

# ANÁLISE DE UM PROCESSO EMPRESARIAL PARA REDUÇÃO DE CUSTOS ATRAVÉS DA METODOLOGIA SEIS SIGMA

Cristine Hermann Nodari<sup>1</sup>  
Eliana Andrea Severo<sup>2</sup>  
Julio Cesar Ferro de Guimarães<sup>3</sup>  
Zaida Cristiane dos Reis<sup>4</sup>  
Eric Charles Henri Dorion<sup>5</sup>

**Resumo:** O Seis Sigma foi impulsionado por uma estreita compreensão das necessidades dos clientes, pelo uso disciplinado de fatos, dados e análise estatística, assim como a atenção esforçada à gestão, melhoria e reinvenção dos processos de negócios. Este artigo teve por objetivo apresentar um estudo de caso de uma unidade empresarial, de uma indústria química, no setor de cobrança, para redução dos vencidos. A análise de dados utilizou a metodologia Seis Sigma, demonstrando as vantagens de aplicação na melhoria do processo, redução de custos e satisfação do cliente. Por fim, ressaltam-se as limitações do estudo.

**Palavras-chave:** processo, qualidade, seis sigma.

**Abstract:** Six Sigma was driven by close understanding of customer needs, disciplined use of the facts, data and statistical analysis, and diligent attention to managing, improving and reinventing business processes. This article aims at presenting a case study of a business unit, a chemical in the collection industry, to reduce the vanquished. Data analysis used the Six Sigma methodology, demonstrating the advantages of application in process improvement, cost reduction and customer satisfaction. Finally, we emphasize the limitations of the study.

**Key-words:** process, quality, six sigma.

## 1 INTRODUÇÃO

No atual ambiente globalizado e de intensa competitividade, a busca pela qualidade tornou-se um importante indicador para o sucesso de uma empresa o que traz como consequência a necessidade de mudanças constantes nas melhorias de seus processos para adquirir vantagem competitiva.

De acordo com Pistorius (2007) o Seis Sigma (6 $\sigma$ ) obteve diversas definições ligadas à eficiência nas operações, melhoria de processo e sua excelência nos negócios. Ao incorporar elementos do trabalho de muitos pioneiros da qualidade, essa ferramenta busca o desempenho virtualmente livre de erros.

Neste sentido, o padrão Seis Sigma, de 3,4 problemas por milhão de oportunidades, é uma resposta ao aumento do nível de expectativa dos clientes e à crescente complexidade dos produtos e processos modernos.

---

<sup>1</sup> Mestre em Administração (UCS), Doutoranda em Administração (PUC-RS/UCS). cristine.nodari@gmail.com

<sup>2</sup> Mestre em Administração (UCS), Doutoranda em Administração (PUC-RS/UCS). elianasevero2@hotmail.com

<sup>3</sup> Mestre em Engenharia da Produção (UFRGS), Doutorando em Administração (PUC-RS/UCS)  
juliofguimaraes@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Mestre em Engenharia da Produção (UFRGS), Doutorando em Administração (PUC-RS/UCS)  
zcreis@gmail.com

<sup>5</sup> Doctorate degree in Business administration - Université de Sherbrooke – Canada a Master degree of Business Administration - Université Laval – Canada. He is currently professor at the University of Caxias do Sul (RS).  
echdorion@gmail.com

Assim, as ferramentas utilizadas no Seis Sigma são aplicadas dentro de um modelo simples de melhoria de desempenho, além, é claro da redução da variação dos processos da organização, por meio da aplicação sistemática de diversas ferramentas estatísticas dentro da estrutura conhecida pela sigla DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Contro*), aprimoramento do método conhecido como PDCA (*Plan, Do, Check, Action*). O Seis Sigma exige a mudança de alguns dos principais fluxos de valor empresariais (PANDE, 2001) .

O objetivo do trabalho foi a aplicação da ferramenta Seis Sigma na redução da quantidade de vencidos no contas a receber de uma empresa. A escolha da empresa para realização desse estudo justifica-se pela história consolidada de implantação da ferramenta Seis Sigma em seus processos. Este artigo está dividido em 4 seções. A seção 2 apresenta o referencial teórico abordando os processos empresarias de qualidade e a programa Seis Sigma. A seção 3 aponta os principais direcionadores metodológicos da pesquisa, a seção 4 apresenta a análise e discussão de cada etapa metodológica do Seis Sigma. E por fim, a seção 5 que apresenta as considerações finais sobre a aplicação de um projeto Seis Sigma em um processo empresarial.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Processos empresariais de qualidade**

Nas análises gerenciais, é possível identificar uma intensa preocupação com as questões de qualidade e sua busca no atendimento a satisfação do cliente. Pela interpretação de Tachizawa e Faria (2007), as organizações entendem que o aumento de produtividade está relacionada ao melhor resultado econômico. Neste sentido, para atingir esta situação, é preciso enfatizar a importância da inteligência desenvolvida no meio fabril, da sinergia das pessoas e da qualidade nos processos.

Meirelles (2001) argumenta que a gestão de qualidade por processos refere-se a métrica de processos, assim, cada ponto de verificação da qualidade pode ser avaliado por um ou mais pontos específicos da categoria estudada.

Na contextualização de Paladini (2000) ainda existe uma dificuldade em acertar o conceito de qualidade, para se direcionar o processo da qualidade necessária a cada empresa. Neste sentido, entende-se que a qualidade seja difícil de conceituar, porém, é fundamental buscá-la incessantemente como uma maneira de se obter vantagem competitiva e

diferencial estratégico.

É possível observar que as empresas que não investem em qualidade, desde os pequenos detalhes aos maiores planejamentos estratégicos integrados, estão perdendo espaço para outras que investem e colhem o retorno, seja ele através da fidelidade do cliente e da alta rentabilidade deste cliente satisfeito, ou evitando os desperdícios produtivos através de uma otimização das operações tornando-as mais eficientes. Assim, fica evidente que o investimento na qualidade é tão importante ou até mais que os investimentos nas áreas funcionais da empresa.

