
Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Informática

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software

Monografia de Qualidade de Software

Equipe:

- Bárbara Santos
- Bruno Celso
- Diego Ribeiro
- Eduardo Dominoni
- Eduardo Vinicius
- Jennifer Silva

2004

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

Sumário

1. INTRODUÇÃO AO GERENCIAMENTO DE CUSTOS EM PROJETOS	02
1.1 A Estimativa em uma Composição Orçamentária	03
1.2 Gerenciamento de Custos segundo o PMBOK 2000	06
1.2.1 Análise de Valor Agregado (Earned Value Management)	10
2. ESTIMATIVA DE CUSTO DE SOFTWARE	13
2.1 Modelos para estimativa de custo	14
2.2 Modelagem Algorítmica de Custos	17
2.2.1 O modelo SLIM	18
2.2.2 O modelo COCOMO	18
2.3 Pontos de Função	23
3. FERRAMENTAS DE SUPORTE AO GERENCIAMENTO DE CUSTOS	26
4. CASOS DE SUCESSO E FRACASSO DE PROJETOS DE SOFTWARE OCASIONADOS PELO GERENCIAMENTO DE CUSTOS	27
5. CONCLUSÃO	29
6. REFERÊNCIAS	30

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

1. INTRODUÇÃO AO GERENCIAMENTO DE CUSTOS EM PROJETOS

Após a fase de definição e planejamento de um projeto, a prioridade mais urgente é, naturalmente, obter recursos para tornar possível a sua realização. A composição orçamentária se constitui em um plano exatamente concebido para a alocação de recursos. Portanto, o ato de elaborar um orçamento significa alocar recursos escassos provenientes de várias fontes em uma organização. O resultado de um processo de alocação de recursos freqüentemente não satisfaz os gerentes, os quais devem se adaptar a uma realidade imposta pelas restrições de um orçamento. Entretanto verifica-se que as restrições de orçamento se constituem precisamente naquilo que proporciona sustentação a uma política empresarial. Uma medida da importância do resultado deste processo se reflete em como as diversas atividades de uma empresa são adequadamente desempenhadas. A maioria dos gerentes tendem a ser imparciais na condução do processo de composição orçamentária, alocando recursos para cada atividade planejada no nível "exato" – nem alocando recursos acima do previsto, o que acarreta e estimula uma gerência negligente, nem alocando recursos abaixo do previsto, o que irá inibir e frustrar os planos aos quais um compromisso foi engajado.

Orçamentos servem como padrões para efeitos comparativos, como base para se medir a diferença entre a utilização real dos recursos e aquela que foi planejada. Considerando-se que o gerente será o responsável pela utilização de recursos com o intuito de atingir determinado objetivo, a utilização de recursos deverá ser monitorada com bastante cuidado. Este fato permite que desvios da utilização planejada possam ser confrontados com o progresso do projeto, sendo gerados relatórios neste sentido caso os gastos com os recursos alocados não estejam compatíveis com os resultados alcançados. Na verdade, pode-se examinar a natureza dos desvios, segundo as técnicas de análise de valor agregado abordadas no tópico 1.3, a fim de verificar se é possível, ou plausível, prever se ocorrerão desvios significativos em relação ao orçamento. Desde que sejam tomadas as precauções adequadas, às vezes é possível serem tomadas as medidas corretivas cabíveis. De qualquer maneira, tais previsões ajudam a diminuir a quantidade de imprevistos a serem possivelmente enfrentados pela gerência.

É claro que os procedimentos referentes a um orçamento devem associar o uso de recursos com a realização de metas previstas pela empresa, caso contrário o processo de controle/planejamento se tornará inútil. Se uma composição orçamentária não estiver atrelada a resultados, a gerência não irá identificar situações em que os recursos alocados estão sendo gastos muito antes de os resultados serem atingidos, mas estão dentro do que foi orçado, considerando-se o tempo decorrido. De maneira similar, a gerência poderá interpretar erradamente a real situação quando ocorre um gasto de recursos acima do previsto durante determinado período, mas os mesmos são apropriados para o que se espera em termos de conclusão de um trabalho. Dados deverão ser obtidos e condensados em um relatório dentro de um prazo determinado, do contrário a eficácia de um orçamento em se identificar e reportar os problemas que ocorrem, bem como prever a ocorrência de outros, não terá efeito. O processo de relatar os problemas deverá ser cuidadosamente planejado e controlado. Não faz sentido se os dados obtidos são encaminhados para a pessoa errada ou os relatórios consomem muito tempo para serem processados pelo sistema.

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

1.1 A Estimativa em uma Composição Orçamentária

Para que possamos proceder a uma composição orçamentária, devemos prever que tipos de recursos serão necessários para o projeto, a quantidade necessária de cada um deles, quando os mesmos serão necessários e qual será o seu custo – incluindo-se os efeitos de uma inflação potencial. A incerteza faz parte de qualquer previsão, embora algumas previsões apresentem um menor grau de incertezas do que outras. Erros estão muito mais sujeitos a ocorrer de forma muito mais ampla com referência a quantidade de horas programadas ou linhas de código que serão necessárias à produção de determinado software. Apesar de a ciência da computação tornar esta estimativa bastante plausível, o nível de incerteza é consideravelmente maior, bem como a dimensão dos erros também muito maior.

Cada empresa possui uma regra geral no que diz respeito à estimativa de custos, as quais normalmente trazem a experiência prática adquirida por vários colaboradores envolvidos com esta atividade durante vários anos. Às vezes, o trabalho de se estimar custos para um complexo projeto como um todo pode ser relativamente simples, uma vez que a experiência mostrou que algumas fórmulas proporcionam uma boa primeira avaliação a respeito dos custos do projeto. É interessante compreender que o desenvolvimento de uma composição orçamentária é muito mais difícil do que o desenvolvimento de orçamentos referentes a atividades mais freqüentes em uma empresa. A influência de fatores históricos é muito mais forte na composição de um orçamento de uma atividade em curso, sendo que muitos fatos podem acabar se tornando “os números do ano passado mais X por cento”, em que X significa qualquer valor que possa “se encaixar no orçamento” e provavelmente só pode ser aceitável por pessoas e grupos que estejam envolvidos na aprovação do orçamento. Não existe um simples item na composição de um orçamento de uma atividade em curso que possa ser crucial, porque ao longo dos anos o orçamento deixou de ser observado de forma que os ajustes internos a serem feitos provavelmente irão se concentrar em pequenas perdas referentes às grandes contas.

Entretanto a composição orçamentária de um projeto não pode depender da tradição. No início de um projeto pode ser que não existam orçamentos anteriores que sirvam como base. Durante determinadas ocasiões os responsáveis pelo orçamento poderão estar diante de orçamentos e relatórios de auditoria referentes a projetos similares, para servirem de referência; entretanto tais referências são, na melhor das hipóteses, bastante elementares. Em todo caso, todo projeto é especial e todo orçamento se baseia em previsões de utilização de recursos e seus custos associados. Portanto a estimativa de custos para qualquer projeto envolve riscos.

No caso de projetos que se desenvolvem ao longo de vários anos, existem outros problemas decorrentes. O planejamento e o cronograma são estabelecidos no início do mesmo; entretanto, ao longo dos anos, poderá haver uma alteração na previsão de utilização de recursos devido ao fato de existirem novos materiais e serviços, tecnologias, equipamentos e recursos humanos – disponíveis agora a um custo diferente daquele que foi estimado. Quanto maior a duração de um projeto, menor o grau de confiança que um gerente de projeto poderá ter que métodos tradicionais e custos serão relevantes. Como se tudo isto não fosse suficiente, a visão incorreta de alguns executivos é freqüentemente muito mais acentuada no que se refere a projetos do que a operações em curso, então espera-se do responsável por um orçamento que defenda toda e qualquer entrada de orçamento.

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

Toda empresa tem suas particularidades. A menos que o gerente de projetos consiga entender o sistema de contabilidade da empresa, não existem formas de se exercerem controles sobre o orçamento de um projeto. Os métodos referentes ao orçamento de um projeto descritos a seguir se destinam a evitar estes problemas tanto quanto possível, mas evitá-los completamente está fora de questão. Além disto, é politicamente impossível para um gerente de projeto se envolver em determinada pendência com o pessoal da área contábil, os quais enfrentam seus próprios problemas. O gerente de projeto tem simplesmente que estar familiarizado com o sistema de contabilidade da empresa.

Um aspecto da estimativa de custos e da composição orçamentária, o qual freqüentemente não é levado em consideração, está relacionado à verdadeira utilização de recursos em oposição ao que foi assumido pelo departamento de contabilidade sobre como e quando os recursos serão utilizados. O gerente de projeto deverá estar a par tanto dos requisitos referentes aos recursos quanto dos requisitos específicos de tempo referentes à utilização destes recursos. Outro aspecto a ser observado diz respeito a que cada gasto ou prova de gastos deverá estar relacionado a uma determinada tarefa de um projeto. Com estes aspectos em mente, a questão de como agrupar dados para o orçamento torna-se um motivo para alguma preocupação. Existem fundamentalmente duas estratégias diferentes para agrupamento de dados, de cima para baixo e de baixo para cima.

Elaboração de um orçamento de cima para baixo

Esta estratégia se baseia no julgamento e experiência de gerentes de alto e médio escalão, assim como dados obtidos no passado a respeito de atividades similares. Tais gerentes são responsáveis por estimar o custo total de um projeto, bem como o custo dos principais subprojetos que compreendem o projeto principal. Esta estimativa de custos é então encaminhada aos gerentes de mais baixo escalão, que deverão dar seqüência à divisão do orçamento em estimativas para tarefas específicas, bem como pacotes de tarefas que formam os subprojetos. Este processo vai até o escalão mais baixo.

A vantagem do processo de orçamento de cima para baixo é que orçamentos agregados podem ser freqüentemente desenvolvidos de maneira bastante precisa, embora alguns elementos individuais possam ser elaborados de maneira significativamente incorreta. Não apenas os orçamentos são estáveis como uma percentagem de alocação total de recursos, a distribuição estatística de um orçamento é também bastante estável, o que significa que a possibilidade de se prever os fatos é bastante elevada. Outra vantagem é que tarefas menos significativas, ainda que bastante caras não necessitam ser individualmente identificadas, nem mesmo é necessário se preocupar com o fato de que um pequeno mais importante aspecto foi esquecido. A experiência e a opinião do executivo é presumida automaticamente para dar forma a todos estes elementos na estimativa total de custos.

