empresa e como gestora de pessoas.

Possui um código de ética que fornece diretrizes acerca da conduta profissional em termos de convivência (tanto entre o pessoal interno como entre este e as pessoas externas) e de proteção (tanto de ativos como de bens). Em ambas, deve existir um compromisso pleno de atuação com base nos valores descritos e que representam os mais altos padrões de qualidade e excelência. Ainda, deve haver o cumprimento da lei, o respeito pelos direitos humanos e pelas culturas e costumes das comunidades em que atua.

Embora reconheça que não há padrões éticos e legais aceitos mundialmente para as atividades e operações empresariais, a SSFFDD se esforça para conseguir, em todas as suas operações, padrões de acordo com sua visão e crenças.

### **3.2. Atuação no mercado**

A SSFFDD Tecnologia da Informação Ltda. atua nas seguintes ofertas:

- Modernização dos aplicativos;
- Gerenciamento de segurança de aplicativos;
- Gerenciamento de informações;
- Desenvolvimento;
- Sustentação de aplicações;
- Serviço de gerenciamento de infraestrutura

A SSFFDD atende a vários negócios de mercado. Dentre eles podem ser citados alguns mais representativos:

- Automotivo;
- Financeiro;
- Telecomunicações;
- Alta tecnologia e eletrônica;
- Seguros;
- Manufatura;
- Mídia e Entretenimento;
- Varejo

### **3.3. ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO**

A estruturação deste trabalho consiste inicialmente em realizar uma revisão da literatura do tema proposto, buscando fundamentar as argumentações sobre os

conceitos da aplicação da melhoria da qualidade, utilizando a metodologia Seis Sigma.

Após a revisão da literatura, será descrito o estudo do caso em que se aplicam passo a passo os conceitos básicos da metodologia Seis Sigma – DMAIC para atingir o objetivo proposto.

Por fim, este trabalho apresentará os resultados obtidos relativos à redução da variabilidade dos defeitos, como também as melhorias obtidas no decorrer do desenvolvimento e aplicação das técnicas do Seis Sigma – DMAIC.

#### 4. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para este estudo será a Seis Sigma – DMAIC, ferramenta que possibilitará utilizar suas principais técnicas de redução de variabilidade de defeitos utilizando os conceitos básicos da relação de causa e efeito, identificando, medindo, analisando, melhorando e controlando o cenário em questão de uma maneira quantitativa, demonstrando as oportunidades de melhoria conforme o nível de sigma antes e depois da aplicabilidade.

O conceito sigma ( $\sigma$ ) foi criado em 1980 como forma de desenvolver uma métrica universal de qualidade para mensurar o desempenho de processos, independente de sua complexidade (HARRY e SCHROEDER, 2000). O índice  $6\sigma$  mede a capacidade do processo em atender às especificações de projeto, analogamente aos tradicionais índices Cp e Cpk utilizados no Controle Estatístico do Processo (CEP).

Um processo é definido como tendo desempenho Seis Sigma quando estiver com a média da população centrada no valor nominal da especificação e os limites de especificação estiverem distantes seis desvios padrões da média da população (HILSDORF, 2002).

No Seis Sigma, tem-se 99,999998% de produtos perfeitos, isto é, DOIS defeitos por bilhão de unidades produzidas. Mesmo se o valor médio dos resultados do processo se afastar do valor ideal em 1,5 sigma, não se espera obter mais do que 3,4 produtos defeituosos por milhão de unidades (ppm) fabricadas.

A escala sigma é uma medida estatística que quantifica a variação existente entre os resultados de qualquer processo ou procedimento, sendo utilizada para medir o nível de qualidade associado a um processo, transformando a quantidade de defeitos por milhão em um numero na escala sigma. Quanto maior o valor alcançado na escala sigma, maior o nível de qualidade (WERKEMA, 2000)

A relação entre a escala sigma e o numero de defeitos gerados no processo está explicitada na figura 1 a seguir.

Taxa de Acerto	Taxa de Erro	Defeitos por Milhão de Oportunidades (DPMO)	Escala Sigma
30,9%	69,1%	691.462	1,0
69,1%	30,9%	308.538	2,0
93,3%	6,7%	66.807	3,0
99,38%	0,62%	6.210	4,0
99,977%	0,023%	233	5,0
99,99966%	0,00034%	3,4	6,0

Figura 1 – Seis Sigma, Defeitos por milhões de oportunidade

Fonte: Werkema (2000)

### O que é Seis Sigma?

O Seis Sigma nasceu no departamento de garantia de qualidade da Motorola, fruto da aplicação dos conceitos de Deming sobre variação de processos, cujo objetivo era atacar as causas destas variações como forma de melhorá-los. Tais variações eram medidas por meio de seu desvio padrão (medida estatística representada pela letra grega sigma,  $\sigma$ ) e a meta de melhoria adotada por esta empresa foi de Seis Sigma, que representa uma variação das características de resposta do processo analisado de seis desvios padrões em torno de seu valor central, e que também é adotada como nome desta abordagem de melhoria. Embora esta fosse uma abordagem que originalmente destinava-se à parte operacional, o presidente da Motorola na época, Bob Galvin, atento ao potencial desta abordagem, logo a adaptou a todas as atividades de negócio, elegendo-a esta como a maneira de fazer negócio de sua empresa (ECKES, 2001).

A adoção da abordagem Seis Sigma fez da Motorola o primeiro vencedor do Malcolm Baldrige National Quality Award em 1988. Como resultado desta premiação, sua abordagem Seis Sigma de gerenciamento ficou disponível para as outras organizações que, a partir daí, começaram a utilizá-la com sucesso para gerenciar seus negócios, como é o caso da AlliedSignal, ABB, Lockheed Martin, Polaroid, Sony, Honda, American Express, Ford, Lear Corporation e Solelectron (KLEFSJÖ et al., 2001).

Seis Sigma exige uma implementação altamente eficaz, rigorosa e focalizada dos princípios e técnicas comprovadas da qualidade, que tem por objetivo um desempenho de negócios livre de erros (KELLER *et al.*, 2000). Sigma -  $\sigma$  - é, para os estatísticos, a representação da medida de variabilidade de processos ou variáveis aleatórias, e significa o desvio padrão que os resultados destes processos podem apresentar. Rotondaro *et al.* (2002) dizem que Seis Sigma é uma metodologia rigorosa que utiliza ferramentas e métodos estatísticos para definir os problemas e situações a melhorar, medir para obter a informação e os dados, analisar a informação coletada, incorporar e empreender melhorias nos processos e, finalmente, controlar os processos ou produtos existentes com a finalidade de se alcançar etapas ótimas, o que por sua vez gera um ciclo de melhoria contínua.

O padrão Seis Sigma expressa uma meta de qualidade de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades, na qual oportunidade de defeito representa a chance de existir um defeito por unidade de produto ou serviço fornecido. Quando o processo é considerado estável, ou seja, a media não desvia mais de 1,5 desvios padrões do seu valor nominal calculado para o processo em questão e, portanto, que o número de oportunidades de defeitos esperado por milhão de oportunidades será de 0,001, e a variabilidade dos resultados de mais ou menos Seis Sigma a partir da media nominal (MITRA, 2004). No entanto, todo processo apresenta uma variação natural, que os estatísticos da Motorola, pais da metodologia Seis Sigma, após verificar o comportamento de muitos resultados de processos, determinaram para esta variação o valor de 1,5 desvios padrões ( $\sigma$ ) (MONTGOMERY, 2004). Esta explicação pode ser observada através da figura 1.

Segundo Carpinetti (2003), todo processo que possa ser entendido como a transformação de um conjunto de parâmetros de entrada (material, maquina, método, trabalho) em uma saída (um produto acabado ou um semi-acabado), sempre apresentará um certo grau de variabilidade entre os produtos. Portanto, considerando isto, a meta de 3,4 defeitos por milhão de oportunidade passa a representar praticamente a perfeição para um processo de transformação.

De acordo com o Project Management Institute (1996), um programa é um grupo de projetos gerenciados de forma coordenada para obtenção de benefícios não

possíveis de serem alcançados se gerenciados individualmente. Os esforços Seis Sigma acontecem na forma de projetos e visam à melhoria organizacional. Portanto, para este trabalho, Seis Sigma será um programa de melhoria organizacional que visa atingir melhoria contínua da competitividade, baseado na melhoria da qualidade, tendo sempre como objetivo a satisfação do cliente e de seus acionistas, sendo essa melhoria alcançada pela transformação planejada de todos os processos, desde o produtivo até os funcionais que a compõem, por meio da eliminação de desperdícios originados por estes e melhorando a integração entre as áreas funcionais.

- Processo 3 sigma centrado em torno do valor nominal: representa um total de 66.738 de defeitos por milhão de oportunidades fora do limite superior e inferior dos limites de especificação
- Processo 6 sigma: total de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades

As ferramentas e métodos utilizados pela metodologia Seis Sigma não são novidades no mundo da qualidade, mas o jeito que este programa as estrutura e foca na redução da variabilidade dos processos faz deste um método bastante eficiente e diferenciado.

