

O Seis Sigma na melhoria dos processos de software

Antonio Carlos Tonini (USP) antonio.tonini@poli.usp.br

Fernando José Barbin Laurindo (USP) fjblau@usp.br

Mauro de Mesquita Spínola (USP) mauro.spinola@poli.usp.br

Resumo

A demanda por software tem aumentado muito nos últimos anos, despertando o interesse de empresas desenvolvedoras por padrões de qualidade e produtividade mais avançados. O Seis Sigma tem se distinguido entre as várias estratégias, uma vez que evidencia quantitativamente a variabilidade de diversos aspectos de um processo permitindo um controle direcionado para gerar resultados muito mais significativos e alinhados com os objetivos da empresa. A metodologia sugere o emprego de diversas técnicas total ou parcialmente. O artigo levanta alguns pontos como o cenário, as motivações, as restrições e os benefícios que devem ser considerados para a implementação do Seis Sigma. Com este objetivo, foi realizada uma pesquisa bibliográfica acerca dos conceitos de Seis Sigma, da possibilidade da sua aplicação na melhoria dos processos de software e de possíveis casos de sucesso. Além de permitir uma análise comparativa das opiniões, o referencial compulsado permitiu inferir que nem todos os processos de desenvolvimento oferecem condições para usufruir dos benefícios do Seis Sigma, assim como a própria metodologia pode ser implementada parcialmente.

Palavras-chave: Seis Sigma, Processos de software, método DMAIC .

1. Introdução

Nos últimos anos, a indústria de *software* tem atraído muitos desenvolvedores, o que obriga às empresas a se tornarem altamente competitivas para, pelo menos, sobreviverem (KAUTZ, 1999). Isto significa, que cada vez menos há espaço para a informalidade para o desenvolvedor de *software*. A questão não é criar novos modelos de desenvolvimento e gerenciamento, mas utilizar com sabedoria as melhores práticas indicadas pelos modelos reconhecidos internacionalmente, adaptando-as para a realidade empresarial.

Neste contexto, a qualidade e as melhorias nos processos de desenvolvimento são as principais metas para muitas organizações de *software* (PAULISH e CARLETON, 1994) e elas têm se tornado um fator básico e qualificador (LAURINDO, 2002a). Os processos de desenvolvimento devem ser estáveis e capazes de suportar a volatilidade das soluções e para isso, precisam desenvolver a competência (*skill*), criar a capacidade de atendimento, isto é, buscar a eficiência do seu processo (*capability*). O exercício contínuo de melhoria faz com que a organização atinja mais altos patamares de maturidade (*maturity*), de acordo com suas possibilidades (forças e fraquezas) e objetivos empresariais (RABECHINI JR, 2003).

O Seis Sigma é uma metodologia estruturada que incrementa a qualidade por meio do aperfeiçoamento contínuo dos processos de produção e da eliminação sistemática dos defeitos, falhas e erros, considerando todos os aspectos importantes e diferenciadores junto aos clientes (MARASH, 2000). Proporciona resultados muito mais significativos, ao relacionar os esforços de melhoria com os aspectos de ganhos efetivos. As organizações que a tem aplicado entendem a variabilidade do processo e passam a controlá-la como forma de redução de falhas e aumento da confiabilidade por parte de seus clientes do que,

simplesmente, eliminar os defeitos (ROTONDARO, 2002).

Em grande parte, o desenvolvimento de *software* é uma atividade organizada e sempre oferece oportunidade de melhoria. Para tanto, o Seis Sigma pode ser uma metodologia eficaz para se avaliar a eficácia dos esforços de melhoria (MURUGAPPAN e KEENI, 2003).

2. A metodologia do artigo

O artigo se constituiu em uma pesquisa qualitativa de cunho exploratório, valendo-se exclusivamente do levantamento bibliográfico sobre a possibilidade do Seis Sigma na melhoria dos processos de desenvolvimento de software. Isto permitiu a comparação entre dados secundários oriundos de relatos de três experiências empresariais. Embora com menos intensidade do que em um estudo de caso, permitiu fazer inferências sobre as premissas e a validade do uso desta metodologia ao tratar situações e comportamentos relativos a ambientes reais de desenvolvimento de software (HOPPEN *et al.* 1996) (YIN, 2001).

