

**“Medição e Estimação de Esforço de Atividades
de Gerência de Configuração de Software”**

Ewerton Rodrigues de Lima

Trabalho Final de Mestrado Profissional em
Computação

“Medição e Estimação de Esforço de Atividades de Gerência de Configuração de Software”

Ewerton Rodrigues de Lima
27/07/2006

Banca Examinadora:

- **Prof. Dr. Mario Jino**
Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação – Unicamp
- **Prof. Dr. Adalberto Nobiato Crespo**
Centro de Pesquisas Renato Archer – CenPRA
- **Prof. Dr. Ricardo da Silva Torres**
Instituto de Computação – Unicamp

“Medição e Estimação de Esforço de Atividades de Gerência de Configuração de Software”

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho Final devidamente corrigido e defendido por Ewerton Rodrigues de Lima e aprovado pela Banca Examinadora

Campinas, 27/07/2006.

Prof. Dr. Mario Jino
(Orientador)

Prof. Dr. Jacques Wainer
(co-orientador)

Trabalho Final apresentado ao Instituto de Computação, UNICAMP, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Computação na área de Engenharia de Computação.

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO IMECC DA UNICAMP**

Bibliotecária: Maria Júlia Milani Rodrigues – CRB8a / 2116

L628m Lima, Ewerton Rodrigues de
Medição e estimação de esforço de atividades de Gerência de
Configuração de Software / -- Campinas, [S.P.: s.n.], 2006.

Orientadores: Mario Jino; Jacques Wainer

Trabalho final (mestrado profissional) - Universidade Estadual de
Campinas, Instituto de Computação.

1. Engenharia de software. 2. Gerenciamento de configurações de
software. 3. Software – Desenvolvimento - Estimativa. I. Jino, Mario. II.
Wainer, Jacques. III. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de
Computação. IV. Título.

Título em inglês: Measurement and estimation of effort of Software Configuration Management activities.

Palavras-chave em inglês (Keywords): 1. Software engineering. 2. Software Configuration Management. 3. Software – Developing – Estimation.

Área de concentração: Engenharia de Computação, Engenharia de Software, Qualidade de Software.

Titulação: Mestre em Engenharia de Computação

Banca examinadora: Prof. Dr. Mario Jino (IC-UNICAMP)
Prof. Dr. Adalberto Nobiato Crespo (CenPRA)
Prof. Dr. Ricardo da Silva Torres (IC-UNICAMP)

Data da defesa: 27/07/2006

Programa de Pós-Graduação: Mestrado Profissional em Engenharia de Computação

© **Ewerton Rodrigues de Lima, 2006.**
Todos os direitos reservados

Agradecimentos

Agradeço a Deus que além de todas as bençãos ainda me deu clareza de pensamento, paz e força para continuar quando era quase impossível seguir a diante.

A minha esposa Leandra pelo companheirismo e dedicação extraordinários, sem os quais esta e muitas outras conquistas não teriam ocorrido. Dedico mais esta conquista a você Leandra.

A minha mãe Maria do Carmo, quem dedicou uma vida ao sucesso dos filhos e a quem devo tudo que sou e o que ainda serei. Que este trabalho honre seu esforço mãe.

A minha Irmã Elilian pelas sugestões e críticas sobre o texto deste trabalho. Obrigado Lila.

A todos os integrantes da equipe de GCS comentada neste trabalho: Carlos Roberto da Silva, Cristiano Godoy, Gabriela Gaseta, Marcelo Gabrielli, Thaís Cia e em especial ao Mauro Ribeiro, que possibilitou a concretização de muitas idéias. Valeu Maurão.

Ao meu amigo Philipe Wegmüller por ter agido no momento certo tornado possível a conclusão deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Arthur João Catho pelo aconselhamento, apoio profissional e acadêmico, no início desta empreitada.

Ao Prof. Dr. Mario Jino, por ter permitido meu crescimento pessoal e acadêmico; pela sua paciência e por ter me ensinado tanto sobre gerência de tempo, disciplina e prioridades.

A Cláudia Regina da Silva, pela “consultoria” sobre a Unicamp e o Instituto de Computação.

Resumo

Este trabalho trata de estimação e medição de esforço necessário para aplicação de Gerência de Configuração de Software (GCS) nos projetos de uma organização específica, com os objetivos de: 1) tornar a equipe de GCS capaz de relatar o esforço mensal dos analistas em atividades de GCS, provendo visibilidade da demanda gerada pelos projetos; 2) estimar o esforço necessário para aplicar GCS em novos projetos, permitindo adequar a força de trabalho à nova demanda.

A abordagem para medição do esforço consistiu em dois passos: 1) identificação das atividades envolvidas na aplicação de GCS para as quais faz sentido registrar esforço; 2) desenvolvimento de uma ferramenta para facilitar o registro de todas as atividades realizadas pela equipe. Os dados acumulados pela ferramenta foram utilizados para acompanhar, analisar e relatar o esforço mensal de cada analista e para identificar os fatores influenciadores de esforço demandado pelos projetos, permitindo a definição de parâmetros e um método de estimação. Para sistematizar o uso desse método outra ferramenta foi desenvolvida; essa última identifica as características dos novos projetos, sua relação com os fatores influenciadores de esforço e estima o número de horas mensais requeridas na aplicação de GCS, com base em dados de esforço de projetos já finalizados.

O método de estimação de esforço foi aplicado em projetos já iniciados, para os quais o consumo mensal de esforço é conhecido e cujos dados não foram considerados na calibração da ferramenta. Os resultados obtidos são satisfatórios e as duas ferramentas são atualmente utilizadas pela organização.

Abstract

This work deals with estimation and measurement of the effort necessary to apply Software Configuration Management (SCM) to a particular organization's projects, aiming to: make the SCM team able to report the monthly effort of analysts in performing SCM activities, providing visibility of the demand generated by the projects; 2) estimate the effort necessary to apply SCM to new projects, enabling to adequate the work force to the new demand.

The approach for effort measurement consisted of two steps: 1) identification of the activities in SCM for which it makes sense to record effort; 2) development of a tool to record all activities performed by SCM team. Data acquired by the tool were used to track, analyze and report the monthly effort of each analyst and to identify the factors which affect the effort required by the projects, enabling definition of parameters and of an estimation method. To systematize this method's usage another tool was developed; it identifies the new project's characteristics, their relationship with the factors which affect the effort and estimates the number of hours required monthly in the application of SCM, based on finished projects data.

The estimation method has been applied to current projects, for which the monthly consumed effort is known and whose data were not used for tool calibration. The obtained results are satisfactory and both tools are currently being used in the organization.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Objetivo	2
1.2	Organização do Trabalho	3
2	GERÊNCIA DE CONFIGURAÇÃO DE SOFTWARE.....	5
2.1	Histórico	5
2.2	Conceituação de GCS.....	7
2.3	Benefícios	10
2.4	Status atual e perspectiva futura.....	12
3	GCS EM UMA ORGANIZAÇÃO PRODUTORA DE SOFTWARE.....	15
3.1	Instituição, Processo e Projetos	15
3.2	Grupo de GCS	16
3.3	Dificuldades e necessidades do grupo de GCS	17
4	MEDIÇÃO E ESTIMAÇÃO DE ESFORÇO: IMPLANTAÇÃO E APLICAÇÃO EM PROJETOS.....	19
4.1	Solução adotada.....	19
4.2	Resultados – Ferramenta de Apontamento.....	34
4.3	Resultados – Ferramenta de Estimativa	40
5	CONCLUSÃO	43
5.1	Síntese e Contribuição.....	43
5.2	Trabalhos Futuros.....	44
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
	APÊNDICE – MAPEAMENTO DO PROCESSO PARA LISTA DE ATIVIDADES, NÍVEIS DE COMPLEXIDADE E ESFORÇO	48

Lista de Figuras

Figura 1: Benefícios de GCS.....	12
Figura 2: Maturidade de GCS relacionada ao desenvolvimento de aplicações	13
Figura 3: Fluxograma do Processo de GCS	21
Figura 4: Lista de Atividades e Sub-atividades.....	22
Figura 5: Camadas e Componentes da Ferramenta de Apontamento	23
Figura 6: Tela de Apontamento (inserção, edição e exclusão de atividades)	24
Figura 7: Interface de Relatórios (exportação de dados para geração de relatórios)	25
Figura 8: Relatório Trimestral de Esforço.....	26
Figura 9: Classificação do Grau de Complexidade das Atividades	27
Figura 10: Agrupamento dos Projetos por Atividade / Perfil de Projetos.....	29
Figura 11: Classificação das Atividades e Complexidade dos Projetos.....	30
Figura 12: Arquitetura da Ferramenta de Estimativas	32
Figura 13: Grupos de Questões para Definição de Perfil de Projeto	33
Figura 14: Tela de Validação de Estimativas.....	34
Figura 15: Volume de Horas Registradas por Mês	35
Figura 16: Relatório de Acompanhamento e Análise de Desvio	37
Figura 17: Justificativa de Aumento de Alocação	37
Figura 18: Melhoria de Desempenho – Ação Preventiva	39
Figura 19: Acompanhamento de Esforço.....	41

Lista de Tabelas

Tabela 1: Fases de Maturidade.....	13
Tabela 2: Resultado da Estimativa de Projetos em Andamento.....	40
Tabela 3: Mapeamento do Processo de GCS para a Lista de Atividade	50

Glossário

ANSI	American National Standards Institute
CAR	Causal Analysis and Resolution
ClearCase	Ferramenta utilizada pelo grupo de desenvolvimento para controlar as versões dos arquivos gerados durante o projeto de software.
CM	Configuration Management
CMM	Capability Maturity Model
CMMI	Capability Maturity Model Integration
DAR	Decision Analysis Resolution
DoD	Department of Defense
EIA	Electronic Industries Association
GC	Gerência de Configuração
GCS	Gerência de Configuração de Software
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
ISM	Integrated Software Management
ISO	International Organization for Standardization
KPA	Key Process Area
MA	Measure and Analysis
MIL	Military
OEI	Organizational Environment for Integration
OPD	Organizational Process Definition
PA	Process Area
PCM	Process Change Management
PMC	Project Monitoring and Control
PP	Project Planning
PPQA	Process and Product Quality Assurance
SCMP	Software Configuration Management Plan
SCCM	Software Configuration and Change Management
SEI	Software Engineering Institute

Introdução

Nos dias atuais, a modernidade dos dispositivos eletrônicos e toda a tecnologia à disposição dos usuários fascina e facilita suas vidas, fazendo com que as mudanças e renovações tecnológicas sejam desejadas e acompanhadas de perto por um número crescente de consumidores. Software tem representado um papel fundamental na dinâmica de desenvolvimento e consumo de novos produtos. As novidades e funcionalidades facilitadoras ou revolucionárias são rapidamente absorvidas, renovam o interesse e aumentam a demanda por produtos que façam a diferença na vida das pessoas. Portanto, o desafio da comunidade de software é atender a parcela que lhe cabe desta demanda, criando sistemas com qualidade a um custo cada vez mais atraente.

Este é um grande desafio, pois a evolução do software fez com que sua produção não mais se restrinja a simples automatizações de rotinas e procedimentos, mas seja um processo inventivo, do qual o produto tem a responsabilidade de promover o sucesso dos negócios, salvar vidas e garantir a segurança do ser humano. Produzir sistemas que cumpram este papel requer o controle do processo produtivo; nesse sentido muitos engenheiros de software afirmam que uma forma efetiva de assegurar a qualidade de produto de software é assegurar a qualidade do processo de desenvolvimento usado ([Kit96], [Pfl93], [Hum89], [Har94]).

Um fator que põe a qualidade do produto em risco são as mudanças. O desenvolvimento de software é regido por freqüentes mudanças e envolve um processo intensivo e complexo; tais mudanças podem levar um projeto ao sucesso ou ao completo fracasso, dependendo da maneira como são gerenciadas. Desta forma, é essencial que o processo de desenvolvimento controle as mudanças e acompanhe a evolução do produto ao longo do seu ciclo de vida evitando defeitos,

erros recorrentes, retrabalho e promovendo a estabilidade do produto. Como descrito por ([IEEE90a], tradução nossa):

“[...] Gerência de Configuração é o processo de identificação e definição de itens no sistema, controle de mudanças destes itens ao longo do ciclo de vida, registrando e relatando o status dos itens e requisições de mudanças e verificando quão completos e corretos estão os itens [...]”

GCS é comumente considerada uma disciplina consumidora de tempo e dinheiro; devido a isso algumas vezes é negligenciada. O *ARLIE software concil* ([SPM98], p.1) afirma que como conseqüências desta negligência as instituições ou projetos que usam inadequadamente ou não fazem uso de GCS podem enfrentar: erros recorrentes, baixa produtividade, instabilidade do produto e caos. Por outro lado, quando corretamente aplicada a GCS cria um ambiente colaborativo de desenvolvimento, facilita a comunicação e impõe uma evolução controlada ao produto. Diante destes benefícios é importante imprimir o esforço necessário para justificar os recursos dirigidos a GCS, evitando que a referida negligência impeça a aplicação adequada da disciplina.

Atividades de suporte ao desenvolvimento de software¹, como é o caso de GCS, desempenham um importante papel no controle e acompanhamento do desenvolvimento do produto. Entretanto, demandam tempo e recursos que precisam ser justificados, especialmente quando equipes especializadas atuam exclusivamente na aplicação destas atividades. Nestes casos, a estimação e a medição de esforço empreendido por estas equipes são fundamentais na justificativa dos investimentos.

1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é tornar a equipe de analistas de GCS da organização produtora de software, alvo deste estudo, habilitada a prover visibilidade do esforço mensal necessário para

¹ Atividades de suporte citadas no texto deste trabalho fazem alusão às PAs de suporte do modelo CMMI-SW: CM, PPQA, MA, DAR, OEI, CAR.

aplicação de GCS aos projetos. Para tornar o esforço visível aos clientes, este trabalho visa prover meios para que o grupo registre, acompanhe e relate o esforço mensal de seus membros.

Outro objetivo deste trabalho é elaboração de um método de estimativas, para ser utilizado em fases iniciais dos projetos, no dimensionamento da demanda por novos projetos, permitindo a verificação da disponibilidade de recurso e mantendo a mão de obra disponível adequada para a demanda de trabalho.