Seis Sigma, então, não pode ser entendido apenas como um esforço de melhoria da qualidade mas, sim, como uma metodologia de aperfeiçoamento de processos industriais, pois trabalha uma melhoria no negócio como um todo, que se reflete, portanto, em uma maior satisfação de seus clientes e consequentemente uma maior participação no mercado e, também, resultados financeiros muito expressivos para a organização que o aplica.

Muitas são as razões pelas quais as organizações adotam a metodologia Seis Sigma. Para Rotondaro *et al.* (2002), empresas que a implementam buscam criar uma cultura interna de indivíduos educados em uma metodologia padronizada de caracterização, otimização e controle de processos.

#### 4.1. SEIS SIGMA – DMAIC

DMAIC é uma metodologia de qualidade baseada em dados para melhoria de processos. É a metodologia mais característica do Seis Sigma, universalmente reconhecida, e que será descrita a seguir, detalhadamente, relacionando-a às ferramentas mais utilizadas em cada uma de suas fases. O conhecimento prévio das técnicas e ferramentas é necessário para se determinar qual destas é a mais apropriada, ressaltando que a aplicação apropriada das ferramentas é crítica para a eficácia do projeto Seis Sigma em curso. Vale dizer que o conhecimento de todas as ferramentas não implica na utilização de todas elas. Segundo o GUIA SEIS SIGMA [2001 – 2004], muitas companhias começam implementando Seis Sigma utilizando a metodologia DMAIC e, mais tarde, a metodologia DFSS quando o nível de cultura e experiência organizacional assim permite.

Segundo o GUIA SEIS SIGMA [2001 – 2004], a metodologia DMAIC deve ser usada quando um produto ou processo já existe dentro da companhia, porém este ou não atende as especificações dos clientes, ou não apresenta o desempenho adequado. Em alguns negócios apenas quatro de suas cinco fases são utilizadas, pois as considerações para definição são consideradas pré-trabalhadas ou incluídas na fase de medição.

##### Fase da metodologia DMAIC (*Define* – D)

Esta fase tem por objetivo definir claramente os efeitos indesejáveis que se deseja eliminar ou melhorar em um processo. Os passos a seguir representam o modo como deve se estruturar esta etapa (ROTONDARO *et al.*, 2002):

1. Definir quais são os requisitos do cliente (Voz do cliente) traduzindo-as em Crítico para Qualidade, conectando a visão do cliente com o que acontece dentro da organização, e definir também os processos chave envolvidos;
2. Montar uma equipe preparada para aplicar as ferramentas Seis Sigma;

3. Mapeamento dos processos críticos procurando identificar fatores relacionados com os CTQ's do cliente, tais como: resultados ruins, reclamação dos clientes, problemas funcionais, problemas trabalhistas, altos custos de mão de obra, baixa qualidade de suprimentos, etc. Estes erros influenciam diretamente as atividades operacionais e indiretamente afetam os resultados do negócio, impactando assim a satisfação do cliente e, consequentemente, o lucro;
4. Realizar uma análise de retorno dos resultados que poderão ocorrer em função dos esforços de melhoria, relacionando os esforços com os custos referentes à má qualidade;
5. Apresentar o projeto para avaliação dos executivos líderes.

#### Atividades Realizadas nessa Fase:

- ✓ Definição do que é Crítico para a qualidade CTQ's do processo a partir do cliente;
- ✓ Coleta de dados do processo;
- ✓ Determinação do problema a ser analisado, as metas e benefícios esperados;
- ✓ Definição dos recursos a serem utilizados no projeto de melhoria;
- ✓ Escolha da equipe que encabeçará os projetos;
- ✓ Avaliar os suportes chave da organização para facilitar o desenrolar do projeto;
- ✓ Desenvolver um planejamento detalhado do projeto;
- ✓ Desenvolver um mapa detalhado do processo;
- ✓ Roteirizar o projeto;
- ✓ Desenhar o fluxograma do processo, pois o fluxograma é utilizado para a visualização do processo para que possa ser estudado e melhorado;
- ✓ Elaborar o diagrama SIPOC (Fornecedor – entrada – produção – saída – cliente); com este procedimento é possível entender melhor algumas relações existentes no processo, desde o fornecedor até o atendimento do cliente;
- ✓ Realizar análise de risco (custo–benefício).

## **Medir (Measure - M)**

Nesta etapa, com o processo em estudo mapeado, as variáveis dos processos principais são medidas. O procedimento desta etapa deve ser o seguinte, segundo Rotondaro *et al.* (2002):

1. Desenhar o processo e os subprocessos envolvidos com o projeto, definindo as entradas e as saídas, ou seja, estabelecer as relações  $Y=f(x)$ ;
2. Analisar o sistema de medição de modo a ajustá-lo às necessidades do processo. Coletar dados do processo por meio de um sistema que produza amostras representativas e aleatórias.

Atividades realizadas nesta fase:

- ✓ Definir defeito, oportunidade, unidade e métrica;
- ✓ Analisar o sistema de medição utilizado;
- ✓ Análise dos dados coletados e relacionando as saídas em função das entradas: ( $Y=f(x)$ ), utilização de gráficos;
- ✓ Determinar a capacidade atual do processo;

## **Analizar (Analyze - A)**

Os dados coletados na fase anterior devem, nesta fase, ser analisados estatisticamente para que se possa determinar as causas raízes dos problemas. Aqui as causas óbvias e não óbvias (os X's – entradas do processo) que influenciam o processo devem ser determinadas. Feito isto, determina-se a capacidade sigma atual do processo e se estabelece os objetivos de melhoria para o mesmo.

Atividades realizadas nesta fase:

- ✓ FMEA;
- ✓ Diagrama de causa e efeito;
- ✓ Teste de hipóteses (variáveis continuas e discretas);
- ✓ Análise de variância;
- ✓ Testes não paramétricos;
- ✓ Correlação e regressão simples;
- ✓ Teste Qui quadrado.

## **Melhorar (*Improve - I*)**

Esta é, sem dúvida, a fase mais crítica de todo o processo, pois é nela que as melhorias propostas devem ser implementadas. Os dados estatísticos ajustados na fase anterior, colocados como metas, devem ser transformados novamente em dados de processo para que a equipe responsável possa agir sobre as causas raízes dos problemas do processo a ser melhorado.

Atividades realizadas nesta fase:

- ✓ Elaboração de planos de ação;
- ✓ Calcular a nova capacidade do processo;
- ✓ Definir tolerâncias operacionais de sistemas em potencial;
- ✓ DOE – Delineamento de Experimentos.

## **Controlar (*Control - C*)**

Nesta fase, as novas métricas estabelecidas e implementadas no processo, têm de ser validadas e mantidas por meio de um sistema de medição e controle, capaz de garantir a manutenção da capacidade do processo. As entradas críticas do processo (X's críticos), neste ponto do projeto, têm que ser monitoradas não somente como fonte de manutenção da capacidade do processo mas também para captar oportunidades de melhoria futura. Atividades realizadas nesta fase:

- ✓ Elaboração de novos procedimentos;
- ✓ Utilização de gráficos de controle, seja por variáveis ou por atributos; Controle estatístico de processos individuais;
- ✓ Fechamento dos projetos e padronização de procedimentos.

## **A Equipe Seis Sigma**

Para Rotondaro *et al.*(2002), a constituição da equipe Seis Sigma é um elemento fundamental no sucesso do programa. A nomenclatura dada aos especialistas da equipe Seis Sigma é baseada na graduação utilizada nas artes marciais, pois assim como neste tipo de arte, as diferentes graduações indicam o nível de habilidade que se espera de cada especialista que figura neste patamar.

As hierarquias e as atribuições destas pessoas no programa Seis Sigma são:

### **Executivo Líder**

Normalmente a alta gerência tem como responsabilidades:

- ✓ Implantar o Seis Sigma;
- ✓ Prover subsídios para a implantação bem sucedida da estratégia de melhoria. Afinal, a essência do programa é uma abordagem “top-down”;
- ✓ Conduzir, incentivar e supervisionar as iniciativas Seis Sigma em toda empresa;
- ✓ Verificar se os objetivos financeiros conseguidos por meio dos projetos Seis Sigma estão sendo atingidos;
- ✓ Selecionar os executivos que assumirão o papel de campeões.

### ***Champions***

Cargo ocupado por diretores e gerentes, nomeados pelo Executivo líder. É uma função característica de empresas grandes com várias divisões. As atribuições deste cargo são:

- ✓ Liderar os Especialistas Seis Sigma;
- ✓ Organizar, guiar o começo, o desdobramento e a implementação do Seis Sigma por toda organização;
- ✓ Compreender as teorias, princípios e práticas do Programa para facilitar a execução dos projetos de melhoria;
- ✓ Criar um ambiente propício para as mudanças necessárias;
- ✓ Definir as pessoas que disseminarão os conhecimentos sobre o Seis Sigma por toda a empresa.

### ***Master Black Belt***

Esta também é uma função típica de uma empresa de grande porte. A pessoa que ocupa este cargo recebe um treinamento intensivo em todas as técnicas e ferramentas que compõem o Seis Sigma. As atribuições do cargo são:

- ✓ Provimento de incentivo para consolidação da cultura Seis Sigma dentro da organização;

- ✓ Responsável pela criação de mudanças dentro da organização;
- ✓ Auxilia os campeões na escolha e treinamento de novos projetos de melhoria;
- ✓ Fornecer liderança técnica de preparo para Seis Sigma;
- ✓ Ter tempo integral destinado para o programa Seis Sigma;
- ✓ Preparado para solução de problemas estatísticos;
- ✓ Deve possuir habilidades de comunicação e ensino;
- ✓ Deve treinar e instruir os *Black Belts* e os *Green Belts*.