3. A metodologia Seis Sigma

O Seis Sigma é uma metodologia estruturada que incrementa a qualidade por meio do aperfeiçoamento contínuo dos processos de produção de um bem ou serviço, da otimização das operações, da eliminação sistemática dos defeitos, falhas e erros, levando em consideração todos os aspectos importantes do negócio que possam diferenciar a empresa junto aos seus clientes (MARASH, 2000).

Alcançar o Seis Sigma significa reduzir defeitos, erros e falhas praticamente “a zero defeito” no desempenho dos processos. Muitas vezes, o objetivo prático não é atingir esta marca, mas instituir uma forma sistemática de reduzir a variabilidade dos processos, assimilando e organizando a informação, melhorar a lucratividade através da melhoria da qualidade ou, ainda, reduzir e eliminar a incidência de erros, defeitos e falhas em um processo e pode ser aplicada na maioria dos setores da atividade econômica (SMITH e ADAMS, 2000). O mais importante é a filosofia pregada pela metodologia, ou seja, a busca pela melhoria do da capacidade do processo, independente do valor obtido ao final do projeto (WAXER, 2005).

O Seis Sigma emprega a estatística descritiva (coleta de dados) e a inferencial (análise e interpretação de resultados) para medir a capacidade do processo de realizar um trabalho livre de defeitos (*defect free work*), caracterizar as fontes de variabilidade e aperfeiçoar os processos (WATSON, 2001). Os dados dos processos são transformados em dados estatísticos, para que possam ser analisados e seus problemas equacionados. Depois, transformam-se novamente os dados em características do processo. Isso significa estabelecer os limites do processo para reduzir a variabilidade, conforme sintetiza a figura 1.

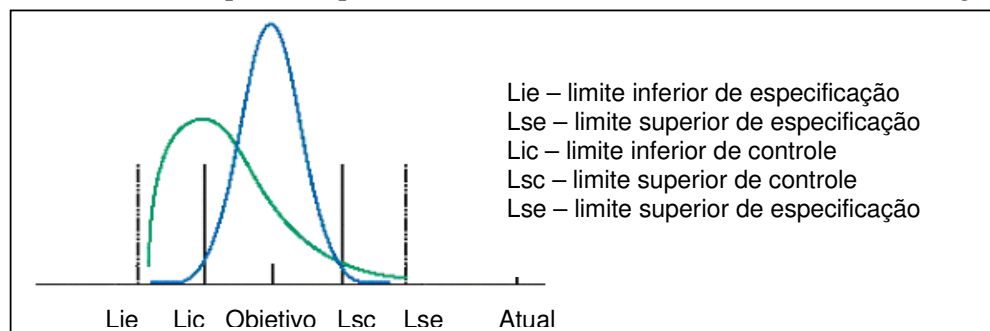


Figura 1. Objetivo do Seis Sigma para a melhoria dos processos (BIEHL, 2004)

Um processo está sob controle (ou estatisticamente estável ou previsível) quando somente causas comuns estiverem presentes. Elas são uma fonte de variação que afeta todos os valores individuais dos elementos de um processo; resulta de diversas origens sem que nenhuma tenha predominância sobre a outra; está sempre presente; só pode ser reduzida com mudanças ou melhorias no processo. As causas especiais geram variações que afetam o comportamento do processo de forma imprevisível. Diferenciam-se da causa comum por produzir resultados totalmente discrepantes com relação aos demais valores (CARVALHO, 2002).

O termo sigma mede a capacidade de um processo em trabalhar livre de falhas, isto é, reduzir a variação no resultado entregue aos clientes a uma taxa de defeitos equivalente a 3,4 partes por milhão (ppm) ou 99,99966 % de perfeição. A figura 2 mostra numérica e graficamente o comportamento da probabilidade da ocorrência dos valores aleatórios (ppm) (SMITH, 1993).