1.2 Organização do Trabalho

Este trabalho está organizado como segue:

- O Capítulo 2 proporciona uma visão panorâmica da disciplina por meio do seu histórico, conceituação, benefícios, status atual e perspectiva futura.
- O Capítulo 3 contextualiza a aplicação de GCS na instituição alvo deste trabalho e apresenta as dificuldades enfrentadas.
- O Capítulo 4 descreve como a medição e estimação de esforço de GCS foi implantada na organização e aplicada aos projetos de software;
- O Capítulo 5 apresenta as conclusões deste trabalho e sugestões de trabalhos futuros.

Gerência de Configuração de Software

O objetivo deste capítulo é prover um breve histórico da disciplina de gerência de configuração de software, sua conceituação, seus benefícios, seu status atual e perspectiva futura.

2.1 Histórico

A concentração de esforços para aumentar a qualidade de equipamentos fabricados pelo homem existe desde que o primeiro invento foi finalizado e planejou-se melhorá-lo. O aumento da complexidade dos processos produtivos e dos produtos em si contribui para dificultar a obtenção da qualidade desejada nos produtos, tornando evidente a necessidade de uma disciplina específica para identificar e controlar a evolução de equipamentos, a Gerência de Configuração (GC).

O desenvolvimento da Gerência de Configuração foi uma iniciativa dos órgãos de defesa dos EUA que, ao final da 2ª guerra mundial, notaram o aumento da complexidade dos equipamentos, a velocidade em que eram substituídos e a dificuldade de acompanhar sua evolução. GC foi criada, como muitas outras técnicas gerenciais, para resolver problemas de má qualidade de sistemas que possuíam software e hardware, visando sanar a carência de controle no desenvolvimento, na identificação, e na evolução de produtos. A demanda por bons produtos de software, inerente à indústria bélica, também já era grande, mas até este ponto GC tratava conjuntamente o desenvolvimento de software e de hardware. Ainda não existiam referências à gerência de configuração de software.

A partir da década de 60, um conjunto de publicações consolidou as técnicas gerenciais criadas pelas forças armadas norte-americanas e mudou o paradigma do gerenciamento de projetos. Os documentos especificamente relacionados com a GC foram publicados por volta de 1968; dentre eles três normas e duas diretivas merecem destaque: MIL STD 480 Engineering Changes, Deviations, and Waivers [MIL68]; MIL STD 482 Standard for Status Accounting [MIL70]; MIL STD 490 Specification Practices [MIL68b]; Directive 5010.19 Configuration Management, Instruction [DoD68]; Directive 5010.21 Configuration Management Implementation Guidance [DoD68b].

Em 1971 a norma MIL STD 483 Configuration Management Practices for Systems, Equipment, Munitions, and Computer Programs [MIL70b] fez a primeira referência a GCS. Esta norma pode ser considerada um marco, pois além de comentar a GCS (Gerência de Configuração de Software) pela primeira vez, já trazia um esboço de um plano de GCS, um documento a ser utilizado no planejamento de como GCS seria aplicada aos projetos de software.

O desenvolvimento de normas específicas para o desenvolvimento de software, por volta de 1985 impulsionou a GCS. Entre as normas deste período podemos citar a norma DoD STD 2167 Defense System Software Development [DoD85] que adicionou aos conceitos de GCS o conceito de *baselines* (configurações base). Deste período em diante, as principais iniciativas de normalizações foram tomadas pelas associações ligadas a universidades e a indústrias, tais como: IEEE, ANSI e EIA.

O IEEE, enfocando a área de engenharia de software, publicou duas normas sobre a elaboração de planos de GCS: IEEE Std 1042-1987 Guide to Software Configuration Management [IEEE87] e IEEE Std 828-1998 Software Configuration Management Plan [IEEE98]. Esta última, principalmente, é bastante adotada no cenário mundial como referência na elaboração de planos de GCS. Finalmente, nos anos 90, o lançamento do modelo de desenvolvimento de software Capability Maturity Model [SEI95], pelo Software Engineering Institute² (SEI), fez larga disseminação da disciplina.

² *Software Engineering Institute* (SEI) é um centro de pesquisa e desenvolvimento mantido pelo departamento de defesa norte-americano e operado pela *Carnegie Mellon University*. Mais informações sobre o SEI estão disponíveis em: <http://www.sei.cmu.edu/about/about.html>.

2.2 Conceituação de GCS

Uma definição de GCS bastante conhecida e utilizada foi instituída pelo modelo de qualidade e melhoria de processo do SEI: “O propósito da gerência de configuração de software é estabelecer e manter a integridade do produto do projeto de software ao longo do ciclo de vida do projeto” ([SEI95], p.180, tradução nossa).

Outra definição ligeiramente diferente e também bastante adotada é a definição do modelo CMMI: “O propósito da gerência de configuração é estabelecer e manter a integridade dos produtos de trabalho usando a identificação de configuração, controle de configuração, relato do status de configuração e auditoria de configuração” ([Chr03], p.157, [Ahe03], p.135, tradução nossa).

A definição do CMMI é similar à definição feita pelo glossário de terminologia para engenharia de software, ANSI/IEEE Std. 610.12-1990 ([IEEE90a], tradução nossa). Esta definição dá ênfase aos aspectos operacionais da GCS ao invés de definir a disciplina apenas pelo seu propósito:

“[...] Gerência de Configuração é o processo de identificação e definição de itens no sistema, controle de mudanças destes itens ao longo do ciclo de vida, registrando e relatando o status dos itens e requisições de mudanças e verificando quão completos e corretos estão os itens [...]”

Uma definição bastante elegante foi feita por Babich ([Bab86], tradução nossa): “a arte de identificar, organizar e controlar as modificações do software que está sendo construído por um grupo de programação. Isso maximiza a produtividade minimizando os enganos”.

GCS ainda é definida pelo padrão do departamento de defesa norte-americano, DoD Mil-Std-973 como:

“[...] uma disciplina que aplica diretivas técnicas e administrativas e inspeções ao longo do ciclo de vida dos itens para:

- Identificar e documentar as características funcionais e físicas dos itens de configuração;
- Controlar as mudanças dos itens de configuração e sua documentação;
- Registrar e relatar as informações necessárias para gerenciar efetivamente os itens de configuração, incluindo o status das mudanças propostas e do status de implementação das mudanças aprovadas.”

Gerência de Configuração de Software é uma disciplina de controle, que objetiva a consistência do produto durante seu desenvolvimento e manutenção. Para isso impõe um desenvolvimento controlado por meio de quatro elementos principais ([Ber79], [Ber80], [Dar92] e [IEEE87]): identificação, controle, relato de status e a auditoria de configuração.

2.2.1 Elementos da GCS

Identificação de configuração: reflete a estrutura do produto pela identificação de seus componentes e seus tipos, tornando-os únicos e acessíveis ao time de desenvolvimento ([Dar91], p.1, tradução nossa). O esquema de configuração inclui: a nomenclatura utilizada na identificação dos itens de configuração; localização de cada item; definição de *baselines* e a forma como os componentes se integram para formar novas versões do sistema. O modelo CMMI [Chr03] descreve item de configuração e *baseline*, respectivamente, desta forma:

- “[...] Uma agregação de produtos de trabalho que são identificados pela gerência de configuração e tratada como uma entidade única pelo processo de gerência de configuração.” ([Chr03], tradução nossa);
- “[...] Um grupo de especificações ou produtos de trabalho que foram formalmente revisados e aprovados.” ([Chr03], tradução nossa).

Controle de configuração: controla a evolução dos itens de configuração previamente aprovados pela gerência de mudanças, realizando a análise, a aprovação ou rejeição das mudanças, estritamente pela utilização de procedimentos pré-definidos. O esquema de controle de mudança inclui: um comitê responsável por executar os procedimentos de gestão (análise,

aprovação ou rejeição) de todas as mudanças e acompanhar a execução das mudanças aprovadas; um conjunto de procedimentos e a documentação das mudanças requisitadas.

Status de configuração: consiste no registro e relato da evolução dos itens de configuração e requisições de mudanças. Este elemento da GCS é responsável por manter informações sobre as *baselines* e as mudanças que alteram os itens de configuração que os compõem. O status de configuração registra as atividades relacionadas com os outros elementos de GCS e permite o rastreamento do histórico de mudanças do sistema. Susan Dart descreve status de configuração como ([Dar91], p.1, tradução nossa): “[...] registrar e relatar o status dos componentes das requisições de mudança, e coletar estatísticas vitais sobre os componentes do produto [...]”.

Auditoria de configuração: mantém a consistência entre os componentes do produto, garantindo que cada um dos outros elementos de GCS estão sendo realizados adequadamente. Utiliza as informações geradas e publicadas pelo status de configuração para verificar quão compatível o produto está frente às *baselines* previamente definidas. Segundo Bersoff ([Ber79], p.16, tradução nossa):

“[...] Auditoria de configuração de software serve a dois propósitos: verificação da configuração e validação da configuração. A verificação garante que o que foi planejado para um *baseline* ou sua atualização realmente atingiu um *baseline* do produto final. A validação garante que a configuração resolve o problema certo (ex.: requisitos de clientes satisfeitos).”

GCS atende necessidades diferentes como uma disciplina gerencial e como uma disciplina de desenvolvimento ([Con98], [IEEE87]):

1. Como disciplina gerencial GCS identifica os componentes do sistema e suas versões, estabilizando a evolução dos produtos de software em pontos chave do desenvolvimento. Depois controla as mudanças inseridas no sistema, estritamente por meio de procedimentos pré-definidos, registra e relata o status dos componentes e suas mudanças. Também são executadas auditorias e verificações para garantir a evolução consistente do produto. Esta visão é bem discutida por Bersoff [Ber80] e na IEEE Std. 1042-19987 [IEEE87].

2. Como disciplina de desenvolvimento a GCS provê aos seus usuários meios pelos quais realizar mudanças de forma coordenada e estruturada, registrando precisamente a composição do produto enquanto este evolui entre revisões e variações; esta visão é muito bem apresentada por Babich [Bab86]. Neste aspecto, GCS ainda garante a consistência entre componentes interdependentes, permite que sejam integrados para gerar uma nova configuração do produto ou ainda que configurações previamente criadas sejam reconstruídas.

2.3 Benefícios

A disciplina de GCS teve sua importância e seu sucesso largamente reconhecido por vários autores ([Boe83], [Kas02], [Est02]) e pelo SEI [SEI95], que apontam a disciplina como princípio básico da engenharia de software e como solução para problemas de custo e prazo de projetos de desenvolvimento de software. O SEI determinou no modelo CMMI os níveis de maturidade para classificar os processos de desenvolvimento, apontando GCS como um elemento chave para que um processo tenha o nível mínimo de maturidade (Nível 2 de maturidade – gerenciado³).

De acordo com o Airlie Software Concil [SPM98] projetos que fazem uso de GCS podem alcançar enormes benefícios, aumentar sua produtividade pela diminuição substancial de retrabalho, promover visibilidade dos defeitos que estão sendo resolvidos e das mudanças já incorporadas ao produto; isso permite a previsão de atrasos de *releases* (entregas formais do produto ao cliente) e um planejamento mais realístico.

O Airlie Software Concil ainda atribui a GCS a capacidade de: “possibilitar que um grande time de desenvolvimento trabalhe de forma integrada e controlada, preservando a

³ Os níveis de maturidade propostos pelo modelo CMMI-SW [Chr03], em sua representação por estágios, são: 1 – Inicial; 2 – Gerenciado; 3 – Definido; 4 – Gerenciado Quantitativamente; 5 – Em otimização.

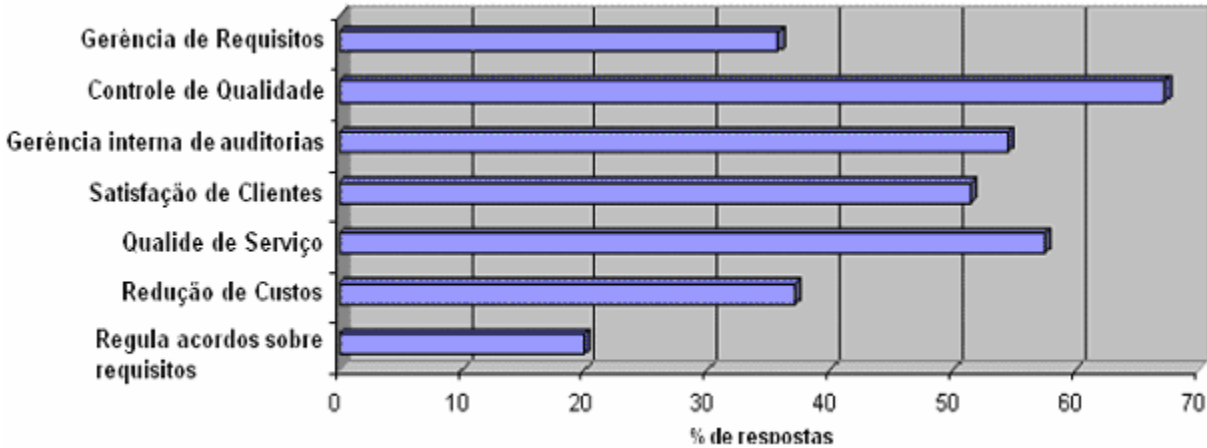
flexibilidade necessária para que as pessoas desempenhem um trabalho criativo” [SPM98]. Susan Dart compartilha esta opinião quando conclui seu trabalho sobre automação e ambiente de GCS, dizendo: “A capacidade de GCS é a base de qualquer ambiente de desenvolvimento de software. Um bom suporte de GCS cria um bom ambiente. Um suporte ruim de GCS inutiliza um ambiente” [Dar92].

GCS ainda é apontada por Kasser [Kas02] e Boehm [Boe83] como uma disciplina que tem participação essencial no controle de custo e cronograma de projetos, pois agrega estabilidade ao produto, evitando consumo de tempo, retrabalho e demanda exagerada de dedicação da equipe para cumprir os prazos. O controle do cronograma é atribuído à visibilidade que a disciplina provê do status real do sistema em relação ao planejado.