### ***Black Belts***

São elementos chave do sistema, assim como os *Green Belts*. Os ocupantes deste cargo têm de ser muito bem treinados em técnicas estatísticas e de solução de problemas. Trabalham sob as ordens dos *Master Black Belts* e possuem as seguintes atribuições:

- ✓ Têm de possuir iniciativa, entusiasmo e habilidades de relacionamento interpessoal e boa comunicação;
- ✓ Têm de ser motivados para que assim alcancem os resultados buscados e sejam capazes de efetuar a mudança;
- ✓ Devem ter influência no setor em que trabalham;
- ✓ Têm de ter habilidade para trabalhar em equipe;
- ✓ Devem possuir excelentes conhecimentos técnicos em sua área de trabalho;
- ✓ Devem aplicar as ferramentas e os conhecimentos de Seis Sigma em projetos específicos;
- ✓ Devem orientar os *Green Belts* na condução dos grupos de trabalho

### ***Green Belts***

Cargo ocupado geralmente pela média gerência da organização. Pessoas que ocupam este cargo recebem um treinamento em técnicas estatísticas e de solução de problemas, porém mais ameno do que os recebidos pelos *Black Belts* (BB). Possuem as seguintes atribuições:

- ✓ As tarefas ligadas ao programa Seis Sigma são apenas parte de suas atribuições dentro da organização;

- ✓ Possuem duas tarefas básicas:
  - Auxiliar os *Black Belts* na coleta de dados e no desenvolvimento de experimentos;
- ✓ Liderar pequenos projetos de melhoria em suas respectivas áreas de atuação.

### **Como trabalha uma equipe Seis Sigma**

Como o Seis Sigma é uma metodologia para trabalhar toda a organização, cada projeto, seja para simplesmente melhorar um processo quanto para buscar uma mudança gerencial, exige a participação de pessoas de vários departamentos, unidades ou setores dentro da organização. Por este motivo as equipes de trabalho devem apresentar a seguinte estrutura, de acordo com Rotondaro *et al.* (2002):

- ✓ **Núcleo Base** – composto por pessoas que serão as responsáveis pelo projeto (desde seu planejamento até sua execução) composta pelos especialistas do Seis Sigma;
- ✓ **Membros** – pessoas que integrarão a equipe apenas em determinadas fases do projeto;
- ✓ **Especialistas** – pessoas com conhecimentos especializados dos processos que compõem a área contemplada pelo projeto e que poderão ser solicitados a prestar serviços para a equipe do projeto.

Para escolher as pessoas que irão compor a equipe deve-se levar em conta primeiramente os processos que serão atendidos no projeto. Segundo Eckes (2001), toda equipe precisa ter um líder, que geralmente é o dono do processo a ser melhorado, e que tem como responsabilidades selecionar os membros da equipe; prover a equipe com a orientação estratégica necessária, mostrando o que deve e o que não deve ser feito e estabelecer em linhas gerais o que um projeto bem sucedido vai obter. Este papel normalmente cabe ao *Black Belt*.

Em seguida, ocorre a escolha dos componentes, que devem ser aqueles com profundo conhecimento e domínio destes processos e que, portanto, possuam a experiência necessária para atingir a mudança planejada. A equipe núcleo formada

deve ter forte influência em todos os setores em que a mudança ocorrerá e/ou terá efeitos, além de forte representatividade com a alta cúpula da organização. O comprometimento, participação e contribuição de todos os membros da equipe para que os resultados planejados para o projeto sejam alcançados, são fatores considerados críticos para o sucesso (ANTONY e BANUELAS, 2002).

Escolhida a equipe, o próximo passo é a definição e planejamento do projeto e de sua execução. Para isto, alguns passos devem ser seguidos com o objetivo de criar um ambiente e uma linguagem comum dentro da equipe, incentivando assim a participação de todos e aumentando assim a chance de sucesso dos esforços empreendidos. Segundo Locke (1976) *apud* SILVA *et al.* (2003), a satisfação no emprego resulta de uma avaliação do emprego sobre como atingir (ou permitir que se atinja) importantes valores no ambiente de trabalho, de tal forma que está situação seja congruente com (ou ajude) a preencher as necessidades básicas individuais, sejam elas físicas ou psicológicas. De acordo com Rotondaro *et al.* (2002), os passos para uma boa definição e planejamento e visando a execução ótima de projetos Seis Sigma, são:

### **Elaboração dos Objetivos de Projeto**

Nesta etapa, a partir das características críticas da qualidade (*Critical To Quality*), definem-se quais são os defeitos (qualquer parte do produto ou serviço que não atende a especificação do cliente), a unidade que representa este defeito de forma mensurável e as probabilidades deste defeito ocorrer, ou seja, é quando a equipe define os pontos que devem ser melhorados.

Quando se determinam objetivos para um projeto Seis Sigma, deve-se privilegiar, segundo Eckes (2001), o retorno financeiro que o projeto trará aliado aos demais objetivos de negócios da organização, uma vez que o programa Seis Sigma, em sua essência, tem por objetivo a redução de custos relacionados à qualidade por meio da redução da variabilidade dos processos e redução de desperdícios advindos destes.

Na definição do problema, a equipe deve deixar claro qual é a diferença entre a situação atual e a situação ideal que se deseja alcançar. Esta fase é conhecida

como sendo a primeira e parte do segundo estágio do processo de conhecimento e controle de projetos, segundo Slack *et al* (1999), pois aqui é onde se analisam e compreendem todos os fatores que condicionam o ambiente onde se situa o problema em questão e onde se define o problema a ser tratado em projeto.

Segundo os autores, a identificação dos problemas deve ser feita com base em termos neutros, sendo esta neutralidade alcançada por meio de três passos:

1. Nenhuma causa pode ser identificada de forma prematura;
2. Sem o conhecimento da causa do problema, não se deve sugerir soluções prematuras;
3. A definição dos problemas não deve ser feita por meio de atribuição de culpas.  
Uma vez definido o problema, metas e objetivos mensuráveis devem ser estabelecidos para que os líderes de projeto possam direcionar o esforço de melhoria.

## 5. ESTUDO DE CASO

### 5.1. Objetivo do Trabalho

Este trabalho visa apresentar a aplicação dos conceitos básicos da metodologia Seis Sigma DMAIC. Durante dois trimestres na área de T.I. da organização SSFFDD foram realizadas medições sobre os gastos em minutos de telefonia móvel em 4 departamentos: Administrativo, Operação, Comercial e Diretoria, permitindo a comparação entre o consumo real e o planejado.

### 5.2. FASE: DEFINIR E MEDIR

#### 5.2.1. Identificando o Cliente

Este trabalho tem como principal cliente os colaboradores que consomem telefonia móvel, ou seja, os colaboradores que atuam nas áreas: Administrativa, Operação, Comercial e Diretoria.

#### 5.2.2. Identificando o(s) CTQ (s) do projeto

O Seis Sigma tem como principal foco, o cliente interno e/ou o cliente externo ao idealizar uma melhoria em um dado processo. Assim sendo, o primeiro passo para iniciar o projeto foi ouvir os clientes por departamentos. Para isso utilizou-se a ferramenta denominada voz do cliente (VOC) conforme ilustrada na figura 2. Segundo Bruzzi (2008) esta ferramenta permite que seja identificado o pensamento do cliente, quantificando e priorizando as suas necessidades