Dentre os processos empresariais de qualidade é possível identificar etapas que facilitam a análise da qualidade, tais como: análise geral do processo, planejamento, organização, controle, implementação, análise de indicadores e educação continuada.

A conscientização para a qualidade junto aos gestores de processos pode desenvolver dentro das equipes de trabalho um senso crítico mantendo a evolução continuada dos meios de qualidade adequados aos processos específicos de cada organização.

## **2.2 Seis sigma**

Criado na Motorola na década de 80, e marca registrada da Motorola Inc., o Seis Sigma representou uma contribuição posterior ao programa *Total Quality Management* (TQM). As limitações do TQM incluíam a falta de objetivo específico, diferentemente, do Seis Sigma que possui uma meta concreta, que consiste em conseguir menos de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades. De certa forma, mais do que um sistema de gestão com fundamento científico, o TQM era uma filosofia, mas não colocava o foco nas medições, enquanto no Seis Sigma, elas exercem papel fundamental.

De acordo com Pestorius (2007) o Seis Sigma obteve diversas definições ligadas à eficiência nas operações, a melhoria de processo dos negócios e, a excelência do processo. O programa Seis Sigma é a implementação rigorosa, concentrada e eficaz de princípios e técnicas comprovadas de qualidade. Ao incorporar elementos do trabalho de muitos pioneiros da qualidade, essa ferramenta busca o desempenho de um processo virtualmente livre de erros.

Sigma ( $\alpha$ ) é uma letra do alfabeto grego utilizada pelos estatísticos para mensurar a variância em qualquer processo. O desempenho de uma empresa é medido pelo nível sigma de seus processos empresariais. Tradicionalmente, as empresas aceitavam níveis de desempenho de 3-Sigma ou 4-Sigma como normais, apesar de saberem que esses

processos criam entre 6,2 mil e 67 mil problemas por milhão de oportunidades.

O padrão Seis Sigma, de 3,4 problemas por milhão de oportunidades, é uma resposta ao aumento do nível de expectativa dos clientes e à crescente complexidade dos produtos e processos modernos. As ferramentas utilizadas no Seis Sigma são aplicadas dentro de um modelo simples de melhoria de desempenho, além, da redução da variação dos processos da organização, por meio da aplicação sistemática de diversas ferramentas estatísticas dentro da estrutura DMAIC.

É importante salientar que a peça-chave para os bons resultados do Seis Sigma é sem dúvida as pessoas. Por isso, é primordial a escolha de pessoas com as características necessárias para participar dos Projetos Seis Sigma. De acordo com Garrido (2005) há necessidade da importância de se formar pessoas com perfil apropriado para *Master Black Belts, Black Belts, Green Belts, Yellow Belts e White Belts*. São colaboradores, que além de se transformarem em especialistas no método e nas ferramentas do programa, são agentes de mudanças que implementarão a cultura Seis Sigma na organização.

O Seis Sigma exige a mudança de alguns dos principais fluxos de valor empresariais (PANDE, 2001). É o meio pelo qual as metas estratégicas da organização serão alcançadas. Esse esforço não pode ser liderado por outro que não seja o presidente ou diretor da empresa, pois é o responsável por seu desempenho como um todo. Dessa forma, a implantação do Seis Sigma no ambiente empresarial deve seguir um fluxo dos Campeões ou Patrocinadores ao *Master Black Belt* seguido pelo *Black Belt e Green Belt*. Richard et al. (2011) afirma que algumas organizações usam cores adicionais, tais como *Yellow Belt*, para os funcionários que têm formação básica em ferramentas Seis Sigma e, geralmente, participam de projetos e, *White Belts* para aqueles formados localmente nos conceitos, mas não participam da equipe do projeto.

A tendência no Brasil é o crescimento uma vez que, empresas focadas no Seis Sigma são mais competitivas, inovadoras, têm melhor retorno financeiro, menores custos e principalmente consumidores mais satisfeitos (SOUSA, 2006). Além disso, a ferramenta pode ser aplicada a qualquer segmento empresarial o que abre o leque de oportunidades e ganhos para os consumidores. Nos últimos anos, alguns profissionais têm combinado o Seis Sigma com as ideias de manufatura enxuta na criação de uma metodologia chamada *Lean Seis Sigma* como corrente complementar, com foco no controle de resíduos, destinada a promover a excelência empresarial e operacional (KIERAN et al., 2010).

### 3 METODOLOGIA

Cooper e Schindler (2003) afirmam que a aplicação da metodologia de pesquisa possibilita habilidades necessárias para resolver problemas e desafios de um ambiente de tomada de decisões. Trata-se de um procedimento intelectual para adquirir conhecimentos pela investigação de uma realidade e busca de novas verdades sobre um determinado fato (FACHIN, 2001). Dessa forma, o objetivo fundamental de uma pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos.

Assim, o método de trabalho escolhido é o estudo de caso exploratório, de cunho descritivo, uma vez que se propõe a descrever e analisar um fenômeno, dentro do seu contexto (YIN, 2005) em uma empresa industrial, maior fornecedora de gases industriais e medicinais da América do Sul. O objetivo do trabalho foi a aplicação da ferramenta Seis Sigma na redução da quantidade de vencidos no contas a receber de uma unidade da empresa.

A exploração é particularmente útil, de acordo com Cooper e Scindler (2003) quando os pesquisadores não têm uma ideia clara dos problemas que vão enfrentar durante o estudo. Os autores lembram, também, que os estudos exploratórios são primeiramente úteis na geração das hipóteses centradas nos fenômenos sob investigação. Por isso, antecipou-se que a pesquisa resultaria na emergência de hipóteses de investigação. Para análise dos dados foi realizada a regressão múltipla para mensurar relações lineares entre as variáveis a fim de entender o tipo de relação, a direção e a força de associação, identificando a previsão e explicação de variáveis independentes sobre variável dependente (HAIR et al. 2006). As etapas de análise estatística utilizadas nesse artigo foram evidenciadas junto à discussão de resultados para facilidade de entendimento. Para interpretação de dados foi utilizado o *software Minitab*<sup>®</sup> versão 14.

