

**MATURIDADE CMM, SIX SIGMA**  
**E SUA RELAÇÃO COM A QUALIDADE PERCEBIDA PELO CLIENTE**

**HEITOR LUIZ MURAT DE MEIRELLES QUINTELLA, D.Sc.**

Professor da Universidade Federal Fluminense, Centro Tecnológico, Escola de Engenharia.  
Rua Passo da Pátria, 156, Sala 329  
São Domingos, Niterói/RJ  
24210-240 - Brasil  
Telefone: (21) 2239-0405 Ramal: 5451 Fax: (21) 2717-6390  
E-mail: [hquintel@unisys.com.br](mailto:hquintel@unisys.com.br)

**ROBERTO FARIAS DE TOLEDO, M.Sc.**

Universidade Federal Fluminense  
Gerente de Segurança da Informação da Xerox Comércio e Indústria.  
Avenida Rodrigues Alves, 261, 4 andar  
Cais do Porto/RJ  
27501-970 - Brasil  
Telefone: (21) 4009-2851 Fax: (21)4009-2851  
E-mail: [rtoledo@unisys.com.br](mailto:rtoledo@unisys.com.br)

**Sergio Mokdisse**

Universidade Federal Fluminense  
Mestrando em Engenharia de Produção

## **RESUMO**

Este estudo busca identificar a qualidade percebida pelo cliente de sistemas de informação e a relação entre a qualidade do processo de desenvolvimento de software medido pelo CMM e a qualidade do processo de negócio otimizado pelo SIX SIGMA. Os referenciais teóricos utilizados são o instrumento para avaliar a qualidade do serviço (SERVQUAL) de Valerie A. Zeithaml, A. Parasuraman e Leonard L. Berry, o modelo “Lean Six Sigma” de George, Michael L. e o modelo de maturidade de capacidade para desenvolvimento de sistemas CMM (Capability Maturity Model) do SEI (Software Engineering Institute), da Carnegie Mellon University. Partindo da literatura existente sobre o assunto, o objetivo da pesquisa foi avaliar a percepção que os usuários têm da qualidade dos produtos de sistemas gerados pelos projetos desenvolvidos com a utilização do CMM e dos processos de negócio que foram otimizados com o SIX SIGMA e seus produtos de sistemas desenvolvidos com CMM, através de pesquisa e questionários cuja amostra foi retirada da XEROX Comércio e Indústria.

Palavras-chave: Qualidade percebida pelo cliente, Six Sigma, CMM, desenvolvimento de sistemas.

## **ABSTRACT**

This research is intended to identify the quality perceived by the information systems customer and the relation between the quality of the measured software development process by the CMM and the quality of the business process optimized by the SIX SIGMA. The theoretical referential used in this research were the instrument for evaluate the quality of the service (SERVQUAL) of Valerie A. Zeithaml, A. Parasuraman and Leonard L. Berry, the model “Lean Six Sigma” of George, Michael L. and the Capability Maturity Model – CMM for development of systems from SEI (Software Engineering Institute), of the Carnegie Mellon University. Having the existing literature about the subject the objective of the research was evaluate the perception that the users have of the quality of the products of systems generated by the projects developed with the utilization of the CMM and of the business process that were optimized with the SIX SIGMA and his products of systems developed with CMM, through research and a questionnaire applied in Brazil at XEROX Comércio e Indústria.

Key-words: Customer perceived quality, SIX SIGMA, CMM, software development.

## 1 INTRODUÇÃO

A maioria das empresas está buscando ser cada vez mais competitiva, pois os mercados estão cada vez mais concorridos. Esta concorrência impõem mais agilidade aos competidores, agilidade esta que requer destes maior qualidade em produtos e serviços, melhores preços, menores custos e novos lançamentos de produtos e serviços em um curto espaço de tempo.

Para que as organizações estejam preparadas para sobreviver e ter sucesso neste cenário, tirar proveito das oportunidades geradas com o avanço das novas tecnologias e descobrir novos mercados, é preciso muita agilidade. E para isto, é necessário que seus processos internos e sistemas de informação que os suportam tenham sido otimizados ao nível ótimo de excelência reduzindo ao menor nível aceitável possíveis variabilidades, para que estas possam concentrar-se na implementação das novas estratégias de marketing, sem serem surpreendidas por problemas no funcionamento da infraestrutura de suporte administrativa e de atendimento ao cliente.

Este cenário requer investimento em metodologias de qualidade como CMM e SIX SIGMA, não para adequar-se a normas e procedimentos corporativos, mas sim para melhora de desempenho e busca do atingimento dos objetivos estratégicos!

As pesquisas demonstram que as empresas capazes de implementar o 6-Sigma com sucesso têm melhor desempenho em virtualmente todos os indicadores de sucesso do negócio, inclusive em aumento de vendas, retorno sobre o investimento, crescimento de empregos e aumento do valor das ações. (“Uma Ferramenta em Busca do Defeito Zero” (Thomas Pyzdek - HSM Management 38 maio-junho,2003))

### 1.1. FORMULAÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMA E QUESTÃO DA PESQUISA

Em um mundo globalizado onde o acirramento da concorrência é frenético e a cada dia as organizações descobrem novos concorrentes no seu segmento/indústria, que antes não chegavam a incomodar ou nem eram considerados como concorrentes, não existe espaço para estratégias de tentativa e erro.

As organizações que ainda precisam resolver problemas de funcionamento na sua infraestrutura, não tem tempo de reagir a estas ameaças e/ou como afirma Michael Porter (1980) novos entrantes ou produtos substitutos, e não estão preparadas para o contra-ataque, pois seus processos de negócio não estão otimizados para suportar a implementação de novas estratégias e/ou mudanças nas atuais.

A aplicabilidade de conceitos e métodos em engenharia de software estão ligados à qualidade

e ao aumento de produtividade na entrega de soluções que otimizam e agregam valor aos processos de negócio. Isto conduz naturalmente ao uso de metodologias e processos de gestão da qualidade em projetos de sistemas de informação.

Como resposta à essa necessidade, surge a seguinte questão: Que relação podemos identificar entre a qualidade do processo de desenvolvimento de sistemas usando CMM e a qualidade dos processos de negócio implementados ou otimizados por Lean Six Sigma?

## 1.2. HIPÓTESES E QUESTÕES DA PESQUISA

**Hipótese I** - O uso do CMM (Modelo de Maturidade de Capabilidade de Software) no desenvolvimento de projetos de sistemas promove a melhora da qualidade percebida pelo usuário.

Questões-chave:

- a) Sistemas desenvolvidos com o uso do CMM tem maior garantia de serem concluídos dentro do prazo?
- b) Os clientes tem uma percepção de maior qualidade dos sistemas que foram desenvolvidos utilizando o CMM?