Mensurar precisamente os resultados de GCS não é simples, pois a disciplina é normalmente adotada em conjunto com outras; por exemplo, disciplinas de planejamento e acompanhamento de projetos – SPP e PMC⁴ – às quais GCS se integra e contribui de forma conjunta para bons resultados. A aplicação isolada de GCS permitiria identificar seus resultados, mas não são muitos os relatos de tais resultados, é comum não apresentarem dados precisos, expressos em números e quando o fazem apresentam resultados positivos, mas consideram um número pouco expressivo de instituições pesquisadas.

A publicação do *Information Management and Modelling research Group* (IMMRS) [IMM98] pesquisou os resultados de GCS entre 600 membros do *British Computer Society Configuration Management Specialist Group* (BCS CMSG) e obteve 73 respostas. Os participantes da pesquisa foram questionados sobre os benefícios derivados da aplicação de GCS em suas organizações. A Figura 1 mostra os benefícios mais frequentemente obtidos pelas organizações. Entretanto, quando questionados sobre o ganho financeiro obtido pelo uso de GCS, 84,1% dos participantes responderam que não conheciam esta informação.

⁴ PP – Project Planning e PMC – Project Management and Control são duas PAs do modelo CMMI-SW [Chr03].



Fonte: <http://www.lsbu.ac.uk/image/CMSG/cmreport.htm>

Figura 1: Benefícios de GCS

2.4 Status atual e perspectiva futura

Apesar de GCS ser uma disciplina bem definida, estudada por pesquisadores e utilizada há várias décadas, sua aplicação efetiva, de forma integrada ao negócio das organizações não atingiu a maturidade, de acordo com a Gartner [GAR05]. Essa publicação da Gartner abrange tendências de tecnologias relacionadas ao desenvolvimento de aplicações. O status de cada tecnologia, assunto ou disciplina analisada é disposto em um gráfico (Figura 2) que relaciona sua visibilidade no mercado e as fases pelas quais passa para atingir a maturidade.

No gráfico mostrado na Figura 2, a identificação das outras tecnologias foram suprimidas, apenas a GCS (SCCM) foi mantida. As fases de maturação, refletem quão estabelecido está o uso da tecnologia na prática; esta análise intenta demonstrar que quanto mais madura a tecnologia, mais claro é o entendimento do mercado sobre seus benefícios, ferramentas e metodologias. A Tabela 1 apresenta o entendimento que os usuários ou organizações têm sobre a tecnologia em cada fase de maturação. Apesar da disciplina de GCS apresentar características mais relacionadas com a descrição da fase “Platô de produtividade”, a Gartner alega que GCS está na fase da “curva de visibilidade” e aponta o despreparo dos usuários em conseguir extrair benefícios da aplicação como justificativa para esta classificação.

Desta forma, de acordo com a Gartner [GAR05], GCS está bem documentada, existem ferramentas prontas para serem adquiridas e suportar sua implantação, as organizações conhecem e reconhecem sua aplicabilidade, mas devido ao despreparo dos usuários GCS (SCCM) demandará um tempo entre dois e cinco anos para alcançar o platô.

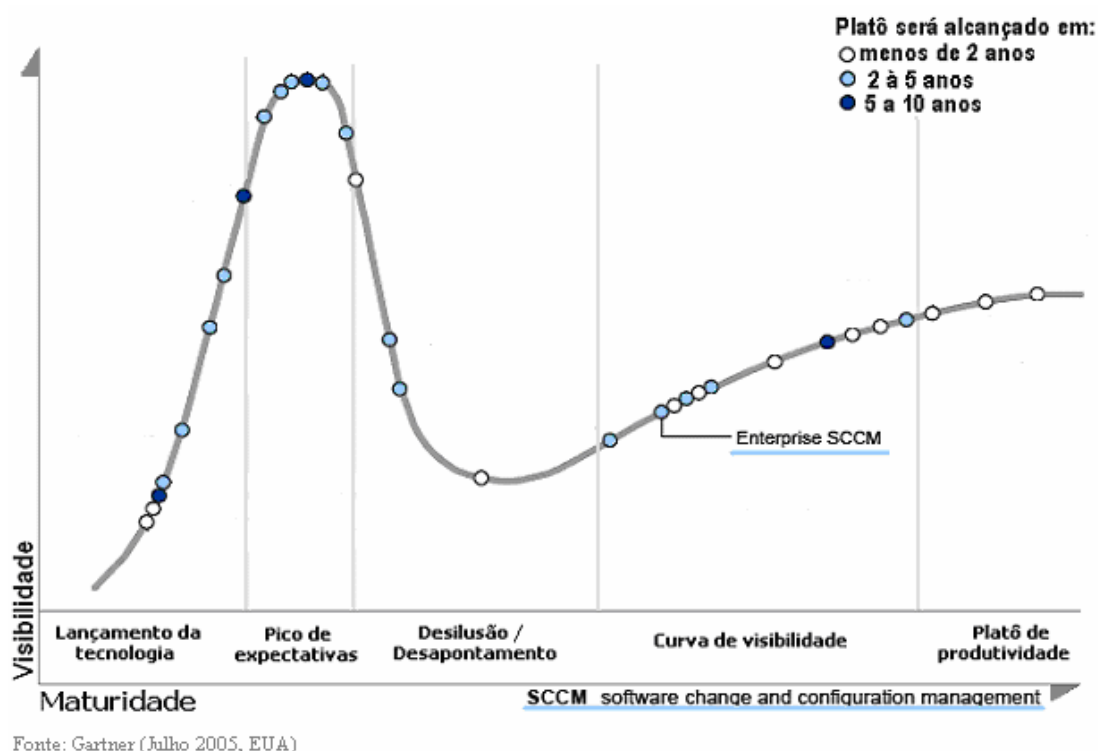


Figura 2: Maturidade de GCS relacionada ao desenvolvimento de aplicações

Tabela 1: Fases de Maturidade

FASE	DEFINIÇÃO
Lançamento da tecnologia	Demonstração pública, lançamento do produto ou outro evento que gere publicações significativas e interesse do mercado.
Pico de expectativas	Durante esta fase há muito entusiasmo e projeções irreais sobre a tecnologia, que é muito discutida, o assunto é debatido à exaustão, mas apenas a mídia lucra com a tecnologia até o momento.
Desilusão/ Desapontamento	Devido ao fato da tecnologia não atender as expectativas exageradas a tecnologia se torna desinteressante para a maioria das empresas e para a mídia, a não ser por algumas fontes mais cautelosas.
Curva de visibilidade	Experimentações e trabalho sério disseminam a tecnologia entre organizações líderes de mercado, levando ao entendimento das possibilidades de aplicação, seus riscos e benefícios. Metodologias passam a considerar o assunto e ferramentas comerciais são disponibilidades para facilitar sua utilização.

Platô de produtividade	Os benefícios reais da tecnologia estão demonstrados e aceitos. Ferramentas e metodologias estão cada vez mais estáveis em sua segunda ou terceira geração. Tecnologias que estão no platô podem ser largamente aplicadas ou utilizadas por apenas um nicho de mercado, dependendo da tecnologia.
------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: [GAR05], tradução nossa.

GCS em uma Organização Produtora de Software

Neste capítulo descrevemos os problemas relativos à inserção de GCS no modelo de negócios de uma organização produtora de software. Inicialmente descrevemos o cenário - formado pela instituição, processo, projetos e grupo de GCS - onde ocorreram os problemas. Em seguida, descrevemos as dificuldades enfrentadas e a conclusão sobre as necessidades do grupo para superá-las.

3.1 Instituição, Processo e Projetos

A organização alvo deste trabalho é uma instituição de pesquisa e desenvolvimento sem fins lucrativos cuja atividade principal é o desenvolvimento de software. A motivação da organização em utilizar o modelo CMMI, e por consequência a disciplina de GCS, é atender condições impostas por grandes contratantes para manter ou aumentar o volume de negócios. Desta forma, GCS está diretamente ligada à estratégia da instituição.

O processo de GCS da instituição é bem sucedido tecnicamente, tendo apresentado excelentes resultados em auditorias e avaliações formais da norma ISO9001:2000 e dos modelos SW-CMM e CMMI-SW, obtendo, respectivamente, níveis dois e três de maturidade. Atualmente o processo atende um conjunto misto de projetos e clientes, que varia entre pequenos projetos patrocinados pela própria organização e grandes projetos, contratados por empresas globais.

Os projetos executados pela instituição são classificados pelo seu tamanho em:

- Pequenos: patrocinados pela própria instituição, com equipe formada por até cinco membros e com duração de até seis meses.

- Médios: contratados por clientes exclusivamente nacionais, com equipe de desenvolvimento variando entre cinco e dez membros, duração de até um ano.
- Grandes: contratados por grandes transnacionais, equipe com mais de dez integrantes, com duração mínima de um ano.

3.2 Grupo de GCS

O grupo é responsável pela aplicação de GCS nos projetos por meio do processo da instituição. Os integrantes do grupo são dedicados exclusivamente à realização de atividades de GCS, mas são compartilhados entre vários projetos.

As atribuições dos analistas nos projetos envolvem:

- Administrar o ambiente computacional e as ferramentas utilizadas na aplicação do processo;
- Planejar a aplicação de GCS, documentar o planejamento e mantê-lo atualizado durante o projeto, fazendo ajustes sempre que necessário;
- Treinar a equipe de desenvolvimento para utilizar as ferramentas e executar as atividades de GCS atribuídas aos seus integrantes;
- Sanar dúvidas do grupo de desenvolvimento sobre as práticas e ferramentas utilizadas na aplicação do processo;
- Executar a construção do produto, quando requisitado, para realização de testes ou entregas de versões finais dos produtos aos clientes.

O grupo de GCS é responsável por estabelecer e verificar a consistência do produto, durante seu desenvolvimento; por ser hierarquicamente independente do grupo de desenvolvimento tem autonomia para, em última instância, impedir a entrega do produto desenvolvido.

A adequação da mão de obra à demanda por GCS faz-se especialmente importante devido ao modelo apresentado acima, pois as atividades de GCS são colocadas no caminho crítico do

processo produtivo da instituição tornando essencial a disponibilidade de recurso para executar as entregas de software, evitando o descumprimento de datas previamente acordadas.

3.3 Dificuldades e necessidades do grupo de GCS

A inabilidade do grupo em estimar, acompanhar e relatar o esforço dedicado à aplicação de GCS impedia a consolidação da disciplina como parte do modelo de negócios da instituição; este impedimento ocorria porque um requisito importante, imposto pelos contratantes, não era atendido: controlar e prover visibilidade do esforço mensal empreendido em atividades de GCS.

Portanto, as dificuldades do grupo diziam respeito ao seu despreparo em justificar os recursos humanos designados à execução do processo de GCS da organização, pois apesar dos excelentes resultados técnicos apresentados pelo processo, o esforço requerido para executá-lo era questionado pelos contratantes.

O despreparo do grupo em justificar a necessidade de recursos humanos se tornava crítico para a operação na medida em que a carência de estimativas causava descompasso entre a força de trabalho disponível e a demanda dos projetos; conseqüentemente era necessário renegociar os recursos. Por sua vez, os clientes contestavam a necessidade de novos recursos devido à falta de visibilidade do esforço versus a demanda.

Diante deste quadro, conclui-se que o grupo de GCS carecia de um método de estimativa para avaliar a demanda de esforço antes do início da execução dos projetos; desenvolver a habilidade de registrar e relatar detalhadamente as atividades realizadas pelos analistas de GCS. O método de estimativa atenderia a questão de adequação da mão de obra à demanda de trabalho e o registro das atividades garantiria a visibilidade do esforço utilizado na aplicação de GCS.

Medição e Estimação de Esforço: Implantação e Aplicação em Projetos

Neste capítulo descrevemos a solução adotada para tornar visível aos clientes o esforço demandado na realização de atividades de GCS e para estimar esse esforço para novos projetos. Além disso, descrevemos as ferramentas que dão suporte a solução e os resultados obtidos pela aplicação da solução.

4.1 Solução adotada

A solução adotada consistiu em registrar todas as atividades realizadas e o esforço dedicado à sua realização; elucidar quais fatores e como eles influenciam o esforço, criar um método e uma ferramenta de estimativas. Estas medidas permitiram acompanhar, relatar e estimar o esforço dedicado à GCS. As Subseções 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4 apresentam a maneira como a solução foi colocada em prática.

4.1.1 Registro de atividades e esforço

Registrar o esforço dedicado a cada atividade permite acompanhar e contabilizar o esforço consumido por cada projeto, provendo a visibilidade adequada do esforço de cada analista na aplicação de GCS. Colocar esta parte da solução em prática envolveu:

- Uma análise do processo de GCS - documentado pela instituição e que descreve os detalhes de como GCS é aplicada - o objetivo desta análise foi agrupar todas as

atividades do processo em módulos de atividades e sub-atividades, para as quais fizesse sentido acompanhar esforço;

- O desenvolvimento de uma ferramenta, nomeada Apontamento, para garantir a consistência dos dados registrados e facilitar o registro das atividades, evitando que o próprio apontamento das atividades se torne uma atividade consumidora de tempo.
- A padronização da maneira como os analistas registram as atividades realizadas na ferramenta, apenas as atividades e sub-atividades contidas em uma lista pré-definida na ferramenta poderiam ser registradas pelos analistas. Esta padronização é importante, pois a mesma atividade realizadas por analistas diferentes, em projetos diferentes, deve ser registradas da mesma forma na ferramenta, evitando desvios no cálculo do esforço dedicado a cada atividade e projeto.

A análise do processo de GCS da instituição foi realizada com base na Figura 3. Este fluxograma é a representação gráfica da seqüência de atividades que os analistas de GCS executam nos projetos de software da organização. As atividades de GCS são iniciadas na fase de planejamento do projeto, são intensificadas durante a execução e se estendem até a fase de encerramento do projeto. Cada atividade mostrada no fluxograma possui uma descrição detalhada de como deve ser realizada, de quais são os requisitos para sua execução, produtos gerados pela atividade e requisitos de saída para a próxima atividade.

