

**CONSTRUINDO PREVISÕES  
DE CUSTO FINAL DO  
PROJETO UTILIZANDO  
ANÁLISE DE VALOR  
AGREGADO E SIMULAÇÃO  
DE MONTE CARLO**

***Publicações***

**AACE - Association for Advancement of Cost Engineering 48th Annual Meeting**  
Washington – DC – EUA – 2004

**Revista Brasileira de Gerenciamento de Projetos**  
Curitiba – PR – Brasil – 2004

## Resumo

### Podcasts Relacionados

🎵 *Earned Value Project Management*  
<http://rvarg.as/bk>

🎵 *Monte Carlo Simulation*  
<http://rvarg.as/bi>

🎵 *4 Mechanisms for Forecast the Project Schedule and Cost*  
<http://rvarg.as/15>

🎵 *4 Different Indexes to Forecast the Project Final Cost Using the Earned Value Analysis*  
<http://rvarg.as/21>

🎵 *Understanding the Difference Between Cost and Price*  
<http://rvarg.as/4x>

🎵 *The WBS Dictionary*  
<http://rvarg.as/51>

O objetivo deste artigo é apresentar uma proposta de interligação entre modelos e simulações probabilísticas de projeto como possíveis formas de determinar o EAC (Custo final) através da análise de valor agregado. O artigo mostra que a utilização dos três modelos principais de projeção (índice constante, CPI e SCI) como a base de uma distribuição probabilística triangular que, através da simulação de Monte Carlo permitirá determinar a probabilidade quanto ao cumprimento de orçamentos e custos de projeto.

## **Análise de Valor Agregado**

Valor Agregado tem foco na relação entre os custos reais incorridos e o trabalho realizado no projeto dentro de um determinado período de tempo. O foco está no desempenho obtido em comparação com o que foi gasto para obtê-lo (FLEMING & KOPPELMAN, 1999a).

Valor Agregado é a avaliação entre o que foi obtido em relação ao que foi realmente gasto e ao que se planejava gastar, propondo-se que o valor a ser agregado inicialmente por uma atividade é o valor orçado para ela. Na medida em que cada atividade ou tarefa de um projeto é realizada, o valor inicialmente orçado para a atividade passa, agora, a constituir o Valor Agregado do projeto.

De modo a formalizar os conceitos citados com base na norma ANSI/EIA 748 da American National Standards Institute, uma terminologia específica foi criada, com base nos dados de custo previsto, real e valor agregado.

## **Os Três Elementos da Análise de Valor Agregado**

Um projeto que será controlado através da Análise de Valor Agregado precisa ser planejado através de princípios básicos gerenciais aplicáveis a qualquer tipo de projeto.

A Figura 1 evidencia esses processos gerenciais. Primeiramente, o trabalho a ser realizado é definido. Em um segundo momento, os cronogramas e os orçamentos são desenvolvidos. A medição e a avaliação dos resultados do Valor Agregado são, então, determinadas e comparadas com os valores planejados.

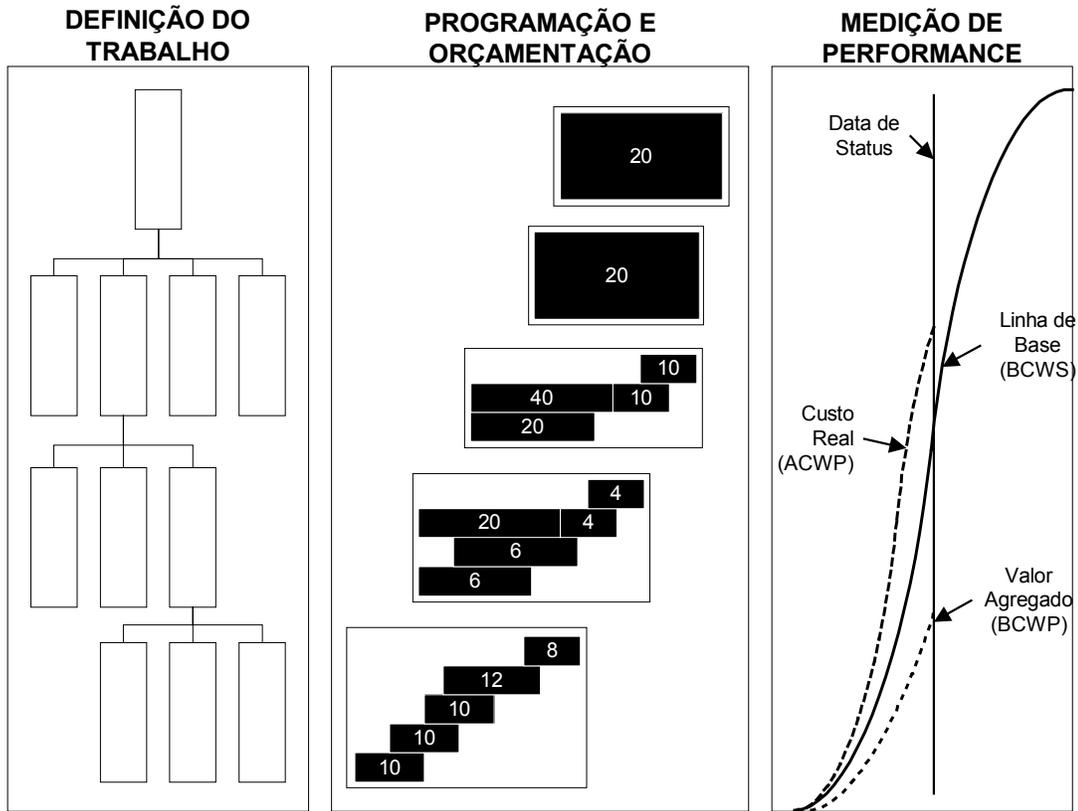


Figura 1 – Sistema de planejamento e monitoramento de desempenho segundo conceitos de Valor Agregado (ABBA, 1998).

