

Aplicação de Fórmulas Matemáticas na Gerencia de Projeto com Ênfase no Modelo COCOMO II

Willian R. F. Agner¹, Ademir Mazer Jr¹, Regiane Orlovski²

¹Instituto de Tecnologia Doll – Ponta Grossa – PR – Brasil

²Faculdade Guairacá – Guarapuava – PR – Brasil

{will.agner,regianeorlovski}@hotmail.com, ademir.mazer.jr@gmail.com

Resumo: *Este artigo tem o objetivo de abordar aplicação do modelo matemático COCOMO II na gestão de projetos, relatando os passos do ciclo de vida de projeto e a importância do seguimento destes passos, além de realizar uma abordagem dos grupos de processos definidos pelo PMBOK para a gestão de projetos.*

Abstract: *This article aims to address the application of mathematical model COCOMO II in project management, reporting the steps of the project life cycle and the importance of following these steps, and performs an approach to groups of processes defined by the PMBOK for managing projects.*

1. INTRODUÇÃO

As transformações ocorridas nas tecnologias, à demanda no uso de Sistemas de Informação crescente no mercado, a expansão em relação ao tamanho dos softwares que as empresas adquirem tornam a gerência de projeto fator fundamental em relação ao desenvolvimento, controle, desde a concepção até o termino de um sistema.

Muitos autores poderiam ser elencados para citar a importância de gerenciar projetos, nesse aspecto foram selecionados dois Pressman (2011, pág. 567) “aquele que embarcar sem um plano de projeto sólido compromete o sucesso do projeto”, reforça

Keeling (2006) de maneira muito clara que quando um projeto é bem estruturado e se desenvolve tranquilamente, seus desafios podem ser estimulantes e prazerosos. Mas sendo mal definido ou mal gerenciado pode se tornar um pesadelo para todos os envolvidos, resultar em desastre financeiro e prejudicar muitas carreiras promissoras.

Para o (PMBOK®, 2008), um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. Temporários, pois precisa ter início e um término definidos, não necessariamente de curta duração. No que tange esforço, um projeto pode envolver uma única pessoa, uma única ou muitas unidades organizacionais. Produto, serviço ou resultado exclusivo, pois cada projeto tem como objetivo alcançar algo que nunca foi desenvolvido ou que está sendo aperfeiçoada para se tornar algo único.

2. O CICLO DE VIDA DO PROJETO

O (PMBOK®, 2008), descreve que os projetos podem variar de tamanho e complexidade, porém independente se é pequeno ou grande, simples ou difícil, todos podem ser mapeados para a estrutura de ciclo de vida que compreende:

- Início do projeto ou grupo do processo de inicialização;
- Organização e preparação ou grupo de processo de planejamento;
- Execução do trabalho do projeto ou grupo do processo de monitoramento e controle
- Encerramento do projeto ou grupo de processos de encerramento. .