### 4 ESTUDO DE CASO

Para a realização do trabalho foi escolhida uma empresa multinacional do setor de química industrial de capital privado e com fins lucrativos que foi fundada em 1912, no Brasil, e atualmente possui 252 unidades empresariais nos 26 estados brasileiros. A empresa iniciou suas atividades desenvolvendo o processo de solda acetilênica com produção de geradores de acetileno. Seus produtos contemplam uma ampla gama de gases industriais e medicinais, além de serviços através de fornecimento de equipamentos para indústria e hospitais.

A escolha da empresa para realização desse estudo justifica-se pela história consolidada de implantação da ferramenta Seis Sigma em seus processos. A empresa, subsidiária de uma das maiores empresas de gases industriais e medicinais do implantou a ferramenta nos Estados Unidos no ano de 2000. Treinou e formou cinquenta *Black Belts*, pelo *Six Sigma Academy* (EUA), hoje denominada *SSA & Company*, demonstrando um resultado do primeiro ano de lucratividade em melhoria de processos de 16,5% acima da meta prevista que era de US\$ 17 milhões. Em 2001, a implantação ocorreu nos países da América Latina e 2002 nos países Hispânicos. Em 2003 consolidou a implantação da ferramenta em toda a organização com objetivo de realização de projetos que visassem a redução de custos e melhorias de produtividade em seus mais diversos processos.

Além disso, a empresa mantém um Programa de Relacionamento com seus clientes na qual possibilita o treinamento e capacitação em nível de *Green Belt*, agregando valor ao cliente e também à empresa fidelizando os principais clientes e formando parcerias estratégicas dos quais se destacam com a Electrolux, Randon, Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), Braskem, Marcopolo, AmBev, Embraco, Philip Morris, Novartis, entre outras.

Os dados foram coletados em uma das unidades da empresa localizada na região metropolitana de Porto Alegre (RS), no setor de Contas a Receber, que apresentava um vencido de R\$ 1.298.000 por motivos que se manifestavam desde a inadimplência dos clientes até falhas ocorridas na emissão de notas fiscais. O prazo médio de recebimento (PMR) da empresa estava em 110 dias, muito superior ao prazo médio de faturamento (PMF) de 28 dias de emissão da nota fiscal. O *Date Sales Outstanding* (DSO) encontrava-se em 58 dias.

Fase	Objetivo	Ferramenta Proposta
Definir	Nesta fase foi identificado o mapeamento das entradas (X) e a saída (Y) do processo que irão atender às Características Críticas para Satisfação do Cliente (CTS), no caso a própria empresa.	Árvore <i>Critical To</i> (CT) <i>Suppliers-Input-Process-Output-Customer</i> (SIPOC) Mapa de Processo Matriz Causa e Efeito
Medir	Esta fase compreendeu o conhecimento para medição do comportamento atual do processo e o quanto deveria melhorar.	Análises do Sistema de Medição Capacidade de Processo Estatística Descritiva
Analisar	Fase que se inicia a tomada de decisão analisando as causas (X) potenciais para transformar as descobertas em ações de melhoria.	<i>Failure Mode Effect Analysis</i> (FMEA) Testes de Hipóteses
Melhorar	Otimização e implementação das melhorias do processo	<i>Design of Experiment</i> (DOE)
Controlar	Nesta fase mantêm-se o esforço	Planos de Controle

	para controlar os X potenciais melhorados e otimizados proporcionando a sustentabilidade e a rentabilidade do projeto.	Procedimentos de Operação
--	--	---------------------------

**Figura 1 – Ferramentas utilizadas no estudo**

Fonte: Elaboração própria.

O programa Seis Sigma foi iniciado em agosto de 2009 e desenvolveu uma análise prévia da situação atual com o levantamento e conhecimento do problema para a proposição posterior de melhoria e meta de 37% de redução de prazo do atraso nos pagamentos (30 dias). Ou seja, considerando o objetivo proposto o impacto seria de R\$ 80.804,40/ano de redução das despesas financeiras com a proposta. Além disso, o Imposto sobre Serviços (ISS) recolhido sem retorno, destacados nos faturamentos incorretos de serviços, apresentava uma média dos últimos três meses de R\$ 17.000 de perdas. Ainda, na análise realizada na conta-corrente da unidade demonstrava um faturamento à vista em torno de R\$ 60.000 pagos somente em 30 dias e não em 28 dias gerando uma despesa financeira de R\$ 16.160,88 que ao final do ano representava um total de R\$ 113.965,28/ano. O estudo contemplou as seguintes ferramentas de acordo com as fases do DMAIC que compõem o programa Seis Sigma, conforme figura 1.

## 5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 5.1 Fase Definir e Medir

Para essa fase, a coleta de dados foi realizada por pesquisa documental a partir dos processos fornecidos pela empresa analisada no período de junho a agosto de 2009 para geração de premissas de análise através da ferramenta Seis Sigma. A amostra foi selecionada aleatoriamente consistindo nas notas fiscais emitidas pela empresa no período já mencionado. Além disso, através de entrevista semiestruturada a *Black Belt* responsável pelo projeto pode-se consolidar o entendimento do processo analisado.

Considerando a árvore CT, ferramenta utilizada para compor os pilares dos fatores críticos e, considerando a satisfação do cliente foram selecionadas duas variáveis prévias: a de qualidade e preço. Em relação a qualidade foi elencado os dados incorretos nas duplicatas que geram atrasos na entrega para o cliente, que conseqüentemente não consegue realizar o pagamento dentro do prazo, assim o pagamento fora do prazo, gera retrabalho interno e despesas financeiras significativas. Em relação a variável preço os pagamentos

realizados após o vencimento geram despesas com cartório, empresas de cobrança e ações judiciais. Essas variáveis são denominadas como causas potenciais, ou entradas (X).

Como abordado, previamente, o nível sigma está diretamente associado ao DPMO (Defeitos por Milhão de Oportunidades) no processo e a sua relação é inversa, isto é, quanto maior o número de defeitos, menor o Nível Sigma. Dessa forma, com auxílio do *Minitab*, considerando a consequência potencial, ou saída (Y) e, como uma variável contínua, foi calculado o DPMO em 203883 e o DPMO objetivo de 61165 e defeitos por unidade (DPU), que considera o número de defeitos encontrados em unidades inspecionadas de 0,20, ou seja, o nível sigma ( $\alpha$ ) do projeto era de 2,47 podendo chegar a 3,05 com a diminuição dos defeitos detectados.