Do mesmo modo, o PMI (2000) apresenta, em seu processo de planejamento (0), um detalhamento dos processos de planejamento segundo os mesmos passos citados por ABBA (1998), e a definição do escopo do projeto (Scope Definition - 5.3) é pré-requisito para o desenvolvimento do cronograma (Schedule Development - 6.4), para a alocação dos recursos (Resource Planning - 7.1) e para a orçamentação (Cost Budgeting - 7.3). A partir da conclusão desses processos, o plano do projeto é desenvolvido (Project Plan Development - 4.1).

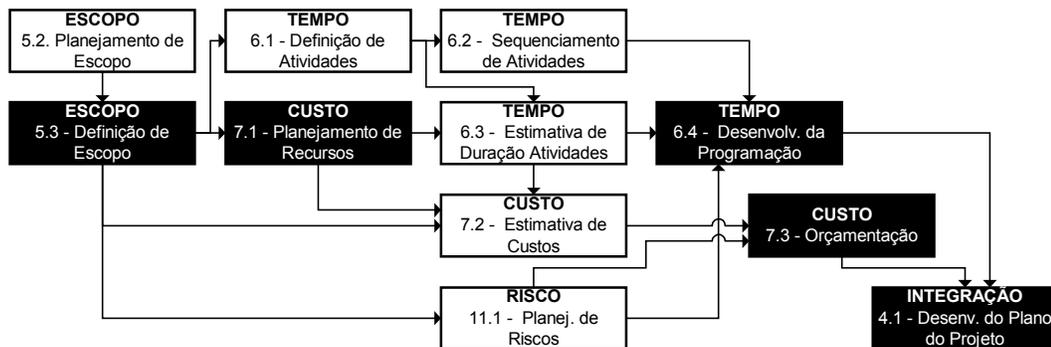


Figura 2 – Processos de Planejamento (PMI, 2000).

**BBCWS (*Budget cost of work scheduled*)** é o valor que indica a parcela do orçamento que deveria ser gasta, considerando-se o custo de linha da base da atividade, atribuição ou recurso. O BCWS é calculado como os custos de linha de base divididos em fases e acumulados até a data de status, ou data atual. É o custo proveniente do orçamento.

Durante a execução, o monitoramento do progresso do projeto é realizado através da comparação entre os resultados reais obtidos e o previsto pelo projeto no BCWS. Nesse momento são avaliados o Valor Agregado do trabalho (BCWP) e a apropriação dos custos reais incorridos (ACWP).

**BCWP (*Budget cost of work performed*)** é o valor que indica a parcela do orçamento que deveria ser gasta, considerando-se o trabalho realizado até o momento e o custo de linha de base para a atividade, atribuição ou recurso. O BCWP também é denominado Valor Agregado.

A forma de medição do Valor Agregado, ou BCWP, tem relação direta com a forma como o projeto foi planejado. Sem um sistema de planejamento adequado, a medição de desempenho tem pouca ou nenhuma aplicabilidade.

HARROFF (2000) e FLEMING & KOPPELMAN (1999) subdividem a medição do Valor Agregado (BCWP) em diferentes métodos:

1. **Marcos com valores ponderados:** A célula de controle é convertida em dois ou mais marcos onde cada um deles é definido por uma entrega parcial do trabalho, gerando, conseqüentemente, um custo específico. A soma dos custos de atingimento de cada um desses marcos é o custo do item.
2. **Fórmula fixa por CAP:** É o método que divide o CAP em duas partes que, somadas, completam os 100% do trabalho. Usualmente, as fórmulas mais utilizadas são 25/75, 50/50 e 75/25. A fórmula 25/75 separa o trabalho em dois pontos: o primeiro ponto é atingido imediatamente com o início do CAP (25% dos custos já são contabilizados); os outros 75% dos custos somente são contabilizados quando o trabalho finaliza. A fórmula 50/50 indica que 50% dos custos serão contabilizados com o início do trabalho e 50% com o seu término.
3. **Percentual-Completo:** Método que atribui a cada elemento um determinado percentual completo (entre 0 e 100%) a cada ciclo de controle. Esse percentual é multiplicado pelo custo previsto com o objetivo de determinar a parcela do orçamento já realizada.
4. **Unidades equivalentes:** Método que calcula o Valor Agregado com base em unidades produzidas ou realizadas de elementos individuais de custos, empregado em trabalhos repetitivos ou onde os elementos são definidos em termos de consumo direto de recursos.

É senso comum em todos os relatos sobre Valor Agregado que não existe um método único capaz de atender a todos os tipos de trabalho. Na maioria das vezes, a empresa deve permitir a utilização de mais de um mecanismo de cálculo de Valor Agregado.

Devido à popularidade e à facilidade de uso, optou-se neste artigo pela utilização do % completo como forma de determinação do Valor Agregado (BCWP). O percentual completo apresenta crescente utilização nos projetos devido à facilidade de utilização e é o mecanismo-padrão de entrada de valores agregados na maioria dos softwares de gerenciamento de projetos. Porém, o grande obstáculo na sua utilização é o elevado grau de subjetividade em sua avaliação, sendo influenciado diretamente pela percepção do avaliador. Uma vez que a entrada de dados é fruto de uma percepção individual, o método do percentual completo é sujeito a maiores pressões pelo cliente ou pela alta gerência, podendo comprometer os resultados apurados. Para se minimizarem tais desvios, algumas empresas têm estabelecido procedimentos internos de avaliação do percentual completo. A experiência com projetos utilizando Valor Agregado conduz a um maior acerto nas estimativas.