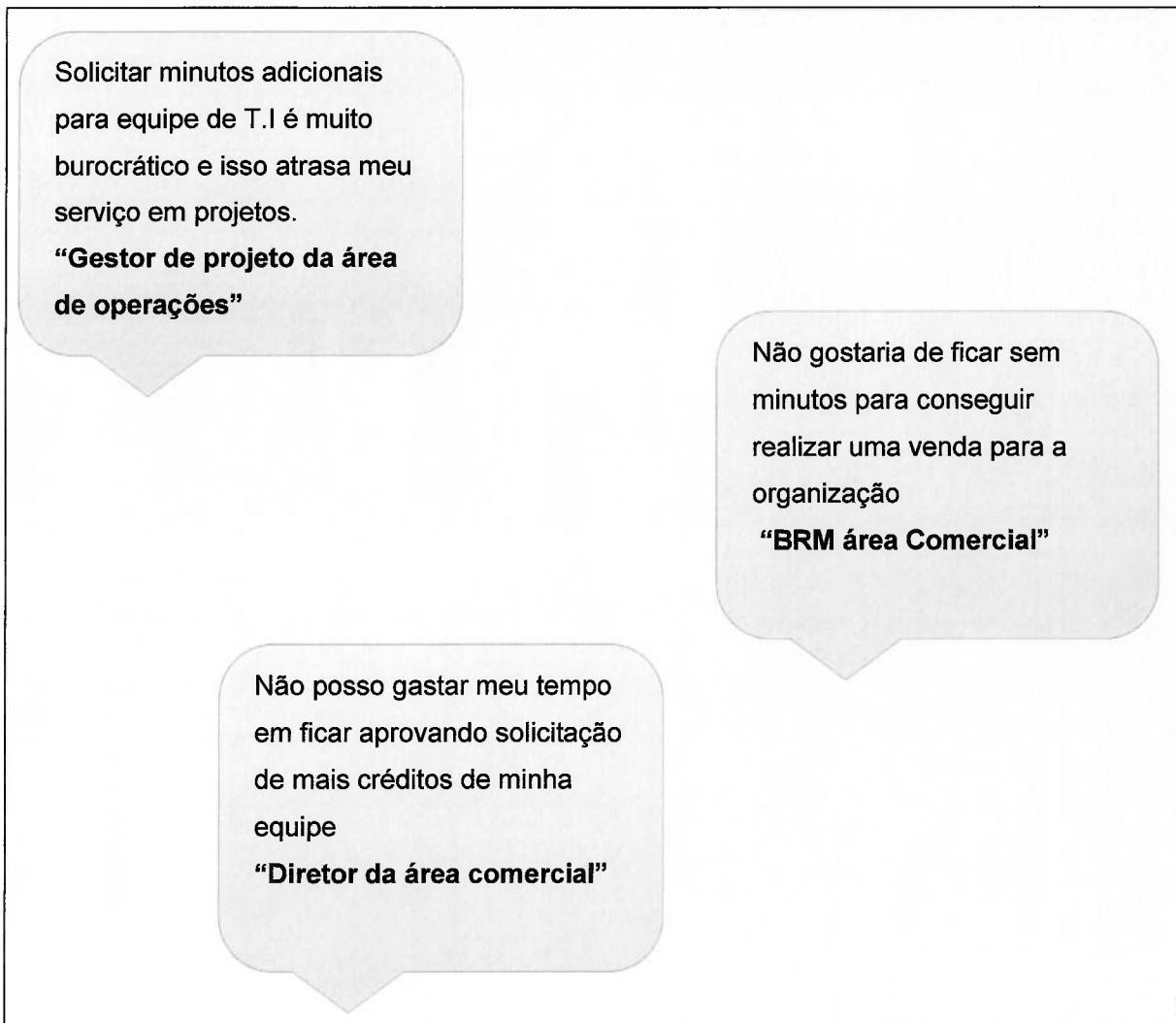


Figura 2 – Voz do Cliente

Após escutar a voz do cliente e perceber a insatisfação com o processo de gastos de minutos mensais, foi realizada uma reunião interna para a identificação dos pontos críticos para a qualidade (CTQ) baseando-se na visão do cliente.

### 5.2.3. Definindo a equipe de trabalho

Para definir a equipe de trabalho ilustrada na figura 3, foram considerados três principais fatores:

- a) pessoas que poderiam contribuir e influenciar frente à organização positivamente na implantação do projeto,

b) pessoas que possuíam poder de decisão na empresa, inclusive no quesito investimento financeiro e recursos humanos,

c) pessoas que possuíam uma maior experiência relativa na área e nas tarefas que seriam desenvolvidas.

- **Formação da Equipe:**

- **Líderes do projeto:**

- *Green Belt*: Sérgio Apolinário
    - Mentor do projeto MBB: J.S.
    - *Champion*: André Luis

- **Principais membros da Equipe:**

- Gerente de Qualidade
    - Técnico de T.I.

Figura 3 – Equipe do Projeto

#### 5.2.4. Etapas do Projeto

A figura 4 a seguir mostra um mapa de como serão os grupos de atividades voltados para cada fase do projeto Seis Sigma (*DMAIC*), utilizando os conceitos básicos desta metodologia. Na parte inferior deste mapa estão os meses de referência em que serão executadas as fases do projeto.

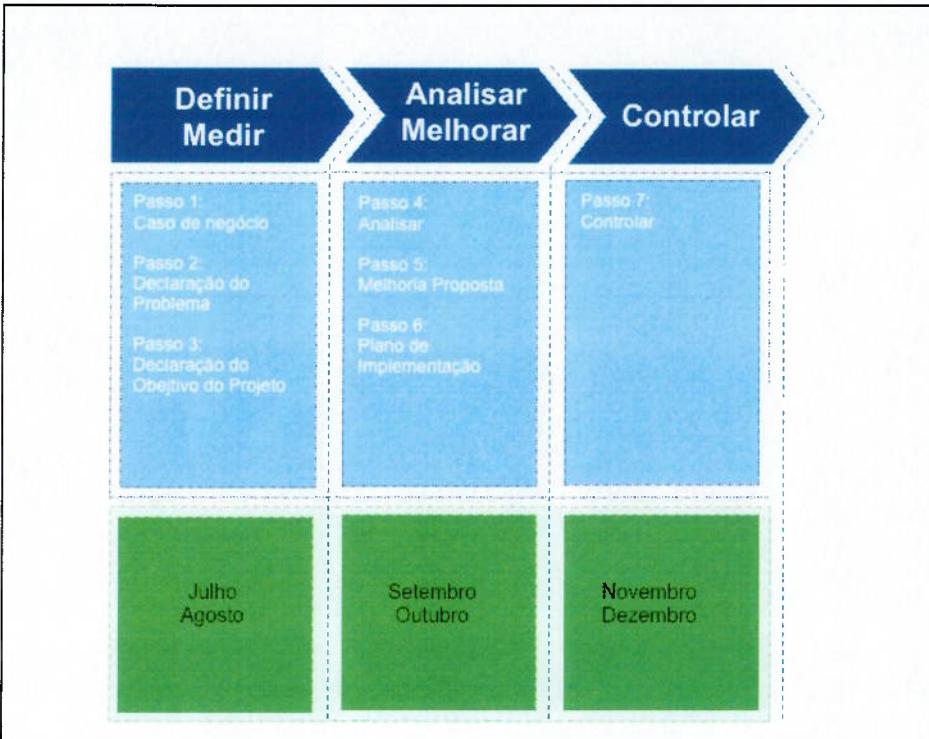


Figura 4 – Etapas do Projeto

#### 5.2.5. Mapa do processo

Com o objetivo de visualizar o processo de liberação de minutos de telefonia móvel (minuto excedentes), a figura 5 a seguir ilustra um mapa do processo utilizando o conceito “SIPOC”.

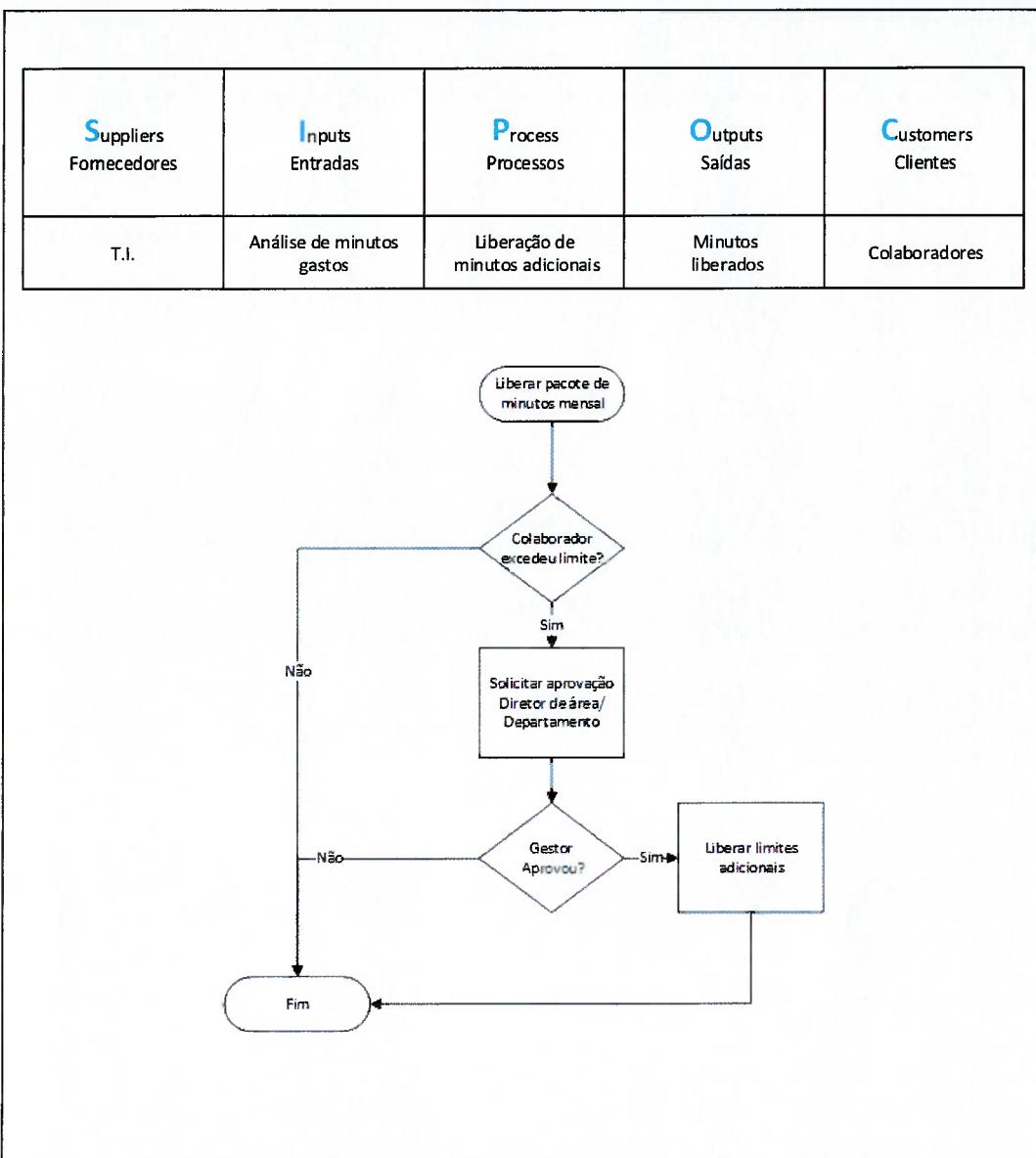


Figura 5 – SIPOC

### 5.2.6. Caso de negócio

Variações de consumo de telefonia móvel têm afetado o custo mensal por área. É necessário que o consumo de telefonia móvel seja estável para atingir a meta orçamentária anual da organização.