Foi realizada a construção do SIPOC, ferramenta que mostra a relação entre os fornecedores, as entradas, as saídas e os clientes de um mapa de processo com o objetivo de priorizá-las de acordo com a força desta relação e a importância que é dada pelo cliente.

Dessa forma, foi identificado a partir do mapa do processo: a) A relação das etapas do processo (suas entradas - X - e suas saídas - Y); b) Localização das etapas “Com Valor Agregado” e “Sem Valor Agregado”; c) Classificação das entradas (Controláveis (fáceis de modificar), Com Ruído (difíceis de modificar, pois fazem parte do processo) e Procedimento Padrão (detalhes do processo); d) Descrição das principais atividades e tarefas; e) Identificação dos subprocessos; f) Sinalização dos Limites do Processo; g) Identificação dos *Loops* de retrabalho. Assim, foram elaboradas todas as possíveis causas relacionadas ao problema principal do projeto de recebimento na data de vencimento através do diagrama de espinha de peixe. As entradas (X) corresponderam aos dados das NF de venda (data de vencimento, dados cadastrais, impostos recolhidos), faturas (dados cadastrais corretos, data de vencimento correta, documentos enviados pelo correio (análise de faturas, boletos bancários, e NF), sistema de cadastro, análise de crédito, conta corrente (análise da data de recebimento da compra para venda à vista) e controle de inadimplentes em curto prazo.

A partir da análise da amostra, identificando a causa raiz, o gráfico de Pareto indica que a maior ocorrência de defeitos encontra-se na verificação interna de inadimplentes, faturamento incorreto, pagamento em carteira (controle manual, sem interferência bancária) e controle na inadimplência em curto prazo, que representaram as variáveis independentes para esse estudo. A variável dependente (Y), já evidenciada, foi o prazo de recebimento.

Na análise do sistema de medição, *Repeatability & Reproducibility* (R&R), que trata da influência do processo a fim de se compreender as fontes de variação que podem influenciar nos resultados de uma medição considerou-se a resolução, exatidão, linearidade,



estabilidade, repetibilidade e reprodutibilidade para coesão dos dados de análise. Foram selecionados 3 operadores que através da aceitação de um tipo padrão, contra um sistema “passa” e “não passa” e, com auxílio do *Minitab*, obteve-se um sistema de medição por atributo validado, considerando os cruzamentos de precisão e exatidão com um R&R final de 93,3%.

Na amostra selecionada os dados apresentavam-se de forma muito dispersa o que poderia comprometer a análise e poderia se sugerir a transformação dos dados. Verificou-se, porém que em relação à cronologia a amostra não apresentava pontos de tendência. Assim pela carta de controle nenhuma causa especial foi identificada na amostra indicando que o processo estava sob controle estatístico. A amostra apresentava-se com *P-value* de 0,075 ( $> 0,05$ ), apresentando uma distribuição normal. Em relação aos indicadores de processo, a capacidade do processo, a melhor *performance* possível, ou seja, o desvio padrão agrupado sob controle, com sigma a curto prazo (Cpk) encontrava-se em 0,36 e o sigma a longo prazo (Ppk) em 0,33 sendo que o nível sigma projetado de melhoria era de 2,47 e que de acordo com a amostra apresentava-se em 1,07.

## 5.2 Fase Analisar

O plano de coleta de dados nessa fase previu as informações de endereço, situação cadastral, tipo de produto, data de vencimento incorreta, data de entrega da fatura, informações de inadimplência, data de recebimento de venda à vista através das fontes de sistema de cadastro dentre outros que ocorreu em agosto, setembro e outubro de 2009 e contava com uma equipe de cinco colaboradores.

Nessa fase foi aplicado o FMEA, uma técnica de avaliação usada para identificar todos os possíveis tipos de falha de projetos de produtos e processos bem como a influência do seu efeito no cliente. Trata-se de um método analítico normalizado para detectar e eliminar problemas em potencial, de forma sistemática e completa através da severidade, ocorrência e detecção, na qual o produto entre elas determina o RPN.

Assim, os defeitos potenciais que foram evidenciados: a) Verificação interna de inadimplentes (Atributo – Ruído) (RPN= 240); b) Faturamento incorreto (Atributo – Ruído) (RPN = 300); c) Recebimento na modalidade “carteira” (Atributo – Controlável) (RPN= 240).

Foram detectados que esses potenciais defeitos eram decorrentes de uma série de práticas erradas que se desenvolviam na empresa, como, por exemplo, a ocorrência de informações incorretas no cadastro do cliente, faturamentos indevidos, gerando um

recolhimento de impostos sem serem recuperados, falta de verificação interna de inadimplência para clientes cadastrados, falta de verificação no SERASA para clientes novos. Assim a implantação dessa ferramenta permite ações rápidas de controle e propõem-se as seguintes recomendações: a) criação de relatório analítico para detecção imediata e precisa do cliente devedor; b) depuração imediata das informações cadastrais dos clientes no banco de dados da unidade; c) levantamento das principais reclamações; d) revisão dos critérios utilizados para venda à vista, determinando modalidades de recebimento; e) consulta no SERASA para 100% dos clientes novos.

Com os defeitos potenciais elencados foi realizado o Teste de Hipóteses. Assim, inicialmente, e levando-se em consideração a população trabalhada (pagamentos vencidos nos últimos seis meses), foi determinado a partir do *Minitab*, o tamanho da amostra a ser utilizada e seu potencial estatístico permanecendo 22 casos.

Assim, consideraram-se as seguintes hipóteses com base nos defeitos potenciais:

**Hipótese 1:** Há aumento no prazo de recebimento quando a venda é realizada para clientes devedores? ( $H_0$ = Não há diferença;  $H_1$  = O prazo de recebimento aumenta quando a venda é feita para clientes devedores).