Elaboração de um orçamento de baixo para cima

Neste método, tarefas comuns, seus respectivos cronogramas e seus orçamentos individuais são elaborados, novamente em observância ao planejamento de atividades. Os indivíduos responsáveis pela realização dos trabalhos são consultados a respeito dos tempos e orçamentos para as tarefas a eles designadas, de forma a assegurar o melhor nível de precisão. Inicialmente, as estimativas são feitas em termos de recursos, tais como mão-de-obra e materiais que são posteriormente convertidos para

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

seus equivalentes em moeda corrente. Ferramentas-padrão de análise, tais como análise da curva de aprendizado e amostragem do trabalho são utilizadas, sempre que apropriado, a fim de melhorar as estimativas. Diferenças de opiniões são resolvidas através das habituais discussões entre gerentes júnior e sênior. Caso necessário, o gerente de projeto e os gerentes funcionais poderão participar da discussão de forma a assegurar a precisão das estimativas. As tarefas agregadas ao orçamento proporcionam então o custo total direto do projeto. O gerente de projeto classifica então os custos indiretos como custos gerais e administrativos, possivelmente uma reserva para contingências e, finalmente, uma margem de lucro, chegando-se desta forma ao final da composição orçamentária do projeto.

As vantagens de um processo de baixo para cima são aquelas associadas geralmente com a gerência participativa. Indivíduos que participam dos trabalhos estão mais aptos a terem uma idéia mais precisa das necessidades de recursos do que seus superiores ou outros não diretamente envolvidos. Além disto, o envolvimento direto de gerentes de escalões mais baixos na elaboração de um orçamento aumenta as possibilidades de o orçamento ser aprovado sem contestação por parte dos mesmos. Entretanto gerentes seniores enxergam este processo como de alto risco, uma vez que gerentes subordinados podem superestimar suas necessidades de recursos em uma tentativa de garantir seu sucesso e de se fortalecerem. Além disto, à medida que os gerentes seniores observam com justificativas, o orçamento é a ferramenta mais importante para o controle da empresa. Compreende-se que os gerentes seniores sejam relutantes em transferir o controle do orçamento a seus subordinados, cuja experiência é questionável.

A elaboração da estimativa de custos de um projeto exige a colaboração de várias pessoas. Se a empresa atravessa um processo no qual se faz rotineiramente necessário à apresentação de ofertas a seus clientes, existirão "profissionais para estimar custos" em seus departamentos. Nestes casos, é de responsabilidade do gerente de projetos providenciar uma descrição do trabalho a ser realizado durante o projeto, com detalhes suficientes para que aquele que estima os custos possa estar a par de quais os dados referentes a custos podem ser obtidos. Frequentemente, o projeto será muito complexo para que o gerente de projeto possa providenciar tal descrição sem um considerável suporte dos especialistas nas áreas funcionais. Mesmo tendo-se os melhores especialistas trabalhando para estimar a utilização de recursos, a única coisa certa é que as coisas não irão decorrer exatamente como planejado.

Em determinadas ocasiões as empresas proporcionam suporte financeiro a projetos que demonstrem um significativo lucro adicional sobre os custos diretos, entretanto não são totalmente lucrativos quando seus custos são totalmente analisados. Tais decisões encontram justificativas em uma série de razões, dentre elas:

- Desenvolver o conhecimento de uma tecnologia
- Fazer com que a empresa comece a agir
- Obter a parte referente aos serviços e peças integrantes do trabalho
- Estar em uma posição adequada para se acompanhar o desenvolvimento de um contrato
- Melhorar uma posição competitiva
- Aumentar uma linha de produtos para uma linha de negócios

Todas estas razões são suficientes para que seja dado suporte financeiro a projetos, os quais, em curto prazo, poderão dar prejuízo, porém fazer com que a

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

empresa adquira o ímpeto necessário para um futuro crescimento e lucratividade. Cabe à gerência sênior decidir se tais razões valem a pena.

1.2 Gerenciamento de Custos segundo o PMBOK 2000

O *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK) é um guia elaborado pelo *Project Management Institute* (PMI) que aborda as melhores práticas da gerência de projetos. O PMBOK aborda todas as áreas vitais de um bom planejamento e orienta os gerentes de projeto para conseguirem atingir os objetivos dos projetos que conduzem dentro do prazo, orçamento e qualidade exigidos ou, pelo menos, com o mínimo de imprevistos possíveis. Um dos tópicos abordados pelo PMBOK é justamente a gerência de custos, a qual apresentamos em síntese nesta seção.

A gerência do custo do projeto consiste, fundamentalmente, nos custos dos recursos necessários à implementação das atividades do projeto. Ela também considera os efeitos de decisões do projeto no custo de utilização do produto resultante, conhecido como custo de ciclo de vida.

A gerência de custos do projeto inclui processos essenciais para garantir que o projeto não ultrapasse o orçamento aprovado, até sua conclusão. Esses processos com suas respectivas descrições podem ser observados na tabela 1.

Processo	Descrição
Planejamento dos Recursos	Determinar quais recursos e que quantidade de cada deve ser usada para executar as atividades do projeto.
Estimativa dos Custos	Desenvolver uma estimativa dos custos dos recursos necessários à implementação das atividades do projeto.
Orçamento dos Custos	Alocar as estimativas de custos globais as atividades individuais de trabalho.
Controle dos Custos	Controlar as mudanças no orçamento do projeto.

Tabela 1- Processos para Gerenciamento de Custos

Apesar de serem exibidos separadamente, estes processos interagem mutuamente entre si e com os processos de outras áreas de conhecimento. Estes processos ocorrem, geralmente, no mínimo uma vez em cada fase do projeto.

Técnicas de Engenharia de Valores junto com o custeio do ciclo de vida são usadas para reduzir custo e tempo, melhorar a qualidade e o desempenho e otimizar a tomada de decisão.

Os custos do projeto podem ser usados como componentes de premiação e de sistemas de reconhecimento. Os sistemas de reconhecimento e recompensa são ações formais de gerenciamento que promovem ou reforçam um comportamento desejado. Para tanto, os custos controláveis e não controláveis devem ser estimados e orçados separadamente, para assegurar que os prêmios reflitam o desempenho real.

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

Planejamento de recursos

O planejamento de recursos é o processo envolvido na determinação dos recursos utilizados no projeto. É também neste processo que é definido o momento de utilização de destes recursos, juntamente com as quantidades necessárias, de acordo com a realização das atividades do projeto.

A figura 1 exibe um modelo simplificado das ferramentas e atividades empregadas para a execução deste processo. Como pode ser observado, este processo está intimamente ligado ao escopo e as atividades do projeto. O resultado final deste processo é uma lista dos recursos requeridos para garantir a finalização com êxito do projeto.

Outro fator importante é que este processo está intimamente ligado com a experiência e o entendimento das atividades e escopo do projeto, sendo por isso, muitas vezes, necessário a avaliação de especialistas para que o resultado final do processo seja correta.

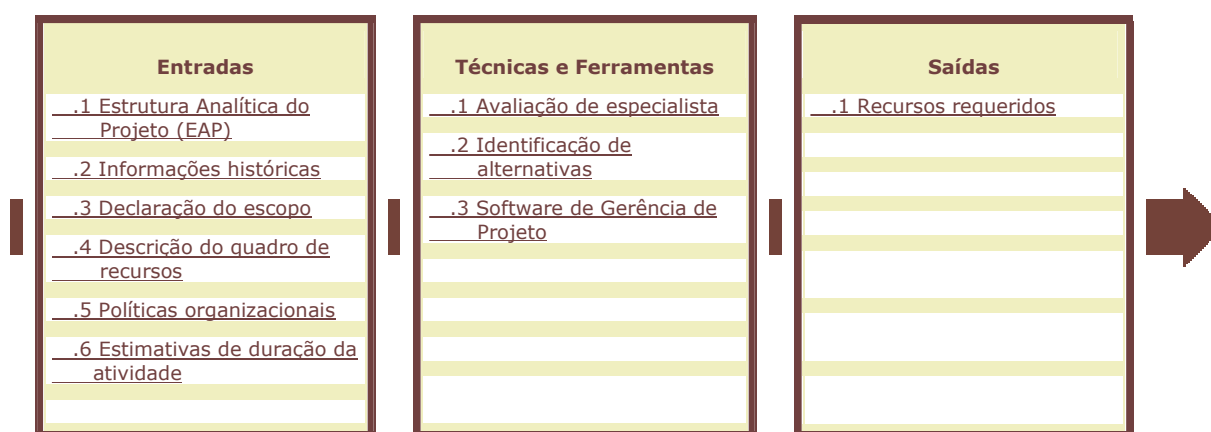


Figura 1 - Quadro de atividades e ferramentas do processo de Planejamento de Custos

Estimativa dos Custos

Este processo é designado a desenvolver uma estimativa dos custos dos recursos necessários à implementação das atividades do projeto.

É importante frisar a distinção entre custos estimados e o preço. A estimativa dos custos envolve elaborar uma avaliação quantitativa dos gastos para a organização produtora do projeto. O preço é o valor cobrado pelo produto. Este preço é uma decisão de negócio que usa as estimativas de custo como uma das várias considerações.

A estimativa dos custos inclui identificar e considerar várias alternativas de custo. Por exemplo, pode-se considerar um gasto adicional durante a fase de projeto para que ocorra uma redução do custo na fase de produção. O processo de estimativa dos custos deve verificar se ocorrerá uma economia de custo no final do projeto.

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

Um modelo simplificado do processo de estimativa de custos pode ser visto na figura 2. As entradas para este processo estão bastante relacionadas aos recursos requeridos (resultante do planejamento de custos), as atividades do projeto, informações dos valores dos recursos utilizados e informações de custos de projetos anteriores.

A partir dessas entradas é possível estimar os custo do projeto vigente. Esta estimativa pode ser atingida por várias técnicas. Gerar uma estimativa de custos baseado no custo de projetos anteriores com características semelhantes, é conhecida como Estimativa por analogia. Outra técnica muito utilizada são os modelos paramétricos, que são formulas matemáticas que recebem parâmetros quantificáveis extraídos do projeto e retornam uma estimativa de seus custos. Também é muito utilizada a técnica bottom-up para estimativas, que consiste em gerar uma estimativa para cada atividade, ou pacotes de atividades, e a partir desses custos, gerar a estimativa de custos do projeto.

Como resultado deste processo, devem resultar as estimativas de custo do projeto, detalhes de suporte e plano de gerência do custo. O detalhe de suporte engloba a descrição das técnicas para desenvolvimento da estimativa, uma indicação do intervalo de variação das estimativas e uma descrição e escopo do trabalho estimado. O plano de gerência do custo descreve como as variações no custo serão gerenciadas.



