

O gerenciamento da alteração de escopo na contratação externa de serviços de desenvolvimento/manutenção de software

Angélica Toffano Seidel Calazans¹, Ricardo Ajax Dias Kosloski²

¹Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas FATECS – Centro Universitário de Brasília (Uniceub)
Brasília – DF

angelica.calazans@uniceub.br

²Departamento Engenharia de software – Universidade de Brasília (Unb) Brasília -DF
ricardoajax@unb.br

Abstract. Many organizations have outsourced the construction / maintenance of systems, using metrics size (Function Point Analysis - FPA). One of the problems of this scenario is changing requirements during the construction of the software product. This change can affect artifacts and codes already built impacting the size, time and cost estimates. The objective of this study is to propose a model for management of scope change in hiring service system development. The method adopted was the case study and two proposals were applied in 10 simulations using industry projects. The research suggested changes in the process of change in scope, considering the need to manage requirements, changes and outsourced.

Resumo. Muitas organizações têm terceirizado a construção/manutenção de sistemas, utilizando métricas de tamanho (Análise de Pontos de Função – APF). Um dos problemas desse cenário é a alteração de requisitos durante a construção do produto de software. Essa alteração pode afetar artefatos e códigos já construídos impactando o tamanho, estimativas de prazos e custos. O objetivo deste trabalho é propor um modelo para gerenciamento da alteração de escopo na contratação de serviço de desenvolvimento de sistemas. O método adotado foi o estudo de caso e foram aplicadas 2 propostas em 10 simulações utilizando projetos da indústria. A pesquisa sugere alterações no processo de alteração de escopo, considerando a necessidade de gerenciar requisitos, mudanças e a contratação externa.

1. Introdução

A dinâmica de mercado atual impõe às organizações um ritmo de atuação cada vez mais agressivo. Para responder a esta necessidade muitas empresas terceirizam a construção de seus sistemas, utilizando métricas para a mensuração do tamanho funcional, tais como a APF - Análise de Pontos de Função [18] e UCP - Use Case Points [22]. Essas métricas são aplicadas a modelos de estimativas de esforço, prazos e custos do tipo paramétricos tais como as relações simples de estimativas ou COCOMO [3].

Dessa forma, a definição de tamanho para novos sistemas ou manutenções têm sido utilizada pelo mercado, principalmente empresas governamentais. Porém, como gerenciar ou mensurar as mudanças ocorridas durante a construção do produto tem gerado alguns questionamentos sobre a aplicabilidade ou não das propostas citadas. Ref [21] reconhece que um dos problemas mais crônicos no desenvolvimento de software é o fato de que os requisitos quase nunca são estáveis e a alteração dos requisitos, normalmente, é um processo complexo e gera retrabalho.

Para [25], a origem do retrabalho pode estar vinculada às novas necessidades do usuário que, por sua vez, podem causar modificações nos requisitos já existentes, incluir

novos requisitos ou, até mesmo, excluir requisitos existentes. É interessante ressaltar que, para esse autor, uma nova necessidade do usuário acontecendo quando o software já está em operação é chamada de manutenção evolutiva (ou melhoria). Por outro lado, uma nova necessidade detectada ao longo do desenvolvimento / manutenção de software, é chamada de mudança ou alteração de escopo.

Além dessas conceituações, encontram-se várias outras definições relacionadas ao termo mudança ou alteração de escopo, tais como [23], [21]: *scope creep*, *requirements creep*, *requirements scrap*, *requirements churn*, *business process scope creep*, *technology scope creep*.

Apesar das diversas denominações envolvendo os termos mudança ou alteração de escopo, vários modelos, propostas e normas, entre eles, o Project Management Body of Knowledge - PMBOK [27], CMMI - Capability Maturity Model Integration [31], MPS.BR Melhoria do Processo do software brasileiro [32] e a norma ISO/IEC 12207:2008 [19] reforçam a importância e a necessidade de gerenciar a mudança de escopo em projetos.

Considerando as necessidades apontadas, torna-se imprescindível: compreender melhor os termos retrabalho, *scope creep*, modificação de escopo, e conseqüentemente, identificar formas para mensurar o que já foi realizado, quantificar o retrabalho de produtos ainda em construção e identificar o trabalho restante após a modificação de escopo de maneira a melhorar a gestão desse processo.

Nas seções seguintes serão apresentadas uma breve descrição das definições existentes com relação à modificação de escopo (Seção 2) e, uma descrição sucinta dos modelos, propostas e normas que reforçam a necessidade de gerenciar as mudanças (Seção 3). Na Seção 4 apresentam-se as propostas acadêmicas e de mercado para mensurar esse processo. Na Seção 5 demonstra-se a metodologia adotada para este trabalho e descrevem-se os resultados do estudo de caso. Finalmente, na Seção 6, serão apresentadas as conclusões.

2. Modificação de escopo

Em um projeto de desenvolvimento de software, o estudo das alterações de escopo está diretamente relacionado com o estudo dos requisitos e seus graus de volatilidade, estabilidade e confiabilidade. Considerando a volatilidade dos requisitos, [23] citam a necessidade de gerenciá-la, identificando-a e quantificando-a com simples métodos estatísticos. Segundo esses autores, as alterações podem ser classificadas em *requirements creep*, *requirements scrap* e *requirements churn*.

O *requirements creep* ocorre quando o escopo de um projeto aumenta e requisitos são adicionados, também sendo conhecido como aumento do escopo. Já o *requirements scrap* acontece quando há diminuição dos requisitos. Por outro lado, o *requirements churn* ocorre quando as necessidades foram alteradas, ou seja, requisitos foram adicionados, removidos e/ou alterados, mas ao final do projeto o tamanho não resultou diferente do tamanho inicial.

Uma das definições mais citadas estabelece que o *scope creep* é o fenômeno referente à solicitação de mudanças nos requisitos, efetuadas pelo usuário, durante a execução de um projeto [1], [28]. Complementando esses conceitos, [15] identificam que é necessário examinar as origens da mudança para compreendê-las e classificá-las.

Os motivos para a modificação dos requisitos podem ser decorrentes de: falta de acurácia e clareza dos requisitos iniciais; falha na discussão, elaboração e documentação dos requisitos e validação junto aos *stakeholders*; não entendimento do escopo do projeto ou mesmo subestimação de sua complexidade; novas descobertas dos *stakeholders* sobre definições e suas necessidades; mudanças do negócio, organizacionais, legais ou tecnológicas ([1], [28], [15]).