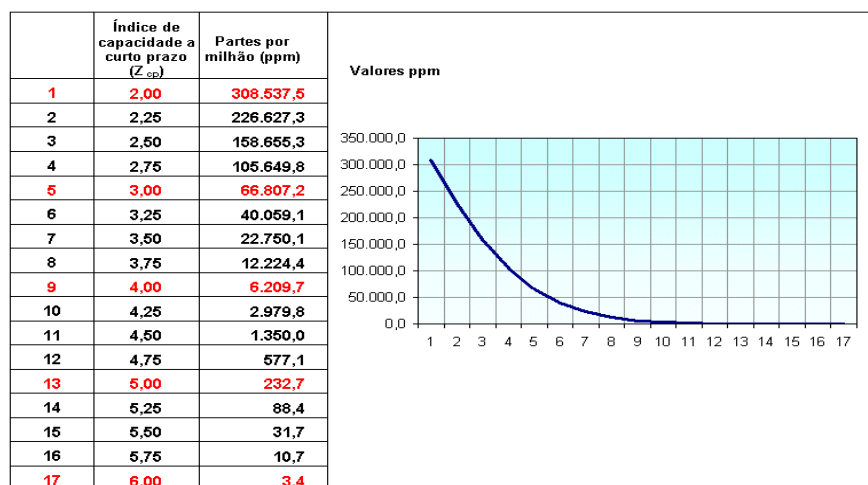


Figura 2 – Distribuição normal da probabilidade de valores aleatórios (o autor, 2005)

O valor do sigma indica a variabilidade do processo, e quanto maior o número de sigmas contados a partir da média da distribuição, a probabilidade complementar (área sob a “cauda” da distribuição – na figura 1, área entre os limites de controle e de especificação tanto superior como inferior) tende a zero, ou seja, menos provavelmente um processo irá produzir defeitos (HARRY, 1998).

O Seis Sigma proporciona a geração de um sucesso sustentado, pois desenvolve as habilidades e a cultura necessária para uma revitalização constante nas empresas com vistas a levantar a lucratividade, aumentar a participação no mercado e melhorar a satisfação do cliente. Ele permite a determinação e o acompanhamento de metas de desempenho e com isso, fazer com que o nível de desempenho se aproxime da perfeição. A filosofia do Seis Sigma promove a aprendizagem, em virtude de aumentar o desenvolvimento e acelerar o compartilhamento de idéias inéditas dentro das empresas (HARRY, 1998).

A sua execução desencadeia mudanças estratégicas, pois a sua incorporação possibilita a compreensão detalhada dos processos e procedimentos das empresas, oferecendo assim, a capacidade da implementação, de simples ajustes à complexas mudanças (HARRY e SCHROEDER, 2000).

O Seis Sigma foi inicialmente desenvolvido e implantado pela Motorola, em 1986, entretanto através da General Electric (GE), que a Metodologia Seis Sigma se tornou conhecida internacionalmente. Entre 1996 e 1997, a GE investiu US\$ 450 milhões para sua implementação e obteve, em 1999, ganhos de produtividade na ordem de US\$ 1,5 bilhão.

Esses resultados financeiros foram atribuídos ao aumento de *market-share* da empresa, à medida que os consumidores passaram a sentir os benefícios do programa (LUCAS, 2002).

O Seis Sigma é implementado através de projetos específicos de melhoria que seguem um processo disciplinado de quatro ou cinco fases. A Motorola desenvolveu o método MAIC (*Measure, Analyse, Improve, Control*), enquanto a GE aperfeiçoou-o para DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*) (ROTONDARO, 2002), envolvendo as seguintes atividades:

- Definir: nesta fase, são identificados os problemas e as situações a melhorar, de acordo com uma visão custo-benefício segundo a visão do cliente. Em outras palavras, identificar o que é crítico para a qualidade (*Critical to Quality – CTQ*). Uma das ferramentas utilizadas para esta atividade é o *Quality Function Deployment – QFD*. A principal a ser respondida é: “*Quais os processos que têm maior prioridade para melhoria, isto é, quais os processos-chave que irão trazer maior retorno e maior satisfação para o cliente ?*”
- Medir: nesta fase, são selecionadas as características críticas para a qualidade (CTQ's) e tem-se o mapeamento do respectivo processo através de medições necessárias, registro dos resultados e estimação da capacidade de longo prazo e curto prazo do processo. A principal da medição é: “*Qual é a capacidade do processo ?*”
- Analisar: esta fase permite a realização de benchmarking das métricas principais ao desempenho do produto. Para tanto, pode-se utilizar os diagramas de Pareto, Causa e Efeito e o *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Neste ponto a principal questão é “*Quando, onde e por que os defeitos ocorrem?*”
- Melhorar: esta fase compreende a especificação das características do produto que precisam ser melhoradas para se alcançar os objetivos de desempenho e financeiros. Também devem ser considerados os experimentos e testes pilotos que podem comprovar a eficácia das alterações proporcionadas. As principais questões são: “*Como atingir maiores níveis de capacidade Seis Sigma?*” “*Quais são os poucos pontos vitais que controlam o resultado do processo?*”
- Controlar: esta fase é projetada para que seja feita a documentação e monitoramento das condições do novo processo através de métodos de controle estatístico do processo. Para tanto pode-se utilizar ferramentas do tipo de Gráficos de Controle. A principal questão é: “*Que controles devem ser implementados para garantir e externalizar os ganhos?*”
- Definir: identificação dos problemas e as situações a melhorar;
- Medir: seleção das características críticas para a qualidade (*Critical to Quality – CTQ*) e mapeamento do processo através das medições necessárias;
- Analisar: identificação dos reais causas e das ações corretivas competentes;
- Melhorar: especificação do que deve ser melhorado e as metas a serem alcançadas;
- Controlar: monitoramento da situação após a implementação das melhorias.