### 5.2.7. Declaração do problema

Atualmente a empresa tem 42 linhas corporativas (celular), com uma média de 7.542 minutos mensalmente disponíveis para gastos (total anual de 90.508 minutos), mas ocorre um gasto adicional de 18.065 minutos (daqui em diante denominados defeitos) solicitados pelos colaboradores de 4 departamentos (*Staff, Operações, Negócios e Diretoria*) como pode ser visualizado na Figura 6 a seguir.

Service	Defects	Unit	Opt	Total Opt	DPU	DPO	DPMO	Shift	Log Term Capability	Sigma
	D	U	OP	TOP	DPU	DPO	DPMO	Shift	Sigma-L	Z.B
Utilização Minutos Janeiro 2014	3456	7234	1	7234	0,4777	0,4777	477744	1,5	0,06	1,56
Utilização Minutos Fevereiro 2014	5453	7890	1	7890	0,6924	0,6924	692395	1,5	-0,50	1,00
Utilização Minutos Março 2014	6773	7321	1	7321	0,9251	0,9251	925147	1,5	-1,38	0,12
Utilização Minutos Abril 2014	2373	7354	1	7354	0,3227	0,3227	322682	1,5	0,46	1,96
Utilização Minutos Maio 2014	5643	7891	1	7891	0,7151	0,7151	715118	1,5	-0,56	0,94
Utilização Minutos Junho 2014	3299	7564	1	7564	0,4361	0,4361	435145	1,5	0,16	1,66
Grand Total	18065			29799	0,6062284	0,6062284	606228	1,5	-0,27	1,23

Input Fields			
D	Total Number of Defects		
U	Total Number of Units		
OP	Number of Opportunities		
Shift	Sigma Shift (Default: 1,5)		

Calculated Fields			
TOP	$U \cdot OP$		
DPU	$D/U$		
DPO	$D/TOP = D/(U \cdot OP)$		
DPMO	$DPO \cdot 1000000$		
Sigma-L	White Book 11 10		
Z.B.	$(\text{Sigma-L}) \cdot \text{Shift}$		

- Total de defeitos = 18065
- Total de DPMO = 606.228
- St = 1,23
- SI = -0,27

Figura 6 – Visibilidade sobre a capacidade de mensuração do processo

A figura 6 representa a variação do consumo de minutos medida por meio do DPMO (Defeito por Milhão de Oportunidades), onde há uma dispersão do processo não desejada, indicando a não-conformidade do mesmo frente às especificações do processo, que será analisada com mais detalhes durante o desenvolvimento deste trabalho.

Analizando a figura 7 a seguir, nota-se que a área de Operação é uma das que mais consomem minutos adicionais. Isso reforça a necessidade de realizar um processo de melhoria para reduzir esta variação de consumo.

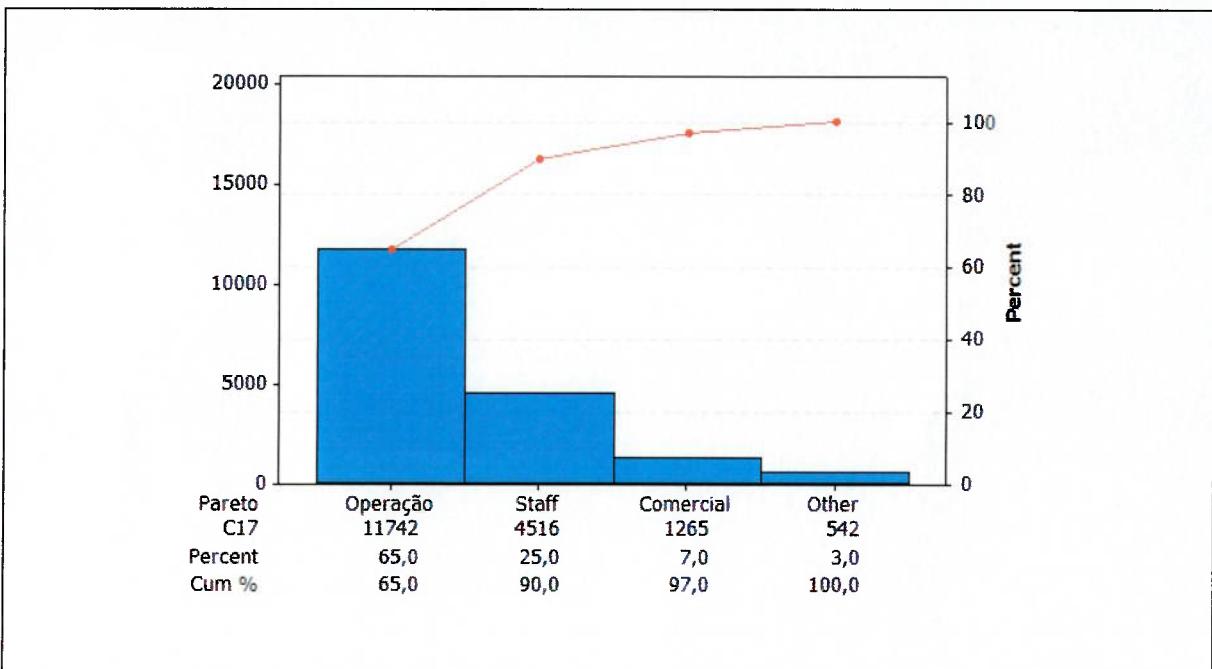


Figura 7 – Gráfico de Pareto do consumo de minutos por departamento

#### **5.2.8. Teste de Normalidade: Antes da Melhoria**

Para realizar o teste de normalidade dos dados do processo foi utilizada como ferramenta o software Minitab® como ilustrada na figura 8. Os dados de entrada da planilha foram coletados durante o primeiro semestre de 2014.

O resultado do teste de normalidade apresentou os seguintes valores: a) média=4501,2 b) mediana=4459,5. Assim sendo conclui-se que o processo apresentou uma curva normal, conforme ilustrado na figura 8 a seguir.