O termo *scope creep* é também abordado no contexto de contratações de serviços de desenvolvimento e/ou manutenção de software em empresas públicas por meio do Roteiro de Métricas de Software do SISP [4]. Cabe ressaltar que o SISP não faz distinção entre o termo “*scope creep*”, “alteração de escopo” e “retrabalho”, tratando todos eles como “alterações de requisitos no decorrer do projeto de desenvolvimento de software”.

Outros autores vinculam alteração de escopo com o formalismo que deve existir nos processos de gestão de requisitos e rastreabilidade, a fim de construir análises de impacto eficientes para a identificação dos itens que deverão ser atualizados no caso de alterações de escopo [12], [17]. É importante ressaltar que identificar o retrabalho advindo de alterações de escopo pode não ser trivial e, desta maneira, reforça-se a importância do estabelecimento e manutenção da rastreabilidade ao longo de todo o projeto de software [11].

Assim sendo, pode-se inferir que os marcos dos processos de desenvolvimento são fundamentais para identificar os momentos, a partir dos quais os componentes ou artefatos são considerados como validados ou aprovados para, a partir de então, serem medidos os esforços adicionais como retrabalho. Ou seja, é fundamental gerenciar as mudanças durante o desenvolvimento ou manutenção do produto de software.

3. A necessidade de gerenciar mudanças

O escopo pode ser entendido como o conjunto de definições sobre o trabalho a ser realizado num projeto de software. Ref [14] citam que a existência de processos sólidos de gestão de escopo possibilitam: uma melhor gestão dos requisitos; um maior gerenciamento da mudança; uma identificação mais acurada das fronteiras de responsabilidades do projeto e a manutenção dos projetos no prazo e no orçamento definidos.

Em todos os projetos de software podem ocorrer mudanças. O gerenciamento da mudança de escopo em projetos é detalhada em muitos modelos e propostas. Ref [14] propõem uma metodologia para gerenciar o escopo em projetos de TI baseada em alguns aspectos, tais como: envolvimento do gerente de escopo desde o início do projeto, necessidade de documentação do projeto, envolvimento do fornecedor, especificação da linha de base através da contagem em APF, mensuração e controle das mudanças, pagamento final considerando o tamanho do sistema mais as mudanças efetuadas.

O PMBOK [27] ressalta que é fundamental utilizar a gestão de escopo em projetos. Segundo esse guia, a gestão de escopo inclui os processos requeridos para assegurar que todo o trabalho, e somente o trabalho necessário, esteja incluído no projeto. Assim sendo, a gerência de escopo deve estar basicamente focada em definir e controlar o que faz e o que não faz parte do projeto.

Este guia também trata o tema “Mudanças” em alguns processos como o Controle Integrado de Mudanças e Controle de escopo. Nestes processos são identificadas as necessidades de gerenciamento: da mudança, da análise do impacto, das informações de rastreabilidade. Além disso, recomenda-se a existência de responsáveis por avaliar formalmente as solicitações de mudança.

O CMMI [31] trata da mudança nas áreas de processos de Gerenciamento de Requisitos, Planejamento do Projeto, Monitoração e Controle do Projeto e Gerenciamento de Configuração. O foco destas áreas é o gerenciamento das mudanças, controlando e monitorando a mudança de requisitos, seus impactos no planejamento do projeto e na configuração do sistema.

Já o MPS.BR [32] trata deste assunto por meio das áreas de processo: Gerência de Requisitos e Desenvolvimento de Requisitos, indicando que existe uma total correlação entre essas áreas de processo e a gestão das mudanças ocorridas no projeto de software.

Com relação ao processo Gerência de Configuração, a norma ISO/IEC 12207:2008 [19] considera-o como um processo auxiliar no ciclo de vida de software. Esse processo

consiste na aplicação de procedimentos para controlar alterações e atualizações dos itens, registrar status e solicitações de mudança, assegurando o cumprimento das alterações solicitadas, consistência e garantia da implementação. A ISO/IEC 12207:2008 [19] também identifica a necessidade do Gerenciamento de Mudanças e aponta como principais atividades: a identificação e registro das solicitações de mudanças; a análise e avaliação das alterações e a aprovação ou rejeição da solicitação.

Já o RUP [29] reconhece a existência de alterações de escopo no contexto das disciplinas Requisitos e Gerenciamento de Configuração e Mudança. A disciplina Gerenciamento de Configuração e Mudança, apresenta o processo de gerenciamento dos requisitos de mudança que tem como tarefas: a definição de prioridade, esforço, tempo etc.

Considerando os conceitos abordados e, no contexto deste estudo, o retrabalho foi entendido como sendo qualquer atividade de correção, modificação ou melhoria, realizada sobre um artefato de software considerado como já finalizado. Foi considerado, também que, a Alteração de Escopo está vinculada a uma necessidade de mudança formalizada pelo usuário através de uma solicitação de alteração de escopo (CR - *Chance Request*) em um projeto ainda em andamento.

Porém as alterações de escopo não são as únicas fontes de retrabalho. Outras fontes são: reparos devido a desvios de garantia da qualidade, manutenções corretivas, dentre outras. Considerou-se que o *Scope Creep* não precisa necessariamente estar vinculado a uma alteração de escopo, pois pode acontecer naturalmente com o detalhamento dos requisitos, projetos e implementações.

É importante ressaltar que, independentemente do tipo de retrabalho, há necessidade de gerenciamento da mudança focando principalmente a análise, impacto, custo e prazo da mudança. Esta tem sido uma das necessidades das organizações que desenvolvem produtos de software, principalmente das que subcontratam a construção de seus sistemas: identificar o prazo e o custo das mudanças ocorridas durante o desenvolvimento do produto de software.

4. Propostas identificadas para mensurar a alteração de escopo

Segundo [34], medição é o processo de obtenção de uma medida para uma entidade real. Uma medida fornece uma indicação de quantidade, dimensão, capacidade ou tamanho de algum produto de software ou de um processo. Em outras palavras, uma medida refere-se a um valor de uma métrica. Segundo a norma ISO/IEC 9126:2001 [20], métrica é a composição de métodos para medição e escalas de medição.

Para se chegar a uma medida de software existem muitas métricas¹ que avaliam as variáveis de tamanho, esforço e duração. A Tabela 1 apresenta alguns trabalhos que se propõem a mensurar o tamanho da melhoria e da alteração de escopo. Esses trabalhos foram classificados em três grupos: propostas de mensuração da alteração de escopo (métricas e definição de percentuais) e propostas de mensuração da melhoria.