Figura 2 - Quadro de atividades e ferramentas do processo de Estimativa de Custos

Orçamento dos Custos

A elaboração do orçamento dos custos envolve alocar as estimativas dos custos globais as atividades individuais ou a pacotes de trabalho para estabelecer um *baseline* de custo para medir o desempenho do projeto.

A figura 3 mostra uma simplificação das ferramentas e técnicas utilizadas neste processo. Uma das entradas importantes para este processo é o cronograma do

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

projeto, com as datas de início e término das atividades, pois este será usado como referência para a alocação dos custos no período em que ele realmente for ocorrer.

O resultado final é o *Baseline* do custo. Ele é o orçamento referencial que será utilizado para medir e monitorar o desempenho do custo do projeto. É desenvolvido através da totalização das estimativas de custo por período e, usualmente, é apresentada na forma de Curva-S.

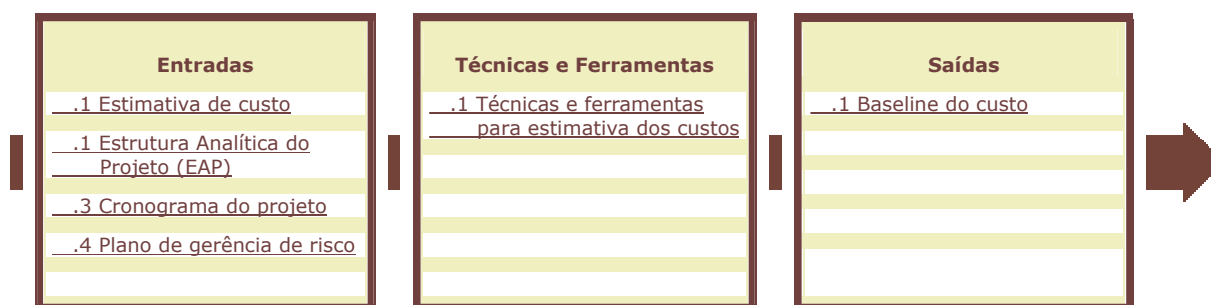


Figura 3 - Quadro de atividades e ferramentas do processo de Orçamento de Custos

Controle dos Custos

O controle dos custos visa influenciar os fatores que criam as mudanças na meta de custo de forma a garantir que estas mudanças sejam autorizadas, a meta de custo seja alterada, e as mudanças reais sejam gerenciadas quando e da forma que elas surgirem. Os objetivos do processo de Controle de Custos são:

- Monitorar o desempenho do custo para detectar e entender as variações do plano.
- Assegurar que todas as mudanças adequadas estão registradas corretamente no baseline de custo.
- Impedir que mudanças incorretas, não apropriadas ou não autorizadas sejam incluídas no baseline de custo.
- Informar adequadamente as partes envolvidas das mudanças autorizadas.
- Trazer a expectativa de custo dentro de limites aceitáveis.

O controle de custo inclui descobrir o motivo das variações e deve estar fortemente integrado com os outros processos de controle. A figura 4 mostra, sucintamente as ferramentas e recursos utilizados neste processo.

Como se pode observar, este processo esta bastante focado nas requisições de mudanças, atualizações e revisões dos custos e orçamento do projeto. Para tanto, são utilizadas medidas de desempenho e valores que exibem qual a atual situação real financeira do projeto e qual foi a planejada. Desta forma, as previsões financeiras podem ser refeitas com uma maior precisão.

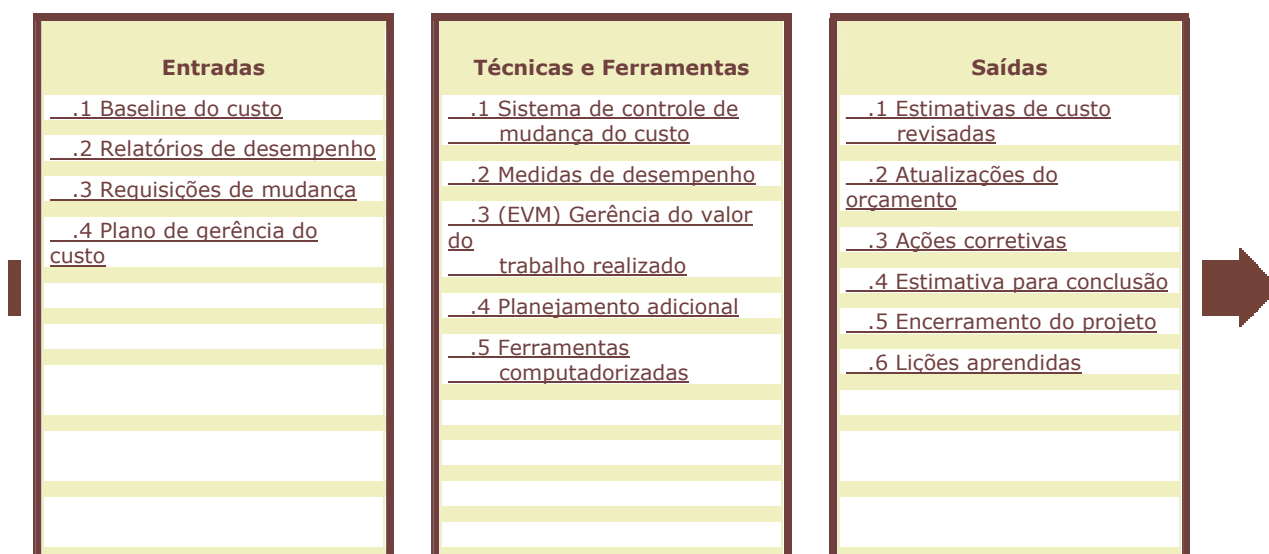


Figura 4 - Quadro de atividades e ferramentas do processo de Controle dos Custos

1.2.1 Análise de Valor Agregado (Earned Value Management)

O EVM (*Earned value Management*) é um método para relatar o status do projeto em relação ao tempo e ao custo. A principal idéia é realizar comparativos entre o cronograma e o custos das tarefas planejadas para o projeto com a situação atual do mesmo.

O EVM é baseado em três principais informações: *planned value*, *actual cost* e *earned value*.

Durante a explicação das variáveis encontradas no EVM, será desenvolvido um exemplo ilustrativo para facilitar o entendimento das mesmas.

O PV (*planned value*) é o custo do trabalho orçado em uma atividade em um determinado período de tempo. O AC (*actual cost*) é o custo real do trabalho realizado, ou seja, quanto realmente custou a atividade.

Na figura 5 são apresentados os valores iniciais do PV e do AC do exemplo criado. O gráfico exibe o valor em cada marco do projeto. O primeiro e segundo marcos mostram que o custo real do trabalho foi maior do que o planejado. Um detalhe importante é que o fato pelo qual não existe custo atual para o terceiro e quarto marco, é que, no contexto deste exemplo estes marcos ainda não foram atingidos.

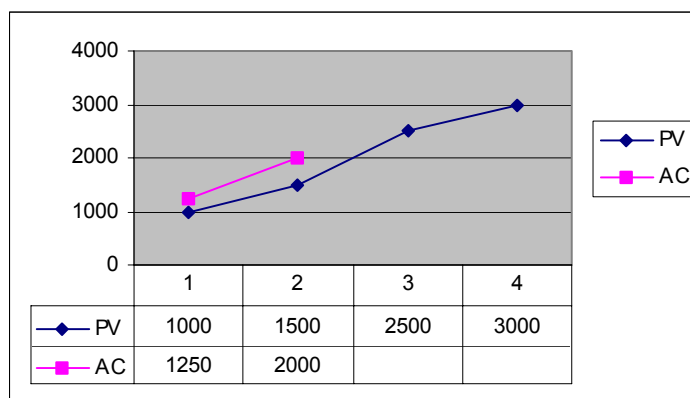


Figura5 – Gráfico de amostragem do gerenciamento de custos baseado no PV e no AC

O EV (*earned value*) é o custo estimado para o trabalho realizado, ou seja, a porcentagem de trabalho realizado em relação ao planejado multiplicado pelo valor planejado ($\% \text{trabalho} \times \text{PV}$). No caso do exemplo, supondo que apenas 80% do trabalho estimado até o primeiro marco foi realizado. Então o EV neste caso seria de $0,80 \times 1000 = 800$. Depois apenas 85% do trabalho planejado até o marco 2 foi realizado e o valor planejado era de 1500, então o EV é de 1275 como pode ser visto na figura 6.

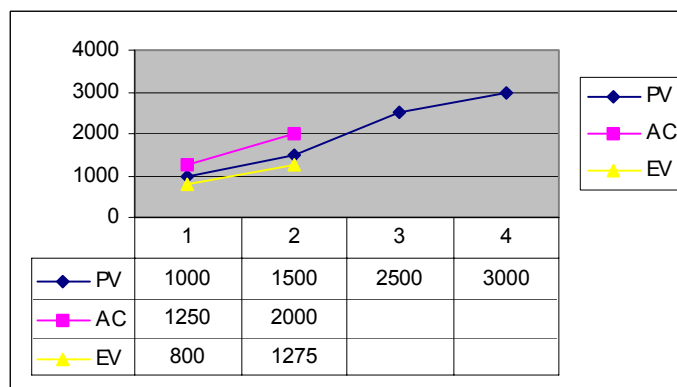


Figura6 – Gráfico de amostragem do gerenciamento de custos considerando o PV, o AC e o EV.

Outras variáveis importantes são CV (*cost variance*) e SV (*schedule variance*). O CV indica se os custos estão dentro dos valores orçados. O seu cálculo é obtido através da subtração do EV pelo AC ($\text{EV} - \text{AC}$). Outro dado importante é o valor do CV em porcentagem, que obtido através da divisão do CV pelo EV ($\text{CV}/\text{EV} \times 100$). Estes valores podem ser observados na continuação do exemplo através da tabela 1.

	1	2	3	4
PV	1000	1500	2500	3000
AC	1250	2000		
EV	800	1275		
CV	-450	-725		
CV%	-56%	-57%		

Tabela 2 – Um exemplo de acompanhamento de projeto baseado em CV e CV%

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

O SV indica a situação do prazo real com relação ao planejado. Seu valor é obtido através da subtração do EV pelo PV ($EV - PV$). Da mesma forma que o CV, o valor em porcentagem do SV é bastante importante e é calculado pela divisão do SV pelo PV ($SV/PV \times 100$). A tabela 3 exibe os valores calculados para o exemplo ilustrativo desta seção.

