

A Falha de Médias em Gerenciamento de Projetos

Por Philip Fahringer, John Hinton, Marc Thibault e Sam Savage

Novas tecnologias e práticas de gerenciamento oferecem uma melhor abordagem para compreender e controlar os riscos do projeto. A simulação interativa fornece painéis de risco intuitivos que podem ser utilizados para detectar e gerenciar riscos ocultos, mesmo para aqueles sem treinamento em estatística. A cadeia de distribuição (DIST) provê o padrão necessário para comunicar as entradas do projeto e as incertezas das saídas, de modo que especialistas da organização possam, de forma não ambígua, compartilhar suas incertezas sobre prazos, custos e outros fatores com gerentes de todos os níveis.

A Falha de Médias

Quanto tempo vai levar e quanto vai custar?

Não há apenas uma resposta para cada uma dessas questões. Cada pergunta tem várias respostas possíveis, cada uma com uma probabilidade de estar correta. A

resposta não é um número – é uma **distribuição de probabilidade**. “Lembre-me de estudar distribuições de

“Novas tecnologias revolucionárias e práticas de negócio tornam o trabalho com distribuições fácil, intuitivo e convincente.”

probabilidade em minhas aulas de estatística,” você diz, “e, se eu bem me lembro, eu preferia ir ao dentista.” Não se preocupe – novas tecnologias revolucionárias e

práticas de negócio tornam o trabalho com distribuições fácil, intuitivo e convincente.

A prática comum de reduzir a incerteza em um único **melhor palpite** elimina uma grande quantidade de informação, o que leva à falha de médias, um conjunto de erros sistemáticos que ocorrem quando um número único, geralmente uma **média** (também conhecida como **valor esperado**) é substituído por uma distribuição. Os erros de cálculo resultantes têm consequências terríveis em muitas áreas de comércio e governo e são particularmente prevalentes em gerenciamento de projetos. Na verdade, a falha de médias explica porque a maioria

dos projetos está atrasada, acima do orçamento e abaixo da projeção.

Começaremos com um projeto real que envolve manutenção de aeronaves e para o qual vamos substituir dados hipotéticos. Como as aeronaves envelhecem, elas frequentemente passam por um processo de reparação geral. Para fins de nossa discussão de alto nível, reduzimos o projeto de restauração de uma aeronave nos seguintes passos: (1) remover as asas; (2a e 2b) reconstruir ou substituir as asas esquerda e direita, se necessário; (3) revisão da fuselagem, verificação de corrosão e de questões estruturais, elétricas e hidráulicas; (4) recolocar as asas; e (5) montagem final e inspeção. Os passos 2a, 2b e 3 ocorrem em paralelo, enquanto os outros ocorrem em série. Devida à necessidade de um alinhamento preciso, vamos supor que você não possa passar para o passo 4 até que as asas e a fuselagem sejam concluídas. O gráfico de dependência é mostrado na Figura 1.

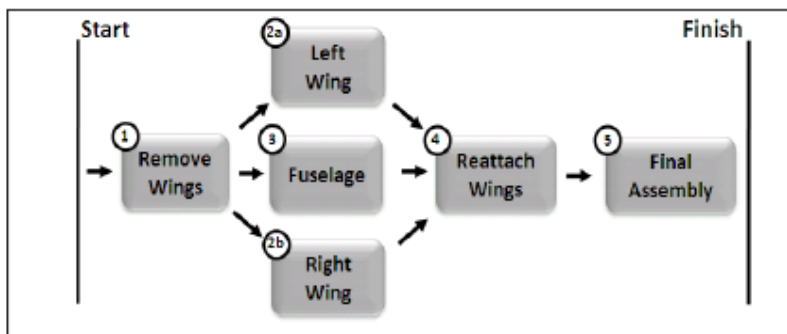


Figura 1: Gráfico de dependência para a restauração de uma aeronave.