O processo de GCS ilustrado pela Figura 3 é composto por atividades que instituem a prática dos elementos de GCS e por práticas que objetivam atender o modelo CMMI-SW. As caixas enumeradas de um a quatro na Figura 3 representam, respectivamente, os elementos da GCS – identificação de configuração, controle de configuração, status de configuração e auditoria de configuração. As outras caixas representam atividades complementares, que atendem as práticas do modelo CMMI e auxiliam a aplicação de GCS nos projetos.

Todas as estas atividades do processo de GCS foram transcritas para uma lista de atividades e sub-atividades, que mapeia toda a operação envolvida na execução do processo de GCS. A Figura 4 mostra a lista para a qual o processo foi transcrito e que é utilizada pela ferramenta “Apontamento”.

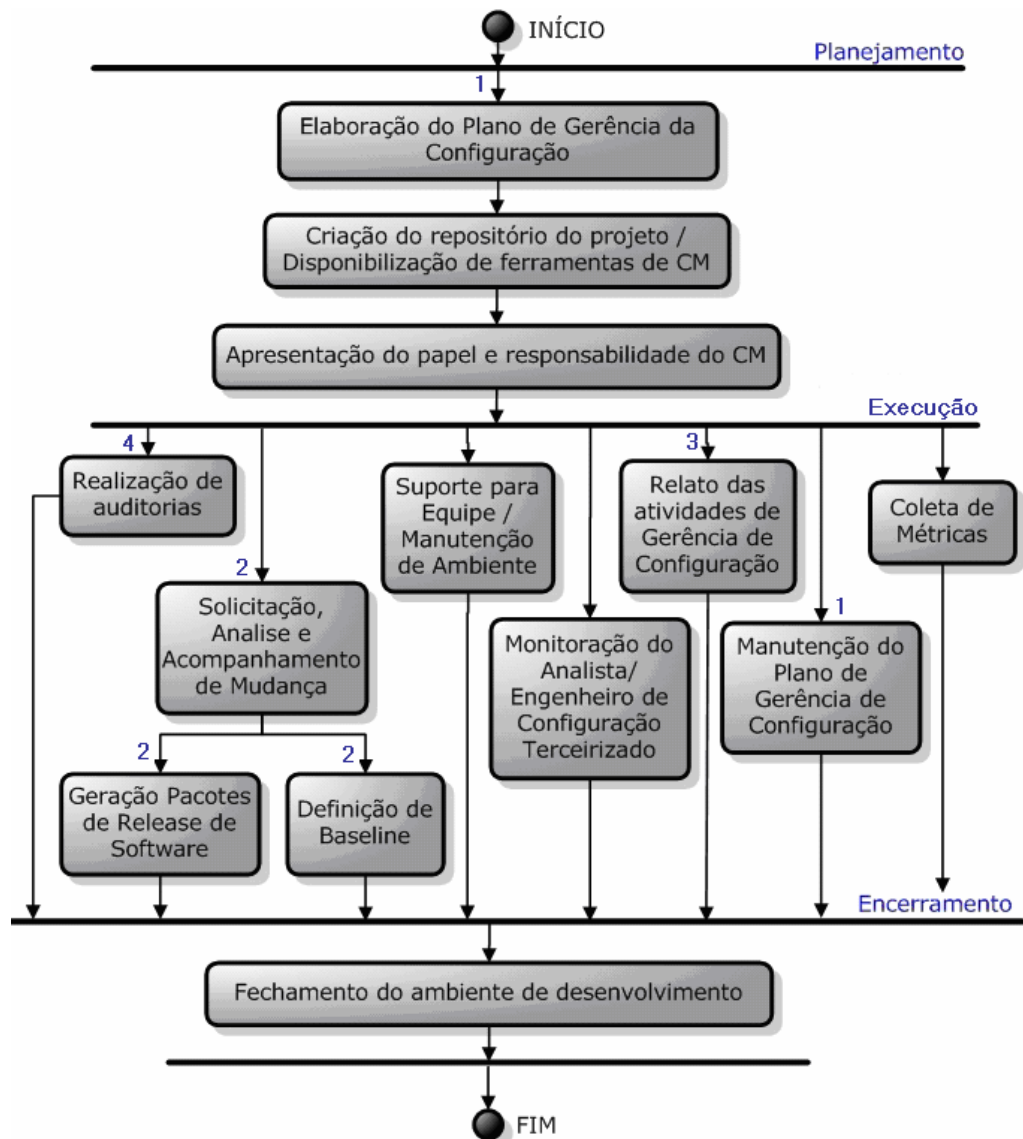


Figura 3: Fluxograma do Processo de GCS

Os objetivos da lista de atividades e sub-atividades ilustrada na Figura 4 são: cobrir todas as atividades realizadas pelos analistas ao executar o processo de GCS; servir para os analistas classificarem as atividades realizadas da mesma forma e promover o entendimento comum sobre como as atividades envolvidas na execução do processo são agrupadas para que o esforço seja acompanhado.

Planejamento	Ambiente
Identificação de requisitos de GCS	Manutenção de página de SCM
Definição de práticas de GCS	Manutenção de banco de dados
Elaboração de documentação	Manutenção ClearQuest
Retrabalho de documentação	Problemas ClearCase
Obtenção de aprovação	Problemas ClearQuest
Manutenção de documentação	Problemas ClearCase VOB
	Problemas ClearCase View
	Criação de VOB de projeto
Releases	Treinamento/Capacitação
Verificação controle de versão	Capacitação própria
Verificação controle de mudanças	PROVITA
Integração de código fonte	Práticas/políticas de SCM
Elaboração de notas de entrega	ClearCase
Atualização de lista de verificação	ClearQuest
Sessão de aceitação de entrega	DDTS
Suporte	Auditorias
Dúvidas sobre o processo de GCS	Auditoria de Baseline
Práticas/Políticas de GCS	Auditoria de contratante
Dúvidas ClearCase	Elaboração de plano de ação
Dúvidas views/config spec	Plano de ação (Exec. Acomp.)
Dúvidas ClearQuest/DDTS	Auditoria de GCS
Dúvidas outras ferramentas	Auditoria sobre terceirizado
Reuniões	Métricas
Preparação de material	Coleta de métrica
Preparação de atas de CCM	Análise de métrica
Reunião geral do Instituto	Apresentação de métricas
Reunião DT	Elaboração de plano de ação
Reunião status	Melhorias
Marco selecionado	Processo de desenvolvimento
Reunião de CCM	Processo de GCS
Reunião de Kickoff	Automação de práticas de GCS
Reunião de revisão de documentos	
Reunião implantação CMM	
Reunião status do grupo de SCM	

Figura 4: Lista de Atividades e Sub-atividades

A ferramenta é composta por três camadas: interface, camada de negócio e camada de persistência. A Figura 5 ilustra as três camadas e seus componentes.

A interface é formada pelas telas de apontamento e de relatório. A primeira é utilizada pelos usuários na inserção, edição e exclusão de registros. A segunda é utilizada para extração de dados do banco. O objetivo da interface é facilitar a inserção de dados, permitindo que os analistas de GCS registrem todas as atividades realizadas, garantindo a fidelidade dos relatórios e consumindo apenas alguns minutos diários para isso.

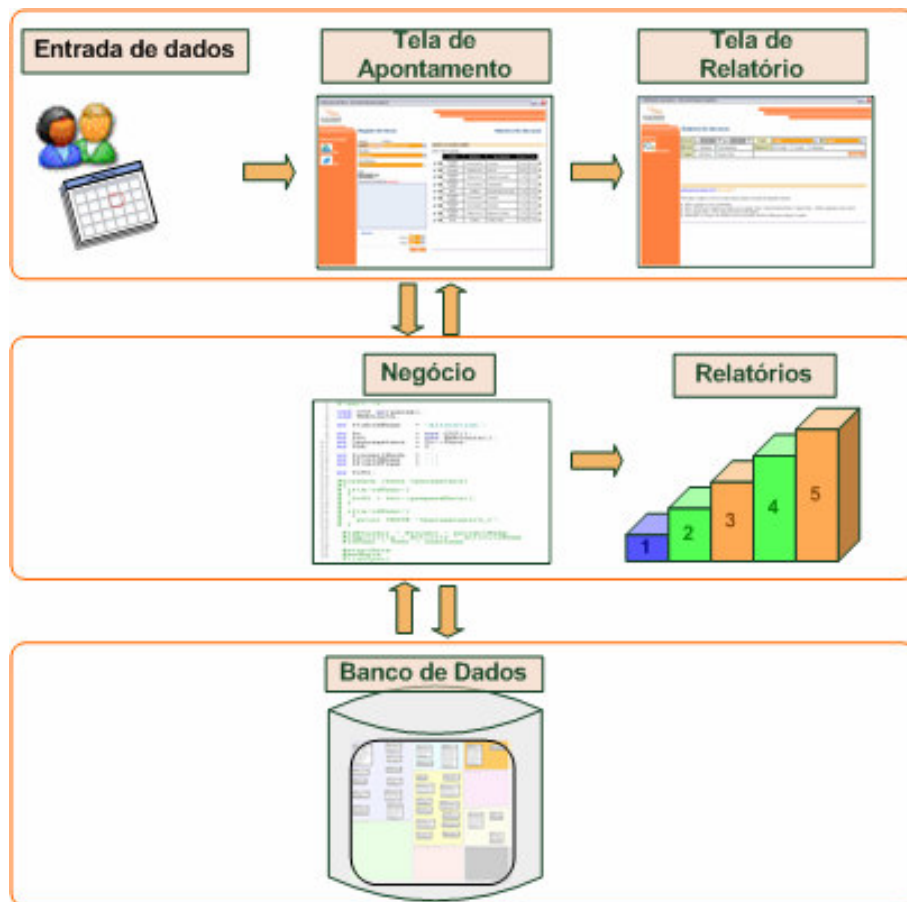


Figura 5: Camadas e Componentes da Ferramenta de Apontamento

A Figura 6 mostra a tela de apontamento; à esquerda da tela está o formulário para inserção de dados e à direita o histórico de alocação do dia corrente. Este histórico mostra os projetos para o qual cada atividade e sub-atividade foi desempenhada, bem como seus respectivos horários de início e fim.

As informações requeridas para inserção de novos registros são: identificação do integrante do grupo (automático); identificação do projeto para o qual a atividade foi executada; seleção da atividade e sub-atividade executada; data de execução, horário de início e de fim da atividade. A duração da atividade é automaticamente calculada antes do armazenamento no banco de dados. As validações realizadas garantem a consistência dos valores de início e fim e impedem que duas atividades sejam registradas com o mesmo horário de início e fim, em um mesmo dia.

Projeto	Atividade	Sub-atividade	Início	Fim
Amazonas	Planejamento	SCMP: Elaboração	09:00	09:30
Iporanga	Reunião	Kick-off	09:30	11:00
Eufrates	Planejamento	SCMP: Elaboração	11:00	11:15
Amazonas	Ambiente	Problemas VOB	11:15	11:30
Bonito	Auditoria	Executar Plano de Ação	11:30	11:45
Eufrates	Métricas	Coleta	11:45	12:00
Eufrates	Métricas	Coleta	13:30	13:45
Amazonas	Ambiente	Problemas VOB	13:45	16:00
Bonito	Auditoria	Auditar Projeto	16:00	17:00

Figura 6: Tela de Apontamento (inserção, edição e exclusão de atividades)

A Figura 7 mostra a tela de extração de dados. A ferramenta de apontamento não gera gráficos ou cria os relatórios; ao invés disso, disponibiliza esta interface para facilitar a extração dos registros armazenados no banco. Os parâmetros disponibilizados na interface para filtrar os dados a serem extraídos são: o escopo (período, projetos e usuários), o formato do arquivo de saída, o nível de detalhamento (atividade, sub-atividade) e agrupamento dos dados (por projeto, usuário ou atividade). O formato do arquivo de saída do relatório pode ser texto simples ou ter os valores separados por vírgula (*comma separated value* - arquivos .csv).

Os arquivos “.csv” podem ser utilizados por ferramentas comerciais na geração de relatórios. Uma opção simples e totalmente satisfatória é o Microsoft Excel; utilizando-se a funcionalidade de tabelas e gráficos dinâmicos é possível visualizar e analisar os dados em forma de tabela ou gráficos, alterando seu conteúdo e aparência para enfatizar informações relevantes.

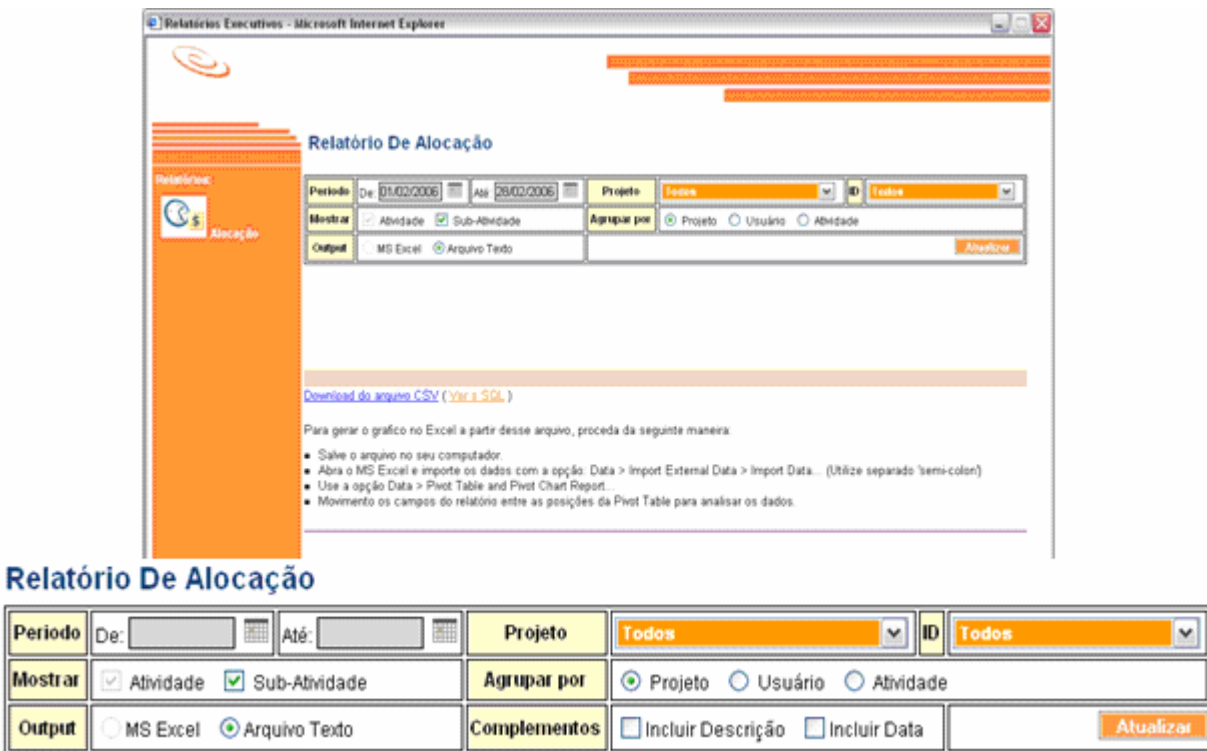


Figura 7: Interface de Relatórios (exportação de dados para geração de relatórios)

A Figura 8 mostra um exemplo de relatório de esforço gerado a partir dos dados extraídos da ferramenta, no formato “.csv”. Este é um relatório consolidado que compreende o esforço empreendido por cinco analistas em vinte projetos de um mesmo contratante, durante o período de três meses. O objetivo deste demonstrativo é mostrar qual foi a parcela de tempo consumida⁵ em cada atividade realizada pelo grupo no período.