**Hipótese II:** Processos de negócio otimizados com a utilização do Six Sigma e cujos módulos/componentes de sistemas foram desenvolvidos com a utilização do CMM apresentam excelência em qualidade.

Questões-chave:

- a) Processos de negócio otimizados com a utilização do Six Sigma e que tiveram seus módulos/componentes de sistemas desenvolvidos com a utilização do CMM são mais eficientes, menos suscetíveis a variabilidade e possuem ganhos de eficiência?
- b) Os clientes tem uma alta percepção de qualidade dos processos de negócios que foram otimizados utilizando o Six Sigma e que tiveram seus módulos/componentes de sistemas desenvolvidos com a utilização do CMM?

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os referenciais teóricos utilizados para o desenvolvimento e análise do tema nesse trabalho foram compostos pelo livro "Delivering Quality Service" (Zeithaml, Parasuraman & Berry, 1990), "Lean Six Sigma" (George, Michael L., 2002) e nos trabalhos de diversos autores sobre a utilização de Six Sigma e CMM.

## 2.1. ENTREGANDO SERVIÇOS DE QUALIDADE - PARASURAMAN

Em 1983, A. Parasuraman, Valerie A. Zeithaml e Leonard L. Berry iniciaram um estudo sobre a qualidade do serviço, cuja pesquisa exploratória foi financiada pelo Marketing Science Institute (MSI), interessados em responder às seguintes questões:

- O que é qualidade do serviço?
- Quais são as causas dos problemas na qualidade dos serviços?
- Que podem fazer as organizações para resolver estes problemas e melhorar seus serviços?

### Liderança em Serviços Influencia os Lucros

Praticamente toda organização compete em algum grau na base de serviços, é difícil identificar uma única indústria para a qual questões de serviço não são importantes.

Cada vez mais executivos da indústria de manufatura serão tão entusiasticamente interessados em qualidade de serviços, quanto são hoje os executivos da indústria financeira, saúde e transportes. Como os executivos de manufatura acham que é cada vez mais difícil estabelecer vantagem competitiva sustentável baseada em tecnologia, eles irão direcionar sua atenção e recursos para serviços de valor agregado como a fonte verdadeira de superioridade. E como a indústria de manufatura compete mais em serviços, haverá menos distinção entre manufatura e o negócio de serviços. (Zeithaml et al, p.3).

Qualidade superior está provando ser uma estratégia competitiva vencedora. Em qualquer local da economia de serviços, as organizações líderes são obcecadas com excelência em serviços. Elas usam serviços para serem diferentes; elas usam serviços para aumentar a produtividade; elas usam serviços para fidelizar clientes; elas usam serviços para espalhar propaganda boca a boca positiva; elas usam serviços para encontrar uma proteção para a competição por preço.

### A Necessidade Urgente da Liderança em Serviços

Em um estudo de um Banco dos Estados Unidos, três em cada dez clientes reclamam de problemas de serviços com sua instituição financeira atual ou anterior, tipicamente um erro de um ou outro tipo. Mais do que a metade dos problemas reclamados foram considerados sérios o bastante para trocar de instituição ou fechar suas contas.

### Gerenciar não é Suficiente

Com esta pesquisa Zeithaml et al puderam verificar como o forte compromisso da gerência com a qualidade do serviço energiza e estimula a organização a melhorar a performance do serviço. Eles puderam comprovar também que ambiguidade de papel, trabalho em equipe pobre, e outros pontos negativos, criam um ambiente sem controle e sem liderança, esgotando a qualidade de serviço de uma organização.

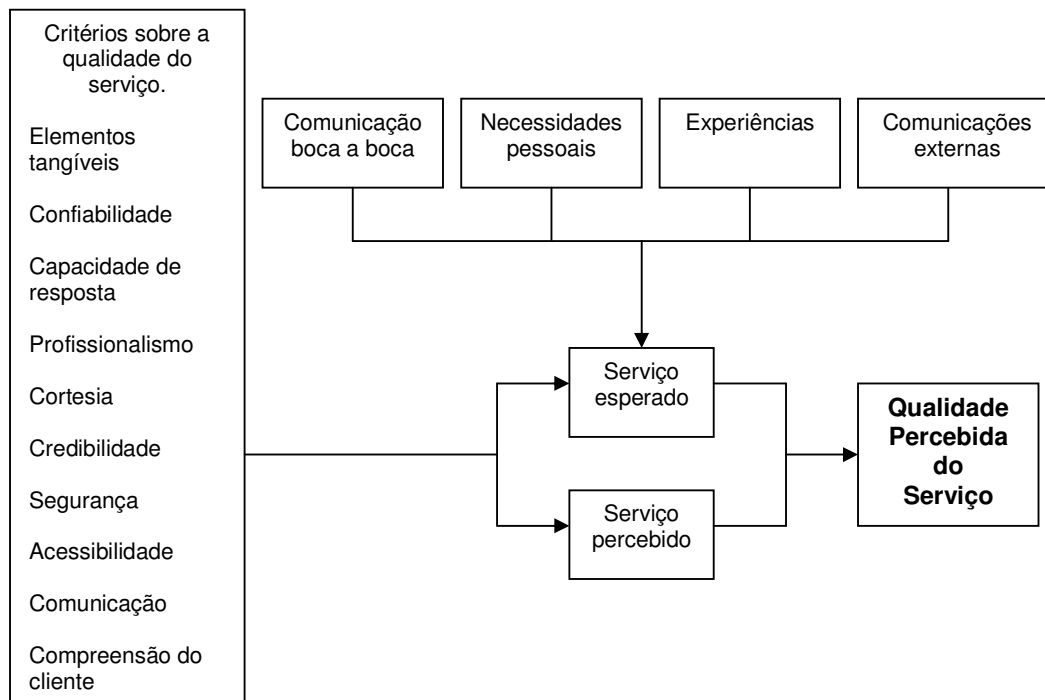
Para materializar a melhora no serviço, devemos investir mais energia e atenção nos negócios e em escolas de negócios que desenvolvam os valores e capacidades de liderança. De outro modo, as tentativas de serviço medíocres continuarão a vencer as promessas de excelência em serviços.

### A Visão do Cliente da Qualidade do Serviço

Qualidade do serviço é mais difícil para os clientes avaliarem do que a qualidade de mercadorias. Entretanto o critério que os clientes utilizam para avaliar qualidade de serviço, pode ser mais difícil de ser compreendido pela equipe de marketing. Como os clientes avaliam os investimentos em serviços oferecidos por uma corretora da Bolsa de Valores é mais complicado e variado do que como eles avaliam materiais de isolamento. A avaliação da qualidade de serviços de saúde pelos clientes é mais complexa e difícil do que a avaliação da qualidade de carros. (Zeithaml et al, p.16).