Agora, imagine que você está gerenciando um projeto de restauração de toda uma frota de um tipo particular de aeronave. Você tem muitos anos de experiência; colheu muitos dados sobre a duração das

tarefas envolvidas e está preparando um orçamento para todos os 50 aviões da frota.

O chefe entra em seu escritório e lhe pergunta quanto tempo o projeto irá levar.

“Eu não sei”, você diz, “há tantas incertezas envolvendo números, tipos de aterragem e corrosão.”. “Dê-me um número!”, grita o chefe, “Para que nós estamos pagando você?”.

“Você se contentaria com médias?” Você pergunta timidamente. “Sim, se isso é o melhor que você pode fazer”, ele responde.

“Isso é fácil”, você diz orgulhoso dos dados colhidos ao longo dos anos. “Passos 1, 4, e 5 cada um de forma consistente levam cerca de uma semana para concluir. As asas e fuselagem são onde as grandes surpresas surgem, mas em média, cada uma leva cinco semanas. Como estamos fazendo as asas e a fuselagem em paralelo, devemos ser capazes de terminar um avião

a cada 8 semanas, em média.” Esta linha do tempo é frequentemente descrita como um gráfico de GANTT e é exibido na Figura 2.

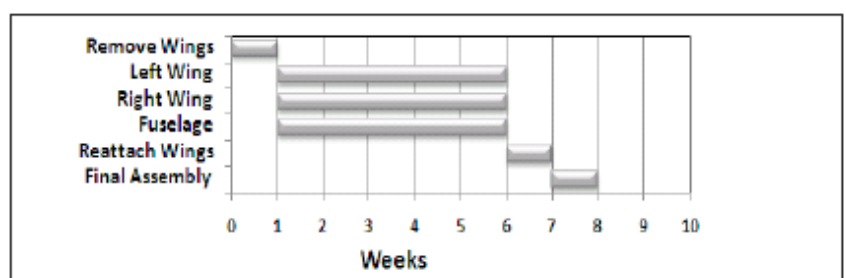


Figura 2: Gráfico de GANTT para a restauração de um avião.

Oh, oh! Você acaba de entrar em conflito com a falha de médias. Você não pode recolocar as asas até que ambas as asas e a fuselagem estejam concluídas, então ter todos estes três elementos sob sua duração média de cinco semanas é como tirar três “caras” seguidas lançando uma moeda, o que só acontece em média uma vez em oito tentativas! Em tal situação, dependendo da incerteza, o tempo médio para completar estas três tarefas pode ser significativamente maior do que a média de qualquer tarefa individual e isto apenas arranha a superfície do problema. A falha de médias possui diversas outras manifestações que só podem ser detectadas pela modelagem explícita das incertezas das tarefas, como iremos descrever mais tarde.

Na realidade, com base na duração *média* por etapa do processo, a empresa de manutenção estabeleceu um contrato de preço fixo que auferiu um valor pré-determinado por aeronave. Havia uma penalidade se a entrega de um avião não ocorresse dentro do período de tempo acordado. Pelo lado positivo, no entanto, a entrega antecipada permitiria poupar custos e obter um lucro extra. A boa notícia é que por diversos anos de contrato, a duração média das tarefas foi mais ou menos como inicialmente previsto. A má notícia é que o tempo médio para completar cada aeronave foi significativamente maior do que o previsto – a empresa perdeu milhões de dólares e quatro vice-presidentes perderam seus empregos.

Em seguida, mudaremos do exemplo real com dados hipotéticos, como descrito acima, para um exemplo hipotético com base em dados reais. Utilizaremos um projeto de construção residencial para

mostrar como as novas tecnologias podem ajudar você a gerenciar melhor a incerteza.

Um casal e a mãe viúva do marido, possui, cada um, uma casa na propriedade da família. A mãe está frágil e o casal decidiu construir uma terceira casa, maior, no mesmo terreno onde todos eles viverão juntos. Uma vez construída a nova casa eles irão reformar as duas casas antigas e alugá-las para obterem renda. O gráfico da dependência do projeto é exibido na Figura 3.