Esse mapeamento entre as fases do projeto podemos observar na figura 1,

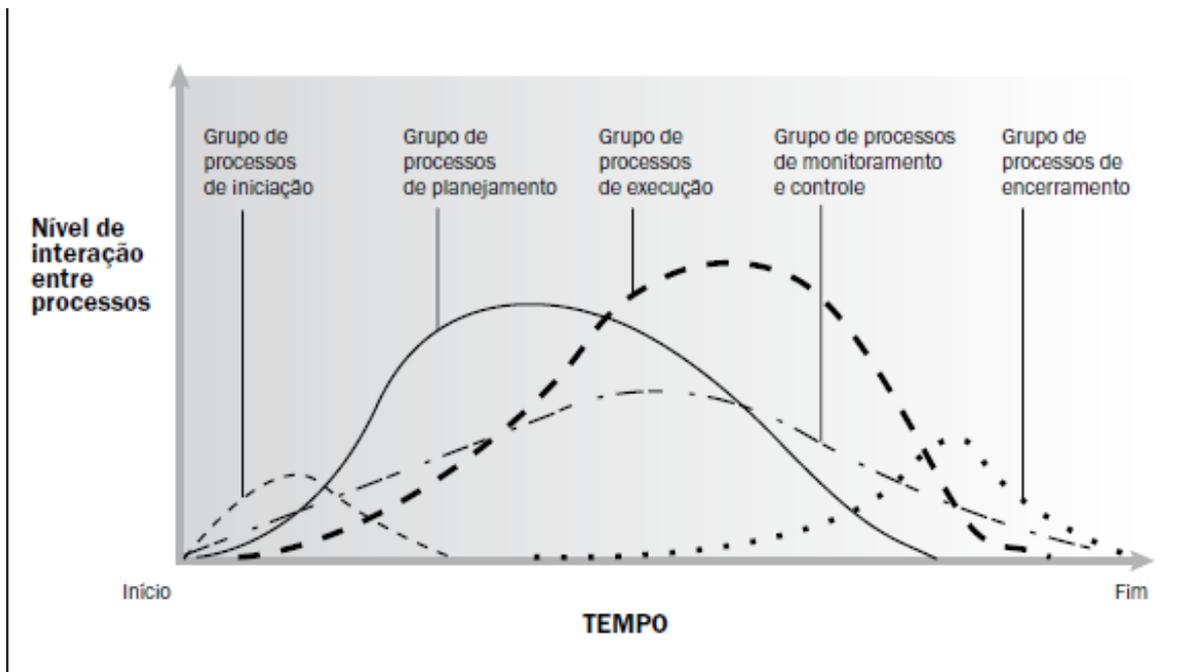


Figura 1: Grupo de Processos de Gerência de Projeto

Fonte: COCOMO II [on-line] [05/02/2000]

Fase 1- Grupo de Processo de Iniciação

Pfleeger (2004) aponta que o início do projeto começa geralmente quando o cliente o procura para discutir uma necessidade percebida, Dennis e Wixom (2011) descreve que pode ser a necessidade de uma empresa, ou de qualquer pessoa que necessite de um projeto.

Quando decide por implantar um projeto é preciso obter os dados os quais envolve alcançar o objetivo de criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. Também é necessário efetuar um alinhamento inicial com as partes mais importantes que estão envolvidas com a implantação desse projeto, ou seja, dentre os stakeholders o patrocinador, gerência sênior, cliente, etc.

De acordo com Dennis e Wixom (2011) um projeto é formalmente iniciado somente depois da conclusão da avaliação dos objetivos, ou seja, das necessidades da implantação do projeto, é necessário identificar necessidades e alternativas, verificar todos os riscos que o projeto pode sofrer viabilidade, estratégias, estimar todos os

recursos que serão utilizados, todos esses fatores são descritos no Termo de Abertura do Projeto.

Descreve (PMBOK®, 2008), que o Termo de Abertura do Projeto ou *Project Charter* é um documento que autoriza formalmente o início do projeto, tem por finalidade explicar e formalizar o início do projeto, efetuando desta maneira um acordo entre as partes. Nesse documento que é designado o gerente de projeto, lhe concede autoridade formal para usar recursos organizacionais nas atividades do projeto e identifica linhas de reporte e atribuições que o mesmo terá no decorrer da sua gerência.

Esse documento é emitido por alguém externo ao projeto, geralmente patrocinador, escritórios de projetos ou comitê executivo do portfólio, é uma ferramenta fundamental de comunicação entre as partes e a partir da sua assinatura que é realizado pelos principais stakeholders Gerente de Projeto, Patrocinador e Gerente Sênior e que se inicia a próxima etapa que é o Planejamento.

Ffleeger (2004) descreve que um bom plano do projeto deve incluir os seguintes itens:

- Escopo do projeto;
- O cronograma do projeto;
- A organização da equipe do projeto;
- A descrição técnica do produto, serviço ou resultado único;
- Os padrões, os procedimentos; as técnicas e as ferramentas propostas para o projeto;
- O plano de garantia de qualidade;
- O plano de gerência de configuração;
- O plano de documentação;
- O plano de gerência de dados;
- O plano de gerência de recursos;
- O plano de testes;
- O plano de treinamento;
- O plano de segurança;
- O plano de gerência de riscos;
- O plano de manutenção.