É interessante ressaltar que a APF para projetos de melhoria [18] e a proposta Enhancement Function Points [26] propõem medições para a melhoria, considerando um produto já entregue. Mas não para alterações de escopo de produtos ainda não entregues.

A seguir, apresenta-se sucintamente a APF [18] (um dos modelos mais citados e/ou adaptados). Detalham-se também, o trabalho de [25] e uma das propostas mais referenciadas em editais governamentais no contexto de alteração de escopo. Esses dois modelos foram escolhidos para o estudo de caso.

¹ Ex. LOC, APF, Halstead, COCOMO, COSMIC FFP

Tabela 1. Propostas identificadas sobre alteração de escopo e melhoria

	Autor	Proposta e aplicação	Comentários
Mensuração - métricas	Três editais (CAIXA [8], Ministério do desenvolvimento social e combate a fome [9] e o do TSE [6])	Fórmula de cálculo para os PF_devidos às alterações de escopo em fases/atividades já realizadas, segundo “três editais” $PF_Devidos = \{ [(Pi \times Fri) + (Pe \times Fre) + (Pa \times Fra)] \times (Pfe / Pft) \}$ <p>Aplicação nos sistemas contratados</p>	Adaptação da proposta de [25].
	Meli [25]	$\Sigma(ADD*CLi*LCP)+\Sigma(CHGAi *CLi *LCP)+\Sigma(CFP)+\Sigma(DELi *CLi *LCP)$ Não cita aplicações	Indica como remunerar a alteração de escopo.
	German et Hindle [16]	Definem métricas de mudança. Essas métricas mediriam o quanto um sistema de software foi modificado entre duas versões do mesmo ou mesmo o tempo dessa modificação. A proposta desses autores é matemática; trabalha-se com a versão anterior e com a atual identificando-se adições, modificações e exclusões. Depende da criação e implementação de algoritmos que detectam adições, modificações e exclusões em duas versões de uma entidade. Não cita aplicações	Proposta somente passível de ser aplicada ao final da alteração, pois compara as versões anterior e atual.
	Chua et Verner [13]	Propõem um processo para identificar a alteração, categoriza-la e identificar o esforço por categoria de alteração (sugere a aplicação do COCOMO na definição do esforço). Não cita aplicação	Proposta somente possível de ser aplicada se a organização possuir dados sobre esforço interno ou externo de desenvolvimento e conseguir monitorar o esforço do retrabalho.
Mensuração Definição de Percentual	Roteiro de Métricas do SISP [4]	O SISP sugere a utilização de um percentual de 30% a 40%. para a evolução de requisitos na fase de especificação, considerando-se o documento de visão inicial do projeto. Nas estimativas após a fase de requisitos, que utilizam como insumo as especificações de casos de uso, a proposta é considerar um percentual de 20% a 30% sobre a contagem em pontos de função. Sugere também um percentual de esforço	Indica como remunerar a alteração de escopo, através de percentuais fixos.

Propostas de mensuração da Melhoria		por fase, caso haja necessidade de identificar o retrabalho.	
		Não cita aplicações	
	Robbers [30]	Sugere duas formas para mensuração da alteração de escopo: Estabelecer um contrato separado / orçamento para análise de impacto, fora do orçamento do projeto, ou alocar uma porcentagem do total do projeto para análise de impacto, por exemplo, 5 por cento.	Indica como remunerar a alteração de escopo, através de percentuais fixos.
		Não cita aplicações	
	Enhancement Function Points [26]	<p>A [26] é uma organização que adapta algumas propostas do [18] para facilitar a utilização da APF. Assim sendo, propôs a EFPA – Enhancement Function Point Analysis [26] que considera que as funções contáveis em uma determinada manutenção evolutiva podem ter seu tamanho original aumentado ou diminuído de acordo com o volume de alterações realizadas.</p> <p>A proposta cita que as novas funções incluídas por uma manutenção evolutiva são consideradas integralmente no tamanho da contagem, isso é elas valem 100% dos pontos de função identificados pela contagem do [18]. As funções deletadas pela manutenção evolutiva são consideradas em apenas 40% do seu tamanho em pontos de função.</p> <p>As funções alteradas tem fatores de impacto para serem aplicados aos seus tamanhos que devem ser identificados a partir do volume de alterações realizadas, podendo variar de 25% a 150% do seu tamanho em pontos de função.</p> <p>Manutenções evolutivas ocorrem sobre funcionalidades já entregues. A [26] não cita aplicações.</p>	Não há proposta quanto a alterações em funcionalidades ainda em execução
	APF para Projetos de Melhoria [18]	Segundo o Manual de Práticas de Contagem do IFPUG [18], uma contagem de um projeto de “melhoria”, mede as alterações realizadas em uma aplicação existente com a finalidade de incluir, excluir ou modificar funcionalidades entregues.	Não há proposta quanto a alterações em funcionalidades ainda em execução
		Não cita aplicações	

4.1. Análise por pontos de função [18]

A APF é uma métrica funcional que tem como principais características: ser independente da tecnologia, ser aplicável desde o início do sistema, apoiar a análise de produtividade e qualidade, estimar o tamanho do software com uma unidade de medida padrão e segundo a visão e os requisitos do usuário final [7].

A APF pontua as funções de dados (Arquivo lógico interno – ALI e Arquivo de Interface externa - AIE) e transações (Entradas Externas – EE, Saídas Externas – SE ou Consultas Externas - CE) identificadas no projeto. Cada função de dado ou transacional terá um quantitativo de pontos de função diferente dependente de sua complexidade. Diversas tabelas baseadas na quantidade de elementos de dados, de registros e de arquivos referenciados são utilizadas para determinar a complexidade de cada função em Baixa, Média ou Alta e, conseqüentemente o quantitativo de pontos de função de cada função.

O resultado da contagem de funções de dados e transacionais é o tamanho funcional do sistema em pontos de função. O IFPUG [18] também propõe uma fórmula para aplicação da APF em contagem de projetos de melhoria, citada a seguir. É interessante ressaltar que melhoria, no contexto da fórmula proposta, abrange uma funcionalidade já entregue e que está sofrendo uma manutenção.

$$EFP = ADD + CHGA + CFP + DEL$$

Onde:

EFP = a contagem de pontos de função do projeto de melhoria;

ADD = tamanho das funções incluídas pelo projeto de melhoria;

CHGA = tamanho das funções alteradas pelo projeto de melhoria – conforme estarão após a implementação;

CFP = tamanho da funcionalidade de conversão;

DEL = tamanho das funções excluídas pelo projeto de melhoria.