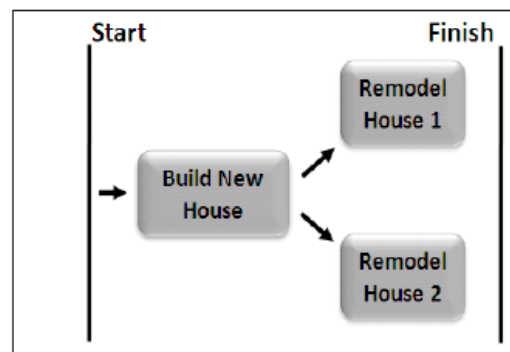


Figura 3: Gráfico de Dependência.

Uma vez concluída a nova casa, o casal e a mãe do marido irão sair de suas próprias casas e a reforma começará em paralelo nas casas existentes.

Novamente, imagine que você está elaborando uma proposta para o trabalho. A partir de dados históricos você sabe que casas deste tamanho levam uma média de 12 meses para conclusão, a um custo médio de US\$400.000. Estes tipos de reforma levam tipicamente 6 meses a um custo de US\$200.000. Como as reformas serão feitas em paralelo o trabalho levaria 18 meses a um custo de US\$800.000, com base nas médias. O gráfico de GANTT ilustrando isto é exibido na Figura 4.

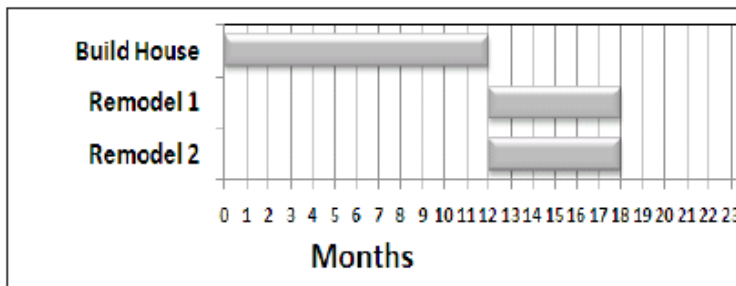


Figura 4: Gráfico de GANTT.

Você sente que não poderá ganhar os contratos se tiver uma margem de lucro maior do que 10%, por isso, se não houvesse incertezas, você orçaria em US\$880.000 e diria ao cliente que você poderia concluir o projeto em 18 meses. No entanto, **há** incertezas e para complicar, o proprietário do imóvel tem expressado preocupação sobre atrasos no projeto e solicitou uma multa de US\$1.000 por dia, se o trabalho for estendido além do tempo de conclusão previsto de 18 meses. Não é necessário dizer que, com base nas médias, você não espera que isto aconteça, mas uma cláusula de multa deixaria qualquer pessoa um pouco nervosa. Assim, as perguntas são:

1. Quantos meses você espera que o projeto dure?
2. O que você deveria orçar?
3. O que você deveria esperar de lucro?
4. Quais são os riscos financeiros?

Vamos assumir que você negocie um adicional de US\$20.000 no contrato para cobrir a potencial multa, tendo um custo total de US\$900.000 e espere pelo melhor. Na seção seguinte, propomos uma abordagem mais sistemática para responder às perguntas acima.

Gerenciamento de Probabilidades – A Cura para a Falha de Médias

Gerenciamento de dados trata de armazenar, recuperar e auditar números, como em “Dê-me um número e então eu perpetuarei a falha de médias.” **Gerenciamento de**

Probabilidades trata de armazenar,

recuperar e auditar distribuições de probabilidade de modo que você cure a falha de médias. Mas o que você faz com distribuições? Você alimenta seu planejamento com elas para simular as incertezas que você pode enfrentar.

Os métodos de gestão de probabilidades tiveram suas origens em uma técnica chamada simulação de Monte Carlo, que foi aplicada ao gerenciamento de projetos no passado e para a qual têm sido desenvolvidos softwares especializados. A gestão de probabilidades tem sido viabilizada pelos recentes avanços em três áreas: tecnologia de software, representação da informação e protocolos de gerenciamento (descritos abaixo): juntos, acreditamos que eles farão a simulação de Monte Carlo muito mais prática no contexto do gerenciamento de projetos.