**Hipótese 1.1:** A venda para inadimplentes apresenta variação maior do que a venda para clientes pagadores? ( $H_0$ = Não há diferença na variação;  $H_1$ = O prazo de recebimento varia mais quando a venda é feita para clientes devedores).

Two-Sample T-Test and CI: INADIMP; NÃO INADIMP				
Two-sample T for INADIMP vs NÃO INADIMP				
	N	Mean	StDev	SE Mean
INADIMP	30	27,4	19,1	3,5
NÃO INAD	30	16,9	11,8	2,1
Difference = mu INADIMP - mu NÃO INADIMP				
Estimate for difference: 10,47				
95% lower bound for difference: 3,60				
T-Test of difference = 0 (vs >): T-Value = 2,56 P-Value = 0,007 DF = 48				

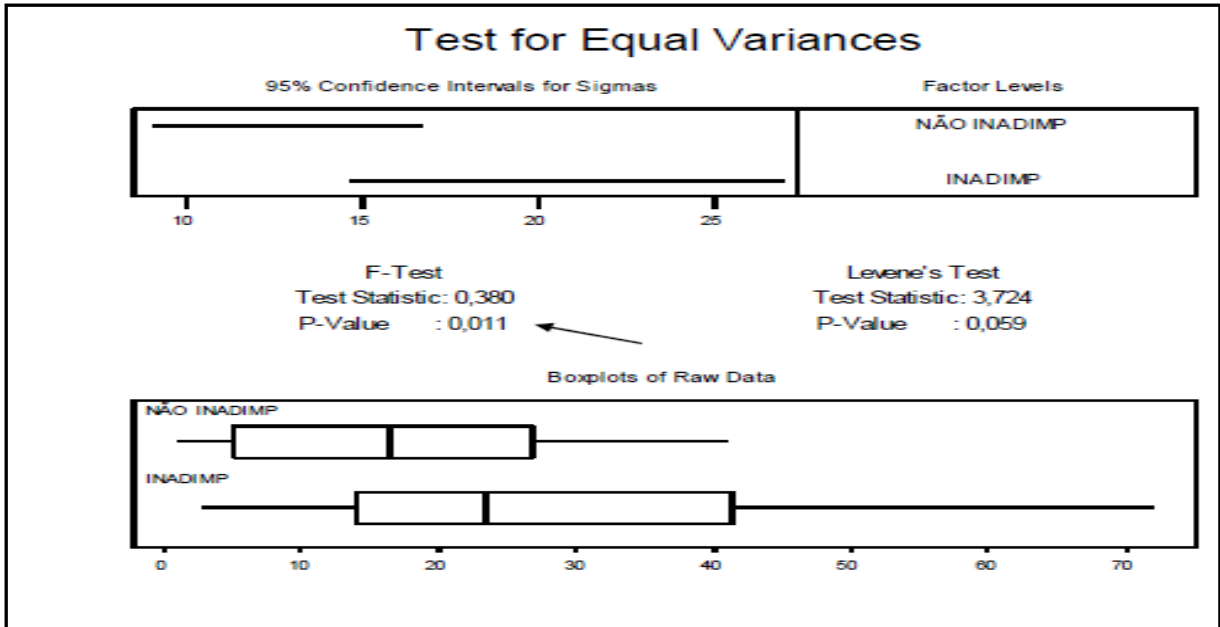


Figura 2 – Teste de Hipótese 1

Fonte: Elaboração própria.

Assim, conforme figura 2, no caso da hipótese 1, o valor de *P-value* de 0,007 menor que 0,05 possibilita a rejeição da hipótese nula, ou seja, pode-se afirmar que a venda para inadimplentes aumenta o prazo de recebimento da unidade. Na hipótese 1.1, o valor de *p-value* de 0,011 possibilita a rejeição da hipótese nula, ou seja, a venda para inadimplentes apresenta variação acentuada em relação à venda para clientes pagadores, confirmando com isso maior número de defeitos.

**Hipótese 2:** Há aumento no prazo de recebimento quando o faturamento está incorreto? ( $H_0$  = não há diferença;  $H_1$  = O prazo aumenta quando o faturamento está incorreto).

**Hipótese 2.1:** O faturamento incorreto apresenta variação maior do que o faturamento correto? ( $H_0$ = Não há diferença;  $H_1$ = O prazo de recebimento varia mais quando o faturamento está incorreto).

Two-Sample T-Test and CI: F ERRADA; F CORRETA				
Two-sample T for F ERRADA vs F CORRETA				
	N	Mean	StDev	SE Mean
F ERRADA	29	34,2	27,1	5,0
F CORRET	29	12,62	7,63	1,4
Difference = mu F ERRADA - mu F CORRETA				
Estimate for difference: 21,59				
95% lower bound for difference: 12,72				
T-Test of difference = 0 (vs >): T-Value = 4,12 P-Value = 0,000 DF = 32				