4.2 Meli [25]

A proposta de [25] compreende adaptar a contagem de melhoria conhecida como Enhancement Function Point [26], nas alterações de escopo, mesmo quando o sistema ainda está em desenvolvimento. A razão desta proposta está no fato que esta fórmula considera funções incluídas, alteradas e excluídas por necessidades de modificações e identifica o tamanho do projeto de manutenção evolutiva, ou seja: o tamanho da alteração solicitada.

Sobre medições considerando mudanças de requisitos, [25] apresenta a fórmula a seguir para identificar o tamanho das alterações de escopo. Para LCP são considerados os percentuais das fases já concluídas no ciclo de desenvolvimento /manutenção de software.

$$CRFP = \Sigma(ADD * CLi * LCP) + \Sigma(CHGai * CLi * LCP) + \Sigma CFP + \Sigma(DELi * CLi * LCP)$$

Onde:

ADD = novas funcionalidades adicionadas pela mudança

CHGai = Funcionalidades alteradas pela mudança (na sua forma final, ou seja: “APÓS a alteração”)

CFP = Funcionalidades de conversão de dados necessárias devido à mudança

DELi = Funcionalidades deletadas (na sua forma original)

CLi = percentual de reuso (corresponde ao percentual atribuído a funcionalidades incluídas, alteradas e excluídas, algumas organizações utilizam 100%, 50% e 25% respectivamente (CAIXA [8], Ministério do desenvolvimento social e combate a fome [9] e o do TSE [6])

LCP = Percentual de conclusão da fase do desenvolvimento / manutenção

4.3. Contratação externa de desenvolvimento de software e o processo de alteração de escopo

Foram analisados editais de empresas públicas visando identificar como ocorre a contratação externa e o processo de alteração de escopo. É interessante ressaltar que no Brasil, é comum órgãos públicos contratarem serviços de desenvolvimento dimensionando esforços exclusivamente em função da contagem de PF, ou seja, assumindo uma produtividade PF/PM fixa. Esse fato não considera, por exemplo, os fatores de escala do COCOMO², o esforço adicional devido a requisitos não contáveis por PF, com requisitos não-funcionais e regras de negócio complexas. Para alterações de escopo, essa inconsistência permanece,

² Tais como: Coesão da equipe, maturidade do processo etc

Mas, analisando os editais com relação ao reconhecimento da existência da alteração de escopo identificou-se que existem editais que reconhecem a possibilidade de ocorrer alteração de escopo e, destes, alguns propõem tratamento para esse contexto. Assim sendo, identificaram-se alguns editais que tratam o assunto, tais como: BNDES [5], BRB [10], CNPQ [7], CAIXA [8], Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome [9] e o do TSE [6].

É interessante ressaltar que os editais da CAIXA [8], Ministério do desenvolvimento social e combate a fome [9] e o do TSE [6] são similares em relação ao tratamento dado à alteração de escopo. Segundo esses “três editais”³, a alteração de escopo é conceituada como:

“a mudança executada durante a execução do serviço de desenvolvimento de novo sistema ou manutenção de um sistema existente”.

“Tal alteração decorre da revisão das necessidades negociais atendidas pelo sistema, não estando relacionada com o simples detalhamento dos requisitos e casos de uso elicitados inicialmente”.

“Dessa forma, funcionalidades alteradas e excluídas só serão consideradas no escopo da fórmula abaixo se estiverem relacionadas a um requisito ou Caso de Uso que sofra alteração após seu detalhamento”.

“Para fins de replanejamento do serviço, será realizada uma nova contagem para atualização da quantidade de PF e do prazo, levando em consideração a(s) fase(s)/entrega(s) contratada(s) e ainda não executada(s).”

A seguir, apresenta-se a fórmula de cálculo para os PF devido às alterações de escopo em fases/atividades já realizadas, segundo os “três editais”:

$$PF_Devido = \{ [(Pi \times Fri) + (Pe \times Fre) + (Pa \times Fra)] \times (Pfe / Pft) \},$$

Onde:

Pi = Pontos de função das funções incluídas

Pe = Pontos de função das funções excluídas

Pa = Pontos de função das funções alteradas ANTES da alteração de escopo

Fri = Fator de redução para funções incluídas = 1

Fre = Fator de redução para funções excluídas = 0,25

Fra = Fator de redução para funções alteradas = 0,50

Pfe = Somatório da quantidade de PF das entregas contratadas já realizadas

Pft = Tamanho funcional do serviço (sem inclusão de itens não-mensuráveis) ANTES da alteração de escopo

Ou seja, a fórmula abrange, além das funcionalidades incluídas, alteradas e excluídas, os percentuais relativos às fases já executadas. Nos “três editais” são definidos percentuais para as fases de desenvolvimento, considerando as metodologias adotadas. É interessante ressaltar a fórmula de [25] e os “três editais”. A única diferença é o tratamento dado para as funções alteradas, onde na primeira fórmula são consideradas a contagem após a alteração de escopo, e na segunda fórmula a contagem das funções alteradas antes da alteração de escopo.

5. Metodologia e resultados da pesquisa

O objetivo deste trabalho foi propor um modelo para o gerenciamento da alteração de escopo na contratação externa de serviços de desenvolvimento/manutenção de software. Para atender a esse objetivo foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- esclarecer os conceitos envolvidos com relação à alteração/modificação de escopo;
- investigar a necessidade de gerenciar as mudanças, inserindo nesse contexto a alteração de escopo;

³ Doravante os editais da CAIXA [8], Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome [9] e o do TSE [6] serão referenciados como “três editais”.

- identificar e analisar as propostas acadêmicas e de mercado para mensurar esse processo;
- esquematizar um modelo para o gerenciamento da alteração de escopo na contratação externa de serviços de manutenção e desenvolvimento de software.

Os dois primeiros objetivos específicos (conceitos e a necessidade de gerenciar mudanças) foram atendidos por meio da pesquisa documental e os achados principais foram relatados na 2ª e 3ª seções. A pesquisa documental considerou os termos chaves da pesquisa e foram elaborados e aplicados os seguintes strings: Scope creep and Measurement, requirement creep and measurement, scoped and measurement, technology scope creep and measurement, business process scope creep and measurement requirement volatility and measurement , Scope creep and metric, requirement creep and metric, scoped and metric, technology scope creep and metric, business process scope creep and metric, requirement volatility and metric, rework and measurement e rework and metric.

As buscas foram realizadas nas seguintes bases: (a) ACM Digital Library e (b) IEEE xplorer, considerando o período de 2010 a 2012. Definiu-se como critérios de inclusão ou exclusão: o estudo apresentar um item, pelo menos, relacionado aos objetivos da pesquisa e estar escrito em Português ou Inglês.