Um dos pontos não tratados pelo método DMAIC é o lançamento de um novo produto, como um novo software, pois o processo não será melhorado, mas criado totalmente. Por esta razão, foi elaborado um modelo do Seis Sigma, o *Design For Six Sigma (DFSS)* para esta situação. O

DFSS visa desenvolver um ambiente onde produtos e serviços venham a ser projetados para atender um determinado nível sigma previamente estipulado, atendendo necessidades previamente estipuladas pelos clientes e alinhado com a estratégia do negócio. Um novo produto ou processo desenvolvido pelo DFSS usa menos recursos de uma maneira geral, se comparado com o método convencional de desenvolvimento (BARNEY, 2002)..

Para isso a metodologia a ser utilizada passa a ser um pouco diferente do DMAIC, passando a ser chamada de DMADV (*Define, Measure, Analyse, Design e Verify*), na qual (HAHN, 2002):

- Definir: definição das necessidades do cliente fechando-se um escopo e plano do projeto
- Medir: compreender necessidades dos clientes e definir CTQ's.
- Analisar: desenvolver conceitos de design de alto nível.
- Projetar: desenvolver design detalhado e plano de controle / teste
- Verificar: testar o design e implementar processos em escala normal.

A metodologia de implementação do Seis Sigma, tanto o DMAIC como o DMADV, enfatiza as seguintes características: Centralização no Cliente, através da identificação clara das suas necessidades; Foco nos Processos em que os mesmos são planejados para realizar as estratégias da organização; Direcionamento por Dados e Fatos, onde o subjetivismo e o "achismo" são evitados ao máximo (HAHN, 2002).

4. A aplicação do Seis Sigma nos processos de desenvolvimento de *software*

O desenvolvimento de *software* é ao mesmo tempo uma atividade artesanal, que depende da criatividade humana, e uma atividade passível de organização (PFLEEGER, 2004). A qualidade dos processos está intimamente relacionada com a qualidade dos produtos elaborados e vice-versa, o que leva a concluir que quanto mais controle houver sobre o processo menor será a sua capacidade de introduzir erros e defeitos. A qualidade a longo prazo percebida pelo cliente transcende ao produto e ao serviço que recebe. Ela transparece na confiabilidade que ele deposita no desenvolvedor como um todo. Por esta razão, quanto mais o desenvolvedor gerencia e avalia seus processos-chave segundo a visão dos seus clientes, tende a gerar um produto que atende melhor às suas necessidades (CARVALHO, 2002). Portanto, o processo de desenvolvimento deve ser adequadamente gerenciado e continuamente melhorado para que possa agregar valor aos processos empresariais (LAURINDO, 2002b).

A Tecnologia da Informação (TI) e a metodologia Seis Sigma podem ser associadas de três diferentes maneiras (LAURINDO, 2002b):

- O Seis Sigma atuando como um direcionador do alinhamento estratégico, gerando requisitos, metas e novas aplicações de TI dentro das organizações. A falta do alinhamento entre a TI e as estratégias do negócio é um dos limitadores dos retornos desejáveis dos investimentos em tecnologia (HENDERSON e VENKATRAMAN, 1993);
- A TI propiciando os dados e os *softwares* à atuação do Seis Sigma, necessários para auxiliar a seleção dos projetos de melhoria e a análise dos dados;
- O Seis Sigma sendo aplicado na melhoria dos processos e atividades do desenvolvimento

de *software*. Neste contexto, a aplicação da metodologia Seis Sigma está relacionada com a eficiência dos recursos empregados ou com a qualidade dos produtos de trabalho ou do produto final. Enquanto a eficiência esta voltada para os aspectos internos da atividade de desenvolvimento, a eficácia confronta os resultados e o impacto no negocio da empresa.