Paula Filho (2009) conceitua o escopo como o trabalho que precisa ser realizado para entregar um produto, serviço ou resultado com as características e funções específicas, ou seja, é definido pelo pelos seus requisitos. Pressman (2011) descreve a importância que tem um escopo, ou seja, que o mesmo não der haver ambiguidades e deve ser compreensível tanto no nível gerencial quanto no nível tático.

Após o levantamento dos requisitos a próxima etapa é a organização da equipe do projeto, Pfleeger (2004) aponta que para determinar o cronograma do projeto e estimar o esforço e os custos associados é necessário saber de maneira aproximada quantas pessoas estarão trabalhando no projeto. A designação de pessoal para as tarefas depende do tamanho do projeto e das habilidades e experiências do pessoal.

Com a organização da equipe do projeto efetuada é possível realizar o cronograma do projeto, Sommerville (2011) aborda que geralmente são representados por uma tabela, gráfico de barra, ou em uma planilha mostrando as tarefas necessárias para a realização do projeto, os esforços, a duração esperada e as dependências que cada tarefa possui entre si.

Em relação à elaboração dos planos (qualidade, gerência de configuração, documentação, gerência de dados, gerência de recursos, testes, treinamento, segurança, riscos e manutenção), o (PMBOK®, 2008), que formam o plano de gerenciamento de projeto, sua elaboração é essencial, devido ao potencial de mudanças de mudanças, que envolve melhoria contínua e da maneira que o projeto evolui.

Fase 2- Grupo de Processo de Planejamento

Sommerville (2011) aborda que o planejamento de projetos é um processo iterativo que começa quando um plano inicial de projetos é criado na fase de iniciação.

(PMBOK®, 2008) planejar é definir e refinar os objetivos e traçar o caminho necessário para alcançá-los. O planejamento em todos os aspectos é importante, em relação à gerência de projetos esse é fundamental, porque executar um projeto com o objetivo de alcançar algo exclusivo implica em realizar algo que não foi executado ainda. O planejamento inicia-se pela análise das informações contidas no *Project Charter*, na qual concentra as informações necessárias a compor essa fase.

Descreve Sommerville (2011) planejar em gerência de projeto é algo que se inicia desde a concepção do projeto até seu encerramento, o problema que envolve essa etapa que planejamento não é uma ciência exata, uma vez que pessoas diferentes pensam diferentes, uma vez que duas equipes distintas podem gerar planos diferentes para o mesmo projeto.

Pfleeger (2004) durante o planejamento são definidos os membros que irão compor a equipe do projeto, são desenvolvidos as *baselines* (cronograma, custo, escopo, etc.), com a finalidade de medir o desempenho do projeto, ou seja, seu andamento em função do que foi planejado com o que está sendo realizado.

(PMBOK®, 2008) aponta que escopo do projeto é a soma dos produtos, serviços e resultados a serem fornecidos na forma de projeto. O gerenciamento de escopo é responsável pela organização de todas as atividades a serem executadas no projeto, sendo o documento único na qual indicará a definição e o controle do que está contido ou não no projeto.

Shenhar e Dvir (2007) descrevem que a partir do escopo do projeto é gerado a Estrutura Analítica do Projeto (EAP), em inglês *Work Breakdown Structure* (WBS), que descreve o trabalho que precisa ser feito, é uma ferramenta gráfica que mostra de maneira detalhada o escopo, a quebra do projeto em elementos menores que podem ser mais bem visualizados e entendidos, facilita os processos de planejamento, execução, monitoramento e controle.

(PMBOK®, 2008) aponta que com essa quebra do projeto em elementos menores têm-se muitos benefícios, dentro deles pode-se citar:

- Obtém-se uma visão única de todo o escopo do projeto;
- Fornecimento de uma base para análise de riscos, estimativas de recursos, custos e tempo;
- Definição clara de papéis e atribuição de responsabilidades que serão destinadas no desenvolvimento do projeto, desta maneira facilitando a comunicação;
- Definição de uma linha base para medir e controlar o desempenho do projeto
- Possibilidade de ser reutilizada em outros projetos.