A figura 1 relaciona os quantitativos de artigos encontrados referentes aos strings da pesquisa. Foram lidos os resumos de todos os artigos e, todos os artigos foram excluídos, pois não apresentavam pelo menos um item relacionado à pesquisa, no período consultado. Assim sendo, ampliou-se o período da pesquisa e identificaram-se dois artigos em 2005 e 2007 que atendiam aos critérios definidos. Ampliou-se, ainda, a pesquisa (foi utilizado o Portal da CAPES⁴) e, além da ACM e IEEE , encontraram-se poucos artigos (quatro) que atendiam aos critérios com datas de (2001, 2008, 2008, 2010). Na pesquisa realizada na Web, foram encontrados poucos papers de empresas que atendiam aos critérios.

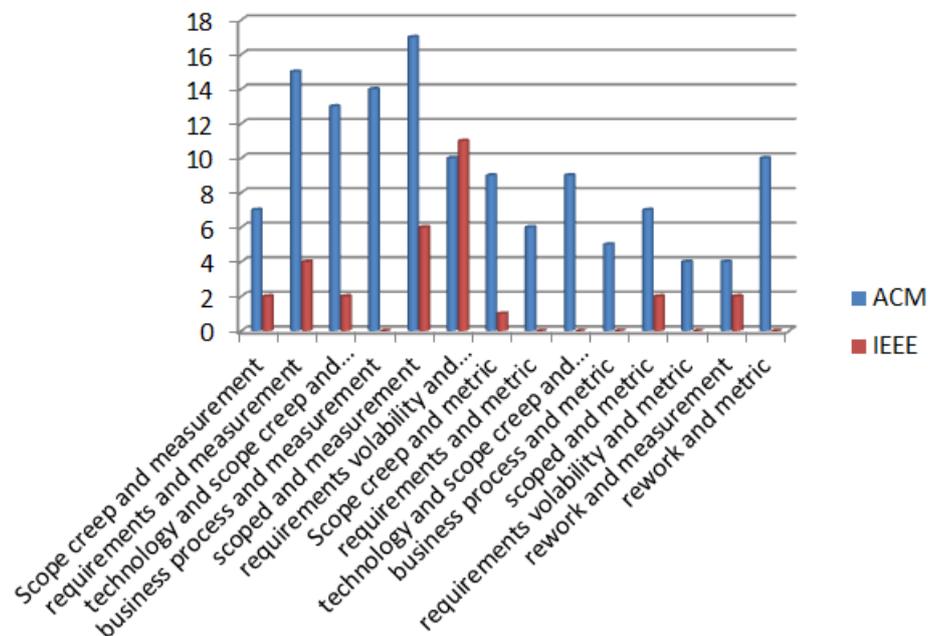


Figura 1 – quantidade de resultados obtidos pela pesquisa nas bases da ACM e IEEE – período 2010 a 2012. Assim sendo, a pesquisa documental demonstrou uma ausência de discussão e estudos sobre esse assunto.

⁴ A CAPES é um órgão público brasileiro que oferece, através do seu portal, acesso aos textos completos de artigos selecionados de mais de 21.500 revistas internacionais, nacionais e estrangeiras,

Para atender o objetivo “identificar e analisar as propostas acadêmicas e de mercado para mensurar esse processo” foi realizada pesquisa documental relatada anteriormente e foi realizado estudo de caso.

O estudo de caso objetivou analisar as propostas identificadas, O estudo de caso foi escolhido pela relação observada entre o objeto e as características básicas do estudo de caso, descritas por [2] e [33], conforme Tabela 2. Na segunda coluna desta tabela estão assinaladas as características desta pesquisa.

Tabela 2. Características do estudo de caso
Fonte – Adaptado de [2] e [33]

Características do estudo de caso	Esta pesquisa
Fenômeno observado em seu ambiente natural	√
Dados coletados por diversos meios	√
Estudo exploratório, descritivo ou explanatório	√
Uma ou mais entidades (pessoa, grupo, organização) são examinadas	√
A complexidade da unidade é estudada intensamente	√
Pesquisa dirigida aos estágios de exploração, classificação e desenvolvimento de hipóteses do processo de construção do conhecimento	
Não são utilizados controles experimentais ou manipulações	√
Os resultados dependem fortemente do poder de integração do pesquisador	√
Podem ser feitas mudanças na seleção do caso ou dos métodos de coleta a medida que o pesquisador desenvolve novas hipóteses	
Pesquisa envolvida com questões “como” e “por que” ao invés de frequências ou incidências	√
Enfoque em eventos contemporâneos	√

Os seguintes instrumentos de coleta de dados foram aplicados: entrevistas semi-estruturadas e pesquisa em documentos organizacionais. Para análise dos dados coletados utilizou-se análise de conteúdo (entrevista e documentos). Utilizou-se o método Condensação de significados com o objetivo de identificar pontos em comum da percepção dos participantes. A Condensação de significados é a abreviação (redução) do texto em declarações mais breves e sucintas. A identificação dos pontos em comum é realizada a partir do resultado das condensações [24].

Assim sendo, o estudo de caso proposto baseou-se nas seguintes etapas:

- a) Identificação das necessidades com relação à alteração de escopo (entrevistas e documentos);
- b) Identificação dos padrões e definições das organizações (entrevistas e documentos);
- c) Seleção dos projetos;
- d) Contagem inicial dos projetos utilizando a APF;
- e) Identificação das fases e dos percentuais subcontratados;
- f) Identificação das fases e percentuais já realizados do trabalho de construção do produto de software (buscando verificar os percentuais de trabalho já realizado e ainda a realizar);
- g) Contagem da mudança, utilizando a proposta de adequação da APF de [25];
- h) Contagem da mudança, utilizando a proposta de adequação da APF dos “três editais”;
- i) Contagem final dos projetos/manutenção com a mudança de escopo (buscando verificar se a contagem final poderia embasar a subcontratação da alteração);

- j) Identificação do que ainda falta remunerar, considerando o já remunerado (com relação ao tamanho do sistema contratado) e o novo tamanho;
- k) Análise dos dados.

5.1 Resultados do estudo de caso e da pesquisa

A seguir, para facilitar o entendimento do trabalho, descrevem-se as etapas do estudo de caso e os resultados obtidos:

- a) Identificação das necessidades – Nesta etapa, o roteiro de perguntas abrangeu questões sobre a dificuldade de identificar e gerenciar a alteração de escopo e como isso é realizado (atores, etapas ou fases). Foram também sanadas as dúvidas decorrentes da análise documental, com relação aos sistemas utilizados na simulação.