Os custos reais (ACWP) são medidos e avaliados pela equipe do projeto responsável por contas a pagar e receber ou pela área financeira da própria empresa, reportando o gasto real do projeto até a data de referência (status) dentro de um plano de contas especificado e definido pela controladoria da organização.

ACWP (Actual cost of work performed) mostra os custos reais decorrentes do trabalho já realizado por um recurso ou atividade, até a data de status, ou data atual do projeto, provenientes dos dados financeiros.

Uma vez determinados esses três parâmetros, a análise dos resultados é obtida com base na correlação entre os valores encontrados para cada um deles em uma determinada data de status.

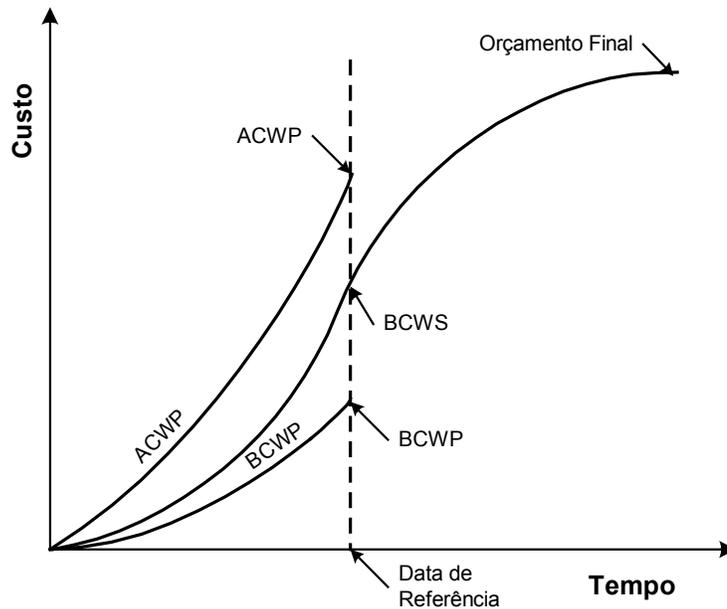


Figura 3 – Exemplo gráfico do BCWS, BCWP e ACWP ao longo do tempo para um determinado projeto.

## Avaliação do Projeto e Desenvolvimento de Projeções com a Análise de Valor Agregado

A correlação entre os valores de BCWS, BCWP e ACWP permite aferir os resultados do projeto e proceder as avaliações e projeções futuras de custos finais.

Para se tratar da razão entre BCWP e os parâmetros BCWS e ACWP, existem os seguintes índices:

**A) SPI (Schedule Performance Index)** - Divisão entre o Valor Agregado (BCWP) e o valor planejado na linha de base (BCWS). O SPI mostra a taxa de conversão do valor previsto em Valor Agregado.

$$SPI = \frac{BCWP}{BCWS} \quad (\text{equação 01})$$

O SPI igual a 1 indica que o valor planejado foi integralmente agregado ao projeto. O SPI menor que 1 indica que o projeto está sendo realizado a uma taxa de conversão menor que a prevista, ou seja, a quantidade financeira prevista para ser agregada no período não foi conseguida, e o projeto está atrasado. O SPI superior a 1 indica que o projeto está agregando resultados a uma velocidade superior ao previsto, ou seja, está adiantado.

**B) CPI (Cost Performance Index)** - Divisão entre o Valor Agregado (BCWP) e o custo real (ACWP). O CPI mostra qual a conversão entre os valores reais consumi-

dos pelo projeto e os valores agregados no mesmo período.

$$CPI = \frac{BCWP}{ACWP} \quad (\text{equação 02})$$

O CPI igual a 1 indica que o valor gasto pelo projeto foi integralmente agregado ao projeto (projeto dentro do orçamento). O CPI menor que 1 indica que o projeto está gastando mais do que o previsto até aquele momento. Se o CPI for maior que 1, indica que o projeto está custando menos que o previsto até aquele momento. O CPI igual a 1 indica que o projeto está conforme o orçamento previsto até a data de referência.

Com relação a previsibilidade e forecasting de projetos, há a seguinte terminologia:

**A) EAC (Estimated at Completion)** - valor financeiro que representa o custo final do projeto quando concluído. Inclui os custos reais incorridos (ACWP) e os valores restantes estimados (ETC).

$$EAC = ACWP + ETC \quad (\text{equação 03})$$

**B) ETC (Estimated to Complete)** - valor financeiro necessário para se completar o projeto. É calculado segundo modelos matemáticos a serem apresentados.