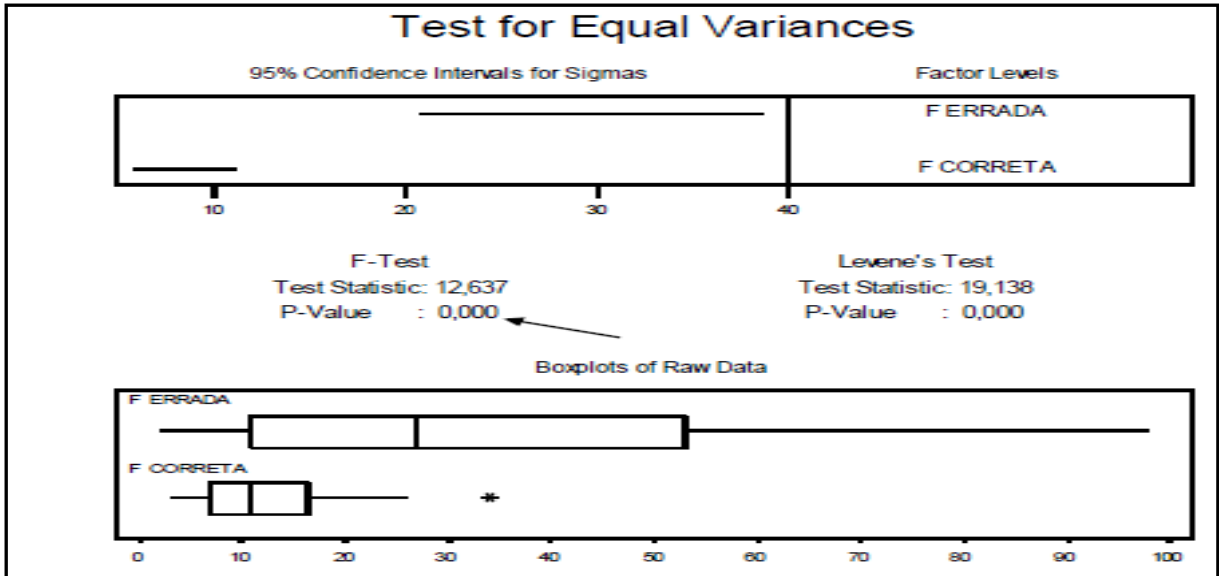


Figura 3 – Teste de Hipótese 2

Fonte: Elaboração própria.

Assim, ambas as hipóteses nulas são rejeitadas, de acordo com a figura 3, ou seja, o faturamento incorreto aumenta o prazo de recebimento e apresenta variação acentuada em relação ao faturamento correto confirmando o maior número de defeitos.

**Hipótese 3:** Há aumento no prazo de recebimento quanto à quitação da dívida do cliente quando realizada pela modalidade “carteira” ao invés do Banco? ( $H_0$ = Não há diferença;  $H_1$ = (O prazo de recebimento aumenta quando o pagamento é realizado pela modalidade “carteira”).

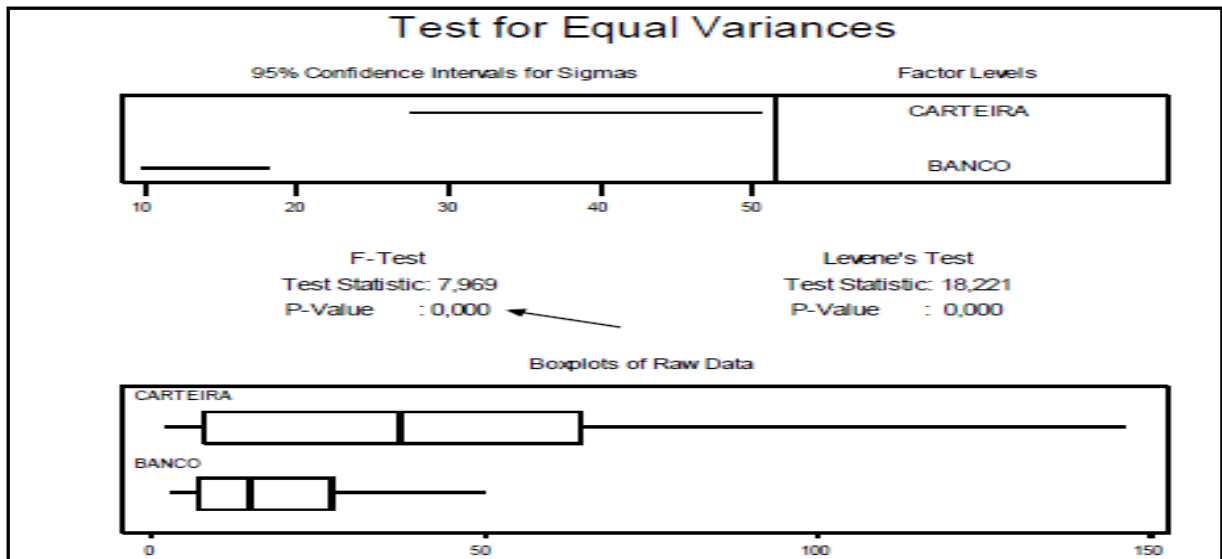
**Hipótese 3.1:** O recebimento em carteira apresenta variação maior do que o recebimento em banco? ( $H_0$ = Não há diferença;  $H_1$ = O prazo de recebimento varia mais quando o recebimento é em “carteira”).

```
Two-Sample T-Test and CI: CARTEIRA; BANCO

Two-sample T for CARTEIRA vs BANCO

          N      Mean    StDev   SE Mean
CARTEIRA  30     43,6     35,7     6,5
BANCO     30     17,9     12,6     2,3

Difference = mu CARTEIRA - mu BANCO
Estimate for difference: 25,70
95% lower bound for difference: 14,03
T-Test of difference = 0 (vs >): T-Value = 3,72  P-Value = 0,000  DF = 36
```



**Figura 4 – Teste de Hipótese 3**

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com a figura 4, ambas as hipóteses nulas são rejeitadas, ou seja, o pagamento realizado em carteira aumenta o prazo de recebimento da unidade e o recebimento em carteira possui uma variação acentuada em relação ao recebimento em banco confirmando, com isso, maior número de defeitos.