⁵ O relatório considera apenas as horas úteis, ou seja, horas produtivas, realmente trabalhadas pelos analistas de GCS. Horas não produtivas não estão contabilizadas no relatório.

Atividade	SubAtividade	Horas	% Tempo Total
Reunião			
	Controle de Mudanças (CCB)	99	4,63%
	Reunião com o Cliente	97	4,56%
	Status Periodico	80	3,74%
	Sub-Total	373	17,50%
Suporte			
	Ferramentas: Controle de Versão	130	6,10%
	Processo do Cliente	88	4,11%
	Ferramentas: Controle de Mudança	55	2,56%
	Sub-Total	334	15,67%
Release			
	Verificações	102	4,76%
	Gerar Pacote Oficial	81	3,77%
	Executar merge de código	77	3,62%
	Sub-Total	320	15,00%
Melhorias			
	Scripts: Ambiente/Ferramentas de CM	76	3,54%
	Sistemas	61	2,86%
	Scripts: Automação de builds	41	1,91%
	Sub-Total	254	11,89%
Compensação			
	Férias	115	5,39%
	Compensação de Horas	94	4,42%
	Sub-Total	209	9,81%
	Política de CM	132	6,19%
	Plano de CM	105	4,94%
	Organização Pessoal	81	3,81%
	Relatórios e Apresentações	72	3,35%
	Capacitação	68	3,19%
	Ambiente	65	3,05%
	Apontamento	56	2,62%
	Auditoria	55	2,57%
	Contr. Mudança	9	0,41%
	Total	2134	100%

Figura 8: Relatório Trimestral de Esforço

4.1.2 Fatores influenciadores de esforço

Os fatores identificados como influenciadores do esforço de GCS são: a complexidade do projeto, o tamanho do time e a frequência dos *releases*. O primeiro é definido pela complexidade de execução das seguintes atividades: planejamento, realização de auditorias, coleta de métricas, treinamento de equipe, reuniões de acompanhamento, *release* e melhoria do processo. O segundo refere-se ao número de integrantes da equipe de desenvolvimento e o terceiro é um fator multiplicador utilizado na estimação do esforço para execução dos *releases* do projeto.

A elucidação dos fatores e da proporção em que influenciam o esforço demandado pelos projetos, foi feita pelo cruzamento de dados obtidos de entrevistas com os analistas e análises sobre o conjunto dos dados acumulados pela ferramenta Apontamento⁶. Desta forma, foram definidos os parâmetros a serem utilizados para estimar o esforço demandado pelos projetos.

As entrevistas com os analistas identificaram que a forma de execução das atividades foi especializada para atender os três tamanhos de projetos com que a organização trabalha (pequeno, médio e grande). Deste modo, as atividades atendem adequadamente às necessidades dos projetos e respeitam as determinações do processo; conseqüentemente o esforço demandado por cada maneira de execução varia. Adicionalmente, identificou-se que um projeto pode ser atendido por modalidades de complexidades diferentes para cada atividade, independentemente do seu tamanho.

O resultado das entrevistas foi a classificação do grau de complexidade (baixo, médio ou alto) envolvido na realização de cada atividade, em cada projeto. A Figura 9 ilustra a tabela resultante das entrevistas; os projetos estão dispostos nas colunas da tabela, representados pela letra “P” seguida por um número; a complexidade de cada atividade, em cada projeto é mostrada nas linhas da tabela.

	P1	P2	P3	P4	P6	P7	...	P43
Ambiente	Médio	Baixo	Alto	Alto	Baixo	Alto		Médio
Auditorias	Alto	Médio	Alto	Médio	Alto	Baixo		Médio
Treinamento	Médio	Alto	Médio	Médio	Médio	Médio		Baixo
Melhorias	Alto	Médio	Médio	Baixo	Baixo	Baixo		Médio
Métricas	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Baixo	Alto	...	Médio
Planejamento	Baixo	Baixo	Alto	Baixo	Baixo	Alto		Médio
Releases	Alto	Baixo	Alto	Alto	Médio	Alto		Baixo
Reuniões	Alto	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio		Médio

Figura 9: Classificação do Grau de Complexidade das Atividades

⁶ Análise realizada sobre os dados acumulados pela ferramenta Apontamento considerou os mesmos dados descritos na Seção 4.2.

O próximo passo na definição dos parâmetros de estimativa foi realizar uma análise dos dados acumulados pela ferramenta, com o objetivo de verificar se existe relação direta entre o grau de complexidade envolvido na realização da atividade e o tempo consumido em sua execução e se esta relação se repete para todas as atividades, em todos os projetos.

Para verificar estes dados calculou-se o tempo médio que cada projeto havia dedicado a cada atividade, durante toda sua duração. Em seguida utilizou-se um gráfico ilustrado pela Figura 10, para verificar se os projetos se agrupavam em função do tempo consumido pelas atividades em sua execução. Por meio desta análise foi possível verificar que as observações do grupo sobre os fatores que influenciam o esforço de GCS procedem.

A Figura 10 mostra a disposição dos projetos em função do esforço (expresso em média mensal de horas) demandado na execução da atividade “Planejamento”. Cada um dos quarenta e três projetos considerados na análise está representado no gráfico. Os pontos de cores diferentes indicam o tamanho do projeto (pequeno = verde, médio = azul, grande = laranja). É possível observar na Figura 10 que o tempo consumido na execução da atividade não depende do tamanho do projeto, mas sim do grau de complexidade envolvido na execução da atividade, pois existem projetos de tamanhos distintos que consomem a mesma quantidade de tempo para realizar a atividade “Planejamento”.

Esta análise foi repetida para cada atividade e os padrões se repetiram em todos os casos. As atividades suporte e *releases* foram analisadas de forma ligeiramente diferente, colocando-se no gráfico o tempo consumido na execução de cada ocorrência da atividade, ao invés do tempo médio dedicado a atividade durante toda duração do projeto; contudo, as duas atividades apresentaram os mesmos padrões das outras. A diferença na abordagem da análise deve-se ao fato do esforço requerido na execução destas atividades ser influenciado, respectivamente, pelo número de integrantes do time e a frequência em que os *releases* ocorrem.

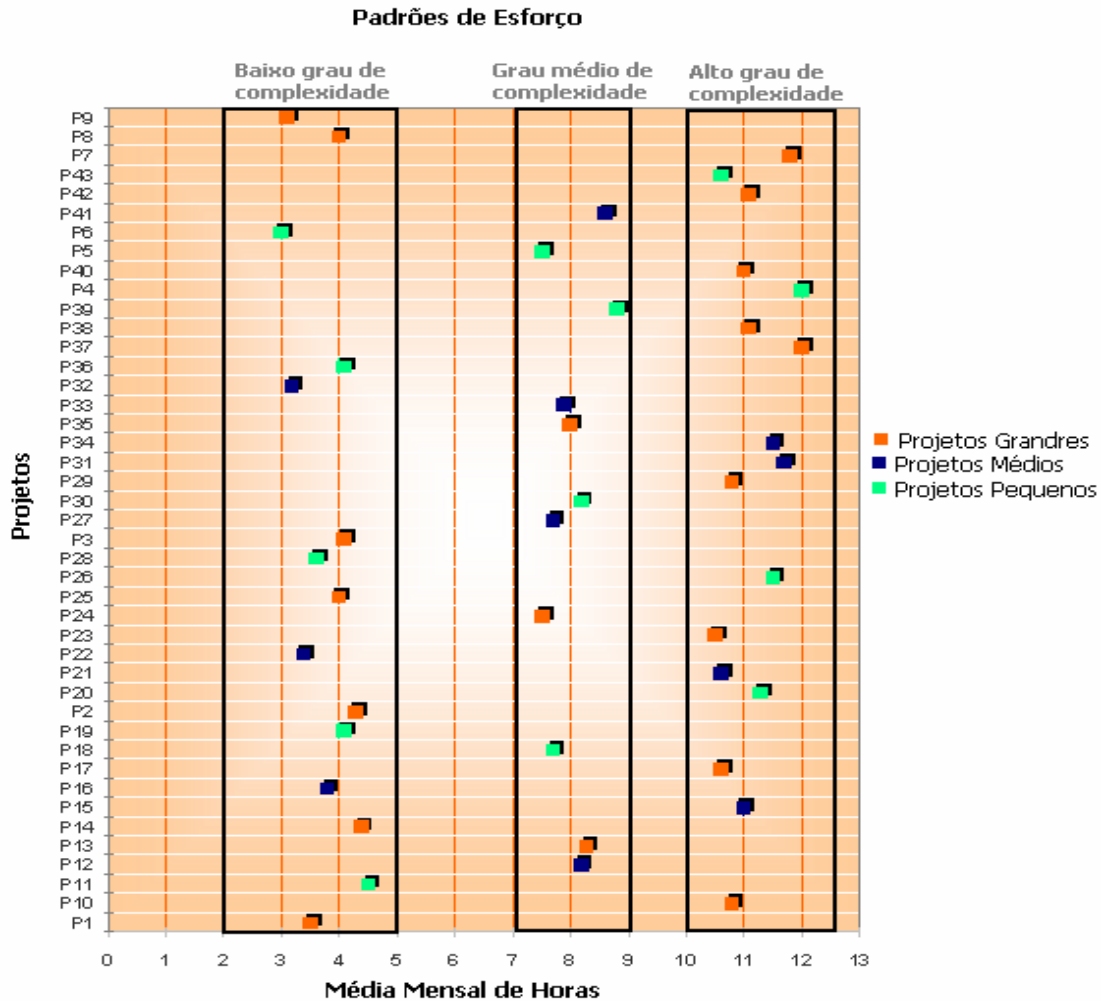


Figura 10: Agrupamento dos Projetos por Atividade / Perfil de Projetos

As conclusões acerca do esforço demandado pelas atividades, suas diferentes formas de serem realizadas e o tamanho dos projetos foram:

- As atividades envolvidas na aplicação de GCS respeitam determinações do processo, mas são executadas de maneiras diferentes, demandando mais ou menos tempo, de acordo com a complexidade envolvida na forma como é executada;
- Cada atividade pode ser realizada de pelo menos três maneiras diferentes, que envolvem complexidades diferentes e fazem o esforço demandado em sua execução variar. Isso se deve ao fato das atividades terem sido especializadas para atender os três tipos de projetos da instituição (pequeno, médio e grande);

- As atividades que servem os projetos têm complexidades diferentes, permitindo que uma atividade seja utilizada em sua forma mais simples e outra seja utilizada da sua forma mais complexa no mesmo projeto, ou seja, o tamanho do projeto não tem relação direta com a complexidade das atividades que o serve;
- Quando se considera o tempo consumido por uma mesma atividade, em cada um dos projetos é possível verificar que os projetos podem ser agrupados pelo tempo que consumiram na execução da atividade e que este tempo se relaciona com a complexidade envolvida em sua execução.

O resultado obtido por esta análise foi a associação do esforço consumido na execução de cada uma das três variações das atividades com a descrição de cada um destas variações. Este resultado é ilustrado pela Figura 11 que mostra à esquerda duas atividades - a descrição de suas variações, o grau de complexidade e o tempo envolvido na execução da atividade - e à direita a complexidade de um projeto, sua demanda por esforço em horas e em percentagem de tempo de um analista.

Atividades	Forma de execução	Grau de Complexidade	Esforço
Planejamento	Plano padrão - processo	Baixo	3,5 hrs
	Plano misto c/ subcontratação	Médio	8 hrs
	Plano conjunto com cliente	Alto	11,6 hs
Ambiente	Ferramentas internas	Baixo	2 hrs
	Ambiente Misto	Médio	4 hrs
	Ferramentas do cliente	Alto	9 hrs
⋮	⋮	⋮	⋮

Perfil do Projeto		
Atividades	Grau de Complexidade	Esforço
Ambiente	Médio	4 hrs
Auditorias	Alto	2 hrs
Treinamento	Médio	2 hrs
Melhorias	Baixo	1,8 hrs
Métricas	Alto	1,9 hrs
Planejamento	Baixo	3,5 hrs
Releases	Alto	11,5 hrs
Reuniões	Médio	8,2 hrs
Suporte	Alto	12 hrs
Total		50,8 hrs
Percentagem		31,75%

Figura 11: Classificação das Atividades e Complexidade dos Projetos

4.1.3 Método de estimativas

Tendo obtido os resultados descritos acima, tornou-se possível estimar o esforço demandado por novos projetos, bastando para isso: identificar como as atividades deveriam ser

realizadas no projeto (complexidade do projeto); o número de desenvolvedores e a frequência em que os *releases* seriam executados.