Considerando os dados obtidos por meio da pesquisa documental e das entrevistas realizadas identificou-se a necessidade de gerenciar o processo de alteração de escopo, principalmente em um contexto de terceirização de serviços de manutenção e desenvolvimento de software. Há, também, a necessidade de mensurar essa alteração e optou-se, considerando a revisão bibliográfica, por analisar as propostas de alterações de escopo considerando o trabalho de [25] e dos “três editais”.

Justifica-se essa escolha por serem as únicas alternativas encontradas que propõem uma fórmula para mensurar o retrabalho no contexto da alteração de escopo. Tais propostas são mais pontuais do que as propostas [4] e [30], onde são definidos percentuais fixos para remuneração desse tipo de mudança. Entende-se que definir um percentual fixo para a alteração de escopo de vários sistemas ou manutenções pode não refletir corretamente o tamanho dessa tarefa.

Não foram analisadas as propostas [26] e [18], uma vez que não identificam o retrabalho de alteração de escopo, já que seu foco são projetos de melhoria. A outra proposta identificada [16] mensura a alteração executada, considerando a comparação antes e depois, o que não se aplica a este estudo. A pesquisa de [13] parece interessante, mas no contexto de desenvolvimento externo de sistemas, sua aplicabilidade fica prejudicada pois, nem sempre é possível a obtenção de dados de esforço de empresas terceirizadas.

- b) Identificação dos padrões e definições da organização – nesta fase foi constatado que as duas organizações analisadas⁵ utilizam metodologias para desenvolvimento de sistemas: Estruturada, RUP, customização do RUP. Para essas metodologias são utilizados percentuais de esforço por fase do desenvolvimento, de forma a identificar e calcular o esforço subcontratado que pode ser total (quando todo o sistema é subcontratado) ou por fases (quando determinadas fases do sistema são subcontratadas), ou disciplina (uma das organizações possui também percentuais por disciplina).

Foi identificado também que as organizações trabalham com a APF para mensurar novos desenvolvimentos e manutenção, utilizando percentuais de 100% de produtividade para inclusão, 50% de produtividade para alteração e 25% para exclusão de funcionalidades.

- c) Na seleção dos projetos a serem acompanhados foram escolhidos aleatoriamente alguns projetos para serem simulados com relação a solicitações de mudança de escopo. Para este trabalho, foram selecionados inicialmente 05 projetos de desenvolvimento/manutenção das duas organizações e simuladas as solicitações de mudança de escopo, que poderiam ocorrer durante o processo de construção. Nas entrevistas identificou-se a existência de projetos com mais de uma alteração de escopo. Assim sendo, optou-se por simular várias alterações de escopo no mesmo projeto.

⁵ Por motivo de confidencialidade, não foram identificadas as duas organizações que participaram da entrevista. Além disso, os dados dos projetos utilizados foram descaracterizados, sem prejuízo da análise efetuada.

A Tabela 3 apresenta a mensuração, correspondente ao cumprimento das etapas: d) Contagem inicial dos sistemas utilizando APF; g) Contagem da mudança [25]; h) Contagem da mudança (“três editais”); i) Contagem final dos projetos com a mudança de escopo.

Tabela 3. Contagem dos projetos escolhidos

Projeto	Alteração	Contagem inicial em PF	Alteração efetuada em PF	Contagem alteração [25] em PF	Contagem alteração “três editais” em PF	Contagem final do sistema em PF	Difer. Cont. Inicial e final em PF
Projeto 1	1	779	Incluídos=8 Alterados=24 Excluídos=0	18,6	13,02	799	20
	2	799	Incluídos=0 Alterados=69 Excluídos=0	32,08	25,11	814	15
Projeto 2	1	1347	Incluídos=0 Alterados=53 Excluídos=0	24,65	21,39	1354	7
	2	1354	Incluídos=48 Alterados=128 Excluídos=0	32,24	28,95	1420	66
Projeto 3	1	841	Incluídos=4 Alterados=31 Excluídos=0	18,13	17,67	846	5
	2	846	Incluídos=0 Alterados=300 Excluídos=0	139,5	95,32	941	95
Projeto 4	1	1400	Incluídos=0 Alterados=13 Excluídos=0	6,05	6,05	1400	0
	2	1400	Incluídos=0 Alterados=16 Excluídos=0	7,44	7,44	1400	0
Projeto 5	1	205	Incluídos=40 Alterados=29 Excluídos=0	50,68	53,94	238	33
	2	238	Incluídos=7 Alterados=26 Excluídos=0	18,6	18,6	245	7

As etapas e) Identificação das fases e percentuais subcontratados, f) Identificação das fases e percentuais já realizados do trabalho e j) Identificação do que ainda falta remunerar não

foram implementadas uma vez que, visando padronizar a simulação e facilitar comparações e análise, foi considerado que:

- a subcontratação foi total, ou seja, a empresa contratada desenvolveu todas as fases;
 - todos os projetos estudados estavam no final da fase de transição (com todas as funcionalidades entregues, mas não implementadas). Essa decisão foi reforçada, também, pelos resultados das entrevistas que identificaram que alterações na fase de transição ocorrem com relativa frequência.
- k) A Análise dos resultados permitiu a resposta a alguns questionamentos sobre como quantificar o esforço de mudança de escopo em projetos ainda em construção. Foi possível constatar que, a diferença entre o tamanho do sistema inicial e o tamanho do sistema após a alteração, em todos os casos estudados, não reflete a contagem em PF da alteração. Isso pode ser visualizado nas Figuras 2 e 3, que apresentam a contagem da alteração conforme a proposta de [25] e conforme a proposta dos “três editais”, respectivamente.