**C) VAC (Variation at Completion)** - diferença entre o custo orçado (BAC) e o custo projetado final (EAC).

$$VAC = BAC - EAC \quad (\text{equação 04})$$

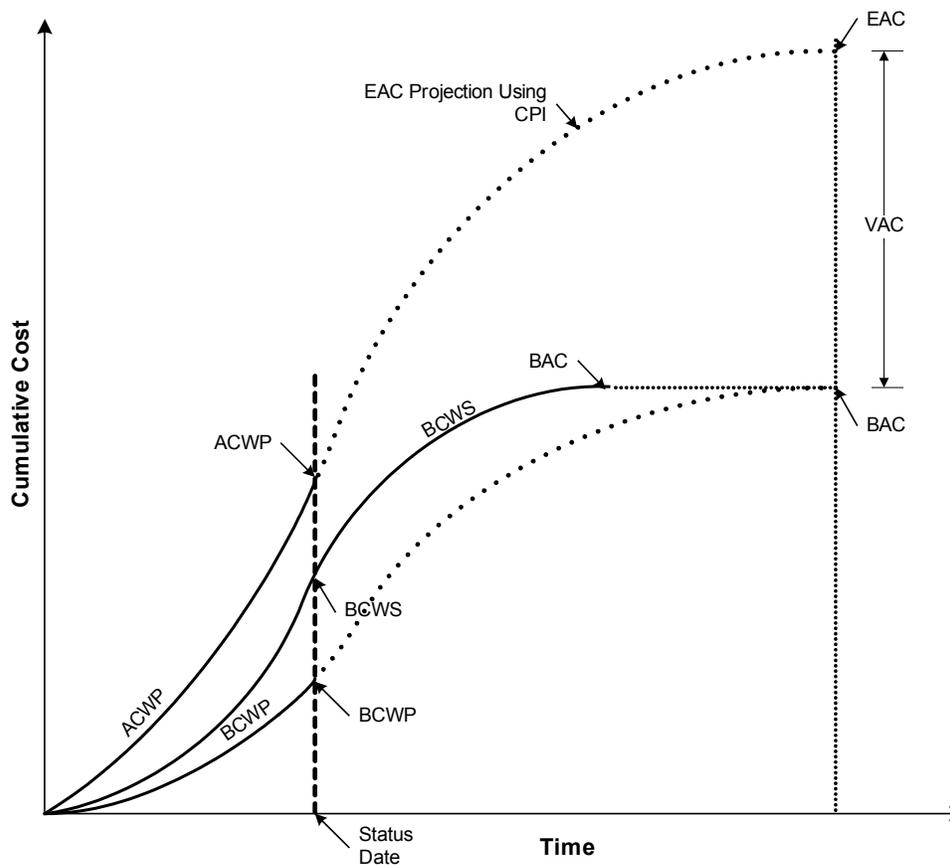


Figura 4 – Análise de Valor Agregado com projeções de tendências dos prazos finais e custos finais (GEROSA & CAPODIFERRO, 1999).

## Índices Utilizados Para Projeção Dos Custos Finais Do Projeto

A fórmula genérica para o custo restante estimado é função de um fator de desempenho

$$ETC = \frac{BAC - BCWP}{Índice} \quad (\text{equação 05})$$

onde BAC é o orçamento final do projeto e Índice é o índice de desempenho do projeto.

O índice de desempenho é determinado pela combinação do índice de desempenho de custos (CPI) com índice de desempenho de prazos (SPI), conforme é descrito a seguir, nos seus casos usuais.

### ETC através do índice de desvio constante (otimista)

Assume que o trabalho restante a ser executado pelo projeto será executado em conformidade com o plano original e que um desvio ocorrido não representa uma tendência de degeneração ou recuperação do orçamento previsto.

Essa estimativa é comumente chamada de Estimativa Otimista, pois, como usualmente, os índices CPI e SPI são menor do que 1, a permanência no plano passa a ser um bom resultado.

$$\text{Índice} = 1$$

$$ETC = \frac{BAC - BCWP}{\text{Índice}} = BAC - BCWP$$

$$EAC = ACWP + ETC = ACWP + BAC - BCWP \quad (\text{equação 06})$$

### ETC através do índice de desempenho de custos (realista ou mais provável)

Assume que o trabalho restante a ser executado pelo projeto seguirá o mesmo desempenho financeiro obtido até o momento através do índice de desempenho de custos (CPI).

Uma tendência negativa ou positiva obtida até o momento em termos de CPI projetará a mesma tendência para os custos finais do projeto. Como existe uma natural tendência de se trabalhar com índices CPI inferiores a 1, essa estimativa é comumente chamada de Estimativa Realista ou mais provável.

$$\text{Índice} = CPI$$

$$ETC = \frac{BAC - BCWP}{\text{Índice}} = \frac{BAC - BCWP}{CPI}$$

$$EAC = ACWP + ETC = ACWP + \frac{BAC - BCWP}{CPI} \quad (\text{equação 07})$$

### ETC através do índice futuro de prazo e custo SCI (pessimista)

Assume que o trabalho restante (futuro) a ser executado pelo projeto seguirá tanto a projeção financeira determinada pelo índice de desempenho de custos (CPI), quanto a projeção de prazos determinada pelo índice de desempenho de prazos (SPI), gerando o índice composto SCI (Scheduled Cost Index).

Esse procedimento visa captar uma tendência humana natural de recuperar o tempo perdido, e essa tentativa significa consumir mais recursos para realizar o mesmo trabalho anteriormente planejado.

O índice SCI é fortemente aplicável na projeção de EAC no caso de projetos atrasados e com custos previstos ultrapassados. O produto SPIxCPI compõe o mais rigoroso índice para a determinação do EAC.

Como existe uma natural tendência de se trabalhar com índices CPI e SPI inferiores a 1, essa estimativa é usualmente chamada de Estimativa Pessimista.

$$\text{Índice} = \text{SCI} = \text{SPI} \times \text{CPI}$$

$$\text{ETC} = \frac{\text{BAC} - \text{BCWP}}{\text{Índice}} = \frac{\text{BAC} - \text{BCWP}}{\text{SPI} \times \text{CPI}}$$

$$\text{EAC} = \text{ACWP} + \text{ETC} = \text{ACWP} + \frac{\text{BAC} - \text{BCWP}}{\text{SPI} \times \text{CPI}} \quad (\text{equação 08})$$

Uma vez determinadas as três formas de Estimativas de custos finais (EAC), aplica-se um modelo probabilístico nos dados de modo a permitir inferir, com o grau de confiabilidade desejado, qual o custo final projetado para o projeto.

## Simulação de Monte Carlo

“Monte Carlo” foi o codinome de um projeto secreto relacionado ao desenho e ao projeto de armas atômicas desenvolvido pelo matemático John von Neumann. Ele descobriu que um modelo de amostragem aleatória simples poderia resolver determinados problemas matemáticos até então considerados de resolução impossível (SCHUYLER, 1994).