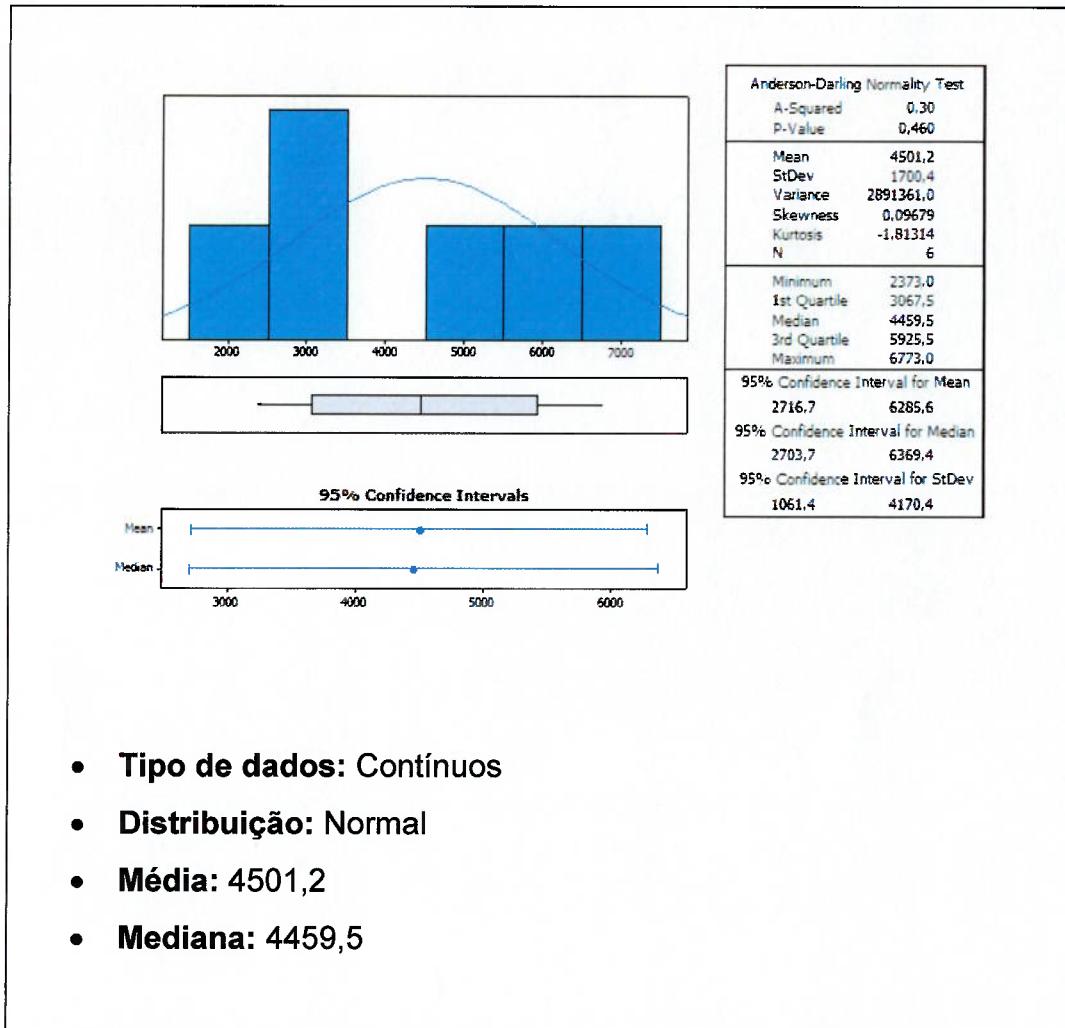


Figura 8 – Histograma de defeitos de gastos adicionais em minutos

A figura 9 a seguir mostra um resumo dos indicadores estatísticos e respectivas figuras.

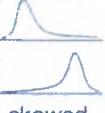
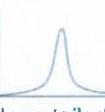
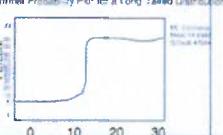
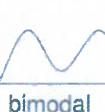
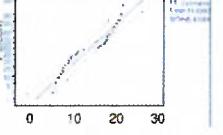
Shape	Normality Plot	Center (central tendency)	Spread (variation)
 normal		Mean ( $\bar{x}$ )	Standard Deviation (s)
 skewed		Quartile Q1 or Q3	Stability Factor (SF)
 long-tailed		Median ( $\tilde{x}$ )	Span
 bimodal		The different processes must be stratified before descriptive statistics can be calculated.	

Figura 9 – Resumo dos indicadores estatísticos

### 5.3. FASE: ANALISAR E MELHORAR

#### 5.3.1. Identificando fontes de variação

Uma causa é a fonte ou origem de um evento que é um motivo identificado para a presença de um defeito ou problema. A razão mais básica que, se eliminada, previne a reincidência. A causa raiz de uma consequência é qualquer causa subjacente, por sua vez causada por causas subjacentes mais importantes. Ver figura 10 a seguir.

Com base neste conceito, esta fase do projeto identificou as fontes de variação “X’s” que influenciavam diretamente o “Y” do projeto - para isso foi utilizado o Software Microsoft Visio®. Através da relação causa e efeito (RCA), possibilita analisar diversas soluções de uma determinada condição e a ação que causou o efeito primário.

Utilizando este método de detectar a causa de um determinado efeito, é possível levantar inúmeras causas porém, para que seja determinada a causa mais provável daquele determinado efeito, é preciso que a mesma sempre esteja acompanhada por alguma evidência.

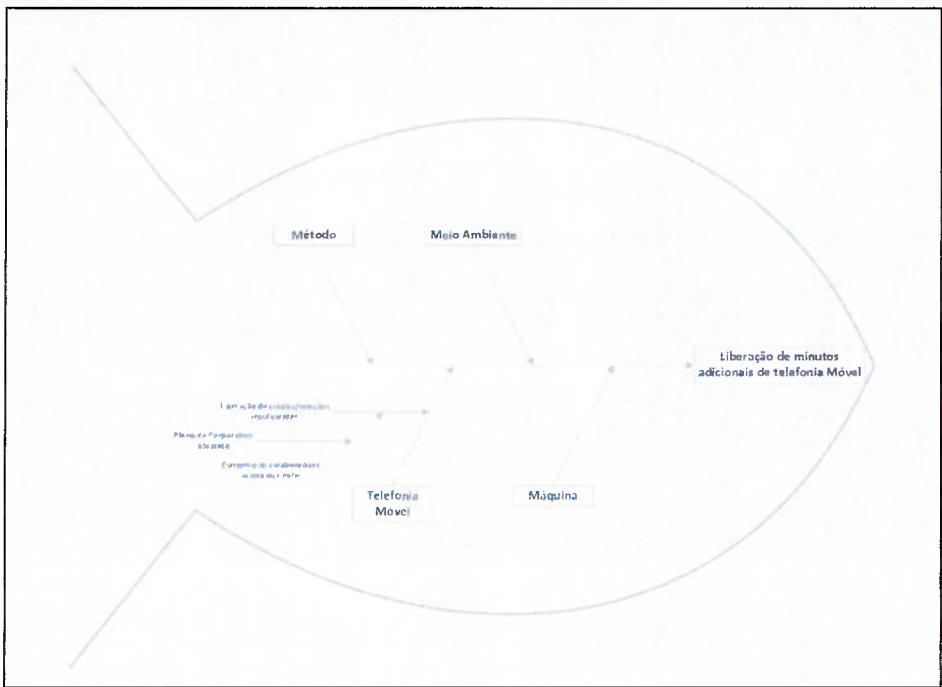


Figura 10 – Análise de Causa Efeito

### 5.3.2. Relação das variáveis X's descobertas, com o processo

A caracterização do(s) X'(s) visa identificar a melhor solução de melhoria para o processo, considerando que a diminuição da variação “X'(s)” está diretamente ligada à variação do “Y” do projeto. No caso em questão, os X'(s) identificados são elementos críticos para o sucesso do projeto. Assim sendo, a estratégia de melhoria está ilustrada conforme a figura 11 a seguir.

Se o seu X for:	Sua estratégia de melhoria será:
<b>Parâmetro Operacionais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento de um modelo matemático;</li> <li>• Determinar a melhor configuração Xs</li> </ul>
<b>Elemento Crítico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otimiza problemas do fluxo do processo;</li> <li>• Padronizar o processo</li> </ul>

Figura 11 – Caracterização do(s) X'(s)

### 5.3.3. Otimizando o fluxo do processo

Para otimizar o fluxo com base no mapa de processo (ver figura 5), foi desenhado um novo processo de liberação de minutos que utiliza uma certa inteligência por parte do sistema de telefonia que é a seguinte: quando algum colaborador (independente do departamento) consome mais que outro(s), automaticamente são liberados mais minutos para este determinado colaborador minimizando, assim, a liberação de minutos adicionais para todos os colaboradores, gerando maior e melhor equilíbrio, conforme demonstrado na figura 12 a seguir.

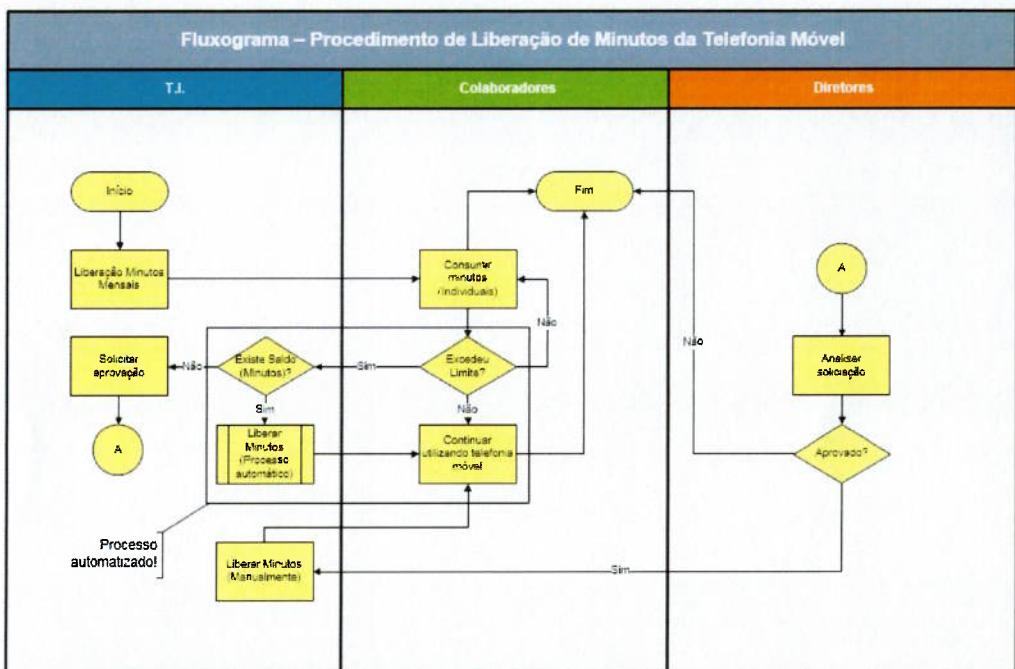


Figura 12 – Fluxograma

## 5.4. FASE: CONTROLE

### 5.4.1. Determinando a capacidade do novo processo

Como se trata de uma melhoria de processo, se faz necessário novo cálculo estatístico para determinar qual é a nova capacidade.

Analizando os dados coletados durante o período de um semestre, é perceptível a melhoria no novo processo conforme ilustrado na figura 13 a seguir.