Para melhorar o processo é necessário conhecer primeiramente as suas variáveis mensuráveis, obter os seus valores antes e depois da melhoria (dados), para se apurar a efetividade da melhoria (análise da informação). As medidas relacionadas com os processos de desenvolvimento de *software* que mais oferecem oportunidades de mensuração (variáveis) são aquelas referentes ao tamanho e complexidade de *software*, produtividade dos recursos aplicados (esforço humano, tempo aplicado, observância do cronograma, habilidades, domínio de tecnologia, custo dos projetos), adequação à metodologia de desenvolvimento, compromissos com os clientes (prazo, riscos, rentabilidade e satisfação) e aspectos da qualidade (erros e defeitos) (MURUGAPPAN e KEENI, 2000).

A variabilidade na execução dos processos pode ser analisada na forma do tempo da sua execução ou quantidade de software produzido ou, ainda na forma de erros introduzidos. Ela pode ser resultado de diversas causas, tais como: mudança na tecnologia não acompanhada devidamente pela equipe de desenvolvimento, degradação dos tempos de resposta do ambiente de desenvolvimento, aumento da carga nas redes de comunicação, perda de eficiência dos bancos de dados com o aumento no volume de dados. (BIEHL, 2004).

As condições fundamentais para que uma determinada dimensão de algum processo do desenvolvimento de software possa ter a sua melhoria monitorada pela metodologia Seis Sigma são: que esta dimensão possa ser mensurada quantitativamente e que o comportamento da variabilidade apresente um comportamento normal (BIEHL, 2004).

Por esta razão, alguns autores não acreditam na viabilidade do uso do Seis Sigma para a melhoria dos processos de desenvolvimento de *software*, pois acreditam que o desenvolvimento deve ser entendido como uma atividade única para efeito de gerenciamento e melhorias e, também, enfatizam que algumas características não podem ser expressas com precisão na forma de tolerâncias ordinais (como os indicadores da corretude do *software*). Assim, não faz sentido definir níveis de maior ou menor conformidade e, portanto, os limites superior e inferior para o processo. Além disso, nem todas anomalias são falhas e nem todas falhas são causadas pela aplicação; em muitos casos, a falta reside em outro sistema ou na infra-estrutura, no sistema operacional, na interface (BIEHL, 2004).

Outros, no entanto, encontram justamente neste ponto a grande contribuição do Seis Sigma permitindo que se potencialize as recomendações dos modelos de maturidade para a gestão quantitativa dos processos (MURUGAPPAN e KEENI, 2000).

5. Casos estudados

Os casos estudados analisam três experiências empresariais que utilizam a metodologia nos seus processos de desenvolvimento de *software*. As análises levantam pontos como o cenário, as motivações, as restrições e os benefícios que devem ser considerados para a implementação do Seis Sigma.

5.1. Empresa 1

O primeiro caso se refere à experiência de uma das maiores empresas mundiais de desenvolvimento de *software*, sediada na Índia (MURUGAPPAN e KEENI, 2003). A maioria das suas unidades de desenvolvimento de *software* (15 em um total de 17) são certificados pelo modelo SW-CMM nível 5. Para a organização ter e seguir um modelo de maturidade é

uma questão estratégica. A adoção da metodologia do Seis Sigma foi viabilizada pois ela permite relacionar os esforços de melhoria a objetivos específicos do negócio.

O uso do Seis Sigma permite endereçar explicitamente as ações de melhoria dos processos, determinando “como” aplicá-las, as relaciona com as expectativas dos clientes e orienta as estimativas de medidas de capacidade em prazo, esforço e qualidade, isto é, transforma as necessidades dos clientes em medidas operacionais e as análises das tendências dos processos podem distinguir mais claramente as causas comuns das causas especiais das variações.