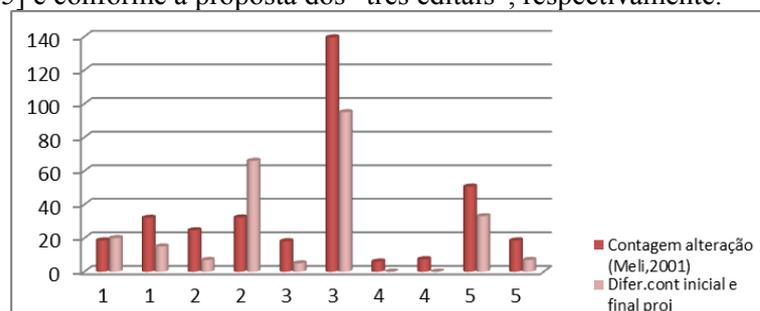


Fig. 2. Contagem da alteração [25] vs diferença entre a contagem inicial e final do projeto

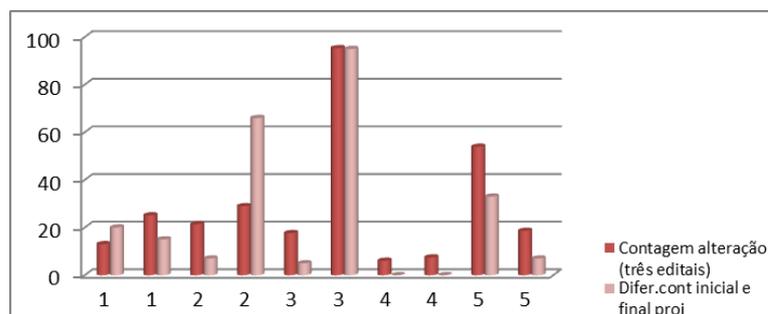


Fig. 3. Contagem da alteração (“três editais”) vs diferença entre a contagem inicial e final do projeto

Existem casos em que a diferença entre a contagem inicial e final do sistema é menor do que a contagem da alteração de escopo. Por exemplo, na proposta de [25], nos projetos 1 (2ª. alteração de escopo), 2 (1ª. alteração de escopo) e 5 (2ª. alteração de escopo). Esse comportamento se repete na proposta dos “três editais”.

Identificaram-se, também, situações em que a diferença entre a contagem inicial e final do sistema é maior do que a contagem da alteração de escopo. Por exemplo, nos projetos 1 (1ª. alteração de escopo), 2 (2ª. alteração de escopo). Esse comportamento se repete na proposta dos “três editais”.

Apresentam-se, ainda, projetos com alterações em que a diferença entre a contagem inicial e final do sistema é 0 PF e, é diferente da contagem da alteração de escopo. Por exemplo, no projeto 4 (1ª. e 2ª. Alteração). Esse comportamento se repete na proposta dos “três editais”.

Comparando-se as fórmulas de [25] e dos “três editais”, observa-se que, em alguns casos, na existência de alterações a maior, o resultado da aplicação da fórmula dos “três editais” pode não representar o quantitativo da alteração. Essa diferença corresponde às funções alteradas (a maior) que na fórmula dos “três editais” não são consideradas (uma vez que se utiliza a contagem anterior).

Esses resultados reforçam a necessidade de não confundir os conceitos de alteração de escopo (remuneração do retrabalho) e a contagem final do sistema, que não deve ser utilizada para remunerar o retrabalho, e sim para identificar o novo tamanho do sistema. Além disso, os resultados ratificam a definição de [23], que classificam as alterações em requirements creep, requirements scrap e requirements churn.

Para validar o estudo de caso elaborado, consideraram-se algumas características que são essenciais para garantir a eficácia e a credibilidade dessa estratégia, segundo [33]:

- Validade do constructo – obtida através de constructos validados por revisão de literatura, utilização de múltiplas fontes, estabelecimento de caminhos de evidência. Nesse estudo fez-se uma ampla revisão de literatura com utilização de múltiplas fontes.
- Validade interna ou credibilidade – a validade e credibilidade é estabelecida utilizando análises e análises cruzadas, assegurando a coerência interna dos achados e utilizando a triangulação como técnica para aumento da credibilidade. Essa triangulação foi possível através da revisão bibliográfica e da coleta das percepções dos participantes da pesquisa.
- Validade externa – garante que o escopo da pesquisa realizada pode ser replicado em casos de estudos aproximados. Envolve descrições sobre caso de estudo, protocolo de intenções de entrevistas e procedimentos para codificação e análise. Os protocolos de pesquisa e instrumentos de coleta estão relacionados na pesquisa.
- Confiabilidade – Habilidade para que outros pesquisadores possam aplicar este Estudo de Caso e encontrar resultados similares. A confiabilidade foi garantida através de registro dos dados coletados para que outros pesquisadores possam seguir o caminho da evidência e replicar em outros contextos. Para análise dos dados coletados das entrevistas foi utilizada a técnica de análise de conteúdo.

A aplicação do estudo de caso possibilitou, ainda, identificar a necessidade de contagens durante o processo de alteração de escopo e finais (após a entrega do sistema), de identificação de percentuais, ou etapas, já executados e ainda a executar.

Assim sendo, e considerando a pesquisa documental, que reforçou a necessidade de gerenciar requisitos e mudanças, sugere-se que o processo de gerenciamento dos requisitos de mudança do RUP seja customizado e que, sejam inseridas as seguintes etapas para a tarefa “definição de esforço”:

- Identificação da Contagem inicial dos sistemas/manutenção utilizando APF ou alguma métrica, que possa considerar, também aspectos não funcionais, itens não mensuráveis etc.;
- Identificação das fases e dos percentuais subcontratados, das fases e percentuais já realizados do trabalho de construção do produto de software (buscando verificar os percentuais de trabalho já realizado e ainda a realizar e, identificar o esforço do retrabalho de artefatos já gerados);
- Contagem da mudança, utilizando a proposta de adequação da APF de [25], ou a adaptação de outra métrica,
- Contagem final dos projetos/manutenção com a mudança de escopo;
- Identificação do que ainda falta remunerar, considerando o quantitativo já remunerado com relação ao tamanho do sistema/manutenção contratado e com relação ao novo tamanho.

6. Conclusão

O objetivo deste trabalho foi propor um modelo para o gerenciamento da alteração de escopo na contratação externa de serviços de desenvolvimento/manutenção de software. Para isso foram analisados os conceitos envolvidos com relação à alteração/modificação de escopo e investigada a necessidade de gerenciar as mudanças.

O gerenciamento da mudança é proposto em vários modelos e/ou propostas PMBOK [27], CMMI[31], ISO/IEC 12207:2008 [19] e tem sido muito difícil quantificar o esforço da subcontratação quando ocorre a mudança durante a construção.

É interessante ressaltar que, a esquematização de uma proposta para o gerenciamento da alteração de escopo na contratação externa de serviços de manutenção e desenvolvimento de software parte do pressuposto da necessidade de gerenciar os requisitos e as mudanças. Assim sendo, sugeriram-se algumas alterações no processo de gerenciamento dos requisitos de mudança do RUP para a tarefa “definição de esforço”, tais como, identificação da contagens iniciais, intermediárias (antes e após a alteração de escopo), bem como a identificação de fases ou percentuais já realizados etc.