Vale ressaltar que, como a EAP é uma estrutura gráfica, faz-se necessário um dicionário detalhando a descrição das tarefas, organização responsável pela execução, recursos necessários, estimativa de custos, informações do contrato dentre outros, fornecendo uma documentação técnica para cada elemento.

(PMBOK®, 2008) descreve ainda como documentos integrantes do planejamento são gerados:

- Documento de Requisitos que incluem as necessidades quantificadas e documentadas, e as expectativas do patrocinador, cliente e outras partes interessadas.
- Cronograma, onde são determinadas as datas de início e término planejadas das atividades do projeto.
- Plano de Recursos Humanos envolve identificar, documentar e designar os papéis, as responsabilidades e os relacionamentos do projeto.
- Plano de Comunicação envolve determinar as necessidades de informações e de comunicações dos Stakeholders.
- Plano de Qualidade é um dos principais artefatos da função da garantia da qualidade.
- Planilha de Riscos determina quais os prováveis riscos podem afetar o projeto e documentar suas características juntamente com o plano de resposta aos riscos.
- Termo de Abertura é o documento que autoriza formalmente o início de um projeto na organização.
- Fluxo de Caixa envolve planejar os custos associados à realização do trabalho e sua forma de controle.
- Plano de Aquisição, que identifica às necessidades do projeto que melhor podem ser atendidas pela contratação de serviços ou produtos externos a organização.
- Declaração de Trabalho;
- Política e Diretrizes.

Fase 3- Grupo de Processo de Execução

Um dos questionamentos em Gerência de projeto é o que é mais difícil planejar ou executar? Na fase do processo de execução é que o produto para o qual o projeto foi desenvolvido vai ser executado, para isso o gerente de projetos juntamente com a sua equipe devem coordenar e direcionar as diversas interfaces técnicas e organizacionais que foram especificadas no planejamento.

LEE et al., (2000) durante a execução, constantemente deve ser efetuado medidas de desempenho do andamento do projeto, ou seja, comparando o que já foi executado com o que está especificado no planejamento de acordo com o cronograma.

(PMBOK®, 2008) durante a execução do projeto são evidentes algumas particularidades necessárias nas competências do Gerente do Projeto e no mesmo aspecto da equipe como um todo, fato este que nem todos os projetos ocorrem da maneira que foi planejado, gerando mudanças às quais a equipe liderada pelo gerente precisa estar preparada para buscar solução.

Fase 4- Grupo de Processo Monitoramento e Controle

Descreve Dennis e Wixom (2011) quando inicia-se a fase de monitoramento e controle a organização precisa estar totalmente preparada para o desenvolvimento do projeto que está sendo desenvolvido na Fase de Execução, precisa-se estabelecer efetuar o detalhamento dos requisitos técnicos, preparar e executar os *work packages*.

(PMBOK®, 2008) é nesse grupo de processo que ocorre todo o monitoramento e controle que foi efetuado no planejamento, ou seja, é necessário dirigir, monitorar e controlar Escopo, como já foi abordado é a soma dos produtos, serviços e resultados a serem fornecidos na forma de projeto, tempo, ou seja, o projeto tem início e fim previamente definidos e custo, ou seja, no planejamento já foi atribuído um orçamento com os valores que o projeto vai gastar, tendo como foco produzir o resultado exclusivo com qualidade, nesse aspecto estamos falando da trílice restrição, como é apresentado na figura 2.



Figura 2: Tríplice restrição

Fonte: COCOMO II [on-line] [05/02/2000]

Pfleeger (2004) o objetivo de medir e monitorar regularmente o progresso do projeto para identificar variações que foram descritas no plano de gerenciamento do projeto, de forma que possam ser tomadas ações corretivas quando necessário para atender aos objetivos do projeto.