	1	2	3	4
PV	1000	1500	2500	3000
AC	1250	2000		
EV	800	1275		
SV	-200	-225		
SV%	-20%	-15%		

Tabela 3 – Um exemplo de acompanhamento de projeto baseado em SV e SV%

A partir do PV, do AC e do EV ainda é possível obter índices de performance do projeto. O CPI (*cost performance index*) possibilita a visualização da magnitude de um possível aumento de custos. O seu cálculo é feito através da divisão de EV por AC (EV/AC). Outro índice de performance é o SPI (*schedule performance index*), que possibilita a previsão do termino do projeto. Seu cálculo é feito pela divisão do EV pelo PV.

No caso do exemplo, o valor do CPI encontrado no primeiro marco foi de 0,64, como pode ser visto na tabela 4. Isto significa que a cada unidade do dinheiro empregado, apenas 64% dele é aproveitado em relação ao que foi executado e planejado até o momento. Da mesma forma o SPI encontrado no marco 1 e 2 foi respectivamente 0,80 e 0,85, ou seja apenas 80% do tempo até o primeiro marco foi aproveitado de acordo com planejado e com relação ao tempo do segundo marco este valor foi de 85%.

	1	2	3	4
PV	1000	1500	2500	3000
AC	1250	2000		
EV	800	1275		
CPI	0,64	0,64		
SPI	0,80	0,85		

Tabela 4 – Um exemplo de acompanhamento de projeto baseado em CPI e SPI

Para finalizar existe o EAC (*estimate at completion*), que é a expectativa atual do custo para realizar todo o trabalho. O seu cálculo é feito pela divisão do valor total do projeto dividido pelo CPI ($\text{"Total do Projeto"}/CPI$). No caso do exemplo, como pode ser visto na tabela 5, o EAC teve o mesmo valor nos dois primeiros marcos, porém isto foi apenas coincidência, pois os valores do CPI calculados para dois marcos foram os mesmos. Este valor obtido significa que se continuar dessa forma o valor final do projeto será de 4687,50 e não de 3000.

	1	2	3	4
PV	1000	1500	2500	3000
AC	1250	2000		
EV	800	1275		
CPI	0,64	0,64		
EAC	4687,50	4687,50		

Tabela 5 – Um exemplo de acompanhamento de projeto baseado em CPI e EAC

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

2. ESTIMATIVA DE CUSTO DE SOFTWARE

O capítulo passado abordou o gerenciamento de custos para projetos de propósito geral. As técnicas apresentadas anteriormente se aplicam muito bem a projetos de software, entretanto temos que considerar a natureza abstrata do desenvolvimento de software para estimar seus custos e assim poder empregar as técnicas de gerenciamento. Este capítulo aborda a metodologia utilizada para estimar custos de projetos de software.

Existem três parâmetros envolvidos no cálculo do custo total de um projeto de desenvolvimento de software:

- Custos de hardware e software, inclusive manutenção
- Custos de viagens e treinamento
- Custos relativos ao esforço empregado (o custo do pagamento dos engenheiros de software)

Para a maioria dos projetos, o custo dominante é o que se refere ao esforço empregado. Os computadores que são suficientemente poderosos para o desenvolvimento de software são relativamente baratos. Embora os custos com viagens possam ser significativos quando um projeto é desenvolvido em diferentes locais, eles são relativamente baixos, para a maior parte dos projetos. Além disso, o uso de e-mail, fax e teleconferências pode reduzir as viagens necessárias.

Os custos relativos ao esforço não são simplesmente os custos dos salários dos engenheiros de software envolvidos no projeto. As organizações calculam os custos de esforço em termos dos custos gerais, considerando o custo total de operação da organização, dividindo-o pelo número de pessoas produtivas. Portanto, os custos que se seguem fazem parte do custo total do esforço:

- Custos relativos ao fornecimento de energia
- Custos com o pessoal de apoio
- Custos com operações em rede e comunicações
- Custos com as instalações centrais
- Custos com previdência social e benefícios aos funcionários

De modo geral, esse fator relacionado às despesas gerais é cerca de duas vezes o salário dos engenheiros de software, dependendo do tamanho da organização e de suas despesas gerais associadas.

O cálculo dos custos de software deve ser realizado objetivamente com a intenção de prever com precisão qual será o custo de desenvolvimento do software para o fornecedor. Se o custo do projeto tiver sido calculado como parte de uma proposta para um cliente, então será preciso tomar uma decisão sobre o preço cotado para o cliente. Classicamente, o preço é o custo mais o lucro. Contudo, a relação entre o custo do projeto e o preço para o cliente, geralmente, não é tão simples.

A estimativa de preço do software precisa levar em conta considerações mais amplas sobre questões organizacionais, econômicas, políticas e de negócios. Portanto, pode não haver uma relação simples entre o preço para o cliente do software e os custos de desenvolvimento. Em razão das considerações organizacionais envolvidas, a estimativa de preço geralmente envolve a gerência sênior da organização, além dos

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

gerentes de projetos de software. Os fatores influenciáveis no preço podem ser visualizados na tabela 6:

Fator	Descrição
Oportunidade de Mercado	Uma organização de desenvolvimento pode cotar um preço baixo porque deseja iniciar em um novo segmento do mercado de software. Aceitando um lucro baixo em um projeto, é possível ter a oportunidade de obter melhores lucros posteriormente. A experiência obtida pode permitir o desenvolvimento de novos projetos
Incerteza de estimativa de custo	Se uma organização estiver insegura sobre sua estimativa de custos, ela pode aumentar seu preço bem acima de seu lucro normal, justificando alguma despesa eventual.
Condições contratuais	Um cliente pode querer permitir que o desenvolvedor mantenha a propriedade sobre o código-fonte e o reutilize em outros projetos. O preço cobrado pode então ser menor do que se o código-fonte fosse entregue ao cliente.
Volatilidade dos requisitos	Se existe a possibilidade de que os requisitos sejam modificados, uma organização pode baixar seu preço para ganhar um contrato. Depois que o contrato for efetivado, altos preços podem ser cobrados por mudanças nos requisitos.
Saúde financeira	Desenvolvedores em dificuldades financeiras podem reduzir seu preço para conseguir um contrato. É melhor obter um lucro menor do que o normal ou mesmo apenas equilibrar o lucro e a despesa do que perder o contrato.

Tabela 6 – Fatores influenciáveis no preço de um projeto

2.1 Modelos para estimativa de custo

Não existe uma maneira simples de fazer uma estimativa precisa de esforço necessário para desenvolver um sistema de software. As estimativas iniciais talvez precisem ser feitas com base em uma definição de alto nível dos requisitos de usuário. É possível que o software tenha de ser executado em computadores que não sejam familiares ou que seja utilizada uma tecnologia de desenvolvimento nova. As pessoas envolvidas no projeto, e também suas habilidades, provavelmente não serão conhecidas. Todos esses fatores significam que é difícil produzir uma estimativa exata dos custos de desenvolvimento do sistema em um estágio muito inicial do projeto.

Normalmente o custo de um projeto é uma função baseada em cinco fatores:

- Tamanho do produto

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

- Habilidades da equipe (pessoal)
- Ambiente (ferramentas e técnicas)
- Complexidade do produto
- Qualidade desejada

Existem inúmeros modelos para estimativa de custos, porém aplicados individualmente podem não fornecer uma estimativa tão confiável quanto se espera, o ideal seria utilizá-los em conjunto. São eles:

- Pelo "negócio"
- Por analogia
- Bottom-up
- Top-down
- Julgamento de especialistas
- Paramétricos
- Lei de Parkinson
- Preço definido para ganhar

Quando baseado pelo negócio da organização, o custo de um produto pode ser baseado na estratégia organizacional para ganhar mercado. Dessa forma, o preço final pode ser inferior ao custo real visando a lucratividade em termos da quantidade de produtos vendidos. Neste caso, os requisitos do projeto se adequam ao custo.

Quando baseado na analogia a projetos anteriores, a estimativa se baseia em projetos reais e experiências anteriores, porém projetos realmente similares são difíceis de encontrar e os dados sobre eles precisam ter sido registrados, o que nem sempre é uma realidade.

Conforme apresentado no tópico 1.1, a estimativa de baixo para cima, ou estimativa bottom-up, estima os custos de um projeto a partir dos componentes do sistema. O custo de cada componente é estimado e o custo final é dado pela soma de todos eles. Esta metodologia oferece estimativas acuradas, promove comprometimento com as estimativas e facilita o acompanhamento do gerente do projeto com os gastos do projeto durante sua execução, porém consome muito tempo e precisa de informações detalhadas de antemão. Além disso, no caso de software, por exemplo, custos de integração de componentes podem ser negligenciados, mas é útil no planejamento detalhado de iterações.

A estimativa de cima para baixo (top-down) estima os custos de um projeto a partir da funcionalidade geral do sistema, ou seja, o custo depende das funções do software ao invés dos componentes que irão implementá-las. Esta metodologia é fácil e rápida de se implementar e pode ser usada no início do projeto, entretanto problemas técnicos difíceis podem não ser considerados e, conseqüentemente, estimativas menos acuradas. Além disso, esta metodologia provê poucos detalhes e justificativas para as estimativas.

Quando baseado no julgamento de especialistas, a estimativa de custos de um projeto se dá a partir da opinião de um grupo de especialistas, ou seja, é fruto do consenso entre eles. Neste tipo de abordagem, há pouca ou nenhuma necessidade de dados históricos, pois a estimativa é baseada na experiência de cada especialista consultado. Esta metodologia pode ser utilizada no início do projeto e em situações onde se lida com novas tecnologias, aplicações ou linguagens de programação. Esta metodologia é considerada bastante flexível com relação ao objeto das estimativas,

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

porém a opinião dos especialistas pode ser tendenciosa e/ou influenciável e o conhecimento e domínio dos especialistas sobre o assunto pode ser questionável.

A abordagem paramétrica Usa algoritmos matemáticos parametrizados para estimar os custos do projeto. Esta metodologia é rápida, fácil de aplicar, objetiva e passível de repetição podendo ser utilizada no início do projeto, entretanto necessita de uma base histórica de dados e pode ser muito específica para um determinado contexto tornando-se, no geral, não muito precisa. Além disso, ela apenas estima o custo total do projeto que depois precisa ser distribuída entre as diversas atividades e módulos do projeto.