A simulação se refere, portanto, a um método onde a distribuição de possíveis resultados é produzida a partir de recálculos sucessivos dos dados do projeto, permitindo a construção de múltiplos cenários. Em cada um dos cálculos são utilizados dados aleatórios novos para representar um processo repetitivo e iterativo. A combinação de todos esses resultados cria uma distribuição probabilística dos resultados.

A viabilidade da distribuição produzida está na afirmação de que, para um número elevado de repetições, o modelo produzido reflete as características da distribuição original, transformando a distribuição em um resultado plausível para análise. A simulação pode ser aplicada em prazos, custos e outros índices do projeto.

Matematicamente o resultado da simulação se torna uma aproximação razoável para os dados originais. Em um número infinito de repetições, poderia se definir que

$$\text{Results} = \int_{-\infty}^{+\infty} xF(x)dx \quad (\text{equação 09})$$

onde X é a variável analisada e F(x) é sua função de densidade de probabilidades.

Como a determinação exata da integração  $x F(x)$  é bastante complexa, a simulação permite uma forma aproximada de resultados com menos complexidade.

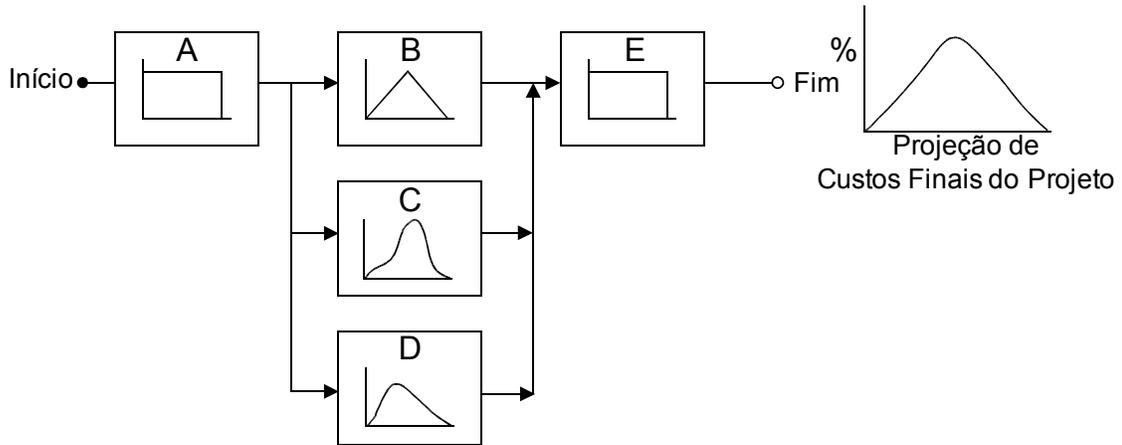


Figura 5 – Construção do modelo de distribuição dos custos das atividades ou pacotes de trabalho compondo a distribuição final a partir de dados aleatórios do projeto (PRITCHARD, 2001).

### Execução da Simulação

A execução da simulação considera que todos os dados de SPI, CPI e EAC's já estejam determinados para cada atividade ou pacote de trabalho, conforme evidenciado no exemplo de projeto apresentado a seguir.

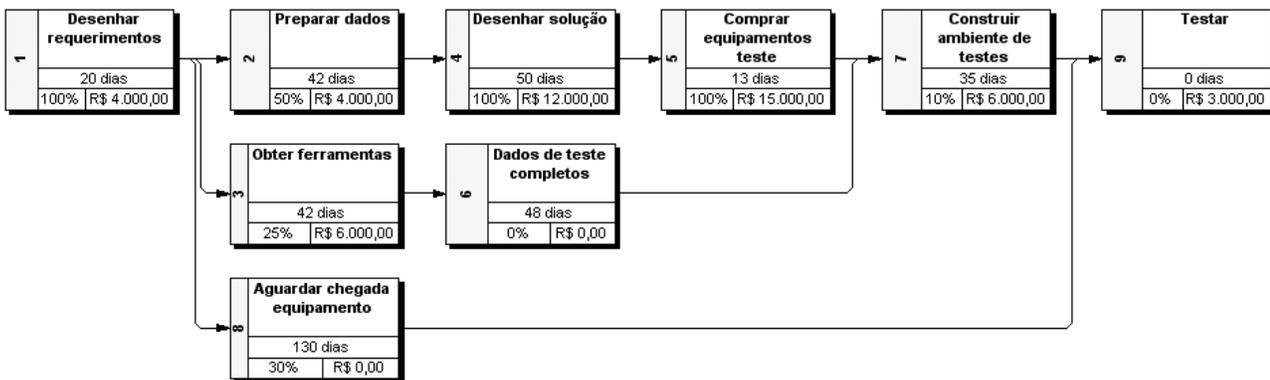


Figura 6 – Exemplo de projeto utilizado na simulação.