- **Software** – Recentes avanços em software permitem simulação interativa, na qual milhares de cenários podem ser executados por meio de um modelo antes de o dedo do usuário soltar a tecla <Enter>. Isso provê mais detalhes sobre as incertezas e riscos do que as tradicionais ferramentas de simulação e cria uma conexão entre a mente do usuário (o centro de seu intelecto) e sua intuição (o centro de seu estômago).

- Informação – A **cadeia de distribuição** padrão (**DIST**) encapsula milhares de números em um elemento de dados para representar uma incerteza, o que permite a distribuição de probabilidade ser compartilhada através de redes de informação.
- Gerenciamento – Com o compartilhamento vêm responsabilidade e autoridade. A autoridade máxima em uma organização na área de probabilidade é o *chefe de probabilidade (CPO – chief probability officer)*. Apesar de não esperarmos que as empresas abram uma vaga no nível de chefia para esta função, alguém na organização deve, no final das contas, atuar como CPO.

Simulação Como um Jogo de Cartas

Imagine um baralho de cartas contendo os diferentes *custos* possíveis para construir a casa e outra plataforma com diferentes *durações* possíveis para construir a casa. Agora imagine mais quatro maços de cartas, contendo os possíveis *custos* e *durações* para cada uma das duas reformas (Figura 5).

Pode-se pensar na simulação como um jogo de cartas, que é jogado como segue:

1. Retire uma carta de cada um dos seis maços.
2. Calcule e registre a duração resultante e o custo total de todo o projeto (incluindo as multas) com base nos números que você extraiu.
3. Volte ao passo um até que todas as cartas sejam usadas e depois vá para o passo 4.
4. Calcule a média de todos os custos e durações que você gravou para obter uma estimativa dos verdadeiros

resultados médios do projeto. Para este projeto, a falha de médias garante que eles serão muito diferentes do resultado associado com suposições médias. Você também pode analisar o risco de resultados ruins.

O modelo de simulação interativa em Excel que acompanha este artigo contém o equivalente aos seis maços, com 1.000 cartas em cada maço. Graças à tecnologia recente, cada maço se encaixa em uma célula na planilha!

A Cadeia de Distribuição

A **cadeia de distribuição**, ou **DIST**, é um novo tipo de dado utilizado para armazenar um grande número de cenários. Começamos o artigo descrevendo várias respostas possíveis, cada uma com uma probabilidade de estar certa. Uma DIST representa este conceito. Em vez de um único valor, ela pode armazenar milhares de valores potenciais da mesma probabilidade em um elemento de dados. DISTs permitem que especialistas em uma organização colem seu conhecimento para utilização por outros, em atividades como estimativas e orçamentos. Esta é uma mudança fundamental da tradicional simulação de Monte Carlo, na qual as distribuições não podem ser facilmente compartilhadas entre aplicativos e usuários.

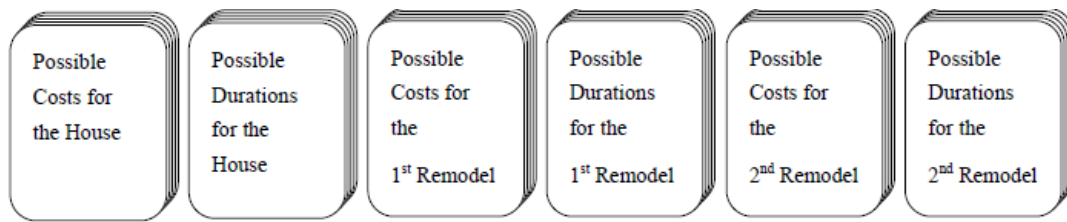


Figura 5: Uma representação das incertezas no projeto.