Clientes não avaliam qualidade do serviço somente pelo resultado de um serviço (ex: como está a aparência do cabelo do cliente após o corte do cabelo); eles também consideram o processo de entrega do serviço (ex: como é o envolvimento, sensibilidade, e amigável é o cabeleireiro durante o corte do cabelo).

O único critério que conta na avaliação de qualidade do serviço é o definido pelos clientes. Sómente os clientes julgam qualidade, todo outro julgamento é essencialmente irrelevante. Especificamente as percepções de qualidade do serviço tem origem em quão bem um fornecedor executa um serviço em comparação com as expectativas do cliente sobre como o fornecedor deve executar.



**Figura 1: Avaliação do Cliente da Qualidade do Serviço**

Fonte: Zeithaml, V. A.; Parasuraman, A.; Berry L. L. *Delivering Quality Service*.  
New York: The Free Press, 1990

### SERVQUAL um Instrumento para Medir Qualidade do Serviço

Baseado na definição conceitual da qualidade em serviços e nos dez critérios, encontrados na investigação exploratória realizada, Zeithaml, V. A.; Parasuraman, A.; Berry L. L iniciaram uma fase de pesquisa quantitativa com a finalidade de desenvolver um instrumento que permitisse medir as percepções dos clientes sobre a qualidade do serviço, culminando com o desenvolvimento do instrumento de pesquisa denominado SERVQUAL.

O SERVQUAL consiste de duas sessões: (1) Uma sessão de expectativas contendo 22 perguntas para determinar as expectativas gerais do cliente com relação ao serviço, e (2) uma sessão de percepção contendo 22 perguntas para medir a avaliação do cliente da categoria de serviço dentro de uma determinada organização.

Correspondência entre as dimensões do SERVQUAL e os dez critérios iniciais de avaliação da Qualidade do Serviço:

	Elementos tangíveis	Confiabilidade	Capacidade de resposta	Segurança	Empatia
Elementos tangíveis					
Confiabilidade					
Capacidade de resposta					
Profissionalismo Cortesia Credibilidade Segurança					
Acessibilidade Comunicação Compreensão do cliente.					

**Tabela 1: Correspondência entre as dimensões do SERVQUAL e os dez critérios iniciais de avaliação da Qualidade do Serviço**

Fonte: Zeithaml, V. A.; Parasuraman, A.; Berry L. L. *Delivering Quality Service*.  
New York: The Free Press, 1990



## As Definições das Dimensões do SERVQUAL

Dimensões de Avaliação	Declarações
Elementos Tangíveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Têm equipamentos (hardware e software) mais avançados tecnologicamente.</li> <li>• Têm as instalações físicas visualmente atraentes.</li> <li>• Têm empregados de boa aparência – bem vestidos, limpos e organizados.</li> <li>• Têm elementos materiais relacionados com o serviço (folhetos, manuais, etc) visualmente atraentes.</li> </ul>
Confiabilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quando marcam algo para uma certa data, o fazem.</li> <li>• Quando os clientes têm um problema, mostram um sincero interesse em resolvê-lo.</li> <li>• Realizam bem o serviço à primeira vez.</li> <li>• Concluem o serviço no tempo prometido.</li> <li>• Insistem em manter um histórico de trabalhos sem erros.</li> </ul>
Capacidade de Resposta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Têm empregados que comunicam aos clientes quando concluirá a realização do serviço.</li> <li>• Têm empregados que prestam um serviço mais rápido à seus clientes.</li> <li>• Têm empregados que sempre estão dispostos a ajudar os clientes.</li> <li>• Têm empregados que nunca estão muito ocupados para responder às perguntas dos clientes.</li> </ul>
Segurança	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Têm empregados que transmitem através de seu comportamento, confiança aos clientes.</li> <li>• Fazem que o cliente se sinta seguro em suas transações com a organização.</li> <li>• Têm empregados que são sempre amáveis com os clientes.</li> <li>• Têm empregados com conhecimentos suficientes para responder às perguntas dos clientes.</li> </ul>
Empatia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dão aos seus clientes um atendimento individual.</li> <li>• Têm horários de trabalho mais convenientes para todos os clientes.</li> <li>• Têm empregados que oferecem um atendimento personalizado aos seus clientes.</li> <li>• Preocupam-se pelos melhores interesses de seus clientes.</li> <li>• Têm empregados que compreendem as necessidades específicas de seus clientes.</li> </ul>

**Tabela 2: Declarações para cada uma das dimensões de avaliação da Qualidade do Serviço.**

Fonte: Adaptado de Zeithaml, V. A.; Parasuraman, A.; Berry L. L. *Delivering Quality Service*. New York: The Free Press, 1990

## 2.2. LEAN SIX SIGMA

“Total Quality Management TQM” - foi a principal iniciativa que imediatamente precedeu o Six Sigma, esta posicionava como imperativa a necessidade de resolver problemas de qualidade.

O Six Sigma nasceu na Motorola em meados dos anos 80. Naquela época, a Motorola estava gastando entre 10% e 20% das receitas em baixa qualidade - direta e indiretamente.

Como o custo total da qualidade freqüentemente fica oculto, os benefícios do aperfeiçoamento da qualidade podem não ficar claros. Ao estudar o vínculo entre a experiência de falha externa nos clientes e a experiência de defeitos internos em suas fábricas, a Motorola começou a entender que a baixa qualidade tinha um impacto significativo em sua lucratividade de linha básica.

Da Motorola, o conceito do Six Sigma foi difundido para a Asea Brown Boveri (ABB), Allied Signal (agora Honeywell), Kodak, IBM e GE - e, em seguida, para muitas outras empresas.

Segundo Michael L. George o objetivo do Six Sigma é projetar produtos e processos que realizam o que se espera deles com um alto grau de confiabilidade. O Six Sigma aplica-se a todas as operações da empresa, incluindo as transações comerciais, serviços, desenvolvimento de produto e processos de manufatura. O termo Six Sigma refere-se a um produto ou processo que gera apenas três defeitos<sup>1</sup> (ou erros) dentre milhões de oportunidades.