Além disso, o trabalho possibilitou identificar e analisar as propostas acadêmicas e de mercado para mensurar esse processo. Identificou-se o pouco quantitativo de estudos e propostas sobre esse assunto. A pesquisa demonstrou que as métricas identificadas não propõem nenhum tipo de adaptação para identificação do tamanho já construído (artefatos ou produtos já gerados) e do retrabalho necessário para adaptação destes produtos. Existem poucas propostas de adaptação de métricas, sendo que, no contexto da APF identificaram-se a proposta de [25] e dos “três editais” ((CAIXA [8], Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome [9] e o do TSE [6]).

Foi realizada análise das duas propostas, através de simulação de 10 alterações e observou-se que os resultados da contagem final dos sistemas analisados não refletem as alterações de escopo efetuadas, ou seja, é necessário realmente tratar a alteração de escopo de forma isolada. É importante diferenciar o tamanho da aplicação final do tamanho do processo de alteração de escopo;

Como trabalhos futuros, sugere-se a aplicação deste estudo a outros projetos, para verificação da aplicabilidade em outros contextos e mesmo adaptação da fórmula, tornando-a mais aderente às necessidades organizacionais.

Referências

- 1 Armstrong, Robert, Adens, Gillian: Managing Software Project Risk. Technical paper.Tasse Limited. Disponível em < www.tassc-solutions.com>.Acesso em<23/06/2011> Mar (2001)
- 2 Benbasat, I., Goldstein, D.K., Mead, M.: The case research strategy in studies of information systems. MIS quarterly, v. 11, n.3, p. 368-386, Set (1987).
- 3 Boehm, B.W., Clark, B., Horowitz, C., Westland, R., Madachy, Selby, R.: Cost Models for Future Software Life-Cycle Processes: COCOMO 2.0. Annals of Software Engineering Special Volume on Software Process and Product Measurement, Vol. No. 1, Pp 45-60 (1995).
- 4 Brasil. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação: Roteiro de Métricas de Software do SISP. Versão 1.0 (2010)
- 5 Brasil. BNDES – Banco nacional do Desenvolvimento Econômico e Social: Concorrência nº 05/2009. Anexo III–Projeto básico: especificações do objeto (2009)
- 6 Brasil. TSE – Tribunal Superior Eleitoral: Edital de licitação TSE nº 70 (2009)
- 7 Brasil. CNPQ - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico: Concorrência Nº 004/2009 (2009).
- 8 Brasil. Caixa Econômica Federal: Anexo I-A, Desenvolvimento e Manutenção IBM e IDMS. Brasília (2008).
- 9 Brasil. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome: Concorrência nº 001/2008, Processo nº 71000.516242/2008-24 (2008).
- 10 Brasília. BRB – Banco de Brasília: Concorrência Dirad/Cplic No. 001/2010. ANEXO I - Projeto Básico (2010)
- 11 Chrissis, Mary Beth, Konrad, Mike, Shrum, Sandy: CMMI – Guidelines for Process Integration and Product Improvement, Addison Wesley (2007)

- 12 Chua, Bee Bee, Verner, June: Examining Requirements Change Rework Effort: A Study. International Journal of Software Engineering & Applications (IJSEA), Vol.1, No.3, July (2010)
- 13 Chua, Bee Bee, Verner, June: Requirements Change Management: Why are current change request forms inadequate?. Proceedings 5th Software Measurement European Forum, Milan (2008)
- 14 Dekkers, Carol, Forselius, Pekka: Increase ICT Project Success with Concrete Scope Management . IEEE, 33rd EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications SEAA (2007)
- 15 Fisher, Joseph W.: Preventing Scope Creep. Affinity IT, LLC (2008)
- 16 German, Daniel M, Hindle, Abram: Measuring fine-grained change in software: towards modification-aware change metrics. 11th IEEE International Software Metrics Symposium (METRICS) (2005)
- 17 Heindl, Matthias, Biffel, Stefan: Requirements Tracing Strategies for Change Impact Analysis and Re-Testing. Institute of Software Technology and Interactive Systems Vienna University of Technology (2006)
- 18 Ifpug, International Function Point Users Group: Manual de Práticas de Contagens de Pontos de Função, versão 4.3.1, Janeiro (2010)
- 19 ISO/IEC 12207. The International Organization for Standardization and the International Electrotechnical Commission: Systems and software engineering – Software life cycle processes. Genève: ISO (2008)
- 20 ISO/IEC 9126-1. The International Organization for Standardization and the International Electrotechnical Commission: Software engineering – Product quality (2001)
- 21 Jones, C.: Software Estimating Rules of Thumb. Relatório Técnico (2007)
- 22 Karner, G.: Use Case Points: resource estimation for Objectory projects. Objective Systems SF AB (copyright owned by Rational/IBM) (1993)
- 23 Kulk, G.P., Verhoef, C. : Quantifying requirements volatility effects. Science of Computer Programming 72 pp. 136–175 (2008)
- 24 Kvale, Steinar: Interviews: an introduction to qualitative research interviewing. California: Sage publications (1996)
- 25 Meli, Roberto: Measuring Change Requests to support effective project management practices. ESCOM Conference (2001)
- 26 NESMA: Early Function Point Counting. Netherlands Software Metrics Association. Disponível em: <<http://www.nesma.nl/section/home/>> Acesso em 20.02.2012.
- 27 PMI - Project Management Institute: A Guide to the Project Management Body of Knowledge. 4a edição, Pennsylvania, USA (2009)
- 28 Rahman, Rasha Abdel.: Why IT Projects Fail. Technical paper. Department of Information Technology. Audit Bureau of Jordan. SD
- 29 RATIONAL SOFTWARE: Rational Unified Process 7.0.1. IBM, 2008. Disponível em <http://www.wthreex.com/rup/>. Acesso em: 20.01.2012
- 30 Robbers, Hans: The FANGs of Scope Creep, White paper (2010)
- 31 SEI - Software Engineering Institute: CMMI (Capability Maturity Model Integration). Disponível em: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi>. Acesso em <01022012> (2010).
- 32 SOFTEX: Melhoria do processo do software brasileiro – MPS.BR. Disponível em <http://www.softex.br/mpsbr/_guias/guias>. Acesso em <01022012> (2011)
- 33 Yin, Robert K. : Estudo de caso: Planejamento e métodos. 2ª. Ed., Porto Alegre: Bookman (2001)
- 34 Fenton, N., Pfleeger, S.: Software metrics a rigorous & practical approach. 2nd. Ed., PWS Publishing Company (1997)