O método de estimativas desenvolvido usa uma série de questões de múltipla escolha, cujas respostas identificam a complexidade do projeto, o número de integrantes do time de desenvolvimento e a frequência dos releases. A partir destes dados o método pesquisa, entre os projetos já finalizados, um exemplar que tenha a mesma assinatura de complexidade, ou seja, que possua as mesmas características. Se a pesquisa encontrar um único projeto igual, o esforço do projeto sendo estimado é o mesmo do projeto já finalizado; se encontrar mais de um o resultado da estimativa é a média do esforço dos projetos já finalizados; e se não encontrar nenhum a estimativa é feita com base nos valores pré-definidos para cada atividade.

O cálculo do valor estimado consiste na soma das horas previamente associadas a cada atividade. Lembrando que o tempo associado às atividades suporte e *release* são referentes à execução da atividade uma única vez durante o mês, para ajustá-los é necessário usar os fatores multiplicadores: o número de desenvolvedores e a frequência em que os *releases* ocorrem.

4.1.4 Ferramenta de Estimativa

A ferramenta de estimativa foi desenvolvida para sistematizar a utilização do método de estimativas e institucionalizar seu uso, permitindo que os responsáveis pela negociação dos projetos realizem as estimativas de esforço de GCS antes do início de sua execução.

Os objetivos da ferramenta são: facilitar a coleta dos dados do projeto que está sendo estimado; estimar o esforço de acordo com os dados pré-definidos, da forma que já foi discutida; notificar o grupo de GCS sobre qualquer estimativa realizada, permitindo que haja tempo hábil para adequar a disponibilidade de mão de obra em função do aumento da demanda.

A ferramenta de estimativa é composta por três partes principais: interface, camada de negócios e cama de persistência, ilustradas pela Figura 12 e descritas abaixo:

- A interface, formada pelas telas de estimativa e validação, é utilizada pelos usuários para responder questões, informar dados sobre o projeto e validar a estimativa feita pela ferramenta;
- A camada de negócios utiliza o perfil do projeto para procurar, no banco de dados, outro projeto com a mesma assinatura de complexidade ou calcular o esforço requerido pelo projeto com base nos valores predefinidos;
- A camada de persistência mantém disponíveis as informações sobre os projetos já executados, para que sejam consultados durante o processo de estimativa e também armazena os resultados de estimas já realizadas.

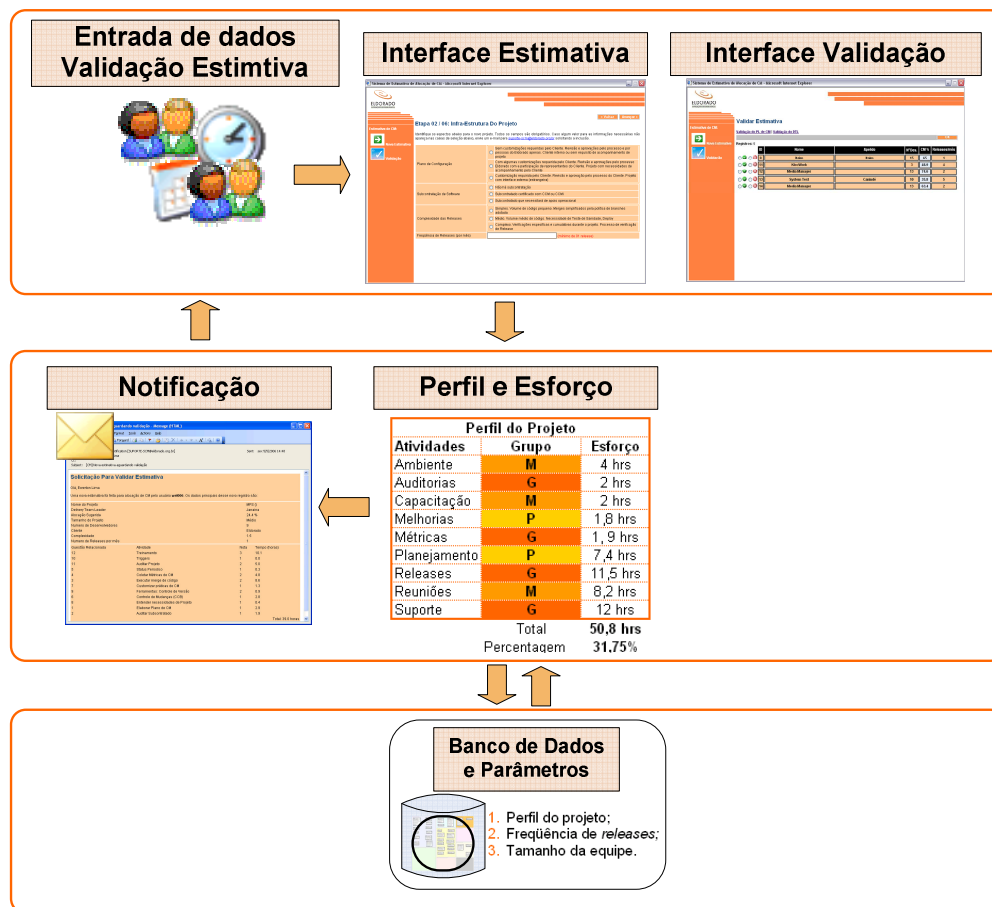


Figura 12: Arquitetura da Ferramenta de Estimativas

A interface de estimativa disponibiliza treze grupos de questões que identificam as características dos projetos. A Figura 13 mostra detalhes da interface e algumas destas questões.

No primeiro plano é mostrado o detalhe das questões sobre as atividades: planejamento, subcontratação e *releases*. Cada questão tem três descrições de como a atividade pode ser realizada. Para responder a questão apenas uma e pelo menos uma opção deve ser selecionada. O segundo plano da Figura 13 é a imagem capturada da interface da aplicação, com as mesmas questões mostradas no primeiro plano.

Ao final do questionário a aplicação utiliza a associação existente entre as respostas sobre cada questão com a sua complexidade de execução e estima o esforço requerido pelo projeto em questão. A Figura 14 mostra a interface de validação, esta interface permite a verificação do esforço estimado e do perfil do projeto. O resultado da estimativa é dado em percentagem do tempo mensal de uma analista.

Plano de Configuração	<input type="radio"/> Sem customizações requeridas pelo Cliente. Revisão e aprovações pelo processo e por pessoas do Eldorado apenas. Cliente interno ou sem requisito de acompanhamento de projeto <input type="radio"/> Com algumas customizações requerida pelo Cliente. Revisão e aprovações pelo processo Eldorado com a participação de representantes do Cliente. Projeto com necessidades de acompanhamento pelo Cliente <input type="radio"/> Customização requerida pelo Cliente. Revisão e aprovação pelo processo do Cliente. Projeto com interface externa (estrangeira)
Subcontratação de Software	<input type="radio"/> Não há subcontratação <input type="radio"/> Subcontratado certificado com CCM ou CCMi <input type="radio"/> Subcontratado que necessitará de apoio operacional
Complexidade das Releases	<input type="radio"/> Simples. Volume de código pequeno. Merges simplificados pela política de branches adotada <input type="radio"/> Médio. Volume médio de código. Necessidade de Teste de Sanidade, Deploy <input type="radio"/> Complexo. Verificações específicas e cumulativas durante o projeto. Processo de verificação de Release
Frequência de Releases (por mês)	<input type="text"/> (mínimo de 01 release)

Figura 13: Grupos de Questões para Definição de Perfil de Projeto



Figura 14: Tela de Validação de Estimativas

Na Figura 14, interface de validação de estimativas, é possível verificar os projetos estimados; as informações da tela são: o identificador único do projeto estimado, o nome do projeto, o número de integrantes da equipe, a percentagem necessária estimada para aplicar GCS no projeto e o número de *releases* mensais.

4.2 Resultados – Ferramenta de Apontamento

Os resultados apresentados consideram os registros efetuados em um período de dezessete meses, entre abril de 2004 e outubro de 2005. Neste período a equipe de analistas de GCS aumentou de quatro para seis; todos registraram as atividades de GCS realizadas em projetos de software. O número total de projetos de software atendidos neste período foi de quarenta e três.

A Figura 15 ilustra o volume de registros de atividades (em horas) realizados por mês. As variações deste volume ao longo dos meses são decorrentes dos seguintes fatores: número de analistas registrando atividades, devido ao crescimento da equipe; número de projetos sendo atendidos e números de dias úteis de cada mês.

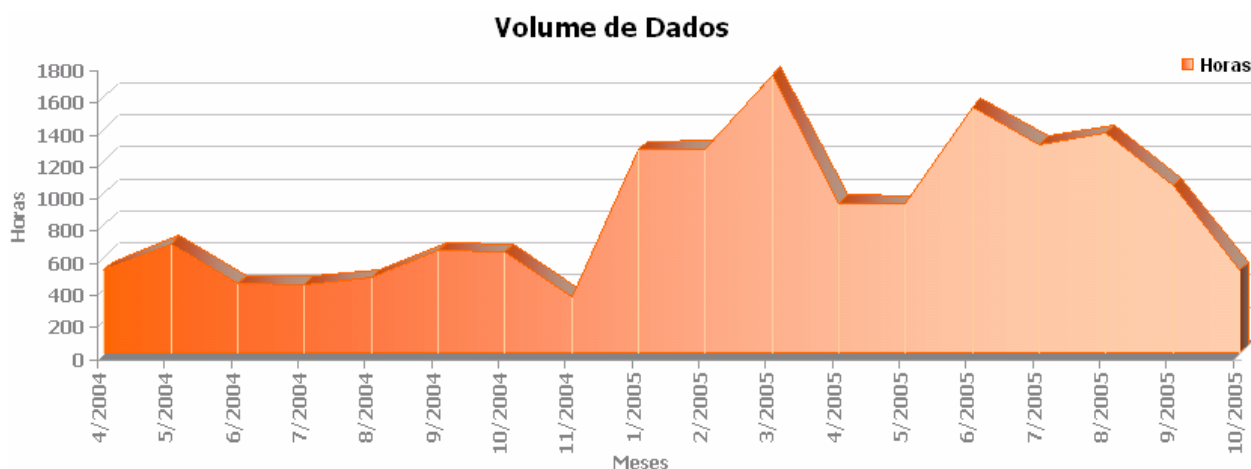


Figura 15: Volume de Horas Registradas por Mês

Este foi o conjunto de dados acumulado pela utilização da ferramenta de apontamento durante o período citado. Todos estes dados foram cruzados com as afirmações dos analistas de GCS na análise realizada para identificar os fatores influenciadores de esforço de GCS nos projetos.

4.2.1 Relatórios

Os relatórios gerados com base em dados registrados na ferramenta produziram dois resultados muito significativos: 1) satisfação dos contratantes, refletida em avaliações de desempenho da organização, promovidas pelos próprios contratantes. Estas avaliações ocorrem trimestralmente e possuem uma escala de satisfação que vai de zero a dez e considera o valor oito como o valor mínimo para a manutenção dos contratos. Esta avaliação considera uma série de fatores, inclusive o controle de esforço e justifica a classificação de satisfação para cada critério. Este critério subiu do valor oito, passando a variar entre nove e dez, em todas as avaliações subsequentes à implantação da ferramenta de apontamento. A justificativa da melhoria de satisfação foi o aumento de visibilidade provido pela utilização da ferramenta. 2) Aumento da eficiência do grupo. Este último, apesar de não ter sido objetivado desde o início do desenvolvimento da ferramenta, decorreu da análise dos relatórios de esforço, realizadas pelo grupo antes de divulgá-los para os clientes.

O registro das atividades via ferramenta de apontamento proveu a visibilidade necessária de como o tempo do grupo de GCS era utilizado e favoreceu muito a comunicação com os clientes, facilitando negociações de recursos humanos, justificativas de desvio de esforço, identificação de atividades consumidoras de tempo e a tomada de ações corretivas, a fim de aumentar o desempenho do grupo. Seguem exemplos de relatórios que atenderam a cada um destes resultados nas Subseções 4.2.2, 4.2.3 e 4.2.4.

4.2.2 Acompanhamento de Esforço e Justificativa de Desvio

A Figura 16 mostra um relatório utilizado para fazer o acompanhamento do esforço planejado versus esforço realmente executado e a justificativa do desvio de 12,45% (sobre o total de horas úteis mensais), em um projeto chamado “UI coP”⁷ de um cliente específico, durante o mês de Junho de 2005 (22 dias ou 176 horas úteis).

A tabela mostrada pela figura especifica as atividades realizadas no período e a percentagem de tempo dedicado a cada atividade. O valor planejado (40%) significa o esforço previamente acordado com o cliente e o valor real (52,45%) reflete o esforço realmente ocorrido. Pela tabela é possível verificar que a atividade que mais consumiu esforço foi “Suporte”.

O gráfico mostrado pela figura faz o detalhamento da atividade suporte. Por este detalhamento é possível verificar que os usuários estão tendo problemas com a ferramenta “ClearCase”, pois o analista de GCS dedicou mais de sete horas para sanar dúvidas de usuários. Neste caso, é necessário investigar a necessidade de treinar a equipe na utilização da ferramenta.

⁷ Os nomes dos projetos foram alterados e os clientes não serão identificados por se tratar de dados confidenciais.