O Six Sigma fala a linguagem do CEO, por isto o Six Sigma é tão explícito sobre resultados financeiros esperados de cada um e de todos os esforços. Estas expectativas amarram os objetivos financeiros da organização como nenhuma outra metodologia de melhoria de processo o fez antes. (Michael L. George, p.19)

Geralmente utiliza-se a métrica **Defeitos por Milhão de Oportunidades (DPMO)** para calcular o nível de performance Sigma para um produto ou processo. Como produtos complexos como automóveis, aeronaves ou computadores podem apresentar um número muito maior de oportunidades para defeitos do que produtos simples como lápis e cliques de papel, a métrica DPMO foi criada para nivelar o campo de atuação e fornecer uma comparação justa - freqüentemente um problema dentro das empresas que proporciona uma ampla variedade de produtos e serviços.

---

<sup>1</sup> Um defeito é qualquer falha de um produto ou serviço em atender aos requisitos do cliente. O "cliente" pode ser o consumidor externo ou a próxima etapa de um processo interno. (Michael L. George, p.18)

A **DPMO** pressupõe a possibilidade de vários defeitos por unidade e baseia-se em uma determinação do número de oportunidades de defeito para uma determinada unidade de produção ou serviço.

Para calcular o nível sigma, é preciso saber como muitos defeitos por milhão de oportunidades (DPMO) são gerados pelo processo. Para calcular o DPMO, três informações são necessárias: o número de unidades produzidas, o número de oportunidades de defeito por unidade e o número de defeitos. A fórmula para o DPMO é a seguinte:

$$\text{DPMO} = (\text{Número de Defeitos} \times 1.000.000) / ((\text{Número de Defeitos/Unidade}) \times \text{Número de Unidades})$$

Utilizando a tabela de conversão Six Sigma podemos correlacionar o valor de DPMO encontrado com o nível sigma:

Rendimento *	Defeitos por Milhão de Oportunidades	Nível Sigma
69.15%	308,500	2.0
84.13%	158,700	2.5
93.32%	66,800	3.0
97.73%	22,700	3.5
99.38%	6,200	4.0
99.87%	1,300	4.5
99.977%	230	5.0
99.997%	30	5.5
99.9997%	3.4	6.0

**Tabela 3: Tabela de Conversão Six Sigma**

Fonte: Michael L. George

A melhoria do processo e ferramentas associadas com o Six Sigma são muito poderosas, e normalmente divididas em 5 fases de solução de problemas, geralmente chamadas de DMAIC, que quer dizer: “DEFINE-MEASURE-ANALYZE-IMPROVE-CONTROL”, ou DEFINIR-MEDIR-ANALISAR-APERFEIÇOAR-CONTROLAR.

Michael L. George (2002) afirma que o Six Sigma não endereça diretamente a velocidade do processo, e a falta de melhora no prazo de entrega em organizações que aplicam somente os métodos Six Sigma é entendida.

O propósito da filosofia de processo Lean é:

- 1 Eliminar perda de tempo, esforço e material.

- ‖ Fornecer aos clientes produtos de acordo com seus pedidos.
- ‖ Reduzir custo com melhora de qualidade.

Quando uma companhia usa ambos os métodos Lean e Six Sigma simultâneamente, ela atinge expressivos aperfeiçoamentos através da organização.

A fusão de Lean e Six Sigma é requerida, porque:

- ‖ Lean não pode colocar um processo sob controle estatístico.
- ‖ Six Sigma sozinho não pode dramaticamente aperfeiçoar velocidade do processo ou reduzir o capital investido.

Lean Six Sigma é a metodologia que maximiza o valor dos acionistas, atingindo uma rápida taxa de aperfeiçoamento na satisfação do cliente, custo, qualidade, velocidade do processo, e capital investido.

As leis do Lean Six Sigma: (Michael L. George, p.60)

- ‖ Lean significa velocidade; Se aplica a todos os processos;
- ‖ Processos lentos são processos caros;
- ‖ A métrica Lean é Eficiência do Ciclo do Processo (“Process Cycle Efficiency”);
- ‖ Tamanhos de lotes devem ser calculados usando variáveis do fluxo;
- ‖ 95% do prazo de entrega na maioria dos processos é tempo de espera;
- ‖ Para aumentar a velocidade é necessário identificar e eliminar as maiores perdas de tempo, o que é possível usando as leis do Lean Six Sigma:
  - A lei do mercado: Problemas de qualidade críticos para o cliente devem ser tratados primeiro.
  - A lei da flexibilidade: Velocidade do processo é diretamente proporcional a flexibilidade.
  - A lei do foco: 80% do atraso em qualquer processo é causado por 20% da atividade.
  - A lei da velocidade: A velocidade média do fluxo através de qualquer processo é inversamente proporcional a ambos o número de “coisas” no processo e a variação média em pedido e estoque.

### 2.3. CMM – Capability Maturity Model (Modelo de Maturidade de Capabilidade de Software)

Segundo Gregory H. Watson (2002) o objetivo do CMM é garantir a qualidade de produto de software através da implementação de uma infraestrutura compreensiva de desenvolvimento de produto que é baseada nas melhores práticas de projetos de software de muitas companhias líder de mercado.

O CMM foi desenvolvido pelo SEI – Software Engineering Institute (Instituto de Engenharia de Software) – sediado na CMU – Carnegie Mellon University – em Pittsburgh, Pennsylvania, Estados Unidos. (Fiorini, 1998, apud Rosana F. Osório, 2003).

O modelo de características do CMM tem 5 níveis indexados de crescimento da maturidade. Os cinco níveis levam uma organização do nível inicial de performance em qualidade ao nível onde qualidade torna-se uma vantagem competitiva<sup>1</sup>:

- )} Nível 1: É o nível inicial, o estado onde qualidade é imprevisível e pouco controlada. A melhoria além deste nível dá foco na aplicação de metodologias de gerenciamento de projetos para adicionar disciplina ao desenvolvimento de software.
- )} Nível 2: O segundo nível de maturidade tem como característica a repetição da performance. Ele acontece quando tarefas previamente dominadas são executadas de forma confiante, que é consistente com performance prévia. O movimento além deste nível de performance requer um processo de engenharia integrado para produzir um processo padrão e consistente de desenvolvimento de software.
- )} Nível 3: O terceiro nível de maturidade resulta em um enfoque definido onde as características do processo de desenho são muito bem entendidas. A maturidade além deste nível enfatiza qualidade de produto e processo para criar resultados previsíveis do processo de desenho.
- )} Nível 4: O quarto nível de maturidade da qualidade no desenvolvimento de software é o estado onde a qualidade é gerenciada utilizando medidas de desempenho e processos de desenvolvimento de software controlados de forma a atingir resultados consistentes que são característicos de processos previsíveis.