A empresa, percebendo a grande sinergia existente entre as recomendações do modelo SW-CMM e a metodologia Seis Sigma procurou, então, aplicar boa parte das suas recomendações. Enfatizou o uso do Seis Sigma nos processos de desenvolvimento de software considerados críticos para o negócio (construção, testes e requisitos) e nas áreas-chave de processos do SW-CMM, principalmente aquelas relacionadas com o nível 2 (gerencia dos processos) e 3 (operação dos processos), como uma forma segura para atingir o nível 5 do SW-CMM. Com isso, pode gerenciar quantitativamente seus processos e problemas (nível 4) e estabelecer uma cultura de melhoria contínua (nível 5) alinhada com a expectativa de seus clientes. Os pontos de destaque da implementação do Seis Sigma são os seguintes:

- gerenciamento efetivo orientado pelos dados (feedback) dos projetos controlando prazo, custo, qualidade e escopo (funcionalidades), repetindo as experiências de sucesso em projetos similares quanto às estimativas, *checklists*, procedimentos e revisões;
- compartilhamento do conhecimento, através de grupos de estudo, programas de treinamento, guias para customização, acordos de níveis de serviço, revisão aos pares e estímulo para pesquisa de processos inovadores;
- definição de métricas para acompanhar as metas (e suas variações), o desempenho da capacidade do processo e a tomada de decisão para eliminar a instabilidade dos processos;
- redução da variabilidade dos tempos de processamento dos processos de elicitação de requisitos e de codificação, conforme mostra a figura 3:

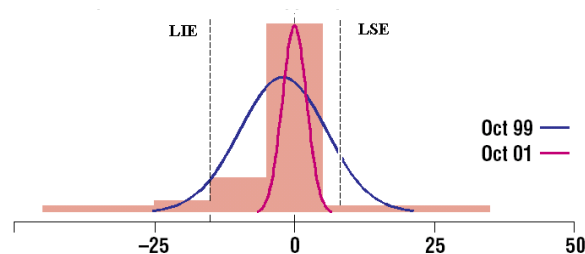


Figura 3 – redução média da variabilidade no tempo de execução (elicitação de requisitos e codificação)

5.2. Empresa 2

A empresa 2 é uma grande organização mundial de desenvolvimento de *software* embutido. A organização aplica regularmente a metodologia Seis Sigma na maior parte de seus processos industriais e, recentemente, vem aplicando com sucesso no desenvolvimento desta modalidade de *software*, apenas nos processos que apresentam maior vulnerabilidade e riscos para seus negócios. Além disso, a organização é certificada pelo modelo SW-CMM nível 3 e está em busca da certificação nível 4.

Os projetos Seis Sigma são, via de regra, de pequena monta, curta duração e envolvem todos os integrantes das equipes de desenvolvimento alvos dos projetos de melhoria. O intuito, com isso, é popularizar a cultura sobre controles estatísticos. A título de exemplificação, um dos projetos se referia à redução de erros de lógica de uma das equipes de programação. De acordo com o modelo DMAIC, os pontos de destaque foram os seguintes:

- Definição: O projeto foi desencadeado, pois foi constatado um aumento significativo da quantidade de retrabalho na programação de *software*;
- Medição: Além da quantidade de horas gastas, havia também uma variância muito alta entre as médias das equipes, evidenciando uma instabilidade e diferença técnica entre elas.
- Análise: Com base na Análise de Causa e Efeito, notou-se que as maiores causas eram: a falta de infra-estrutura, o não atendimento de todas as exigências dos processos, a falta de padronização dos produtos, a falta de ferramentas de automação e a falta de treinamento adequado.
- Melhoria: Para avaliar a gravidade e o impacto das ações de melhoria propostas (que não foram divulgadas), utilizou como de hábito o FMEA para priorizar as mesmas.
- Controle: O gráfico de Controle Estatístico do Processo, conforme a figura 4, mostra uma sensível redução do tempo de construção de 5h13' (sigma 3,74) para 1h09' (sigma 5,74).

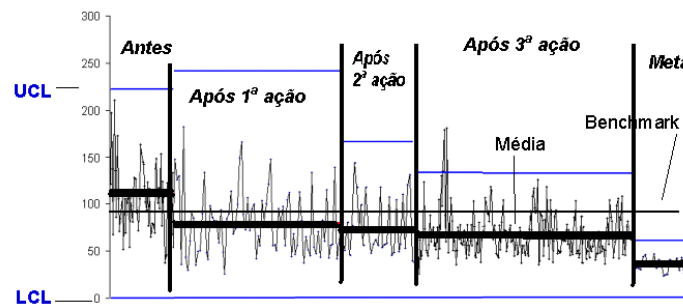


Figura 4 – resultados alcançados na equipe de programação

5.3. Empresa 3

A empresa é uma grande seguradora brasileira que desenvolve *software* para uso próprio. O uso do Seis Sigma na melhoria dos processos de desenvolvimento ocorreu após experiências positivas no uso desta metodologia nos processos de negócio (INFANTINI, LAURINDO e PESSÔA, 2003). O Seis Sigma passou a ser utilizado na área de TI nas três possíveis para a área de TI, discutidas acima. Compreendeu a elaboração de projetos de novos *softwares*, melhorias *ad-hoc*, atendimento ao usuário, adequações legais, aquisições de produtos e manutenções corretivas em geral.