NOME	% COMPLETE	BUDGET	BCWS	BCWP	ACWP	CV
<b>Simulação</b>	<b>41%</b>	<b>R\$ 50.000,00</b>	<b>R\$ 41.200,00</b>	<b>R\$ 35.100,00</b>	<b>R\$ 37.400,00</b>	<b>(R\$ 2.300,00)</b>
Desenhar requerimentos	100%	R\$ 4.000,00	R\$ 4.000,00	R\$ 4.000,00	R\$ 5.000,00	(R\$ 1.000,00)
Preparar dados	50%	R\$ 4.000,00	R\$ 3.000,00	R\$ 2.000,00	R\$ 5.000,00	(R\$ 3.000,00)
Obter ferramentas	25%	R\$ 6.000,00	R\$ 6.000,00	R\$ 1.500,00	R\$ 3.000,00	(R\$ 1.500,00)
Desenhar solução	100%	R\$ 12.000,00	R\$ 12.000,00	R\$ 12.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 2.000,00
Comprar equipamentos teste	100%	R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00	R\$ 13.500,00	R\$ 1.500,00
Dados de teste completos	0%	R\$ 0,00				
Construir ambiente de testes	10%	R\$ 6.000,00	R\$ 1.200,00	R\$ 600,00	R\$ 900,00	(R\$ 300,00)
Aguardar chegada equipamento	30%	R\$ 0,00				
Testar	0%	R\$ 3.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00

NOME	SV	CPI	SPI	EAC CONSTANT	EAC CPI	EAC SCI
<b>Simulação</b>	<b>(R\$ 6.100,00)</b>	<b>0,94</b>	<b>0,85</b>	<b>R\$ 52.300,00</b>	<b>R\$ 62.500,00</b>	<b>R\$ 100.100,00</b>
Desenhar requerimentos	R\$ 0,00	0,80	1,00	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00
Preparar dados	(R\$ 1.000,00)	0,40	0,67	R\$ 7.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 12.500,00
Obter ferramentas	(R\$ 4.500,00)	0,50	0,25	R\$ 7.500,00	R\$ 12.000,00	R\$ 39.000,00
Desenhar solução	R\$ 0,00	1,20	1,00	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00
Comprar equipamentos teste	R\$ 0,00	1,11	1,00	R\$ 13.500,00	R\$ 13.500,00	R\$ 13.500,00
Dados de teste completos	R\$ 0,00	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Construir ambiente de testes	(R\$ 600,00)	0,67	0,50	R\$ 6.300,00	R\$ 9.000,00	R\$ 17.100,00
Aguardar chegada equipamento	R\$ 0,00	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Testar	R\$ 0,00	-	-	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00

**Tabela 1** – Dados básicos iniciais da simulação e determinação dos três modelos de EAC (otimista, pessimista e realista).

A partir da base de dados construída, determina-se a função de distribuição de probabilidade para os três dados de EAC, construindo o EAC médio resultante da distribuição, como mostrado na tabela a seguir.

A função de densidade de probabilidade utilizada na simulação será a distribuição triangular. Essa distribuição é determinada a partir do seu valor mínimo, seu valor mais provável e seu valor máximo. Essa função é provavelmente a mais direta e simples das distribuições (GREY, 1995), necessitando apenas de 3 pontos na sua construção.

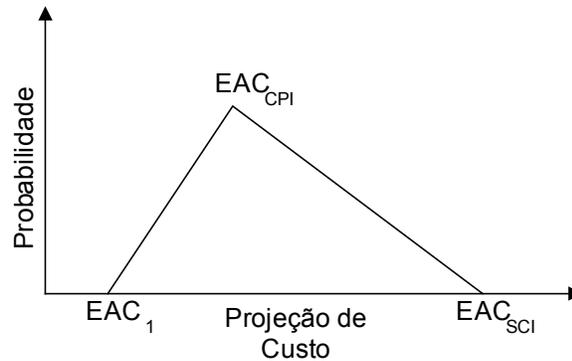


Figura 7 – Função de densidade de probabilidade triangular para o EAC.

Através da utilização do software de simulação @Risk determinou-se o EAC final a partir da função RiskTriang(EAC1; EACCPI; EACSCI), compondo-se os resultados evidenciados na tabela a seguir.

NOME	EAC CONSTANT	EAC CPI	EAC SCI	EAC	EAC
Simulação	R\$ 52.300,00	R\$ 62.500,00	R\$ 100.100,00	=RiskOutput()	R\$ 71.633,33
Desenhar requerimentos	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00	=RiskTriang(E16; F16; G16)	R\$ 5.000,00
Preparar dados	R\$ 7.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 12.500,00	=RiskTriang(E17; F17; G17)	R\$ 9.833,33
Obter ferramentas	R\$ 7.500,00	R\$ 12.000,00	R\$ 39.000,00	=RiskTriang(E18; F18; G18)	R\$ 19.500,00
Desenhar solução	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	=RiskTriang(E19; F19; G19)	R\$ 10.000,00
Comprar equipamentos teste	R\$ 13.500,00	R\$ 13.500,00	R\$ 13.500,00	=RiskTriang(E20; F20; G20)	R\$ 13.500,00
Dados de teste completos	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	=RiskTriang(E21; F21; G21)	R\$ 0,00
Construir ambiente de testes	R\$ 6.300,00	R\$ 9.000,00	R\$ 17.100,00	=RiskTriang(E22; F22; G22)	R\$ 10.800,00
Aguardar chegada equipamento	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	=RiskTriang(E23; F23; G23)	R\$ 0,00
Testar	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00	=RiskTriang(E24; F24; G24)	R\$ 3.000,00

Tabela 2 – Função de densidade de probabilidade triangular determinada para o EAC final.

Uma vez construída a função de densidade de probabilidade, os parâmetros da simulação são determinados, como também o número de iterações e repetições da simulação e outras informações. Neste artigo foram realizadas 50000 iterações.