A abordagem da Lei de Parkinson define que o trabalho se amplia para preencher o tempo disponível. O custo é determinado pelos recursos disponíveis, e não pela avaliação objetiva. Se o software tiver de ser entregue em 12 meses e cinco pessoas estiverem disponíveis, o esforço requerido é estimado em 60 homens-mês e o orçamento será baseado nesta estimativa. Um custo de projeto é combinado com base em uma proposta geral. Em seguida, as negociações são desenvolvidas com o cliente, a fim de se estabelecer a especificação detalhada de projeto. Essa especificação é restrita pelo custo especificado. O comprador e o vendedor precisam entrar em acordo sobre qual é a funcionalidade aceitável para o sistema. O fator fixado, em muitos projetos, não são os requisitos de projeto, mas os custos relativos. Os requisitos podem ser modificados, de modo que o custo não pode ser excedido.

A abordagem do preço definido para ganhar estima o custo do software para ser o que o cliente tiver disponível para gastar no projeto. O esforço de estimativa depende do orçamento do cliente, e não da funcionalidade do software. A noção de "preço definido para ganhar" pode parecer anti-ética e inadequada aos negócios, contudo essa abordagem tem algumas vantagens.

Cada técnica de estimativa tem seus próprios pontos positivos e negativos. No caso de grandes projetos, é necessário utilizar várias técnicas de estimativas de custos e comparar seus resultados. Se elas produzirem custos radicalmente diferentes, isso sugere que não se têm informações suficientes para se fazer a estimativa. É necessário obter mais informações e repetir o processo de estimativa de custos, até que as estimativas sejam convergentes.

Essas técnicas de estimativa são aplicáveis quando um documento de requisitos do sistema tiver sido produzido. Isso deve definir todos os usuários e os requisitos do sistema. Portanto, é possível fazer uma estimativa razoável da extensão da funcionalidade do sistema a ser desenvolvido. Em geral, os projetos de engenharia de grandes sistemas, normalmente, terão esse documento de requisitos.

Contudo, em muitos casos, os custos de muitos projetos devem ser estimados utilizando-se somente um esboço geral dos requisitos do usuário para o sistema. Isso significa que os responsáveis pelas estimativas têm muito poucas informações para trabalhar. A análise e especificação de requisitos são tarefas dispendiosas, e os gerentes em uma empresa podem precisar de uma estimativa inicial de custos para o sistema, antes de terem um orçamento aprovado para esse processo. Sob essas circunstâncias, o preço definido para ganhar é uma estratégia comumente utilizada.

Ao estimar os custos de software, os gerentes precisam levar em conta que há muitas diferenças importantes entre os projetos anteriores e futuros. Uma série de

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

novos métodos e novas técnicas de desenvolvimento foi introduzida nos últimos dez anos. Muitos gerentes têm pouca experiência nessas técnicas ou o conhecimento de como elas afetam os custos de projeto. Dentre os exemplos de mudança que podem afetar as estimativas baseadas na experiência destacam-se:

- O desenvolvimento orientado a objetos, em vez de desenvolvimento orientado a funções
- Os sistemas cliente-servidor, em vez de sistemas baseados em mainframes
- O uso de componentes de software de prateleira, em vez do desenvolvimento de componentes
- O desenvolvimento para e com reuso, em vez de novo desenvolvimento de todas as partes de um sistema
- O uso de ferramentas CASE e geradores de programas, em vez do desenvolvimento de software com suporte

Todos esses fatores tornam mais difícil para os gerentes produzir estimativas precisas dos custos de produção de software. Suas experiências prévias podem não ser importantes para ajudá-los a estimar os custos de projetos de software. Além disso, é preciso assumir os imprevistos e riscos inerentes a qualquer projeto e não assumir que tudo correrá às mil maravilhas, doenças e saídas de funcionários, atraso na disponibilização de recursos, problemas com o ambiente, entre outros fatores podem comprometer a composição orçamentária do projeto. Portanto é razoável estimarmos um fator de erro, ou seja, uma margem de segurança, na nossa estimativa já prevendo esse tipo de contratempo. Além disso, o fator de produtividade de um funcionário é fundamental. A equipe de desenvolvimento é composta por pessoas e é impossível conceber que qualquer pessoa trabalhe com o mesmo nível de produtividade em sua atividade fim durante toda a sua carga horária diária, fatores de dispersão como cafezinho, horários de fumar, leitura de e-mail e outros fatores de dispersão devem ser considerados no planejamento geral do projeto e, conseqüentemente, no seu orçamento.

2.2 Modelagem Algorítmica de Custos

Por falta de teorias a respeito do comportamento das variáveis que determinam os custos de um projeto, os modelos de custos mais conhecidos se baseiam em experiências passadas para projetar o tamanho do produto e, a partir daí, projetar os custos de seu desenvolvimento. Estes modelos estabelecem, através de métodos estatísticos, relações funcionais entre as variáveis de tamanho e o esforço de desenvolvimento.

Contudo, visto que a produção de software é realizada sob encomenda (i.e. solução particular), as condições e as circunstâncias de desenvolvimento dos diferentes produtos variam. Para se produzir estimativas precisas, engenheiros de software desenvolveram técnicas para capturar a relação entre esforço e as características da equipe e do projeto e outros fatores que afetam o prazo, esforço e custo. Daí ser importante a inclusão de variáveis, nestes modelos, que representem características de projetos que influenciam na produtividade das equipes de desenvolvimento.

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

Os modelos mais amplamente conhecidos para estimativa de custos serão apresentados nos tópicos seguintes.

2.2.1 O modelo SLIM

SLIM é um dos primeiros modelos algorítmicos de custos. É geralmente conhecido como um modelo de macro estimativa, ou seja, aplicável para grandes projetos. O modelo SLIM permite ao gerente de projeto de software realizar as seguintes funções:

- *Calibração* – Ajuste fino no modelo para representar o ambiente de desenvolvimento do software interpretando uma base de dados histórica de projetos passados.
- *Construção* – Contrução de um modelo de informação do software, coletando suas características, atributos pessoais, atributos computacionais, entre outros.
- *Mensuração do software* – SLIM utiliza uma versão automatizada da técnica de custo das linhas de código (LOC)

O algoritmo utilizado é:

$$K = (LOC / (C * t^{4/3})) * 3$$

Onde K é o esforço do ciclo de vida total em anos trabalhados despendido em pessoas-ano ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento, t é o tempo de desenvolvimento em anos e C é a constante de tecnologia, combinando o efeito de ferramentas, linguagens de programação, metodologia e padrão de qualidade utilizados. O valor da constante de tecnologia varia de 610 a 57314. Por exemplo, alguns valores típicos para C seriam:

- Ck = 2000 para um ambiente de desenvolvimento pobre
- Ck = 8000 para um ambiente de desenvolvimento de software bom
- Ck = 11000 para um ambiente excelente

As vantagens do SLIM é que ele usa uma programação linear para considerar as restrições de desenvolvimento de custo e esforço e SLIM necessita de poucos parâmetros para gerar uma estimativa se comparados com o modelo COCOMO. Entretanto, as estimativas produzidas pelo SLIM são extremamente sensíveis ao fator de tecnologia, além de ser difícil de ser aplicada em projetos pequenos.

2.2.2 O modelo COCOMO

O modelo COCOMO foi derivado pela coleta de dados a partir de um grande número de projetos de software e, em seguida, pela análise desses dados para descobrir fórmulas que fossem mais adequadas às observações. O COCOMO é bem documentado, de domínio público e é compatível com ferramentas comerciais e de domínio público, tem sido amplamente utilizado e avaliado e tem uma longa linhagem, desde sua primeira versão, lançada em 1981 seguindo um aperfeiçoamento ajustado

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

ao desenvolvimento de software em Ada até sua mais recente versão publicada em 1995.

A primeira versão do COCOMO, atualmente conhecido como COCOMO 81, possuía três níveis, e cada nível refletia os detalhes da análise da estimativa de custos. O primeiro nível (básico) fornecia uma estimativa inicial, preliminar; o segundo nível modificava essa condição, utilizando uma série de multiplicadores de projeto e processo, e o nível mais detalhado produzia estimativas para diferentes fases do projeto. O modelo básico do COCOMO 81 é mostrado na tabela 7:

***PM = Person-month (pessoa-mês)**

Complexidade do projeto	Fórmula	Descrição
Simples	$PM = 2,4 (KDSI)^{1,05} \times M$	Aplicações bem compreendidas e, desenvolvidas por pequenas equipes.
Moderada	$PM = 3,0 (KDSI)^{1,12} \times M$	Projetos mais complexos em que os membros da equipe podem ter experiência limitada com os sistemas relacionados.
Embutida	$PM = 3,6 (KDSI)^{1,20} \times M$	Projetos complexos em que o software é parte de um conjunto complexo de hardware, software, regulamentos e procedimentos operacionais.

Tabela 7 – Modelo COCOMO 81 básico

O COCOMO 81 supunha que o software seria desenvolvido de acordo com um processo em cascata e que a maioria dos softwares seria desenvolvida a partir do zero. Contudo, ocorreram mudanças radicais no desenvolvimento de software desde que a versão inicial foi proposta. O software pode ser montado mediante a montagem de componentes reutilizáveis, vinculando-os por meio de alguma linguagem de scripting. A prototipação e o desenvolvimento incremental são modelos de processo comumente utilizados. Em muitos casos, subsistemas de prateleira são utilizados. Os softwares já existentes passam pelo processo de reengenharia, para a criação de novos softwares. O suporte técnico às ferramentas CASE, para a maioria das atividades de processo de software, está disponível atualmente.

Para levar essas mudanças em consideração, o modelo COCOMO 2 reconhece diferentes abordagens de desenvolvimento de software, como a prototipação e o desenvolvimento pela composição de componentes. Os níveis de modelo não refletem simplesmente estimativas cada vez mais complexas e detalhadas. Os níveis estão associados com atividades no processo de software, de modo que as estimativas iniciais podem ser feitas previamente no processo, com as estimativas mais detalhadas sendo realizadas depois que a arquitetura do sistema foi definida. Os níveis identificados no COCOMO 2 são:

- *Nível inicial de prototipação* - As estimativas de tamanho são feitas com base em pontos de objeto, e uma fórmula simples de tamanho/produzitividade é utilizada para estimar o esforço requerido.

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

- *Nível inicial de projeto* – Esse nível corresponde à conclusão dos requisitos do sistema com algum projeto inicial. As estimativas são baseadas em pontos de função, que são, então, convertidas para o número de linhas de código-fonte. A fórmula segue o modo-padrão, discutido anteriormente, com um simples conjunto de multiplicadores associados a ela.
- *Nível pós-arquitetura* – Uma vez projetada a arquitetura do sistema, uma estimativa razoavelmente exata do tamanho do software pode ser feita. A estimativa desse nível utiliza um conjunto mais amplo de multiplicadores, refletindo a capacidade pessoal, as características de produto e de projeto.