Para que fosse percebido o ganho obtido com a metodologia, a empresa procurou, inicialmente, desvincular cada projeto de Seis Sigma, envolvendo o máximo possível cada um dos interessados (stakeholders) nas melhorias. A análise se concentra na aplicação do Seis Sigma em um projeto para atenuar a ineficiência dos recursos de TI, entendida como uma das causas mais importantes de riscos para os seus negócios. Os resultados obtidos com a aplicação de técnicas recomendadas pelo Seis Sigma, podem ser vistos na figura 5.

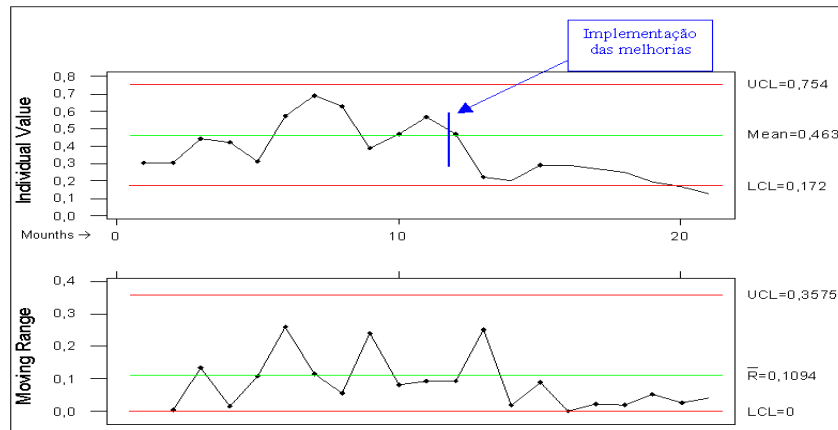


Figura 5 – Gráfico dos valores individuais e da amplitude móvel com os dados percentuais das horas-homem disponíveis da área de TI gastas em manutenção, nos 12 meses antes da implementação das melhorias e nos 9 meses posteriores a melhoria.

De acordo com o DMAIC:

- Definição: o projeto objetivou a “melhorar a utilização dos recursos da área de TI através redução das atividades de manutenção”.
- Medição: O tempo de desenvolvimento de *software*, num período de 8 meses, indicou que cerca de 46% era retrabalho. Para tanto, foi definida como métrica o percentual do tempo total de mão-de-obra disponível pela área de TI investido em atividades de manutenção e o objetivo foi reduzir esse tempo pela metade.
- Análise: foram feitas técnicas de Análise de Causa e Efeito e *brainstorm* para identificar as causas principais das falhas, evidenciando-se que era o levantamento de requisitos.
- Melhoria: As ações de melhorias identificadas foram prontamente implementadas.
- Controle: Para a análise dos resultados foi utilizada a carta de Controle Estatístico do Processo que evidenciou resultados positivos, conforme exibe a figura 5.

6. Conclusões

O Seis Sigma não é um modelo fechado; ao invés, ele se vale de um conjunto de boas práticas para evidenciar a variabilidade de aspectos importantes dos processos alvo de estudo, como falhas, tempo de execução, volume produzido e erros incorporados e retirados.

Nos casos apresentados, não foi possível evidenciar os ganhos proporcionados pelo Seis Sigma, nem tampouco como ele pode ajudar a organização a criar e sustentar o foco no cliente.

Contudo, estes casos mostram que existe a oportunidade para aplicações pontuais de projetos Seis Sigma em diversos processos do desenvolvimento de *software*, desde que eles ofereçam condições para que os resultados possam ser tratados de forma quantitativa. Isto contraria a opinião daqueles que defendem a visão do desenvolvimento como um todo para fins de gerenciamento.