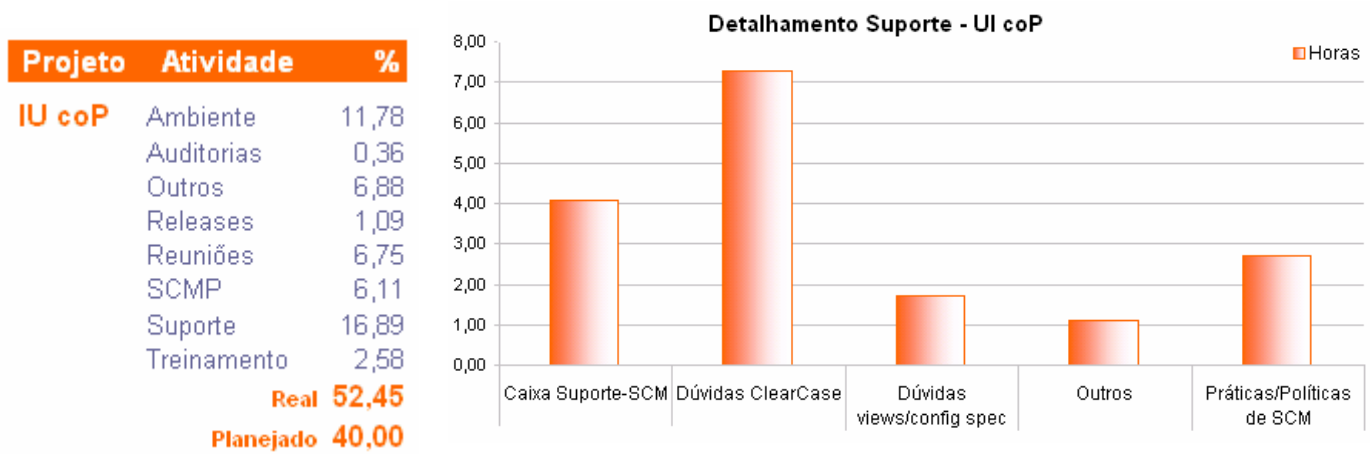


Figura 16: Relatório de Acompanhamento e Análise de Desvio

4.2.3 Negociação de Recursos

A Figura 17 mostra parte de um relatório utilizado em negociações feitas com o cliente para aumentar a parcela de tempo do analista de GCS alocado ao projeto Adeq. O gráfico mostra o tempo realmente dedicado ao projeto em comparação com o tempo planejado, ao longo de seis meses.

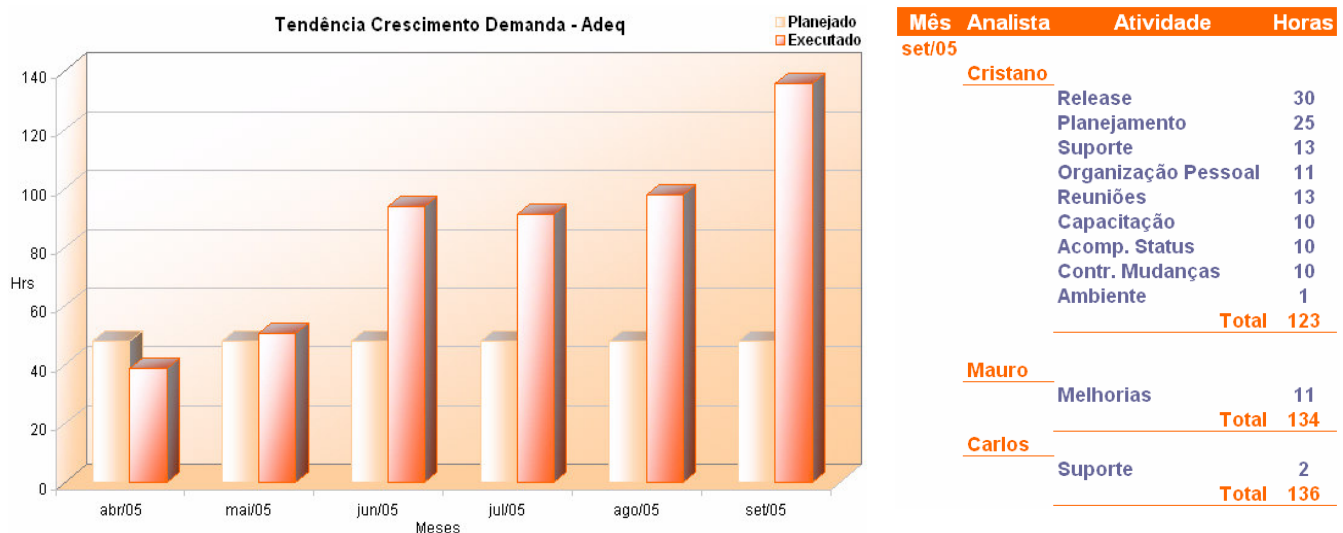


Figura 17: Justificativa de Aumento de Alocação

A tabela mostrada na figura detalha as atividades realizadas no projeto durante o mês de setembro de 2005, revelando o número elevado de horas dedicadas as atividade *releases* e planejamento de GCS. No caso deste projeto, este aumento era previsto e se confirmou, devido ao aumento de versões do produto que a instituição passou a manter; estas novas versões demandaram mais dedicação de tempo às liberações de versões oficiais e ao planejamento necessário para incorporá-las à operação do grupo de desenvolvimento.

Também é possível verificar que três analistas diferentes atuaram no projeto durante o período. Isso se deve a ações de contingência, para manter a qualidade de serviço prestado aos projetos, enquanto o analista oficialmente alocado ao projeto não está disponível ou requer auxílio na execução de alguma atividade.

4.2.4 Melhoria de Desempenho

A melhoria de desempenho da equipe é resultado de ações que são tomadas de acordo com os dados observados nos relatórios. Estas ações podem ser corretivas, com o intuito de diminuir o esforço necessário para realização de uma dada atividade ou preventivas, aproveitando a possibilidade de melhorias atuais e evitando problemas futuros.

Um exemplo de relatório que permite a identificação de uma oportunidade de melhoria é o relatório mostrado na Figura 16, onde o projeto UI coP apresenta elevada taxa de dedicação à atividade suporte e grande parte desta dedicação foi direcionada a solução de dúvidas dos usuários sobre como utilizar a ferramenta ClerCase. Isso pode significar que o time não está preparado para utilizar a ferramenta, pois o analista de GCS passou mais de sete horas, durante o mês, sanando tais dúvidas.

Dando continuidade à análise, identificou-se que o projeto estava no início e que os usuários já haviam sido treinados, mas consideraram o treinamento superficial e insuficiente para atender suas necessidades. A partir deste ponto várias ações foram tomadas:

1. Um treinamento novo e adequado foi ministrado, evitando futuros desperdícios de tempo dos usuários e do analista de GCS para sanar dúvidas dos usuários sobre a ferramenta;

2. O treinamento anteriormente ministrado foi analisado e considerado muito básico para atender as necessidades da grande maioria dos projetos;
3. Iniciou-se o desenvolvimento de um processo de avaliação dos treinamentos, realizado logo após seu término, a fim de identificar falhas em futuros treinamentos;
4. O treinamento antigo foi substituído por outro e a eficiência das ações pode ser verificada em relatórios dos meses seguintes.

A Figura 18 mostra a evolução do assunto no trimestre seguinte ao mês analisado. No primeiro mês, quando as ações ainda não haviam sido efetivadas completamente ainda houve uma ocorrência significativa de dúvidas sobre a ferramenta. No segundo mês a equipe foi treinada e houve uma diminuição do tempo dedicado a suporte. O terceiro mês refletiu os resultados do treinamento, fazendo com que o suporte a dúvidas de ClearCase ficasse em torno de duas horas mensais, apenas.

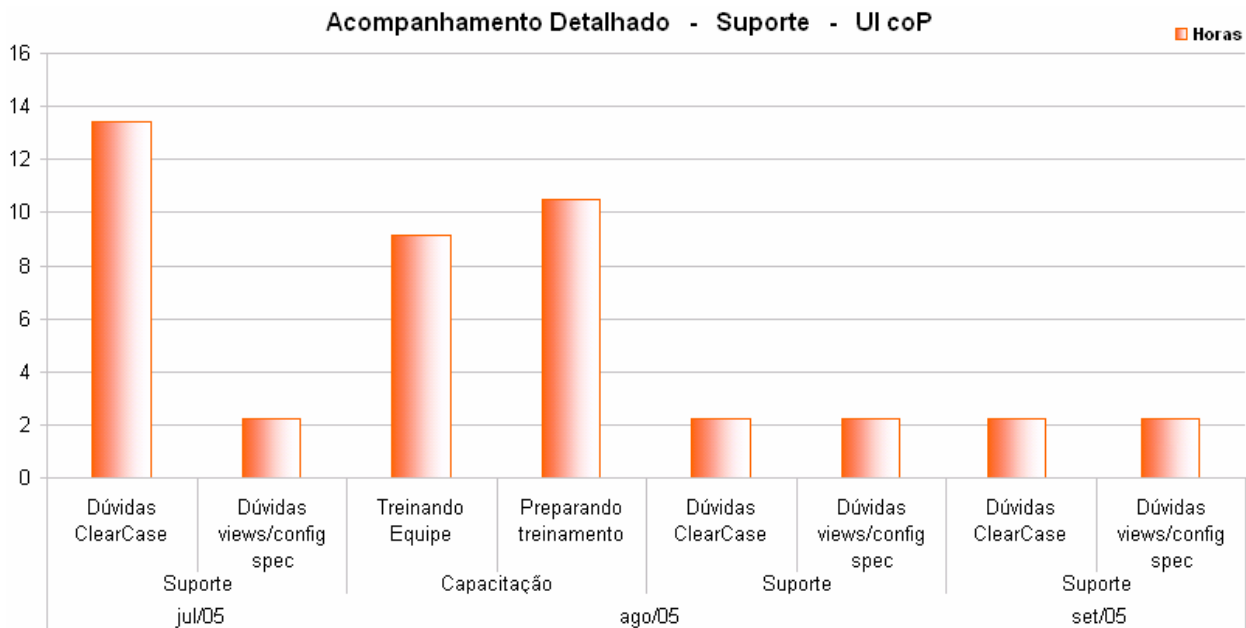


Figura 18: Melhoria de Desempenho – Ação Preventiva

4.3 Resultados – Ferramenta de Estimativa

A utilização da ferramenta de estimativa teve início em Dezembro de 2005, depois de todo o período de coleta dos dados. Levando em conta que a estimativa de esforço é realizada na fase de negociação ou planejamento dos projetos, seu período de utilização ainda é curto para que um número considerável de projetos tenha se beneficiado da ferramenta.

Entretanto, os projetos que estavam em andamento quando o uso da ferramenta foi iniciado tiveram sua demanda de esforço estimada e os resultados podem ser verificados na Tabela 2. Os dados da tabela são: o nome do projeto, o número de meses em que o projeto estava em execução na data da realização da estimativa e margem de erro do valor estimado em relação ao valor real. É importante ressaltar que as informações de esforço referentes aos projetos estimados não constavam no conjunto de dados utilizado pela ferramenta para realizar as estimativas.

Tabela 2: Resultado da Estimativa de Projetos em Andamento

Projeto	Meses em que o projeto estava em execução	Média mensal de consumo de esforço	Esforço Estimado	Margem de erro da estimativa
Pinheiros	14	23,2%	20,2%	12,9%
Tietê	9	21,8%	24,0%	9,1%
Eufrates	23	37%	34,3%	7,2%
Amazonas	4	40%	50,0%	15,8%
Pardo	13	39%	42,0%	11,9%
Mandu	7	55%	64,0%	15,6%

As Subseções 4.3.1, 4.3.2 apresentam mais resultados da ferramenta, referentes à sua eficácia e institucionalização.

4.3.1 Eficácia

A ferramenta foi utilizada até o momento para estimar o esforço em dez projetos novos, dentre os quais sete estão descrito na Figura 14 e ainda não entraram em fase de execução. Dentre os outros três, dois já tiveram suas estimativas validadas e um ainda não terminou seu primeiro mês de execução. A Figura 19 apresenta a comparação entre os valores estimados e realmente consumidos em cada atividade de GCS dos projetos que foram estimados e estão sendo executados. Os dados apresentados são referentes a três meses de acompanhamento de esforço. Apesar de o projeto Xatori apresentar uma diferença de aproximadamente oito por cento (do tempo total de um analista) entre o esforço planejado e o realizado, a estimativa é considerada muito boa.

Projeto	Atividades	Real / Executado		Estimado
		Total Horas Trimestre	Média Horas Mensais	Média Horas Mensais
TimeJob	Ambiente	3,75	1,25	0,00
	Métricas	1,00	0,33	2,00
	Planejamento	41,67	13,89	3,80
	Reunião	2,83	1,10	8,00
	Releases	0,50	0,50	3,20
	Suporte	0,17	0,60	3,80
	Total Geral	49,92	17,67	20,80
Porcentagem		11,05%	13,00%	
Xatori	Ambiente	50,50	16,83	12,00
	Auditoria	1,00	0,33	2,00
	Melhorias	21,50	7,17	3,00
	Métricas	6,00	2,00	2,50
	Planejamento	94,00	19,13	12,00
	Release	11,75	3,92	8,00
	Reuniões	17,25	5,75	13,40
	Suporte	38,25	9,40	7,80
	Treinamento	41,50	13,83	4,50
	Total Geral	281,75	78,36	65,20
Porcentagem		48,98%	40,75%	

Figura 19: Acompanhamento de Esforço

Estes resultados são favoráveis. A ferramenta está sendo muito bem aceita pela instituição e pelos clientes que se beneficiam do seu uso, devido à eficácia que vem apresentando. Note-se que todos os projetos estimados até o momento foram estimados em comparação com projetos já executados, por já haver outro projeto com a mesma assinatura de complexidade.

Outro resultado muito positivo é satisfação dos clientes com a instituição e com o grupo de GCS, pela iniciativa de desenvolver um método de estimativa e uma ferramenta, que visa melhorar a operação de GCS para melhor atender às expectativas dos clientes.

4.3.2 Institucionalização e Utilização

A ferramenta foi apresentada para a instituição e passou a ser utilizada, principalmente, na fase de planejamento dos projetos. Apesar de não ser oficialmente citada pelo processo de estimativa, já é utilizada para estimar todos os novos projetos que demandarão atividades de GCS.

Este resultado é muito positivo, apesar de não ter sido obtido exatamente como foi idealizado antes do desenvolvimento da ferramenta. O intuito inicial era disponibilizar um método de estimativa que pudesse ser usado por qualquer profissional envolvido em negociações ou planejamento de projetos, mas isso não ocorreu. O método requer conhecimento em GCS e no processo de GCS da instituição.

Contudo, isso não interferiu na sua utilidade; o método de estimativa e a ferramenta são utilizados pelos próprios analistas de GCS, que agora são envolvidos no processo de estimativa de novos projetos e podem estimá-los quanto ao esforço de GCS. Desta forma fica preservado o resultado esperado, de fazer com que as atividades de GCS sejam consideradas em estimativas de esforço realizadas em fases iniciais do projeto.