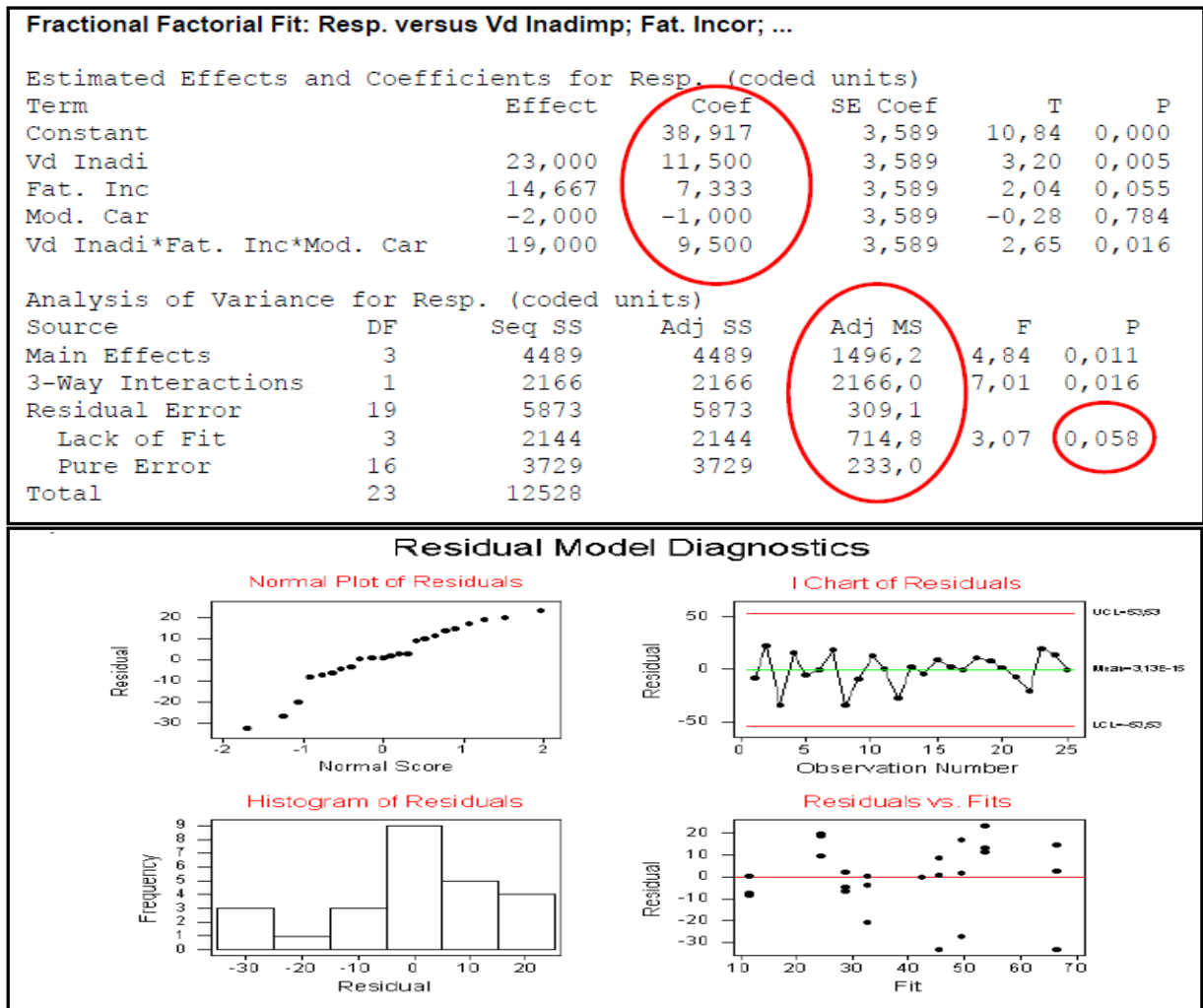
### 5.3 Fase Melhorar

Essa fase correspondeu ao desenho de experimentos através da ferramenta DOE, ou seja, um conjunto planejado de experimentos sobre a variável de resposta utilizando um ou mais fatores (entradas) com dois ou mais níveis para definir a equação de predição, permitindo a otimização da eficiência para a resposta desejada e validando os resultados através de residuais.

Assim, conforme a figura 5 pode - se observar, na parte superior, o modelo otimizado para as unidades codificadas e na parte inferior a ANOVA do modelo. Considerou-se, o fatorial cheio  $2^3$ , ou seja, três fatores (defeitos potenciais), codificados, aleatorizados e executados com mais 3 réplicas (múltiplos ensaios experimentais com as mesmas configurações dos fatores) e 24 rodadas aonde se reduziu o modelo matemático para o experimento. Portanto, a redução do modelo matemático é feita pela ordem de suas interações, ou seja, movimentando esses três fatores o Y irá variar nas suas interações.

Comparando os termos significativos do ajuste (*Adj MS*) com o erro residual percebe-se que o erro ficou menor que 20% (0, 058) da variação total. Assim, a equação de predição para o experimento ficou representado por  $Y = 38,9 + 11,5 (VI) + 7,3 (FI) - 1 (MC)$

+ 9,5 (VI\*FI\*MC). Ou seja, em sua interpretação, para a análise, as variáveis independentes que mais se destacam sobre a dependente são a venda a inadimplentes e faturamento incorreto. O ideal é trabalhar de forma intensiva em não conceder vendas a inadimplentes, estabelecer um programa intenso para não faturar incorretamente, e, para as vendas de modalidade em carteira correspondeu a um fator pouco representativo.



**Figura 5 – Redução do Modelo Matemático**

Fonte: Elaboração própria.

Assim, o nível de vencidos tenderá para 24,2 dias, representando uma redução percentual de 63%. A análise demonstra também que podemos confiar no modelo matemático, ou seja, os dados residuais demonstraram uma distribuição normal, sem nenhum valor fora do controle e com pouca dispersão conforme figura 5.

Com isso, o plano de melhorias propostas para os defeitos em potencial foram:

a) Verificação Interna de Inadimplentes: Divisão dos inadimplentes por grandes grupos: medicinal, industrial, órgãos públicos e estratégicos; segmentação de grupos de inadimplentes, de acordo com o nível de risco de cada subgrupo; criação de relatório

análítico para detecção dos inadimplentes, de acordo com nível de risco e treinamento dos vendedores para o novo procedimento de vendas.

b) Faturamento Incorreto: Atualização dos Códigos de Endereçamento Postal (CEP) no banco de dados do sistema de faturamento; recadastramento dos clientes no banco de dados da unidade; procedimento para envio de notas fiscais de locação e registro do número da nota fiscal no boleto bancário.

c) Recebimento na Modalidade Carteira: Procedimento para ingresso de clientes em carteira, adequação da data de vencimento com o faturamento do cliente, análise bimensal dos clientes em carteira e acionamento jurídico imediato para clientes medicinais inadimplentes.

Além disso, o mapa do processo melhorado inclui: Análise através da Centralização de Serviços Bancários SA (SERASA) para 100% dos clientes novos, detecção imediata do cliente inadimplente (até cinco dias), verificação interna de clientes inadimplentes para venda, critério para vendas à vista, procedimento para ingresso na modalidade carteira.