O nível inicial de prototipação

O nível inicial de prototipação foi introduzido no COCOMO para apoiar a realização de estimativas de esforço necessário para projetos de prototipação e para projetos em que o software é desenvolvido pela composição dos componentes existentes. Ele é baseado em uma estimativa de pontos de objeto ponderados que é dividida por um número padrão para a produtividade estimada. A produtividade do programador depende de sua experiência e capacitação das ferramentas CASE utilizadas para apoiar o desenvolvimento.

Nesse nível, o reuso é comum e, assim, o número de pontos de objeto utilizado na estimativa de prazos é ajustado para levar em conta a percentagem de reuso que se espera. Portanto, a fórmula final para o cálculo do prazo é:

$$PM = (NOP \times (1 - \% \text{ reuso}/100))/PROD$$

Onde PM (person-month) é o esforço medido em pessoa-mês, NOP (number of object points) é o número de pontos de objeto e PROD (productivity) é a produtividade.

O nível inicial de projeto

As estimativas produzidas nesse estágio se baseiam na seguinte fórmula-padrão para os modelos algorítmicos:

$$\text{Esforço} = A \times \text{Tamanho}^B \times M$$

Com base em seu amplo conjunto de dados, Boehm propõe que o coeficiente A deve ser 2,5 para as estimativas feitas nesse nível. O tamanho do sistema é expresso em KSLOC, ou seja, o número de milhares de linhas de código-fonte. Esse número é calculado estimando-se o número de pontos de função no software e convertendo-o para KSLOC, com a utilização de tabelas-padrão, que relacionam o tamanho do software a pontos de função, para diferentes linguagens de programação. Essa estimativa de tamanho se refere ao código que é implementado manualmente, em vez de ser gerado ou reutilizado.

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

O expoente B reflete o esforço aumentado, requerido à medida que o tamanho do projeto aumenta. Esse expoente não é fixo, como na primeira versão do COCOMO, mas pode variar de 1,1, a 1,24, dependendo da novidade do projeto, da flexibilidade de desenvolvimento, dos processos de resolução de risco utilizados, da coesão da equipe de desenvolvimento e do nível de maturidade de processo da organização. A maneira pela qual esse expoente é calculado será discutida nas seções seguintes.

O multiplicador M baseia-se em um conjunto simplificado de sete projetos e direcionadores de processo derivados, dentre os quais destacam-se: confiabilidade e complexidade do produto (product reliability and complexity - RCPX), reuso requerido (reuse required - RUSE), dificuldade de plataforma (platform difficulty - PDIF), capacitação pessoal (personnel capability - PERS), experiência pessoal (personnel experience - PREX), prazo (Schedule - SCED) e recursos de suporte (support facilities - FCIL). Esses valores podem ser estimados diretamente em uma escala de seis pontos, em que 1 corresponde a valores muito baixos para esses multiplicadores e 6 corresponde a valores muito altos. Como alternativa, eles podem ser calculados combinando-se os valores dos multiplicadores mais detalhados utilizados no nível de pós-arquitetura.

Isso resulta em um cálculo de esforço como se segue:

$$PM = A \times \text{tamanho}^B \times M + PM_m, \text{ onde}$$

$$M = PERS \times RCPX \times RUSE \times PDIF \times PREX \times FCIL \times SCED$$

O último termo na fórmula (PM_m) é um fator utilizado quando uma percentagem significativa do código é gerada automaticamente. Em geral, é necessária alguma entrada manual, a fim de ajustar esse código, mas o nível de produtividade é muito mais alto do que o código criado manualmente. Portanto, o esforço requerido (PM_m) é calculado de maneira separada, utilizando-se a seguinte fórmula, e, então, adicionado ao esforço calculado para o código desenvolvido manualmente.

$$PM_m = (ASLOC \times (AT/100))/ATPROD$$

ASLOC é o número de linhas de código-fonte geradas automaticamente e ATPROD é o nível de produtividade para esse tipo de produção de código. Contudo, algum esforço é exigido para o código de interface gerado com o restante do sistema. Isso depende da percentagem do código total do sistema automaticamente gerado (AT). Portanto, a produtividade real depende do número de módulos gerados. Quanto menor a quantidade de código gerado, maior o custo geral envolvido em integrar esse código com outro código no sistema.

O nível pós-arquitetura

As estimativas produzidas no nível pós-arquitetura têm como base a mesma fórmula básica utilizada nas primeiras estimativas de projeto. Contudo, a estimativa de tamanho para o software deve ser mais precisa nesse estágio, no processo de

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

estimativa, e, são utilizados 17 atributos, em vez de sete, para aperfeiçoar o cálculo do esforço inicial.

A estimativa do número total de linhas de código-fonte é ajustada para levar em conta dois importantes fatores do projeto:

- *A volatilidade dos requisitos* – É feita uma estimativa do retrabalho que pode ser necessário para adequar as mudanças nos requisitos do sistema. Essa estimativa é expressa como o número de linhas de código-fonte que tem de ser modificado, e esse número é adicionado à estimativa inicial de tamanho.
- *A possível extensão do reuso* – O amplo reuso significa que o número de linhas de código que realmente serão desenvolvidas precisa ser corrigido. Contudo, os custos de reuso não são lineares, devido ao esforço inicial exigido para descobrir e selecionar componentes e do esforço requerido para compreender os componentes reutilizáveis e suas interfaces, se elas precisarem ser modificadas.

Os efeitos do reuso são levados em conta no COCOMO 2, ajustando-se a quantidade de esforço de acordo com a seguinte fórmula:

$$ESLOC = ASLOC \times (AA + SU + 0.4DM + 0.3 CM + 0.3IM)/100$$

Onde ESLOC é o número equivalente de linhas do novo código, ASLOC é o número de linhas de código reutilizável, que tem de ser modificado, DM é a percentagem do projeto modificado, CM é a percentagem de código que foi modificado e IM é a percentagem do esforço original de integração requerido para integrar o software reutilizado. SU é um fator que tem como base o custo de entendimento do software, que varia de 50, para os códigos não estruturados complexos, até 10, para os códigos orientados a objetos, escritos adequadamente. AA é um fator que reflete os custos da avaliação inicial para decidir se o software pode ser utilizado. Ele depende da quantidade de testes e da avaliação requerida. Seu valor varia de 0 a 8.

O expoente na fórmula de cálculo de esforço tinha três valores possíveis no COCOMO 1. Esses valores eram relacionados a diferentes níveis de complexidade de projeto. À medida que os projetos se tornam mais complexos, os efeitos de aumento do tamanho do sistema se tornam mais significativos. Contudo, práticas e procedimentos organizacionais podem controlar essa deseconomia de escala e isso é reconhecido no COCOMO 2. O expoente é estimado considerando cinco fatores em escala de seis pontos, desde Muito Baixo até Extra Alto. As classificações resultantes são acrescentadas, divididas por 100, e o resultado é somado a 1,01 para fornecer o termo expoente. Os fatores de escala utilizados no cálculo de expoente do COCOMO 2 estão relacionados na tabela 8:

Fator de Escala	Explicação
Precedência	Reflete a experiência prévia da organização com o tipo de projeto. Muito baixo significa nenhuma experiência prévia; Extra alto significa que a organização está inteiramente familiarizada com esse domínio de aplicação.

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

Flexibilidade de desenvolvimento	Reflete o grau de flexibilidade no processo de desenvolvimento. Muito baixo significa que um processo prescrito é utilizado; Extra alto significa que o cliente apenas estabelece objetivos gerais.
Resolução de arquitetura/risco	Reflete a extensão da análise de risco realizada. Muito baixo significa pouca análise; Extra alto significa uma análise de risco completa e abrangente.
Coesão da equipe	Reflete o quanto os membros da equipe de desenvolvimento se conhecem bem e trabalham juntos. Muito baixo significa interações muito difíceis; extra alto significa uma equipe integrada e eficaz, sem problemas de comunicação.
Maturidade do processo	Reflete o processo de maturidade da organização. O cálculo desse valor depende do Questionário de Maturidade de CMM, mas uma estimativa pode ser feita subtraindo-se de 5 o nível de maturidade de processo de CMM.

Tabela 8 - Fatores de escala utilizados no cálculo de expoente do COCOMO 2

Os atributos utilizados para adequar as estimativas iniciais no modelo pós-arquitetura se dividem em quatro classes:

- (a) Os atributos de produto se referem às características requeridas do produto de software que está sendo desenvolvido
- (b) Os atributos de computador são restrições impostas ao software pela plataforma de hardware
- (c) Os atributos pessoais são multiplicadores que levam em conta a experiência e a capacitação do pessoal que está trabalhando no projeto
- (d) Os atributos do projeto se referem às características particulares do projeto de desenvolvimento de software

A fórmula proposta pelos desenvolvedores do modelo COCOMO 2 reflete sua experiência e os dados parecem muito complexos para o uso prático. Existem atributos em demasia, e há muita incerteza para estimar seus valores. Em princípio, cada usuário do modelo deve ajustar o modelo e os valores dos atributos de acordo com os dados históricos próprios dos projetos, uma vez que isso reflete circunstâncias locais que afetam o modelo. Na prática, contudo, poucas organizações coletaram dados suficientes a partir de projetos passados, de uma maneira que possa apoiar o ajuste do modelo. O uso prático do COCOMO 2 normalmente começaria com os valores publicados para os parâmetros do modelo.

2.3 Ponto de Função

Da mesma maneira que a medida em metros quadrados do tamanho de uma casa não permite deduzir a velocidade com a qual a casa pode ser construída ou o seu

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

tempo de construção, o tamanho em Pontos de Função **NÃO** mede a produtividade ou o esforço de desenvolvimento. Pontos de função medem o tamanho do **QUE** o software faz, ao invés de **COMO** ele é desenvolvido e implementado. Isto significa que, dado um conjunto de requisitos de usuário, o tamanho funcional do software será o mesmo, seja ele desenvolvido com a utilização de COBOL ou DB2, usando desenvolvimento rápido de aplicações (RAD), ou métodos estruturados de desenvolvimento[7].

Segundo [8], a maioria das organizações calcula o custo do software a menor, por larga margem. O verdadeiro custo do software é a soma de todos os custos durante a vida do projeto, incluindo-se aí todos os custos esperados de melhoria e manutenção. De fato, o cálculo real seria o valor presente de todos os desenvolvimentos, melhorias e manutenções no decorrer da vida do projeto. Este tipo de análise demonstra a recompensa de se investir na fase inicial da análise e projeto. Quanto mais se investir nas fases iniciais, mais será economizado na redução dos custos de manutenção e melhoria. É importante ser capaz de calcular o custo unitário, a fim de avaliar o investimento inicial e compará-lo aos gastos futuros. O custo unitário pode ser em horas / PF ou \$ / PF. Os aumentos no investimento inicial deveriam reduzir proporcionalmente os custos unitários das futuras melhorias e manutenções.