Envolve os processos realizados para observar a execução do projeto de forma a identificar potenciais problemas que ocorram no decorrer do desenvolvimento do projeto e tomar as medidas corretivas, quando necessário, para controlar a execução do projeto.

(PMBOK®, 2008) as mesmas informações do planejamento estão disponíveis para a execução e para o monitoramento e controle. Isso é fundamental para romper com a ideia de que quem faz controle está querendo surpreender quem está executando. Os executores devem saber não só o que fazer, mas como serão avaliados.

Fase 5- Grupo de Processo Finalização

Pfleeger (2004) gerenciar projeto além de todo um planejamento envolvido resulta em muitos documentos que servirão de consulta para outros projetos, como caso de sucesso ou de fracasso. No grupo de processo de finalização é o momento de rever e aceitar o projeto, é necessário verificar todos os membros que estão envolvidos na equipe e transferir responsabilidade para outros projetos que se encontram em andamento.

Paula Filho (2009) outro fator importantíssimo nessa fase é obter o aceite formal de seu produto, se durante a execução o projeto foi bem documentado, o planejamento foi seguido e o cliente participou das entregas, no que tange o aceite do produto não terá problemas.

(PMBOK®, 2008) ainda, e não menos importante, é necessário encerrar contratos que ainda estão vigentes e efetuar o *lessons learned* com os erros e acertos que ocorreram durante o projeto, ainda é necessário desmobilizar e redirecionar os Recursos, para que sejam aplicados em outro projeto.

Finalizando, os processos dos grupos de processos de gerenciamento de projetos estão ligados e interagindo entre si durante toda a execução do projeto, são partes que se completam e que são necessárias para a execução de um projeto.

3. O Modelo COCOMO II

Como foi abordado, no Ciclo de Vida de um Projeto, umas das principais etapas é o planejamento, atividade esta que tem como finalidade estimar os recursos necessários para o projeto juntamente com a estimativa de tempo que será empregada (Dennis e Wixom, 2011). Vários modelos tem sido propostos para ajudar a estimar tempo e recursos, dentre eles se destaca o COMOMO II.

De acordo com Boehm (2000), o *Constructive Cost Model*, (CoCoMo), é um método que busca medir esforço, estimar prazo, tamanho de equipe e custo necessário para o desenvolvimento de um projeto, Sommerville (2011) descreve que o modelo COCOMO II foi desenvolvido a partir do de um modelo COCOMO anterior de estimativa de custo.

Pfleeger (2004) descreve que o modelo COCOMO II para o processo de estimativa de recurso e tempo, o mesmo é realizado baseado em pessoas/mês, ou seja, uma pessoa – mês é a quantidade de tempo que uma pessoa gasta trabalhando em um projeto, não deve incluir feriados e férias, nem as interrupções no final de semana. O modelo ainda deve prever um adicional de 20% ao tempo estimado, como margem de erro (análise de risco).

De acordo com Sommerville (2011) divide-se ainda, em quatro (4) submodelos que abordam as diferentes fases em que o projeto ou atividade que está sendo realizada

se encontra, onde a utilização de cada sub-modelo aumenta a precisão e fidelidade da estimativa ao longo do processo de planejamento e execução de um projeto:

1. Um modelo de composição de aplicações, para apoiar os esforços de estimativa necessários com a finalidade de reutilização;
2. Um modelo de projetos preliminar, esse modelo é usado durante as fases iniciais de projeto do sistema após os requisitos serem estabelecidos;
3. Um modelo de reuso, esse modelo é usado para calcular o esforço necessário para integrar os componentes reusáveis;
4. Um modelo de pós-arquitetura, uma vez que a arquitetura tenha sido projetada, uma estimativa mais precisa pode ser elaborada.

Sommerville (2011) aborda que o modelo de composição de aplicação foi introduzido no COCOMO II com a finalidade de apoiar a geração da estimativa dos esforços, que apoia-se na seguinte equação:

Equação 1: Estimativa dos Esforços

$$PM = (NAP \times (1 - \%reuso/100)) / PROD$$

Onde:

PM: estimativa de esforço em pessoa-mês;

NAP: é o número total de pontos de aplicação.