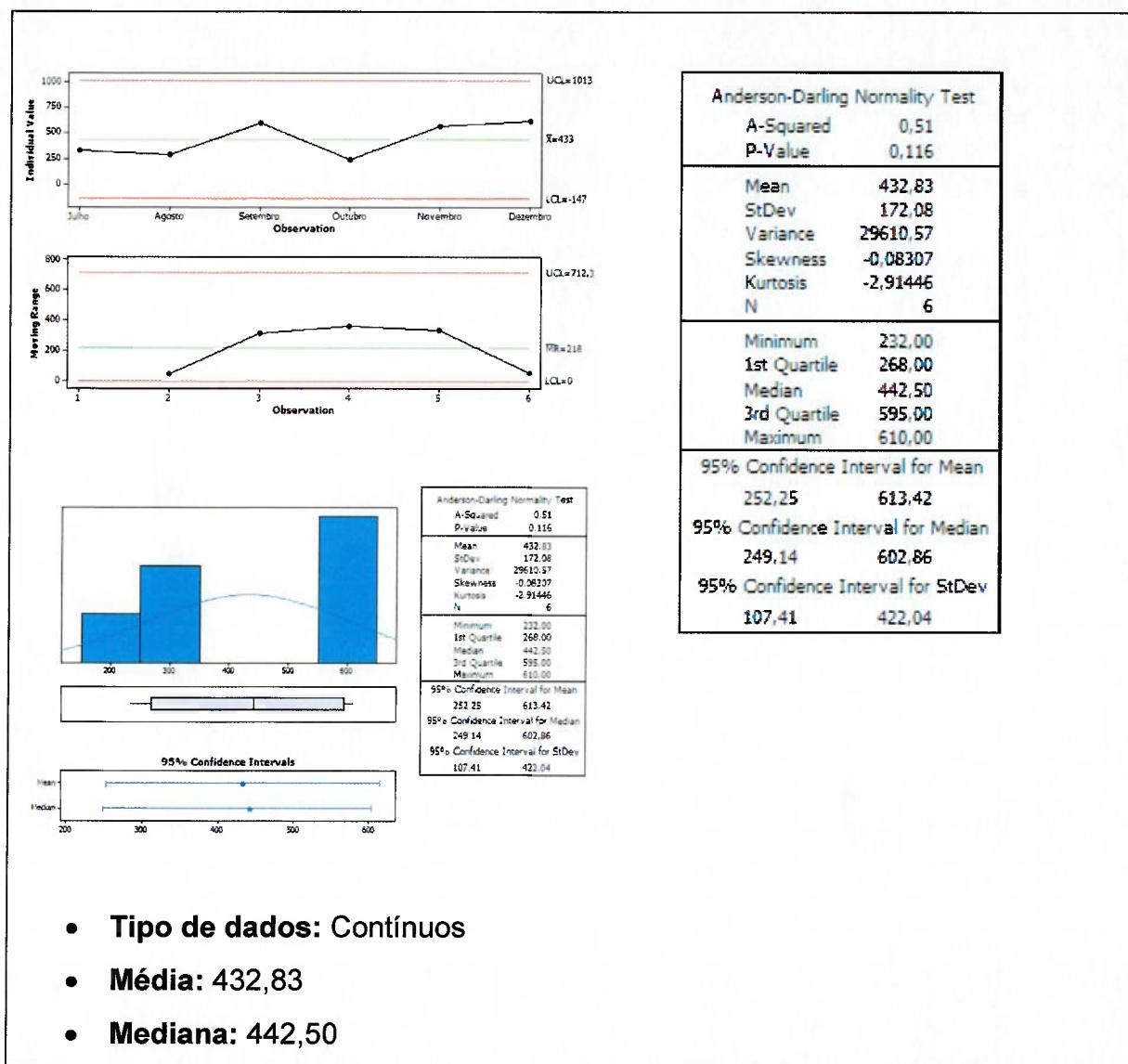


Figura 13 – Teste de normalidade do novo processo

Analizando a figura 14 a seguir, onde se encontram, respectivamente, o DPMO final = 47854 e Z *bench* final = 3,17 do novo processo, pode-se confirmar a melhoria nos resultados calculando-se a redução do DPMO final, comparativamente com o DPMO inicial: DPMO final / DPMO inicial = 47854/ 606228 = 8%, ou seja, ocorreu uma redução no DPMO de 92%.

### Antes da melhoria

Service	Defects	Unit	Opt	Total Opt	DPU	DPO	DPMO	Shift	Log Term Capability	Sigma
	D	U	OP	TOP	DPU	DPO	DPMO	Shift	Sigma-L	Z.B
Utilização Minutos Janeiro 2014	3458	1	7234	1	7234 0,4777	0,4777	477744	1,5	0,06	1,56
Utilização Minutos Fevereiro 2014	5462	1	7890	1	7890 0,6924	0,6924	692305	1,5	-0,50	1,00
Utilização Minutos Março 2014	6713	1	7321	1	7321 0,9251	0,9251	925147	1,5	-1,38	0,12
Utilização Minutos Abril 2014	2473	1	7334	1	7334 0,3227	0,3227	322882	1,5	0,46	1,96
Utilização Minutos Maio 2014	5543	1	7891	1	7891 0,7351	0,7351	715118	1,5	-0,56	0,94
Utilização Minutos Junho 2014	3299	1	7564	1	7564 0,4361	0,4361	436145	1,5	0,16	1,66
Grand Total	18065			29790	0,606228	0,606228	606228	1,5	-0,27	1,23

Input Fields			
D	Total number of Defects		
U	Total number of Units		
OP	Number of Opportunities		
Shift	Sigma Shift (Default: 1,5)		

Calculated Fields			
IOP	U*OP		
DPU	U/U		
DPO	D/IOP - D/(U*OP)		
DPMO	DPO * 1000000		
Sigma-L	Wk to Book 11 10		
Z.B	(Sigma-L)-Shift		

- DPMO (ST) = 1,23
- DPMO (LT) = -0,27

### Depois da melhoria

Service	Defects	Unit	Opt	Total Opt	DPU	DPO	DPMO	Shift	Log Term Capability	Sigma
	D	U	OP	TOP	DPU	DPO	DPMO	Shift	Sigma-L	Z.B
Utilização Minutos Janeiro 2014	241	1	7215	1	7215 0,0448	0,0448	44844	1,5	1,70	3,20
Utilização Minutos Fevereiro 2014	280	1	7890	1	7890 0,0393	0,0393	393488	1,5	1,81	3,31
Utilização Minutos Março 2014	590	1	7221	1	7221 0,0806	0,0806	80590	1,5	1,40	2,90
Utilização Minutos Abril 2014	232	1	7354	1	7354 0,0315	0,0315	315471	1,5	1,86	3,36
Utilização Minutos Maio 2014	561	1	7891	1	7891 0,0711	0,0711	710941	1,5	1,47	2,97
Utilização Minutos Junho 2014	810	1	7564	1	7564 0,0806	0,0806	80645	1,5	1,40	2,90
Grand Total	1426			29790	0,047840	0,047840	47854	1,5	1,67	3,17

Input Fields			
D	Total number of Defects		
U	Total number of Units		
OP	Number of Opportunities		
Shift	Sigma Shift (Default: 1,5)		

Calculated Fields			
IOP	U*OP		
DPU	U/U		
DPO	D/IOP - D/(U*OP)		
DPMO	DPO * 1000000		
Sigma-L	Wk to Book 11 10		
Z.B	(Sigma-L)-Shift		

- DPMO (ST) = 3,17
- DPMO (LT) = 1,67

Figura 14 – Análise dos DPMOs antes e depois da melhoria

#### 5.4.2. Confirmando o objetivo de melhoria do “Y” do projeto

Para realizar a confirmação de melhoria entre o processo antigo com o novo, realizou-se um teste de hipótese. Foi utilizada a ferramenta estatística Minitab®, conforme ilustrado na figura 15 a seguir.

```
Two-sample T for Old Process vs New Process

      N   Mean   StDev   SE Mean
Old Process  6  4501    1700      694
New Process  6   433     172       70

Difference = mu (Old Process) - mu (New Process)
Estimate for difference:  4068
95% CI for difference:  (2275; 5862)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 5,83  P-Value = 0,002  DF = 5

* Since P < 0.05, we reject H0. There is a difference between process
```

Figura 15 – Teste de Hipótese

Avaliando o teste de hipótese, onde se  $P < 0.05$  rejeita-se  $H_0$ , é possível afirmar que há uma diferença entre o processo antigo e o novo.

#### 5.5. Implementando o controle do processo

Como já mencionado nos parágrafos anteriores, novos controles do processo foram implementados, bem como procedimentos e instruções técnicas conforme ilustrado na figura 16 a seguir.