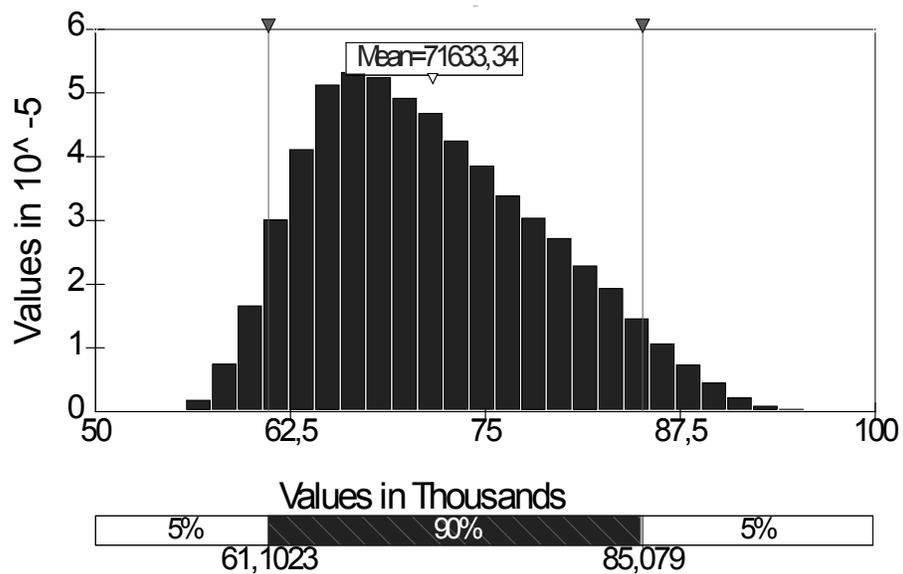
O número de interações tem grande importância na determinação da qualidade dos resultados, uma vez que, quanto mais iterações são realizadas, mais a função de densidade final se aproxima das funções originais. Porém, um processo dessa natureza requer um tempo elevado de execução, até mesmo para computadores velozes e capazes de realizar a simulação em grande velocidade.

INFORMAÇÕES DA SIMULAÇÃO	
Nome da Planilha	eva.xls
Número de Simulações	1
Número de Interações	50.000
Número de Entradas	9
Número de Saídas	1
Tipo de Amostragem	Latin Hypercube
Hora de Início	20/1/2004 13:26
Hora de Término	20/1/2004 13:27
Duração	00:00:55
Semente Aleatória	1102974243

Figura 10 – Dados da simulação.

## Análise dos Resultados

Ao executar a simulação, o produto gerado é uma distribuição de probabilidade do EAC final do projeto, aqui chamado “Simulação”, evidenciado nas figuras a seguir.



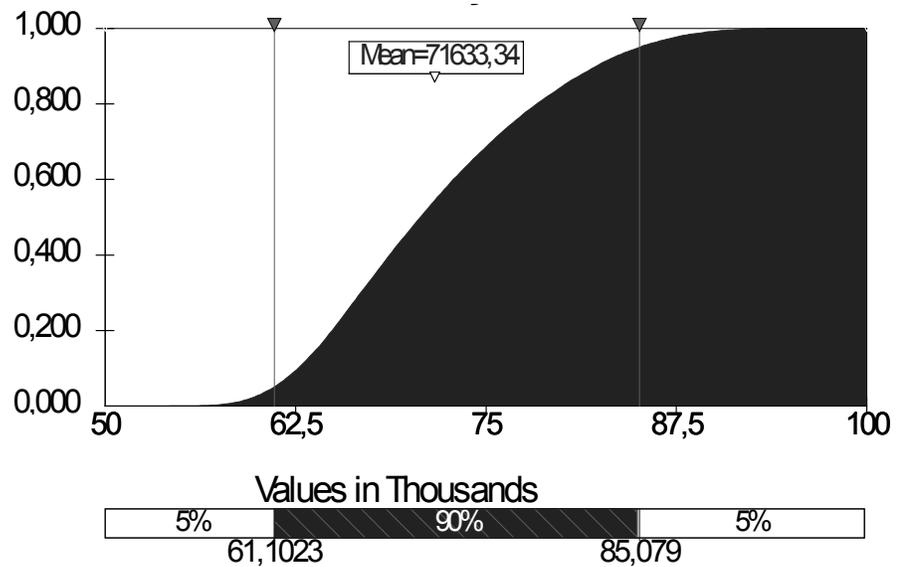


Figura 8 – Distribuição para o EAC final do Projeto “Simulação” com intervalo de confiança de 90.

%FATIA	VALOR	%FATIA	VALOR
5%	R\$61.102,32	55%	R\$71.753,30
10%	R\$62.673,17	60%	R\$72.871,88
15%	R\$63.868,52	65%	R\$74.055,95
20%	R\$64.892,36	70%	R\$75.366,22
25%	R\$65.850,78	75%	R\$76.773,88
30%	R\$66.776,27	80%	R\$78.350,77
35%	R\$67.728,09	85%	R\$80.126,48
40%	R\$68.686,84	90%	R\$82.236,36
45%	R\$69.675,42	95%	R\$85.078,99
50%	R\$70.702,85		

Tabela 4 – Distribuição percentual do EAC final do Projeto “Simulação”.

Pelos dados anteriores pode-se inferir, com 90% de certeza, por exemplo que o custo projetado final será entre \$61.102 e \$85.078.

Esses intervalos podem ser alterados de modo a determinar maior ou menor precisão. Por exemplo, para uma certeza de 99% quanto à faixa de valores tem-se o intervalo entre \$57.858 e \$90.792, conforme exibido na figura a seguir.