%reuso: é a estimativa de código reusado;

PROD: é a produtividade de pontos de aplicação, que é embasada na tabela 1.

Tabela 1: Produtividade de pontos de aplicação

Experiência do desenvolvedor	Muito baixa	Baixa	Nominal	Alta	Muito Alta
Capacidade e maturidade ICASE	Muito baixa	Baixa	Nominal	Alta	Muito Alta
PROD (NAP/mês)	4	7	13	25	50

Com relação ao modelo de projeto preliminar, ou seja, mensurar requisitos que leva aos esforços, Pressman (2011) descreve quatro alternativas para estimar esforço: 1) quanto mais ocorre atraso nas estimativas, obviamente pode-se conseguir estimativas 100% precisas quando o projeto tiver sido concluído; 2) a segunda alternativa baseia-se

na analogia de projetos que foram executados, ou seja, os projetos anteriores; 3) a terceira alternativa faz o uso de técnicas de decomposição; 4) a quarta alternativa consiste na utilização de modelos empíricos e indica-se a aquisição ou desenvolvimento de ferramentas de estimativas automatizadas para auxiliar o processo de mensurar estimativas.

Sommerville (2011) aborda que as estimativas produzidas nesse estágio têm como base uma fórmula-padrão para modelos algorítmicos:

Equação 2: Formula de Estimativas Produzidas

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

Onde:

A: valor sugerido é 2,94

O tamanho do sistema deve ser KLOC A estimativa de KLOC pode ser feita a partir de um cálculo de pontos de função

B pode variar de 1,1 a 1,24

M é um multiplicador de sete atributos:

Equação 3: Multiplicador dos sete atributos

$$M = \text{PERS} * \text{RCPX} * \text{RUSE} * \text{PDIF} * \text{PREX} * \text{FCIL} * \text{SCED}$$

Dado que:

PERS: capacidade pessoal

RCPX: confiabilidade e complexidade

RUSE: reuso necessário

PDIF: dificuldade de plataforma

PREX: experiência pessoal

FCIL: recursos de apoio à equipe

SCED: cronograma

Com relação ao modelo de reuso, Cocomo II (2000) apresenta as equações:

Equação 4: Reuso dos componentes

$$\text{Tamanho} = \text{KNSLOC} + \text{KASLOC} * \left(\frac{100 - A_j}{100} \right) * (\text{AAM})$$

KNSLOC Tamanho dos componentes adaptados, expressos em milhares de linhas de código adaptadas.

KASLOC Tamanho dos componentes, expressos em milhares de novas linhas de código.

Equação 5: Fatores para Equação de Reuso de Componentes (1)

$$AMM = \left\{ \frac{AA + AAF * (1 + 0/02(SU)(UNFM)}{100}, AAF \leq 0.05 \right.$$

Ou

$$AMM = \left\{ \frac{AA + AAF * (SU) * (UNFM)}{100}, AAF > 0.05 \right.$$

AA: Avaliação e assimilação

AAF: Produtividade de tradução automática

SU: Compreensão do software (zero se DM = 0 e CM = 0)

UNFM: Desconhecimento (não está familiarizado) do programador em relação ao software

Equação 6: Fatores para Equação de Reuso de Componentes (2)

$$AAF = 0.4(DM) + 0.3(CM) + 0.3(IM)$$

DM: Porcentagem de projeto modificado;

CM1: Porcentagem de código modificado;

IM: Porcentagem de integração e teste modificado.

O modelo COCOMO II ainda aplica uma equação para cálculo de manutenção, ou seja:

Equação 7: Manutenção de Projeto

$$PM_M = \frac{ASLOC \left(\frac{AT}{100} \right)}{ATPROD}$$

ASLOC: Tamanho dos componentes adaptados expresso em linhas de código;

AT: Porcentagem dos componentes que são automaticamente traduzidos;

ATPROD: Produtividade de tradução automática;

Com relação ao modelo de pós-arquitetura, Sommerville (2011) descreve que é o modelo mais detalhado, usado quando já foi projetada a arquitetura de sistema, a estimativa é feita usando a fórmula geral com 17 multiplicadores, que refletem a capacidade de pessoal e características do produto e projeto.