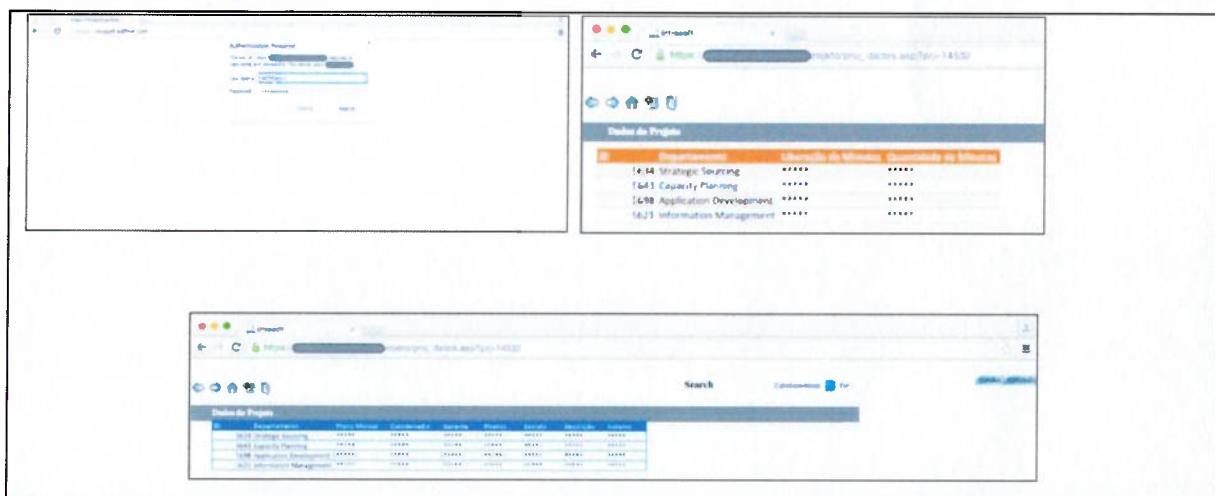


Figura 16 – Novo controle do processo

## 6. VALIDAÇÃO DO PROJETO

Por meio das evidências descritas neste trabalho, foi possível demonstrar o ganho na redução de “defeitos” na telefonia móvel sobre os créditos adicionais, os quais eram liberados sem nenhum controle, através do DPMO de 92%.

Com o projeto validado formalmente sobre o ganho em questão, o *Champion* desta melhoria formalizou o encerramento com êxito do projeto, conforme ilustrado na figura 17 a seguir.

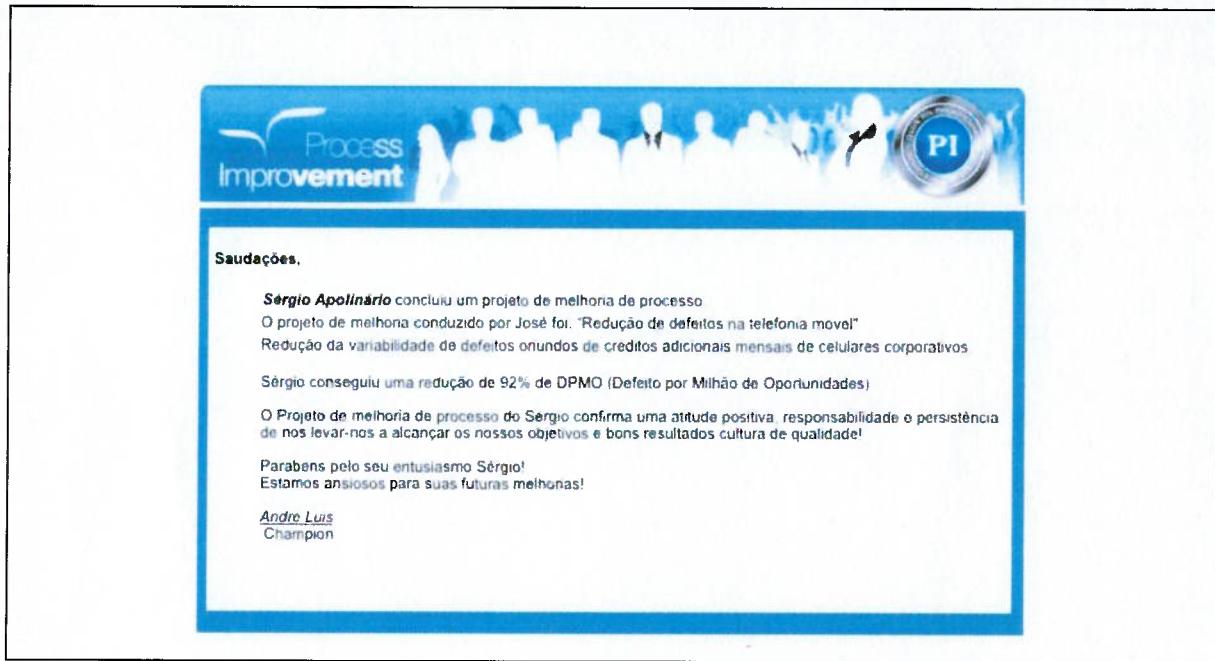


Figura 17 – Validação oficial do projeto pelo Champion

## 7. CONCLUSÃO

O tema proposto por este trabalho visou obter a melhoria da qualidade em uma empresa de T.I. por meio da aplicação dos conceitos básicos da metodologia Seis Sigma no cenário de telefonia móvel, com o propósito de reduzir os minutos adicionais mensalmente liberados para os diversos colaboradores.

Um importante item a destacar na metodologia Seis Sigma – DMAIC é a forma orientada de produzir resultados, seja para a satisfação do cliente ou retorno sobre a redução da variabilidade de defeitos.

O método Seis Sigma traz um diferencial que é o foco no cliente, seja interno e/ou externo. Para este projeto específico ficou evidente que a participação do cliente interno, que fez parte dos entendimentos e soluções propostas, foi fundamental para o sucesso alcançado.

Além da aplicação prática, este trabalho também visou o aprendizado do autor e o aperfeiçoamento das técnicas e ensinamentos obtidos em sala de aula.

## REFERÊNCIAS

- ANTONY, J.; BANUELAS, R. Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program. *Measuring Business Excellence*, 2002.
- BISGAARD, S.; FREIESLEBEN, Johannes. *Economics of Six Sigma*. Quality Engineering. Monticello, New York: Marcel Dekker, 2001.
- BREYFOGLE III, Forrest W. *Implementing Six Sigma*. New York: John Wiley & Sons, 1999.
- BRUZZI, Demerval Guillarducci. *Gerencia de Projetos*. Senac, 2008
- CARPINETTI, L.C.R. Controle da Qualidade do Processo. Departamento de Engenharia de Produção. Universidade de São Paulo. São Carlos, Agosto 2003.
- ECKES, George. *A Revolução Seis Sigma: o método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucro*. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- CAMPOS, Vicente Falconi. *TQC Controle da Qualidade Total no Estilo Japonês*. 9ª. ed. Nova Lima, 2014.
- GUIA SEIS SIGMA - New To Six Sigma - A Six Sigma Guide For Both Novice And Experienced Quality Practitioners. [2001 – 2004].
- HARRY, M.J.; SCHROEDER, R. *Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations*. New York, Doubleday, 2000.
- HILD, C.R.; SANDERS, D. *Common Myths About Six Sigma*. Quality Engineering. Monticello, N.Y.: Marcel Dekker, v.13

HILSDORF, W.C. A Estratégia Seis Sigma para Melhoria da Qualidade: uma análise crítica das métricas utilizadas. Revista Pesquisa e Tecnologia FEI. São Paulo, n. 23, p. 35-39, outubro 2002.

HOERL, Roger. Six Sigma Black Belts: what do they need to know? Journal of Quality Technology. Milwaukee, Wi, v. 33, n. 4, p.391- 406, oct. 2001

KLEFSJÖ, B.; WIKLUND, H.; EDGEMAN, R.L. Six sigma seen as a Methodology for total quality management. Measuring Business Excellence, volume 5, 2001.

KELLER, Paula; PYZDEK, Thomas. The Six Sigma Handbook, 3<sup>a</sup>. Ed., McGraw Hill Professional, 2000.

MITRA, A. Six Sigma Education: a critical role for academy. The TQM Magazine. Volume 16 – Número 4, 2004.

MONTGOMERY, D. C. Introdução ao controle estatístico da Qualidade. Traduzido por Ana Maria de Farias e Vera Regina Lima de Farias e Flores. Revisão técnica de Luiz da Costa Laurencel. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2004.

PANDE, P.S.; NEUMAN, R.P.; CAVANAGH, R.R. Estratégia Seis Sigma. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2000.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). A guide to the project management body of knowledge. Four Campus Boulevard. Newtown Square, PA, USA, 1996.

ROTONDARO, Roberto G.; RAMOS, A. W.; RIBEIRO, C.O.; MIYAKE, D. I.; NAKANO,D.; LAURINDO, R. F. B.; HO, L. L.; CARVALHO, M. M.; BRAZ, M. A.; BALESTRASSI, P. P. Seis Sigma. Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços. São Paulo: Atlas, 2002.

SILVA, F. J.; RAMOS, R.E.B.; CAMPOS, A.C.C. Gestão de Pessoas e performance Organizacional: Uma Investigação Sobre os Fatores Direcionadores de Satisfação e Fidelidade de Empregados. IN: XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de outubro de 2003. CD ROM.

SLACK, N. *et al.* Administração da produção. Edição Compacta. São Paulo: Editora Atlas, 1999.

WERKEMA, M. C. C. Seis Sigma: treinamento para Black Belt. Belo Horizonte: Fundação de Desenvolvimento Gerencial, 2000. Sessões 1, 2, 3 e 4.