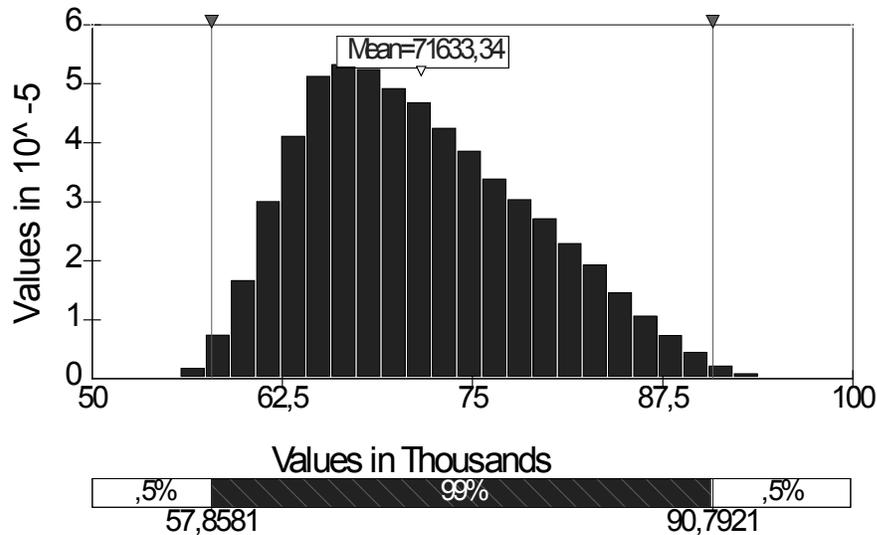


Figura 9 – Distribuição para o EAC final do Projeto “Simulação” com intervalo de confiança de 99%.

## Conclusões

O uso da Simulação de Monte Carlo com os dados de EAC final do projeto pode, de forma associada, contribuir para uma visão probabilística e não determinista dos custos finais elaborados para o projeto, sem necessariamente acrescentar esforço adicional em sua construção.

Como citado no estudo de CHRISTENSEN (1993), não existe uma concordância quanto a definir qual dos modelos de previsão apresenta maior precisão e aplicabilidade. Com isso, diversos estudos foram realizados para comparar os diversos modelos para a estimativa de custos em um determinado projeto ou conjunto de projetos, após sua conclusão, de modo a identificar quais modelos são mais precisos e em que fase do projeto são aplicáveis, bem como associar determinado tipo de projeto a determinado índice.

A necessidade de estimativas e projeções de custos é abordada e caracterizada pelo DOD (1997) na Instrução 5000.2R em 1997 em dois critérios.

Entre com uma faixa de estimativas para o custo final, refletindo o melhor e o pior cenários. (DOD, 1997).

Determine a estimativa para o custo final que reflita o melhor julgamento profissional no que diz respeito a custos. Se o contrato está pelo menos 15% completo

e a estimativa é menor do que a calculada utilizando o índice de desempenho de custo acumulado, forneça uma explicação. (DOD, 1997).

Contudo, nenhum desses estudos fornece um tratamento probabilístico para os projetos, já que o EAC final mais adequado para o projeto deixa de ser um valor isolado e passa a ser uma faixa de valores com determinadas probabilidades, como propõe este artigo.

Como sugestão de novos trabalhos, o passo seguinte será avaliar os resultados produzidos na simulação com os resultados reais de projetos já concluídos para determinar a precisão dos dados obtidos, de modo a produzir cases associados ao modelo de simulação aplicado ao EMVS.

## Abbreviations

**ACWP** – Actual cost of work performed ou custo real ou custo real do trabalho realizado

**BAC** – Budget at completion ou orçamento

**BCWP** – Budget cost of work performed ou Valor Agregado ou Custo orçado do trabalho realizado

**BCWS** – Budget cost of work scheduled ou custo orçado ou Custo orçado do trabalho agendado

**C/SCSC** – Cost/Schedule Systems Control Criteria

**CAPs** – Cost Account Plans, célula inferior no WBS onde o trabalho a ser realizado é alinhado com o orçamento e o prazo especificado no PMS

**CPI** – Cost Performance Index ou índice de desempenho de custos

**CV** – Cost variation ou variação do custo

**DOD** – United States of America Department of Defense ou Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América

**EAC** – Estimated at completion ou estimativa no término

**EMVS** – Earned Value Management Systems do Departamento de Defesa Americano

**ETC** – Estimated to complete ou estimativa de esforço necessária para completar no prazo

**EVMS** – Earned value Analysis ou análise de Valor Agregado

**PAC** – Plan at completion ou duração planejada para o projeto

**PMBOK** - A guide to the Project Management Body of Knowledge. Newton Square: Project Management Institute, 2000

**PMI** – Project Management Institute

**SCI** – Scheduled Cost Index ou índice composto de prazo e custo (SPIxCPI)

**SPI** – Scheduled Performance Index ou índice de desempenho de prazos

**SV** – Scheduled variation ou variação nos prazos (em termos financeiros)

**VAC** – Variation at completion ou variação no término entre o EAC e o BAC

## Referências Bibliográficas

ABBA, W. F. (1998). *Defense Acquisition Reform and Project Management*. Long Beach: 29th Annual Project Management Institute Seminars & Symposium.

CHRISTENSEN, D. S. (1993). *Determining an Accurate Estimate at Completion*. Vienna: National Contract Management Journal.

DOD (1997). *Earned Value Management Implementation Guide*. Washington: United States of America Department of Defense

FLEMING, Q. W. & KOPPELMAN, J. M. (1999). *Earned value Project Management, 2nd Ed.* Newton Square: Project Management Institute.

GEROSA S. & CAPODIFERRO C. (1999). *Earned value Management (EMV) Techniques form Engineering and Prototype Production Activities*. Philadelphia: 30th Annual Project Management Institute Seminars & Symposium.

GREY, S. (1995). *Practical Risk Assessment for Project Management*. West Sussex: John Wiley & Sons.

HARROFF, N. N. (2000). *Discrete Versus Level of Effort*. Milford: NNH Enterprise.

PMI (2000). *A guide to the Project Management Body of Knowledge*. Newton Square: Project Management Institute.

PRITCHARD, C. L. (2001). *Risk Management: Concepts and Guidance*. 2ª Ed. Arlington: ESI International.

SCHUYLER, J. R. (1994). *Decision Analysis in Projects: Monte Carlo Simulation*. Upper Darby: Project Management Institute.