Equação 8: Formula de Estimativas Produzidas

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

Sommerville (2011) descreve que ocorre que o expoente B depende de 5 fatores, que são classificados para cada fator, é usada uma escala de 0 (muito alto) a 5 (muito baixo) A soma dos fatores é dividida por 100 e acrescida de 1,01 para obter o expoente que deve ser usado de acordo com a tabela 2.

<i>Fator de escala</i>	<i>Explicação</i>
<i>Precedência</i>	<i>Reflete a experiência anterior da organização com esse tipo de projeto. Muito baixa significa nenhuma experiência anterior; muito alta significa que a organização está completamente familiarizada com esse domínio de aplicação.</i>

<i>Flexibilidade de desenvolvimento</i>	<i>Reflete o grau de flexibilidade no processo de desenvolvimento. Muito baixa significa que um processo predeterminado é usado; muito alta significa que o cliente define apenas metas gerais.</i>
<i>Arquitetura/Resolução de riscos</i>	<i>Reflete a medida da análise de risco realizada. Muito baixa significa pouca análise, muito alta significa uma análise de riscos completa e exaustiva.</i>
<i>Coesão de equipe</i>	<i>Reflete quão bem os membros da equipe de desenvolvimento conhecem uns aos outros e trabalham juntos. Muito baixa significa muita dificuldade de interação; muito alta significa uma equipe integrada e eficaz, sem problemas de comunicação.</i>
<i>Maturidade de processo</i>	<i>Reflete a maturidade do processo da organização. O cálculo desse valor depende do questionamento da maturidade do Modelo de Maturidade de Capacidade (CMM), mas uma estimativa pode ser alcançada subtraindo-se o nível de maturidade de processo CMM de 5</i>

4. CONCLUSÃO

Um projeto não pode ser gerenciado sem que ocorram os grupos de processo desde o início até o seu encerramento. Dentre essas etapas várias ferramentas e metodologias são utilizadas para que consiga seguir o escopo do projeto e concluí-lo no prazo estipulado.

Dentre essas ferramentas o modelo COCOMO II tem importância vital na fase de planejamento, pois por meio do mesmo é possível estimar esforço, estipular prazo, tamanho de equipe e custo necessário para o desenvolvimento de um projeto, a partir de fórmulas matemáticas, tornando essa etapa visível e palpável.

Vale ressaltar que o modelo COCOMO II é apenas um exemplo de ferramentas que tem por finalidade auxiliar no desenvolvimento e gerenciamento de projetos, tarefa essa que não é simples e que demanda de tempo e experiência.

5. Referências

Boehm, Barry et al. (2000) “Software Cost Estimation With COCOMO II”. Prentice Hall.

COCOMO II [on-line] [05/02/2000] Disponível na Internet: <
<http://sunset.usc.edu/new/index.php>> último acesso em 14/06/2015.

DENNIS, Alan; WIXON, Barbara Haley. **Análise e projeto de sistemas**. 2 ed. Editora LTC, 2005.

LEE, J.; SOUDER, W.E. Differences of organizational characteristics in new product development cross-cultural comparison of Korea and US. Technovation, v. 20, n. 9, p. 497-508, 2000

KEELLING, Ralph. **Gestão de Projetos: Uma Abordagem Global**. São Paulo: Saraiva, 2006.

PAULA FILHO, Wilson de Pádua. **Engenharia de software – fundamentos, métodos e padrões**. 3 ed. São Paulo: LTC, 2008

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de software**, São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos – Guia PMBOK® – Quarta Edição**. EUA, 2008.

SHENHAR, A. J.; DVIR, D. **Reinventing project management: the diamond approach to successful growth and innovation**. Boston: Harvard Business School Press, 2007.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**, São Paulo: Pearson, 2011.

PFLEEGER, Shari Lawrence. **Engenharia de software**. 2 ed. Editora Prentice-Hall, 2004.