Visto o alto nível exigido de conhecimentos estatísticos, percebeu-se a importância de treinar e envolver todos os interessados na melhoria e não somente os responsáveis pelo Sistema da Qualidade. Além de homogeneizar os conhecimentos é necessário que todos tratem a

informação de forma adequada e única.

A prática de algum modelo de qualidade ou a certificação segundo ao sistema de maturidade não é uma premissa. Contudo, acredita-se no efeito sinérgico entre esta prática e o Seis Sigma.

Os casos exploratórios permitiram identificar a importância destas variáveis, mas requer um estudo mais aprofundado, como um estudo de caso em cada organização que utiliza o Seis Sigma para a melhoria dos seus processos de software para que se possa generalizar qualquer afirmativa.

Finalmente, reconhece-se que a essência do Seis Sigma para o desenvolvimento de *software* não é construir *software* sem defeitos, mas proteger o processo contra os defeitos imprevisíveis.

Referências

- BARNEY, Matt. "Motorola's Second Generation". *Six Sigma Forum Magazine*, Milwaukee, American Society for Quality. 1(3): 13-16. May 2002.
- BIEHL, R. E. (2004) - Six Sigma for software. Quality time. *IEEE Software*. v. 21. n.2. mar-apr, 2004. p-68-70.
- CARVALHO, M. M.(2002) – Selecionando Projetos Seis Sigma – In: Rotondaro, R.G. (org). *Seis Sigma: estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços*. Editora Atlas, São Paulo, 2002b.
- HAHN, Gerald J. "20 Key Lessons Learned." *Six Sigma Forum Magazine*, Milwaukee, American Society for Quality. 1(3): 28-34. May 2002.
- HARRY, M, J. (1998) Six Sigma: "A Breakthrough Strategy for Profitability". *Quality Progress*. v.31, n 5, May 1998.
- HOPEN, N.; LAPONTE, L.; MOREAU, E. Um guia para a avaliação de artigos de pesquisa em sistemas de informação. *Revista Eletrônica de Administração*, v.2, n.2, 1996.
- INFANTINI, S.; LAURINDO, F. J. B.; PESSÔA, M. S. P. Six sigma and information technology: a case study in an insurance company. In: *EUROMA-POMS JOINT INTERNATIONAL CONFERENCE*, 1., Como, Italy, 2003. *Proceedings*.. Padova: SGEEditoriali, 2003.. v.3, p. 591-600.
- KAUTZ, K. (1999) - Making Sense of Measurement for Small Organizations, *IEEE Software*, mar/apr, pp. 14-19, 1999.
- LAURINDO, F. J. B. (2002a) - *Tecnologia da Informação: Eficácia nas Organizações*. Editora Futura, São Paulo, 2002a.
- _____ (2002b) - Tecnologia da Informação e o Seis Sigma – In: Rotondaro, R.G. (org). *Seis Sigma: estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços*. Editora Atlas, São Paulo, 2002b.
- MARASH, S. A. (2000) - Six Sigma: Business Results Through Innovation. *Proceedings of the 54th Annual Quality Congress of the American Society for Quality*, Indianapolis: Indiana, pp. 627-630, May 2000.
- MURUGAPPAN, M.; KEENI, G.. (2000) - Quality Improvement: The Six Sigma Way. *Quality Software*, 2000. *Proceedings. First Asia-Pacific Conference on*. Hong Kong. China. Oct, 2000. P.248-257. IEEE Catalog Number: 00EX449.
- MURUGAPPAN, M.; KEENI, G.(2003) Blending CMM and Six Sigma do meet business goals. *IEEE Software*, 0740-7459.
- PFLEEGER, S. L. (2004). *Engenharia de Software: teoria e prática*. São Paulo: Prentice Hall, 2004.
- PAULISH, D., CARLETON, A. (1994) - Case studies of software process-improvement measurement. *IEEE Computer*, Silver Spring, vol.27, nro.9, pp.50-57, 1994.
- RABECHINI Jr, R. *A Estruturação de Competências e Maturidade em Gerenciamento de Projetos*. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da USP. São Paulo, 2003.
- ROCHA, A. R. C.; MALDONADO, J. C.; WEBER, K. C. *Qualidade de Software: Teoria e Prática*. São Paulo:

Prentice Hall, 2001.

SMITH, B. Six Sigma Design (1993) - *IEEE Spectrum*, Sep. 1993, pp. 43-46.

YIN, R. *Estudo de caso: Planejamento e Métodos*. 2a.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.