Conclusão

5.1 Síntese e Contribuição

Neste trabalho apresentamos as dificuldades enfrentadas pelo grupo de GCS para consolidar a disciplina de GCS ao modelo de negócios da empresa alvo. Estas dificuldades diziam respeito ao despreparo do grupo em estimar o esforço para aplicação de GCS em novos projetos e em relatar o esforço mensal dos analistas em executar atividades de GCS. A solução adotada pelo grupo consistiu em registrar todas as atividades realizadas e o esforço dedicado à sua realização; elucidar quais fatores e como eles influenciam o esforço, criar um método e uma ferramenta de estimativas.

O registro das atividades foi feito fundamentado em uma análise do processo de GCS da instituição para identificar as atividades para as quais fazia sentido registrar esforço e a utilização de uma ferramenta, desenvolvida para facilitar o registro das atividades e a consolidação dos dados registrados. A ferramenta foi utilizada durante dezessete meses e acumulou dados, utilizados na geração de relatórios, que atenderam à demanda por visibilidade que os clientes têm. Estes mesmos dados foram utilizados na elucidação dos fatores que influenciem o esforço demandado pelos projetos.

Os resultados da elucidação dos fatores e da proporção em que influenciam o esforço demandado pelos projetos foram obtidos pelo cruzamento de dados obtidos de entrevistas com os analistas sobre como as atividades de GCS são realizadas e os dados acumulados pela ferramenta Apontamento. Os fatores identificados como influenciadores do esforço de GCS são: a complexidade do projeto, o tamanho do time e a frequência dos *releases* (entregas formais do

produto ao cliente). Os três fatores determinam conjuntamente a assinatura de complexidade do projeto.

O método de estimativa criado identifica a assinatura do projeto, busca um projeto já finalizado com a mesma assinatura e ao encontrá-lo, utiliza o seu valor como estimativa do novo projeto. Se não houver projeto com a mesma assinatura o valor de horas mensais necessárias para executar cada atividade é somado. O valor final é o resultado da estimativa para o projeto.

Finalmente, foi desenvolvida uma ferramenta para sistematizar a utilização do método de estimativas. Para verificar a ferramenta fez-se uma calibração especial, na qual os valores de seis projetos não foram inseridos na ferramenta. Para este conjunto os resultados foram muito positivos.

As principais contribuições deste trabalho são as ferramentas e o método de estimativas, que permitiram ao grupo de GCS conhecer melhor o seu processo e as atividades que consomem esforço, tornando-o capaz de atender os clientes a contento e manter a força de trabalho adequada à demanda dos projetos, evitando sobrecarga de trabalho.

5.2 Trabalhos Futuros

Existem vários aspectos que podem ser explorados em trabalhos futuros, como extensão deste trabalho:

- Uma análise estatística sobre os dados utilizados na calibragem da ferramenta, para medir a precisão com que o método é capaz de estimar o esforço de um projeto;
- A ferramenta Apontamento pode ser melhorada para automatizar o acompanhamento de esforço consumido nos projetos; a própria ferramenta poderia considerar os registros acumulados, consultar o valor estimado de esforço para cada projeto e notificar o responsável pela área de GCS antes que haja desvio, permitindo que ações sejam tomadas de forma pró-ativa.

Referências Bibliográficas

[Ahe03] AHERN, D. M.; Aaron, C.; Richard, T., *CMMI Distilled: A Practical Introduction to Integration Process Improvement*: Addison-Wesley, Boston MA, 2003.

[Bab86] BABICH, W., *Software Configuration Management – Coordination for Team Productivity*: Addison-Wesley, Boston MA, 1986.

[Ber79] BERSOFF, E. H.; Henderson, V. D; Siegel, S. G., *Software Configuration management: A tutorial*. IEEE Computer, v.12, n.1, 1979.

[Ber80] BERSOFF, E. H.; Henderson, V. D; Siegel, S. G., *Software Configuration management – An Investment In Computer Integrity*: Prentice-Hall, Englewood Cliffs NJ, 1980.

[Boe83] BOEHM, B. W., *Seven Basic Principles of Software Engineering*, The Journal of Systems and Software, v.3, n.1, p. 3-24, Redondo Beach, CA, March 1983

[Car03] CARD, D.; MACIVER, R. Applying PSM to Enterprise Measurement, U.S. Army TACOM, p.12, Technical Report, 2003

[Chr03] CHRISSIS, M. B.; Mike, K.; Sandy, S., *CMMI: Guidelines for Process Integration and Product Improvement*: Addison-Wesley, Boston MA, 2003.

[Con98] CONRADI, R.; Westfechtel, B, Version Models for Software Configuration Management, ACM Computing Surveys, v. 30, n. 2, p.232-282, June 1998

[Dar91] DART, S. A, *Concepts in Configuration Management Systems*, Proceedings of 3rd. Internation Workshop on Configuration Management (SCM3), p.1-18, Trondheim, Norway, June 1991.

[Dar92] DART, S. A., *The Past, Present and Future of Configuration Management*, Technical Report CMU/SEI-92-TR-8, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1992.

[DoD68] *Department of Defense Directive 5010.19*, DoD Configuration Management Program, Department of Defense - DoD, 1968.

[DoD68b] *Configuration Management Implementation Guidance 5010.21*, DoD Configuration Management Program, Department of Defense - DoD, 1968.

[DoD85] *Defense System Software Development*, DOD-STD-2167 - Military Standard, Department of Defense – DoD, June 04, 1985.

[Est02] ESTUBLIER, J.; Leblang, D.; Clemm, G.R.; Conradi, R.; van der Hoek, A.; Tichy, W.; Wiborg-Weber, D., *Impact of the research community for the field of software configuration*

management, Software Engineering, ICSE 2002. Proceedings of the 24rd International Conference, p. 643-644, 2002

[GAR05] *Hype Cycle for Application Development*, Gartner Inc, ID Number: G00127755, July 2005.

[Har94] HARVEY, W.; Rosenbaun, S, *Schlumbergers Software Improvement Program*. IEEE Transactions on Software Engineering, v. 20, n. 11, p.833-839, Nov 1994.

[Hum89] HUMPREY, W. S. *Managing the software process*. Reading, Mass., SEI Series in Software Engineering: Addison-Wesley, Boston MA, 1989, p. 335-359.

[IEEE87] *ANSI/IEEE Std. 1042-1987 IEEE Guide for Software Configuration Management*, IEEE Standards Collection – Software Engineering, Institute of Electrical and Electronic Engineers, New York, 1987.

[IEEE90a] *ANSI/IEEE Std. 610.12-1990 IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology*, IEEE Standards Collection – Software Engineering, Institute of Electrical and Electronic Engineers, New York, 1990.

[IEEE98] *IEEE Standard for Software Configuration Management Plans*, IEEE Standards Collection – Software Engineering, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Piscataway, New Jersey, 1998.

[IMM98] *Software Configuration Management Survey – Initial Report*, Information Management and Modelling Research Group - South Bank University, Disponível em: <http://www.lsbu.ac.uk/immune/CMSG/cmreport.htm>, Visitado em: 05/06/2006

[Jon03] JONES, C. *Implementing a Successful Measurement Program: Tried and True Practices and Tools*. Cutter IT Journal, v. 16, n. 11, p. 12-18, Nov 2003.

[Kas02] KASSER, J., *Configuration Management: The silver bullet for cost and schedule control*, Systems Engineering and Evaluation Centre, University of South Australia, 2002

[Kit96] KITCHENHAM, B.; Pfleeger, S. L. *Software quality: the elusive target*. IEEE Software, v. 13, n. 1, p. 12-21, Jan 1996.

[MIL68] *Configuration Control - Engineering Changes, Deviations, and Waivers*, Military Standard MIL-STD-480, USAF, 30 October 1968.

[MIL68b] *Military Standard Specification Practices*, MIL-STD-490, United States Air Force - USAF, October 1968.

[MIL70] *Configuration Status Accounting Data elements and Related Features*, Military Standard MIL-STD-482, United States Air Force - USAF, 31 December 1970.

[MIL70b] *Configuration Management Practices for Systems, Equipment, Munitions, and Computer Programs*, Military Standard MIL-STD 483, December 31, 1970.

[Pfl93] PFLEEGER, S.L. Lessons learned in building a corporate metrics program. *IEEE Software*, v. 10, n. 3, p. 67-74, May 1993.

[Pfl98] PFLEEGER, S.L. *Software engineering: theory and practice*, Prentice-Hall, Upper Saddle River NJ, 1998. ISBN: 0130290491.

[Pre95] PRESSMAN, R. S. *Engenharia de software*. Makron Books, Rio de Janeiro, 1995.

[SEI95] *The Capability Maturity Model: Guideline for Improving the Software Process*, Addison-Wesley, Boston MA, 1995.

[SPM98] Software Program Managers Network - Airlie Software Council, *Little Book of Configuration Management*, Alington VA, November 1998, Disponível em: <http://www.spmn.com/products.html>, Visitado em: 25/06/2006

Apêndice – Mapeamento do Processo para Lista de Atividades, Níveis de Complexidade e Esforço

O processo de GCS tem um conjunto de doze atividades; estas foram mapeadas para uma lista de nove atividades e sessenta sub-atividades para garantir normalização da forma como os analistas de GCS registram as atividades realizadas e permitir a consolidação dos dados. Uma análise posterior destes registros de atividades permitiu identificar que as atividades eram realizadas de forma a atender as peculiaridades dos projetos, o que causava variação no esforço necessário para executar as atividades; Adicionalmente observou-se que a variação de esforço poderia ser classificada em três níveis, de acordo com a complexidade da forma como as atividades são executadas. Finalmente, para definir um método de estimação identificou-se então quanto esforço é necessário para executar cada atividade de GCS do processo da instituição estudada.

A Figura 3 relaciona todos estes dados descritos acima mostrando como as atividades do processo de GCS, ilustrado pela Figura 3, foram mapeadas para a lista de atividades e sub-atividades, ilustrada na Figura 4, e também identifica o esforço necessário para executar as atividades de GCS em cada nível de complexidade, complementando assim os dados ilustrados na Figura 11.

ATIVIDADE DO PROCESSO	ATIVIDADE DA LISTA	SUB-ATIVIDADE	COMPLEXIDADE FORMA DE EXECUÇÃO	ESFORÇO (horas)
Criação do repositório do projeto Manutenção de ferramentas	Ambiente	Manutenção de página de SCM	1 - Configuração de ferramentas padrão do processo da instituição	2
		Manutenção de banco de dados	2 - Adequação da ferramenta para necessidades do contratante ou utilização da ferramenta do contratante, exclusivamente	4
		Manutenção ClearQuest Problemas ClearCase Problemas ClearCase VOB Problemas ClearCase View Criação de VOB de projeto	3 - Utilização de novas ferramentas ou ambiente misto entre ferramentas da instituição e dos contratantes	8
Monitoramento do terceirizado	Auditorias	Auditoria sobre terceirizado	1 – Auditorias de baselines, apenas.	3
Realização de Auditorias		Auditoria de Baseline Auditoria de contratante Elaboração de plano de ação Plano de ação (Exec. Acomp.) Auditoria de GCS Auditoria de SQA sobre SCM Validação de plano de ação	2 - Auditorias de baseline internas e do terceirizado.	4,5
			3 - Auditorias internas e do terceirizado ou internas e com o contratante.	8
Coleta de métricas	Métricas	Coleta de métrica Análise de métrica Apresentação de métricas Elaboração de plano de ação	1 - Coleta de métricas padrão	2
			2 - Coleta de métricas padrão e outras específicas, requisitadas pelo contratante	5
			3 - Coleta de métricas padrão, específicas e apresentação mensal dos dados aos contratantes.	7,6
Elaboração do Plano de Gerência de Configuração	Planejamento	Identificação de requisitos de GCS Definição de práticas de GCS Elaboração de documentação Revisão de documento Retrabalho de documentação Obtenção de aprovação Revisão de documento Retrabalho de documentação Definição de práticas de GCS Manutenção de documentação	1 - Plano padrão da instituição	3,5
			2 - Plano misto envolve processo padrão e adequações	8
			3 - Plano conjunto com cliente	11,6

Definição de Baselines	Release	Verificação controle de versão Verificação controle de mudanças	1 - Processo padrão, pequeno volume de arquivos para integração	4
Relato das atividades de Gerência de Configuração		Aplicação de Baseline Elaboração de notas de entrega Integração de código fonte	2 - Processo padrão, volume médio de arquivos para efetuar integração	6
Geração de pacotes de release de software		Elaboração de notas de entrega Atualização de lista de verificação Sessão de aceitação de entrega	3 - Processo do contratante ou grande volume de código para integração	8
Apresentação do papel e responsabilidade de CM	Reunião	Preparação de material Reunião geral do Instituto Reunião DT Reunião status Marco selecionado Reunião de Kickoff Reunião de revisão de documentos Reunião implantação CMM Reunião status do grupo de SCM	1 - Reuniões padrões do processo	4
			2 - Reuniões de projeto envolvido em iniciativas de melhoria de processo CMM/CMMI Reuniões padrão mais reuniões semanais e mensais, de acompanhamento, com o contratante	6
			3 - Reuniões com grupos nacionais e internacionais do contratante. Envolve produção de material e utilização de língua estrangeira.	13,7
Monitoramento do terceirizado	Reunião	Reunião acompanhamento terceirização Preparação de atas de CCM Preparação de atas de CCM Reunião de CCM	1 - Controle de mudanças e relato de atividades padrões do processo	6
Relato das atividades de Gerência de Configuração.			2 - Padrão processo mais acompanhamento de terceirizado	10
Solicitação análise e Acompanhamento de Mudança			3 - Controle de mudanças e relato de atividades para grupos geograficamente distribuídos	16
Suporte para equipe /Manutenção de Ambiente	Suporte	Dúvidas sobre o processo de GCS Práticas/Políticas de GCS Dúvidas ClearCase Dúvidas views/config spec Dúvidas ClearQuest/DDTS Dúvidas outras ferramentas	1 - Grupo de desenvolvimento até cinco integrantes	8
			2 - Grupo de desenvolvimento com até dez integrantes	12,5
			3 - Grupo de desenvolvedores com até 15 integrantes	24

Tabela 3: Mapeamento do Processo de GCS para a Lista de Atividade