O sucesso nas estimativas com a utilização de pontos de função baseia-se em diversas técnicas de estimativa: De Cima Para Baixo ("Top-Down"), Analogia e Opinião de Especialista ("Expert Advice"). A estimativa De Cima Para Baixo é uma técnica que estima o cronograma inteiro, assim como o custo e o esforço, utilizando parâmetros de uso genérico. Os parâmetros de uso genérico e as comparações efetuadas são baseados em dados históricos de benchmark, com a utilização de técnicas de Analogia. A Opinião de Especialistas pode ser obtida através de especialistas com experiência em projetos semelhantes ou na utilização de pontos de função.

A comparação de projetos semelhantes é crítica para o sucesso nas estimativas. Ao avaliar projetos semelhantes, devem ser efetuadas as seguintes considerações:

- Tipo de Plataforma de Hardware - Mainframe, Client Server, PC Isolado
- Tipo de Linguagem - COBOL, C, C++
- Tipo de Projeto - Software Básico, Middleware, Software Aplicativo
- Tipo de Sistema Operacional - MVS, Windows, Unix

Uma vez que tenham sido identificados os projetos semelhantes, os seguintes dados devem ser coletados:

- Taxa de Entrega Histórica (horas por ponto de função) dos projetos semelhantes
- Cronogramas Históricos (duração do cronograma por ponto de função) dos projetos semelhantes
- Custo Histórico (dólares por ponto de função) dos projetos semelhantes

Uma vez que o tamanho do projeto tenha sido determinado em pontos de função, as estimativas de horas, custo e cronograma pode ser calculadas. Os cálculos devem ser efetuados a partir de dados de projetos semelhantes, conforme acima explanado.

Por exemplo, se for determinado que o tamanho do projeto atual é 500 pontos de função e que o custo histórico para um projeto semelhante foi \$10 por ponto de

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

função, então o custo total esperado para o projeto seria \$10 (\$ / Ponto de Função) x 500 PF = \$ 5.000 dólares. Cálculos semelhantes poderiam ser efetuados para o cronograma, a duração e as horas.

Muitos orçamentos de manutenção são estabelecidos com base na performance de anos anteriores. Muitas organizações tentam reduzir os custos de manutenção e não planejam aumentar seus custos de manutenção de ano a ano, para nenhum aplicativo em particular. Se a quantidade de nova funcionalidade for determinada e adicionada ao produto básico, o custo unitário de manutenção pode de fato cair, enquanto o gasto real permanece constante ou aumenta. Se os custos de manutenção estiverem crescendo a uma taxa inferior à taxa de crescimento dos pontos de função, então os custos de manutenção estarão de fato caindo. Por exemplo, se uma organização gasta \$ 100.000 para manter 10.000 pontos de função (\$ 10 por ponto de função), e o número de pontos de função cresce 10 por cento e passa a ser 11.000, permanecendo constantes os dólares gastos em manutenção, teremos o custo unitário de manutenção caindo para \$ 9 por ponto de função. Muitos executivos de Sistemas de Informações deixam de compreender este conceito.

Os gerentes de contratos podem utilizar seu conhecimento de pontos de função para criar e gerenciar projetos com base no preço por ponto de função, bem como para comparar os preços dos fornecedores. Tais indivíduos estabelecem a utilização eficaz de terceiros no desenvolvimento, validam propostas com base no tamanho em pontos de função e podem avaliar o impacto de projetos cancelados.

Os pontos de função podem ser utilizados para ajudar a especificar os principais produtos a serem recebidos de um fornecedor, para assegurar a entrega dos níveis adequados de funcionalidade e para desenvolver medidas objetivas de eficácia em relação ao custo e qualidade. São mais eficazmente utilizados em contratos de preço fixo, como forma de especificar exatamente o que deve ser entregue. De uma perspectiva interna, o gerenciamento bem sucedido de contratos de preço fixo depende completamente da existência de representações acuradas do esforço. A estimativa deste esforço (ao longo de todo o ciclo de vida) pode acontecer somente quando há a aplicação de uma métrica normalizada, como é o caso na utilização de pontos de função.

Resumindo, a análise de pontos de função provê o melhor método objetivo para a avaliação do tamanho de um projeto de software e para o gerenciamento desse tamanho durante o desenvolvimento. É, por dois motivos, o melhor método para gerenciar riscos. Primeiro, o cliente (usuário / especificador) pode aceitar mais facilmente o risco para um dado tamanho de projeto de software (em pontos de função). Segundo, o desenvolvedor pode aceitar mais facilmente o risco para o custo de produção (o custo por ponto de função). A adesão a uma forma consistente de contagem de pontos de função otimiza este relacionamento e facilita o desenvolvimento dentro do prazo e orçamento estabelecidos.

O estabelecimento de preço para "software externo" (i.e., projeto para utilização fora da organização) pode ser mais fortemente ligado ao esforço de produção quando são exigidas métricas funcionais. Se um desenvolvedor de software sabe exatamente qual o seu custo interno de desenvolvimento de um ponto de função, ele pode facilmente incorporar a esse custo os algoritmos utilizados para fixar os preços externos. Sem um claro entendimento do tempo e esforço gastos por ponto de função, o estabelecimento de preços para pacotes de software vai continuar a ser difícil.

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

3. FERRAMENTAS DE SUPORTE AO GERENCIAMENTO DE CUSTOS

Ferramentas de software para facilitar o trabalho dos gerentes de projeto não são novidade no mercado. As estimativas de custo são uma parte essencial nesse trabalho e por isso contam com ferramentas específicas, desenvolvidas especialmente para que mesmo com poucas informações os custos do seu projeto possam ser bem estimados.

Vamos analisar algumas ferramentas de estimativa de custo consolidadas no mercado e destinadas especialmente para o desenvolvimento de software. Existem ferramentas para a grande maioria dos modelos de custos existentes e que contam com uma grande variedade de ciclos de vida. Iremos mostrar três ferramentas que utilizam os modelos COCOMO e SLIM para suas estimativas de custo e são utilizadas por grandes empresas e organizações como a AT&T, Hewlett-Packard, National Security Agency dos EUA, Department of Defense dos EUA, Symantec e outras.

- **Cost Xpert** (<http://www.costxpert.com>)

Cost Xpert é uma das ferramentas de estimativa de custos líderes no mercado, desenvolvida pelo Cost Xpert Group, ela integra em uma única ferramenta várias técnicas para métricas de software e estimativas de custo de forma compreensiva e fácil. É compatível com o modelo COCOMO e utiliza 32 ciclos de vida em sua base.

Em 15 minutos um gerente de projeto pode ter uma estimativa inicial dos custos de seu projeto. Com isso sobra tempo para uma melhor análise dos possíveis cenários, trade-off entre tempo e custo e escolha da equipe correta segundo os perfis gerados pelo próprio Cost Xpert.

Ao incorporar informações históricas da sua empresa você pode criar repositórios de projetos onde é possível fazer comparações e métricas customizadas para a sua empresa.

- **Construx Estimate** (<http://www.construx.com>)

Estimate é a ferramenta desenvolvida pela Construx para estimativas de custo, esforço e cronograma em projetos de software. Ela se utiliza simulação de Monte Carlo com dois modelos de estimativa, o COCOMO e o Putnam. Entre as vantagens dessa ferramenta estão a customização das estimativas através da entrada de dados históricos da sua empresa, suporte a entrada direta de Pontos de Funções e de Linhas de códigos para uma estimativa detalhada de esforço e cronograma. Essa ferramenta possui 19 tipos de relatórios detalhados sobre suas estimativas que servirão para explicações tanto para o time quanto para o cliente, além de possuir suporte para múltiplos módulos de software desenvolvidos por equipes diferentes e até em linguagens diferentes.

- **SLIM-Estimate** (<http://www.qsm.com/>)

Desenvolvida pela QSM (Quantitative Software Management) e, como o próprio nome sugere, ela utiliza o modelo SLIM em suas estimativas. A ferramenta permite iniciar rapidamente suas estimativas de custo, mesmo com poucas informações. Possui

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

cinco técnicas de métrica integradas que garantem a flexibilidade necessária para mudanças de tecnologias ou necessidades específicas de algum cliente.

Possui suporte para os ciclos de vida mais conhecidos no mercado e um gerador de soluções automático que, dado as limitações do seu projeto, funciona como um especialista que indicará quais as possíveis saídas para o problema.

Com o SLIM-Estimate você pode fazer uma verificação de suas estimativas comparando com a base histórica da QSM e verificar se suas estimativas correspondem à realidade do mercado.

Permite alta integração com o Microsoft Office e com a WEB, permitindo exportar seus trabalhos para o MS Project, PowerPoint, Excel ou para páginas HTML.

4. CASOS DE SUCESSO E FRACASSO DE PROJETOS DE SOFTWARE OCASIONADOS PELO GERENCIAMENTO DE CUSTOS

Como era de se esperar, o gerenciamento de custos é um fator decisivo no sucesso ou fracasso de um projeto. Prazo e custo são dois fatores bastante utilizados para medir o nível de sucesso de um projeto e um orçamento mal elaborado causará quase sempre um atraso no prazo previsto, no final seu projeto será classificado como fora do prazo e do orçamento o que com certeza não vai colocá-lo entre os projetos de maior sucesso no mundo.

Vejamos dois casos, um de sucesso e um de fracasso em projetos devido ao bom e mau gerenciamento dos custos. No primeiro caso veremos o projeto da usina nuclear de Limerick, na Pensilvânia, nos EUA, que foi concluída antes do prazo e estabeleceu um novo padrão na indústria, depois veremos o caso da Emanon Aircraft Corporation que devido a um gerenciamento de custos mal feitos passou um período perdendo clientes para a concorrência e com grandes dificuldades em fechar novos contratos.

A usina nuclear de Limerick teve suas operações iniciadas em 8 de janeiro de 1990 e estabeleceu um recorde na construção de usinas nucleares, Em tempos em que é comum ouvirmos falar de usinas nucleares cuja construção extrapola seu orçamento e cronograma, a usina de Limerick foi construída oito meses antes do final de seu cronograma de 49 meses, tendo sido conseguida uma economia de U\$ 400 milhões, em relação a seu custo total, estimado em U\$ 3,2 bilhões.