#### 5.4 Fase Controlar

Nesta fase, são realizadas medições para verificação da sustentabilidade do controle do processo. O controle dos X críticos é fundamental para manter a capacidade do processo estabelecida de acordo com a necessidade do cliente e garantir que o resultado Y corresponda ao planejado. Assim, os primeiros resultados decorridos dois meses de atuação, como observamos na Tabela 1 foi a redução de erros através do controle do processo.

Reclamação do Cliente	Total Pesquisa de 08 a 20/09 (10 dias úteis)	Total Pesquisa de 05 a 20/11 (10 dias úteis)	Percentual de redução (%)
Falta Número da Nota Fiscal no Boleto Bancário	477	70	85
Não recebimento de Boleto Bancário	456	113	75
Não recebimento de Nota Fiscal de Locação	828	60	92
Código de Endereçamento Postal (CEP) errado/ Endereço errado	31	21	10
Locação Indevida	28	0	100
Erro de valor, Erro na condição de pagamento, Taxa Bancária	15	7	51
Total de reclamações	1835	271	85
Média por dia	184	27,1	85

**Tabela 1 – Acompanhamento de Reclamações de Clientes por Motivo de Erro**

Fonte: Elaboração própria a partir da Central de Atendimento a Clientes da empresa (CAC).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É evidente que o sucesso obtido no passado não garante a disposição atual no mercado e muito menos a sobrevivência no futuro. Desde muito tempo o ser humano vem buscando aperfeiçoar seus processos e a metodologia Seis Sigma tem se destacado devido aos seus excelentes resultados.

A estimativa dos especialistas americanos é de que, em curto prazo, as indústrias de que não estiverem com um nível de qualidade através da metodologia Seis Sigma estarão sem capacidade competitiva. Por visar a melhoria na qualidade e na gestão do negócio, além, é claro de ganhos de produtividade e redução de custos um número expressivo de organizações têm dado atenção especial a esta nova ferramenta.

O Seis Sigma utiliza conceitos do gerenciamento por processos, controle estatístico de processo, manufatura enxuta, além dos princípios da Qualidade Total, com foco na melhoria contínua dos processos e o cliente. Assim torna-se uma proposta muito eficaz, pois mostra com evidências os resultados obtidos. Esta metodologia é extremamente atrativa, já que conduz a uma maior eficiência operacional; a redução de custos; a melhoria da qualidade; o aumento da satisfação dos clientes e ao crescimento da lucratividade. Assim, de acordo com esse trabalho procurou-se demonstrar os benefícios do gerenciamento de um processo empresarial, a partir do DMAIC, ou seja, as fases metodológicas do Seis Sigma.

Em relação à detecção da oportunidade, diretamente, previu-se um ganho de R\$ 115.000,00/ ano, com a diminuição do prazo de recebimento, conseqüentemente uma redução nas despesas financeiras, somado ao recolhimento do ISS nos faturamentos de serviços incorretos e agendamentos à vista sendo controlados. Como ganhos indiretos, previa-se melhoria na qualidade do faturamento, com os dados cadastrais corretamente registrados, evitando insatisfação do cliente e atrasos no pagamento além da diminuição do retrabalho, das ações de cobranças internas, empresas terceirizadas, cartórios e despesas judiciais.

Conclusivamente, a efetiva integração dos processos só é alcançada com a adoção de ideia como união, segmentação, transparência, composição dentre outras. O Seis Sigma permite concluir que quanto mais detalhada for a avaliação inicial do processo, mais acurados serão os resultados do modelo, o que motiva novos estudos exploratórios.

Quanto às limitações do estudo, observa-se que os processos, assim como a análise pelo Seis Sigma são complexos, impossibilitando mostrar a ferramenta em todos os detalhes. Além disso, sugerem-se estudos em outras empresas a fim de se identificar a replicabilidade da metodologia.



## 7 REFERÊNCIAS

- COOPER, D. R., SCHINDLER, P. S. **Métodos de pesquisa em administração**. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.
- FACHIN, O. **Fundamentos de metodologia**. São Paulo: Saraiva, 2001.
- FÁVERO, L. P. et al. **Análise de Dados: Modelagem Multivariada para Tomada de Decisões**. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2009.
- FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- HAIR JR., J. F. et al. **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração**. Porto Alegre, RS: Bookman, 2005. Reimpressão 2006.
- HSM Management. **Uma ferramenta em busca do defeito zero**, n. 38, mai-jun de 2003.
- GARRIDO, Ana Paula. Seis Sigma: uma metodologia em constante evolução. **Revista Banas Qualidade**, v.3, n. 156, 2005.
- KIERAN, W.; GILL, H.; PAULINE, J. **Connecting Knowledge and Performance in Public Services: From Knowing to Doing**. Cambridge University Press, 2010.
- MEIRELLES, M. **Sistemas Administrativos Clicentristas – organizações com o foco no cliente**. São Paulo: Editora Arte e Ciência, 2001.
- PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2000
- PANDE. Peter. Estratégia Seis Sigma. Qualitymark, p. 442, 2001
- PESTORIUS, M. S. Aplicando o Seis Sigma às vendas e ao marketing. **Revista Banas Qualidade**. São Paulo, v.6, n.178, 2007.
- RICHARD L. H., CHRISTOPHER J. L.; MIKEL J; H.; PREM S. M.; OFELIA, H. **Practitioner's Guide to Statistics and Lean Six Sigma for Process Improvements**. John Wiley and Sons, 2011.
- SOUSA, E. L. 2006. Aspectos que facilitam ou dificultam a aplicação da abordagem seis sigma em uma empresa do setor de serviços: o caso da Telemar. **Dissertação** (Mestrado em Administração). Pontifícia Universidade Católica, Campinas, 2006.
- TACHIZAWA, T; FARIA, M.S. **Criação de Novos Negócios – Gestão de micro e pequenas empresas**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007.
- YIN, R. K. **Estudo de Caso – planejamento e método**. 2. ed. Porto Alegre: Bookmann, 2005.