---

<sup>1</sup> Breakthrough in Delivering Software Quality: Capability Maturity Model and Six Sigma (Gregory H. Watson, 2002)

- ‖ Nível 5: O quinto nível de maturidade da qualidade otimiza a performance no desenho e desenvolvimento de produtos de software através da melhoria dos processos. Neste nível de maturidade, melhorias contínuas são impregnadas na organização e tornam-se um estilo de vida.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 MÉTODO DE ABORDAGEM

O método de abordagem utilizado para a presente dissertação foi o método hipotético-dedutivo.

O método hipotético dedutivo segundo Lakatos e Marconi (1991) se inicia pela percepção de uma lacuna nos conhecimentos, acerca da qual se formulam as hipóteses e, pelo processo de inferência dedutiva, testa a predição da ocorrência de fenômenos abrangidos pela hipótese, como mostra a figura 19.

#### 3.2. POPULAÇÃO / UNIVERSO E AMOSTRA

O problema dessa pesquisa está representado pela Xerox Comércio e Indústria. A empresa possui representação nos seguintes estados: Rio de Janeiro, Brasília, Paraná, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Salvador, tendo sua matriz localizada no Rio de Janeiro. A pesquisa foi feita no Rio de Janeiro.

Foram escolhidos 2 projetos de sistemas da Xerox Comércio e Indústria que atendiam aos requerimentos desta pesquisa:

- ‖ Processo de Negócio Otimizado pelo Lean Six Sigma e projeto de sistema desenvolvido com o CMM (chamado de método 1)
- ‖ Processo de Negócio Não Otimizado pelo Lean Six Sigma e projeto de sistema desenvolvido com o CMM (chamado de método 2)

A expectativa era relacionar um número maior de projetos, mais era necessário que os projetos de sistemas tivessem sido desenvolvidos utilizando o CMM e os processos de negócio associados tivessem sido otimizados pela utilização do Lean Six Sigma, o que reduziu bastante a amostra, pois as duas condições simultâneas não eram atendidas. Com este quadro decidimos utilizar para a nossa análise estatística um processo onde foi aplicado o

Lean Six Sigma e outro onde não foi aplicado e os seus projetos de sistemas desenvolvidos com a utilização da CMM.

A realização de explorações à partir de hipóteses daquilo que é novo e desconhecido como é o caso deste estudo, normalmente não dispõe de grandes amostras, por isto este foi complementado por uma análise qualitativa.

### 3.3. COLETA DE DADOS

A coleta de dados no campo foi feita em duas etapas, a primeira etapa consistiu em pesquisa via e-mail com cada um dos gerentes dos projetos de sistemas responsáveis pelo processo de desenvolvimento, com o objetivo de identificar em que nível do CMM está classificado cada projeto de sistema utilizando o QUESTIONÁRIO CMM.

A segunda etapa consistiu em pesquisa via e-mail com os quatro usuários principais responsáveis pelos sistemas visando avaliar as percepções que os usuários têm da qualidade dos produtos de sistemas gerados pelos projetos desenvolvidos utilizando a CMM, sendo que os processos de negócio suportados por estes foi mensurado/otimizado pelo Lean Six Sigma, utilizando o questionário SERVQUAL.

### 3.4. LIMITAÇÕES DO MÉTODO

A amostra disponível para ser utilizada, apesar de ser pequena reflete a população de projetos de sistemas concluídos que se encaixam na condição definida para análise das hipóteses deste estudo, mas por mais adequado que tenha sido o planejamento e a execução do processo de amostragem, os resultados obtidos a partir de amostras raramente são iguais aos da população, não existindo garantia de que não haverá distorção no resultado.

Com base no exposto, faz-se necessário a utilização de uma análise qualitativa complementar, com a utilização de entrevistas individuais, que possam ampliar os aspectos exploratórios em perguntas abertas, permitindo aos usuários expor sua opinião completa, de forma a validar e/ou poder-se confrontar os resultados da análise estatística.

Como forma de buscar maior acurácia sobre a análise das hipóteses, estaremos aplicando a lógica paraconsistente em uma terceira análise dos resultados, já que a lógica convencional não ser claramente aplicável a esta análise.

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1. MÉTODO ESTATÍSTICO

A análise estatística para a verificação de diferença significativa entre os métodos foi realizada através do teste não paramétrico de Mann-Whitney, ao nível de significância de 5%. A análise estatística foi processada pelo software estatístico SPSS®.

Foi definido, para fins de análise estatística, dois grupos a serem analisados:

- **Método 1:** Projeto com Six Sigma & TTM/CMM;
- **Método 2:** Projeto com TTM/CMM;

1) As variáveis “Elementos Tangíveis”, “Confiabilidade”, “Capacidade de Resposta”, “Segurança” e “Empatia”, assim, como o indicador SERVQUAL Geral, dada a pouca quantidade de observações por método, não apresentam comportamento normal.

Dessa forma, a comparação entre os métodos deve ser realizada por métodos não paramétricos: no caso, o teste de Mann-Whitney.

2) Estabelecimento de hipóteses: A hipótese nula ( $H_0$ ) seria a média dos escores associada ao questionário SERVQUAL do conjunto de respostas relativas ao método 1 não é significativamente diferente do método 2. No entanto, como a condição de normalidade dos dados não é possível de ser realizada pela baixa quantidade de observações, a comparação através do teste não paramétrico de Mann-Whitney, que considera a posição dos escores no conjunto de valores, faz com que as hipóteses se refiram aos postos médios dos dois métodos. Assim, a hipótese nula ( $H_0$ ) seria que o posto médio dos escores associado ao questionário SERVQUAL do conjunto de respostas relativas ao método 1 não é significativamente diferente do posto médio dos escores do conjunto de respostas relativas ao método 2.

O teste de Mann-Whitney testa os postos médios em lugar das médias. As hipóteses são:

$H_0$ : Os postos médios dos escores dos dois métodos no aspecto considerado são iguais.

$H_1$ : Os postos médios dos escores dos dois métodos no aspecto considerado diferem significativamente.

3) O teste de Mann-Whitney, ao nível de significância de 0,05 (5%), indica a inexistência de diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos para todos os aspectos considerados.



## 4.2 – ANÁLISE DOS RESULTADOS

### Análise do Nível CMM dos projetos.

Todos os dois projetos de sistemas analisados estão classificados no nível 2 do CMM.

### Análise dos Aspectos do SERVQUAL.

A tabela 4 fornece a média, erro padrão, mínimo, máximo e desvio padrão dos escores dos aspectos do SERVQUAL segundo o método. O aspecto geral corresponde as 19 questões do SERVQUAL.