Não é de se estranhar o fato que a usina foi construída antes de seu cronograma previsto e com custo inferior ao que foi orçado. Quando sua construção se iniciou em fevereiro de 1986, existia uma meta de se concluir o projeto oito meses antes da conclusão planejada, o que também iria contribuir para se manter os custos abaixo do patamar em que haviam sido orçados. Para se conseguir esse primeiro objetivo, foram adotados uma serie de enfoques bastante inovadores. Dois dos principais eram aumentar a utilização de funcionários mais qualificados e de se implantar intensivamente um segundo turno, com total apoio do projeto. O bom momento da ocasião do início do projeto determinou seu ritmo acelerado nas fases que se seguiram. O segundo turno foi agraciado com um incentivo bastante favorável, bem como o complemento de uma equipe de gerentes e engenheiros, que iria trabalhar em

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

conjunto com os trabalhadores manuais. Sob este aspecto, a produtividade obtida com o segundo turno foi igual, ou até superior, do que a obtida no primeiro turno.

Outras decisões e providências também contribuíram para um impacto positivo tanto sobre os custos quanto sobre o cronograma. Por exemplo, ficou decidido que seriam abolidas as horas extras, uma vez que um segundo turno estava em curso. Além disso, como condição para aprovação do projeto, um acordo com os sindicatos locais (em vez do sindicato nacional) teve que ser estabelecido com o objetivo de se evitar greves, locautes e atrasos, contribuindo para uma solução pacífica das disputas entre as partes. Foi também estabelecida uma remuneração a título de incentivo com a empreiteira responsável, na qual a mesma teria uma participação igual em desvios de economias de custos e cronogramas, com limites claramente estabelecidos.

Com as atenções focalizadas no objetivo de uma conclusão antecipada e com economia de recursos orçamentários, a equipe contratou cerca de 3.000 trabalhadores em Junho de 1987, os quais trabalharam de maneira eficiente e com moral elevado, tendo a meta sendo atingida em janeiro de 1990.

A Emanon Aircraft é um dos principais fabricantes de peças para a indústria aeronáutica, tendo se especializado na fabricação de peças e conjuntos para trens de aterrissagem. A empresa está localizada em uma região altamente industrializada do meio oeste norte americano. Esta região sofre com uma incidência de desemprego que atinge níveis acima da média nos Estados Unidos, em parte devido ao fato de que a empresa experimentou uma queda em seus negócios. Nos últimos três anos vários contratos de trens de aterrissagem foram perdido, especialmente para concorrentes com melhores preços em outras partes do país. A gerência sênior da empresa procedeu a um estudo do problema, entretanto não chegou a nenhuma conclusão a respeito do que poderia ser feito. Uma equipe de consultores de uma universidade da região foi contratada para analisar a situação e emitir uma parecer.

As atividades da indústria aeronáutica não são muito diferentes daquelas de muitas outras indústrias especializadas na construção de máquinas complexas. A construção de aeronaves se constitui basicamente em operações de montagem. Eles constroem aviões a partir de conjuntos de peças e sistemas fabricados por eles próprios ou por fornecedores que, por sua vez, são especialistas naquilo que fabricam, como por exemplo, trens de aterrissagem, sistemas de navegação aérea, assentos dos passageiros, sistema de climatização, etc. Quando um pedido é colocado para a construção de determinado tipo de avião, a empresa responsável por sua construção solicita cotações para determinada quantidade de peças e sistemas, de um número específico de fornecedores.

A equipe de consultores da universidade analisou três aspectos referentes às operações da Emanon: o processo de fabricação, a estrutura de custos e o desempenho nas concorrências e o lucro obtido na venda de trens de aterrissagem. Verificou-se que o processo de fabricação era razoavelmente eficiente e não era significativamente diferente dos concorrentes da Emanon. Em segundo lugar, verificou-se que todos os concorrentes estavam utilizando aproximadamente o mesmo nível de markup na determinação final dos preços finais das peças. Entretanto, ao ser examinada a estrutura de custos, verificou-se que a empresa, nos últimos três anos, apresentou, de forma consistente, variâncias negativas de custos no que se refere à utilização de materiais. Isso significa que a quantidade de materiais utilizados na fabricação das peças estava aproximadamente 10% abaixo daquilo que o projeto

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

especificava. A equipe estava incerta a respeito dessa descoberta, visto que existiam somente uns poucos contratos para o fornecimento de trens de aterrissagem nos últimos três anos.

Foi realizada uma investigação na estimativa e aquisição de materiais neste departamento, a qual mostrou que, há três anos e meio a Emanon estava entregando com atraso um lote de peças de trens de aterrissagem. A empresa pagou uma pesada multa e foi ameaçada de perder outros contratos com seu principal cliente. A entrega em atraso resultou de quando a Emanon encomendou uma liga especial de aço utilizada na estrutura dos trens de aterrissagem e não conseguiu adquiri-la no mercado. O fornecedor solicitou um prazo de fabricação de 90 dias, o que atrasou as entregas por parte da Emanon.

O resultado foi que o responsável pela aquisição de materiais neste contrato foi rebaixado de função. O novo responsável enfrentou o problema de forma bastante objetiva, inflacionou as estimativas de material em aproximadamente 10%. O custo dos materiais é de cerca de metade da produção total de trens de aterrissagem, o que resultou em ofertas cerca de 5% mais caras que as da concorrência.

5. CONCLUSÃO

Como pudemos ver, o gerenciamento de custos é um tópico de bastante interesse na área de gerenciamento de projetos e, particularmente, para projetos de software. Software possui uma natureza abstrata e esta restrição torna as estimativas difíceis e por muitas vezes bastante longe da realidade durante a execução do projeto. É difícil precisar o esforço a ser empregado no desenvolvimento de um software, por conseguinte, isto dificulta bastante as estimativas de cronograma e custo.

Os modelos apresentados neste trabalho são aplicáveis à grande maioria dos projetos de software. O gerente de projetos deve então escolher o que melhor se adapta ao seu projeto, ou o conjunto de modelos, se for o caso, possibilitando assim uma estimativa menos imprecisa dos custos do projeto.

O gerenciamento dos custos de um projeto se dá basicamente a partir da estimativa de custo inicial e do controle na empregabilidade dos recursos financeiros estimados. A Estimativa de custo pode definir o sucesso ou fracasso do projeto. Uma estimativa mal elaborada provavelmente vai causar resultados indesejados, como atrasos no cronograma, queda na qualidade do produto, baixa moral da equipe de desenvolvimento, conflitos internos e perdas de clientes importantes, conforme vimos anteriormente.

Cada projeto possui características únicas e ainda que baseado em bases históricas semelhantes, nenhum projeto é igual ao outro. Logo cada estimativa também será única. Diferentemente de outras áreas de conhecimento como a engenharia civil e mesmo com todos os modelos a sua disposição, elaborar uma estimativa precisa para custos de software ainda é uma tarefa bastante desafiadora e complexa. Para facilitar a vida dos gerentes de projeto, o mercado conta com inúmeras ferramentas que ajudam nas estimativas e no controle de custos de projetos utilizando os modelos mais conhecidos e integrando os dados com outras estimativas de projeto como cronograma e risco. Por conta da maioria destas ferramentas ser de propósito

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

geral e não específicas para software, nem sempre as mesmas são eficientes para utilização em projetos de TI.

Além disso, vimos que estimar o preço final de um software envolve vários fatores complexos e, portanto pode não haver uma ligação simples e direta entre o custo de desenvolvimento e o preço final do software. Como pudemos ver na nossa análise de caso, uma estimativa errada de preço pode causar experiências bastante ruins para uma empresa, mesmo ela já estando consolidada no mercado.

Ficou claro que para gerenciar custos é necessário alocar corretamente os recursos disponíveis em sua empresa e isso inclui não somente os recursos físicos, mas também humanos e de serviços prestados. Alocar um time corretamente, de acordo com a dimensão do seu projeto e disponibilidade da sua empresa pode ser um fator extremamente importante para o sucesso do seu projeto.

Considerando que cerca de 90% das empresas de TI não sobrevive com um único projeto, temos que considerar que a execução de vários projetos simultâneos é essencial para as organizações. Infelizmente estas organizações não têm como alocar recursos dedicados para cada projeto, sobretudo recursos humanos. É comum que as organizações tenham uma equipe de funcionários e estes sejam alocados entre os diversos projetos de acordo com a demanda de cada um. Esta alocação incerta do time de projeto pode causar a indisponibilidade de pessoas em pontos chave dos projetos, levando ao conseqüente atraso no cronograma. Por vezes, estes atrasos representam custos adicionais e multas para as empresas desenvolvedoras, o que compromete ainda mais os recursos financeiros dos projetos.

Enfim, mais que uma boa estimativa de custos do projeto, baseado em referências históricas e em modelos, técnicas e ferramentas que auxiliem os cálculos, o planejamento do projeto como um todo, considerando seus diversos aspectos, é o que vai garantir o sucesso ou o fracasso de um projeto.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Meredith, Jack & Mantel Samuel. Administração de Projetos – Uma Abordagem Gerencial. 4ª edição. 2003. Rio de Janeiro. Ed. LTC. p 187-218.
- [2] Sommerville, Ian. Engenharia de Software. 6ª edição. 2003. São Paulo. Ed. Addison-Wesley. p 436-456.
- [3] Project Management Institute (PMI). Project Management Body of Knowledge (PMBOK). v. 1.0. 2000. p 73-81.
- [4] Cruz, Cláudia D., Werner, Cláudia M. L. & Soares, Jéferson F. Em Direção a um Modelo de Custos de Desenvolvimento de Software Orientado a Objetos. 1999. Rio de Janeiro. In: Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES)'99.
- [5] Overview de COCOMO. Acessível em:
<http://www.softstarsystems.com/overview.htm>
Último acesso: 12/07/2004.

Gerenciamento de Custos em Projetos de Software	Monografia de Qualidade de Software	2004
---	-------------------------------------	------

- [6] Software Measurement, Cost Estimation, SLIM, COCOMO. Acessível em:
<http://yunus.hun.edu.tr/~sencer/cocomo.html>
Último acesso: 12/07/2004.
- [7] Dekkers, Carol. O que é um Ponto de Função? In: QAI Journal (1998)
- [8] Aguiar, Mauricio. A utilidade dos Pontos de Função. Acessível em:
<http://www.bfpug.com.br/Artigos/MuitosUsos.htm>. Último Acesso: 07/08/2004.
- [9] Moura, H. Earned Value Management. Acessível em:
<http://www.cin.ufpe.br/~if717/slides/PMBOK-custos-analise-valor-agregado.ppt>.
Último acesso: 20/08/2004.