Aspecto	Método	Média	Erro Padrão	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Elementos Tangíveis	1	5.875	.375	5.50	6.25	.530
	2	5.250	1.000	4.25	6.25	1.414
Confiabilidade	1	5.800	.600	5.2	6.4	.849
	2	5.500	.300	5.2	5.8	.424
Capacidade de Resposta	1	6.333	.333	6.0	6.7	.471
	2	5.333	1.333	4.0	6.7	1.886
Segurança	1	6.333	.667	5.7	7.0	.943
	2	5.833	1.167	4.7	7.0	1.650
Empatia	1	6.375	.125	6.3	6.5	.177
	2	6.000	.500	5.5	6.5	.707
SERVQUAL Geral	1	6.141	.125	5.8	6.4	.279
	2	5.582	.144	5.25	6.0	.323

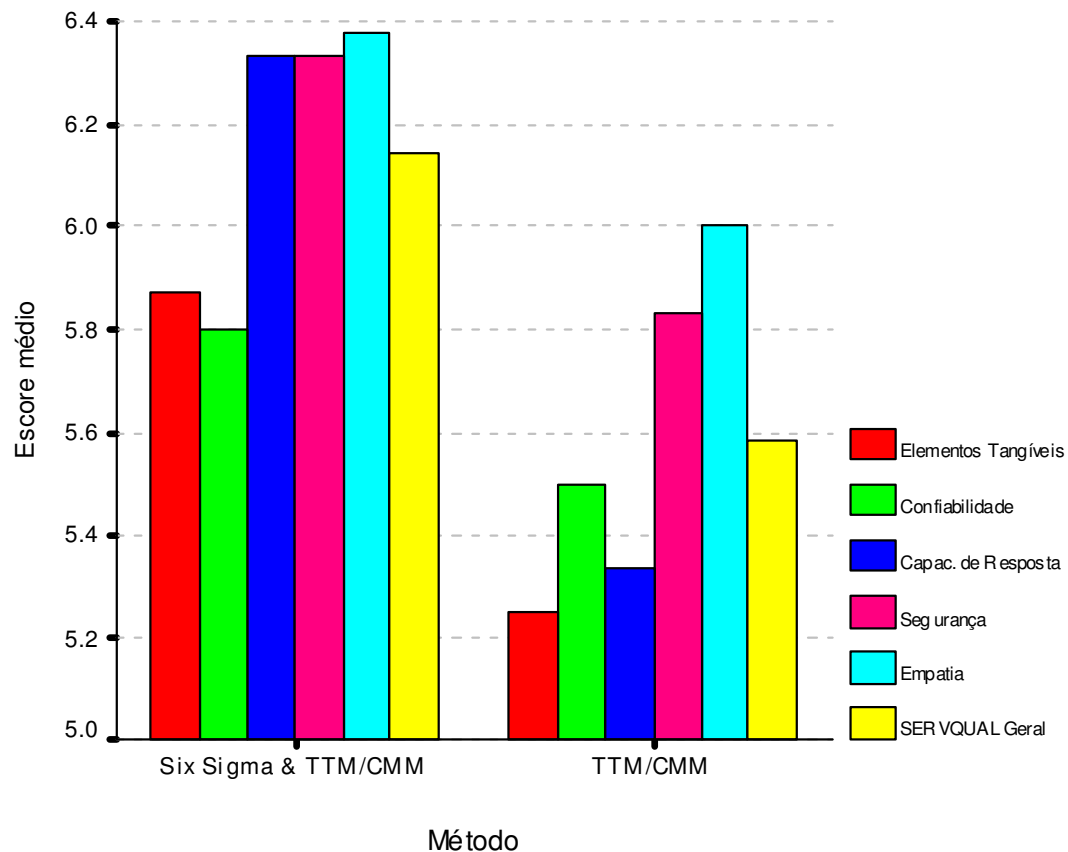
**Tabela 4. Análise Descritiva e Estatística dos Aspectos do SERVQUAL, segundo o Método.**

Fonte: Elaboração própria

Analisando os aspectos do SERVQUAL observou-se, que os escores médios de todos os aspectos do método 1 foram pouco maiores que os do método 2. Isto evidencia uma tendência constante de a expectativa dos usuários do método 1 de uma forma “geral” corroborar com a hipótese II, como mostrado no gráfico da figura 2.

A baixa significância estatística foi devida ao número pequeno de projetos disponíveis para serem estudados. Provavelmente, para uma amostra maior de projetos, esta diferença será significativa.

## ESCORE MÉDIO DOS ELEMENTOS DO SERVQUAL POR MÉTODO



**Figura 2 – Gráfico Método x Escore médio dos Elementos do SERVQUAL**

Fonte: Elaboração própria

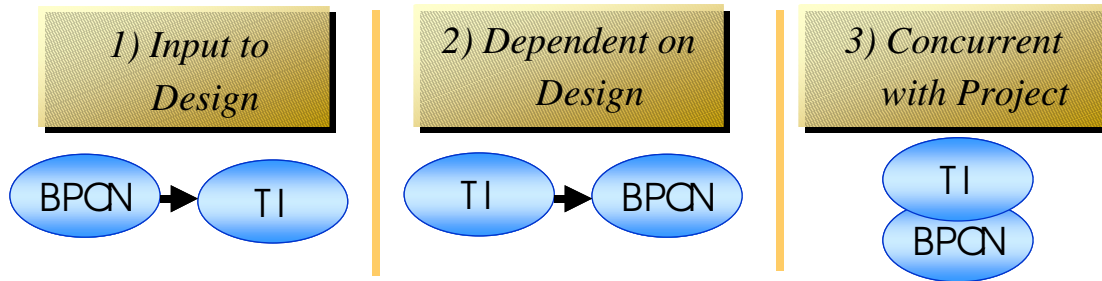
### 4.2.1 – Análise Qualitativa

Utilizando-se análise qualitativa obteve-se as seguintes colocações dos usuários, com relação ao porque da maior qualidade percebida do método 1 em relação ao método 2, obtido com resultado desta pesquisa:

- } Perdas/desperdícios (“wastes”) e retrabalhos (“reworks”), foram retirados ao mapear -se o processo e atividades sequenciais transformadas em paralelas, gerando ganhos de eficiência e produtividade e redução do custo total.
- } O tempo de espera (“lead time”) entre tarefas foi reduzido, trazendo respostas mais rápidas ao processo.
- } Os riscos dos novos processos foram identificados durante a fase de Definir (“Define”) e Analisar (“Analyze”), com isto os mesmos foram mitigados e priorizados, diminuindo os possíveis riscos do projeto.

- )} A utilização de Lições Aprendidas (“Lessons Learned”) em projetos anteriores gerou ganhos de produtividade.

### Processos Organizacionais e TI



O projeto de sistemas se desenvolve em três principais contextos de integração entre TI e usuários e cadeia de valor:

- 1) É consequência das mudanças de processo requeridas pelo negócio.
- 2) É pré-requisito para as mudanças de processo de negócio, remodelando-os.
- 3) À medida que os processos são remodelados ou construídos, são avaliadas, concomitantemente, soluções tecnológicas que os atendem.

“Evidencia-se que a opção 3 acima é a que possibilitará melhores resultados, corroborando com a hipótese II, e as métricas de CMM (“rules metrics”) devem ser input para a fase de “control”/ métrica do DMAIC – Six Sigma.”

#### 4.2.2 – Análise dos Resultados Utilizando Lógica Paraconsistente

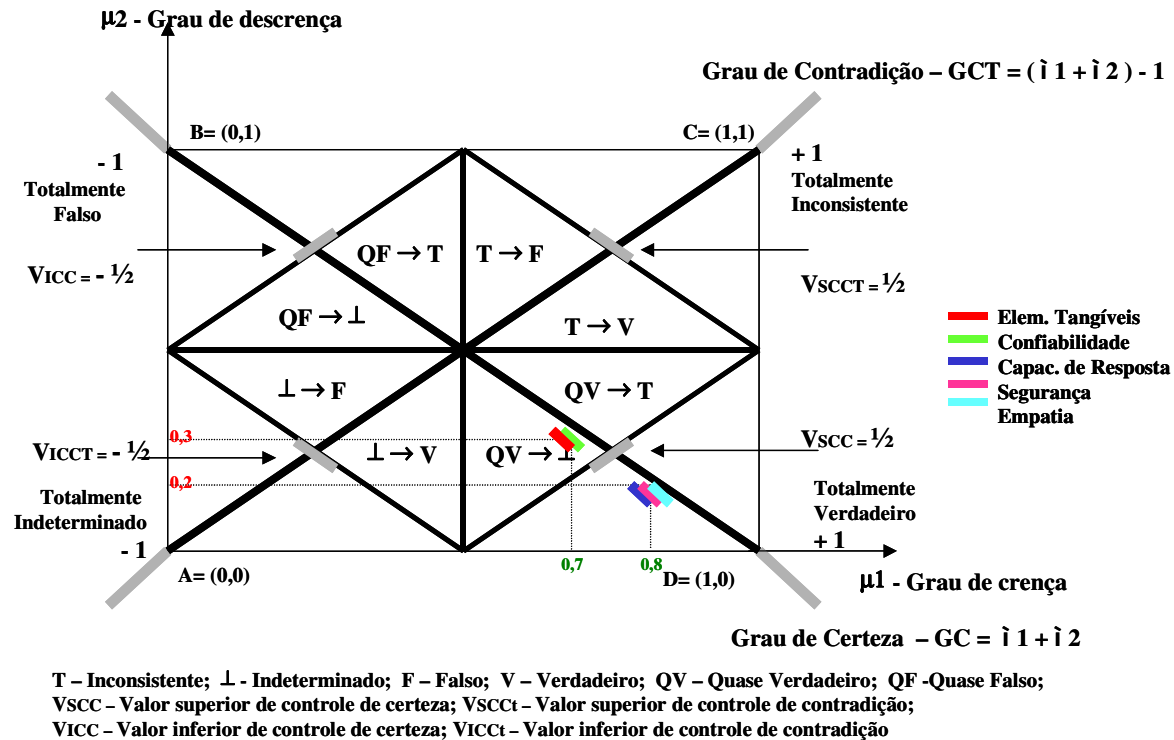
“A Lógica Paraconsistente apresenta alternativas a proposições cuja conclusão enseja valores além de Verdadeiro e Falso, como Indeterminado e Inconsistente.” (Maurício Correia Lemes Neto, NérioVenson, 2002).

Na prática um sistema paraconsistente funciona da seguinte forma:

- 1) Se existir um alto grau de contradição, não existe certeza ainda quanto à decisão, portanto deve-se buscar novas evidências.
- 2) Se existir um baixo grau de contradição, pode-se formular a conclusão desde que se tenha um alto grau de certeza.

Sendo  $\hat{i} 1$  (grau de crença) e  $\hat{i} 2$  (grau de descrença) respectivamente os valores relativos à escala do SERVQUAL relacionados abaixo:

ESCALA						
Discorda Totalmente				Concorda Totalmente		
1	2	3	4	5	6	7
$\hat{i} 2 = 1$	$\hat{i} 2 = 0,8$	$\hat{i} 2 = 0,7$	$\hat{i} 2 = 0; \hat{i} 1 = 0$	$\hat{i} 1 = 0,7$	$\hat{i} 1 = 0,8$	$\hat{i} 1 = 1$
$\hat{i} 1 = 0$	$\hat{i} 1 = 0$	$\hat{i} 1 = 0$		$\hat{i} 2 = 0$	$\hat{i} 2 = 0$	$\hat{i} 2 = 0$



**Figura 3 – Representação no QUPC dos graus de certeza e contradição para os aspectos do SERVQUAL**

Fonte: Adaptado de Neto, Maurício Correia Lemes; Venson Nério. *Lógica Paraconsistente*. Santa Catarina: UFSC, 2002.

Com base nos resultados do grau de certeza e contradição calculados para os aspectos do SERVQUAL e representados no QUPC - Quadrado Unitário no Plano Cartesiano, verifica-se que:

- } Os aspectos Elementos Tangíveis e Confiabilidade estão no quadrante Quase Verdadeiro, tendendo a Indeterminado.
- } Os aspectos Capacidade de Resposta, Segurança e Empatia estão no quadrante Totalmente Verdadeiro. ü Existe um baixo grau de contradição e um alto grau de certeza para a nossa hipótese II.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base nas premissas listadas anteriormente e nos resultados da pesquisa executada, pôde-se estabelecer as seguintes análises quanto ao problema da pesquisa, hipóteses utilizadas e conclusões:

### 5.1. SOLUÇÃO DO PROBLEMA

O problema da pesquisa foi que relação podemos identificar entre a qualidade do processo de desenvolvimento de sistemas usando o CMM e a qualidade dos processos de negócio implementados ou otimizados por Lean Six Sigma?

Após a análise estatística dos resultados obtidos em cada questão do questionário SERVQUAL da pesquisa de campo, concluiu-se que existe uma tendência não significativa, devido à pequena amostra, mas crescente em todos os itens analisados de o cliente perceber uma melhor qualidade quando processos de negócio são otimizados utilizando-se o Lean Six Sigma e os projetos de sistemas associados aos mesmos foram desenvolvidos utilizando o CMM.

### 5.2. VERIFICAÇÃO DAS HIPÓTESES

A metodologia aplicada nesta pesquisa tem como base o teste de falseabilidade das hipóteses levantadas através do método da hipótese nula, ou seja, pela aplicação de um teste estatístico adequado à natureza das variáveis e da amostra analisada de forma a verificar o grau de significância dos resultados obtidos.

Cada aspecto do SERVQUAL segundo Valerie A. Zeithaml, A. Parasuraman e Leonard L. Berry foi avaliado em relação a metodologia utilizada.

Com os resultados coletados no campo, tabulados e testados estatisticamente, cada hipótese foi analisada com a possibilidade de ser validada - total ou parcialmente - ou refutada. Além disso, foram respondidas as questões-chave associadas. A seguir, estão relacionadas cada hipótese, sua análise com validação total, parcial ou refutação e a resposta para cada questão-chave.

#### 5.2.1. Hipótese I:

O uso da TTM e do CMM (Modelo de Maturidade de Capabilidade de Software) no desenvolvimento de projetos de sistemas promove a melhora da qualidade percebida pelo usuário.

#### **Questões-chave:**

1. Projetos de sistemas gerenciados com a utilização da TTM e CMM são menos sujeitos a erros?
2. Sistemas desenvolvidos com o uso do TTM e CMM tem maior garantia de serem concluídos dentro do prazo?

Resposta à 1 e 2: Sim, como os projetos estão classificados no Nível 2 do CMM, existe um planejamento e acompanhamento do processo de software integrado com todas as áreas envolvidas no processo de desenvolvimento dos projetos.

3. Os clientes tem uma percepção de maior qualidade dos sistemas que foram desenvolvidos utilizando a TTM e CMM?

Resposta: Sim, analisando os escores médios de todos os aspectos do SERVQUAL, os mesmos corroboraram a percepção de qualidade do usuário.

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que a **hipótese I é plausível.**

### 5.2.2. Hipótese II:

Processos de negócio otimizados com a utilização do Six Sigma e cujos módulos/componentes de sistemas foram desenvolvidos com a utilização do TTM e CMM apresentam excelência em qualidade.

#### **Questões-chave:**

1. Processos de negócio otimizados com a utilização do Six Sigma e que tiveram seus módulos/componentes de sistemas desenvolvidos com a utilização do TTM e CMM são mais eficientes, menos suscetíveis a variabilidade e possuem ganhos de eficiência?
2. Os clientes tem uma alta percepção de qualidade dos processos de negócios que foram otimizados utilizando o Six Sigma e que tiveram seus módulos/componentes de sistemas desenvolvidos com a utilização do TTM e CMM?

Resposta: Sim, analisando os escores médios de todos os aspectos do SERVQUAL, os mesmos corroboraram a percepção de qualidade do usuário, apresentando uma tendência não significativa mas crescente em todos os itens analisados do método 1 sobre o método 2, possivelmente com o amadurecimento da implementação da metodologia em um maior número de empresas, esta tendência ficará mais destacada.

A partir dos resultados obtidos nas análises estatísticas, qualitativa e lógica paraconsistente efetuadas, conclui-se que a **hipótese II é plausível de ser verdadeira.**

### 5.3. CONCLUSÕES

Após a verificação de cada hipótese e resposta às questões-chave, pôde ser feita uma análise dos resultados com relação à contextualização do problema e, a partir desta análise, fazer

inferências sobre as percepções dos clientes de sistemas de informação. Pode-se, a partir dos resultados encontrados, concluir que:

1. Conforme já observado em outros estudos e no nosso, pode-se observar que a utilização da metodologia CMM no desenvolvimento de sistemas promove a percepção de qualidade do cliente.
2. Pode-se afirmar que a implementação da metodologia Lean Six Sigma para otimização de processos de negócio e o CMM para o desenvolvimento de sistemas está crescendo e tornando-se prioridade em várias empresas, mas mesmo assim ainda é um assunto novo.
3. Conclui-se que com o amadurecimento da implementação destas metodologias, teremos condições de obter amostras mais significativas que irão corroborar a percepção de qualidade superior do cliente que teve seus processos de negócio otimizados com a utilização do Six Sigma e cujos módulos/componentes de sistemas foram desenvolvidos com a utilização do CMM.

#### 5.4. SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Esta pesquisa não esgota o assunto, mesmo porque devido à utilização destas metodologias já ter sido adotada em um grande número de empresas, o assunto ainda é novo, não nos possibilitando acesso à um número de amostras que nos permita aprofundar mais o estudo e corroborar de forma precisa as hipóteses aqui estudadas.

Para futuros estudos, que podem complementar e aprofundar o trabalho aqui apresentado, sugerimos que sejam criadas bases históricas de projetos e processo que possam ser utilizadas em trabalhos de pesquisa que procure identificar nas empresas brasileiras que estão se utilizando destas metodologias, como as mesmas estão tratando o assunto da integração entre processos de negócio e projetos de sistemas e qual é a percepção de qualidade do cliente.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cooper, Donald R.; Schindler Pamela S. **Métodos de Pesquisa em Administração**. Porto Alegre: Bookman, 2003.

George, Michael L. **Lean Six Sigma**. New York: MC Graw Hill, 2002.

Jalote, Pankaj. **Software Project Management in Practice**. Boston: Addison Wesley, 2002.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia Científica**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1991.

- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnica de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 3 ed.** São Paulo: Atlas, 1996.
- Murugappan, Mala; Keeni, Gargi. **Blending CMM and Six Sigma to Meet Business Goals.** New York: IEE Software, 2003.
- Neto, Maurício Correia Lemes; Venson Nério. **Lógica Paraconsistente.** Santa Catarina: UFSC, 2002.
- Osório, Rosana Fernandes. **Dissertação de Mestrado – CMM e Qualidade: Estudo de Caso Dataprev.** Niterói: UFF – Centro Tecnológico, 2003.
- PARASURAMAN, A.; ZEITHAML, Valarie A.; BERRY, Leonard L. A conceptual Model of Service Quality and Its Implicans for Future Research. *Journal of Marketing*, v. 49, pp 41-50, Fall, 1985.
- Park, Ji-Hyub; Song, Ki-Won; Lee, Kyung Whan; Hwang, Sun-Myung. **Analyzing Relationships to the Quality Level between CMM and Six Sigma.** San Francisco: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2003.
- Porter, Michael F. **Estratégia Competitiva.** Rio de Janeiro: Campus, 1986.
- Schmitt, Bernd H. **Marketing Experimental.** São Paulo: Nobel, 2002.
- Watson, Gregory H. **Breakthrough in Delivering Software Quality: Capability Maturity Model and Six Sigma.** Finland: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002.