Os Dados

Os dados estatísticos utilizados neste exemplo vieram da *De Mattei Construction*, uma grande empreiteira residencial em San Jose, Califórnia, EUA e são baseados em 10 projetos de construção de novas casas e 29 de reforma. Como veremos, até mesmo um conjunto de dados pequeno como este pode ser inestimável no planejamento de um projeto. A maioria das empresas de construção mantém registros dos custos reais e das durações de trabalhos anteriores. *De Mattei Construction*, no entanto, dá um passo adicional e crucial, eles também registram o que haviam originalmente previsto para esses projetos e isso lhes permite acompanhar e melhorar a exatidão de suas previsões, que são cruciais para as projeções de fluxo de caixa e decisões de pessoal. Armazenar tanto as previsões quanto os resultados reais é uma função crítica de um bom CPO, embora muitas grandes organizações ignorem este passo.

Nós aplicamos os dados da De Mattei para criar DISTs de custo e duração de nossas estruturas hipotéticas. Uma mão do jogo de cartas é conhecida como um ensaio de simulação. Os três primeiros e três últimos ensaios são apresentados na Tabela 1. Por exemplo, no segundo ensaio da simulação

a casa custou US\$449.000 e levou 20 meses para ser concluída. Partes das DISTs reais são apresentadas na Tabela 2.

Os histogramas desses valores, juntamente com os valores médios aparecem na Figura 6. Supomos que cada uma das reformas é uma extração independente das mesmas distribuições de custo e duração de modo que elas têm o mesmo histograma. Note que a média é onde o histograma se equilibraria se fosse feito de um material sólido. Embora as médias sejam muitas vezes utilizadas para substituir a forma inteira, isto pode ser muito ilusório.

Além disso, observe que as durações relativas das reformas são muito mais incertas do que as de novas habitações. Uma empreiteira deve fazer suposições importantes sobre a saúde geral do edifício existente antes de iniciar. Após a empreiteira abrir as paredes, apodrecimento, cupins, violações do código de construção, mofo, ou fundações insustentáveis podem ser descobertos. Muitos destes problemas exigem uma reformulação, uma inspeção aprovada por um engenheiro e aprovação do código de construção, o que explica os grandes picos no lado direito do histograma de duração das reformas.

Value	Cost of House in Thousands	Duration of House in Months	Cost of 1st Remodel in Thousands	Duration of 1st Remodel in Months	Cost of 2nd Remodel in Thousands	Duration of 2nd Remodel in Months
1	US\$243	28	US\$104	4	US\$126	2
2	US\$449	20	US\$157	11	US\$277	4
3	US\$343	12	US\$380	8	US\$118	3
:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:
998	US\$501	13	US\$180	12	US\$118	3
999	US\$391	8	US\$284	4	US\$247	4
1000	US\$391	8	US\$181	4	US\$145	3

Tabela 1: Valores selecionados de custos e duração de incertezas.

```

<dist name="House Cost" avg="4.0000000E+002" min="2.43253009E+002" max="6.66594544E+002" count="1000" type="Double" ver="1.1">AABBIDxITVlCaFIM
<dist name="House Duration" avg="1.20000000E+001" min="7.18770000E+000" max="2.83877000E+001" count="1000" type="Double" ver="1.1">+ftDpPDIMQ
<dist name="Remodel 1 Cost" avg="2.00000000E+002" min="1.03823177E+002" max="4.37161622E+002" count="1000" type="Double" ver="1.1">AAApGNPCFg
<dist name="Remodel 1 Duration" avg="6.00000000E+000" min="5.46376191E-001" max="1.18797095E+001" count="1000" type="Double" ver="1.1">RTLp1qW
<dist name="Remodel 2 Cost" avg="2.00000000E+002" min="1.03823177E+002" max="4.37161622E+002" count="1000" type="Double" ver="1.1">EL6FMgq4bhs
<dist name="Remodel 2 Duration" avg="6.00000000E+000" min="5.46376191E-001" max="1.18797095E+001" count="1000" type="Double" ver="1.1">X42WstUWTaj/

```

Tabela 2: As seis cadeias de distribuição padrão – DIST.

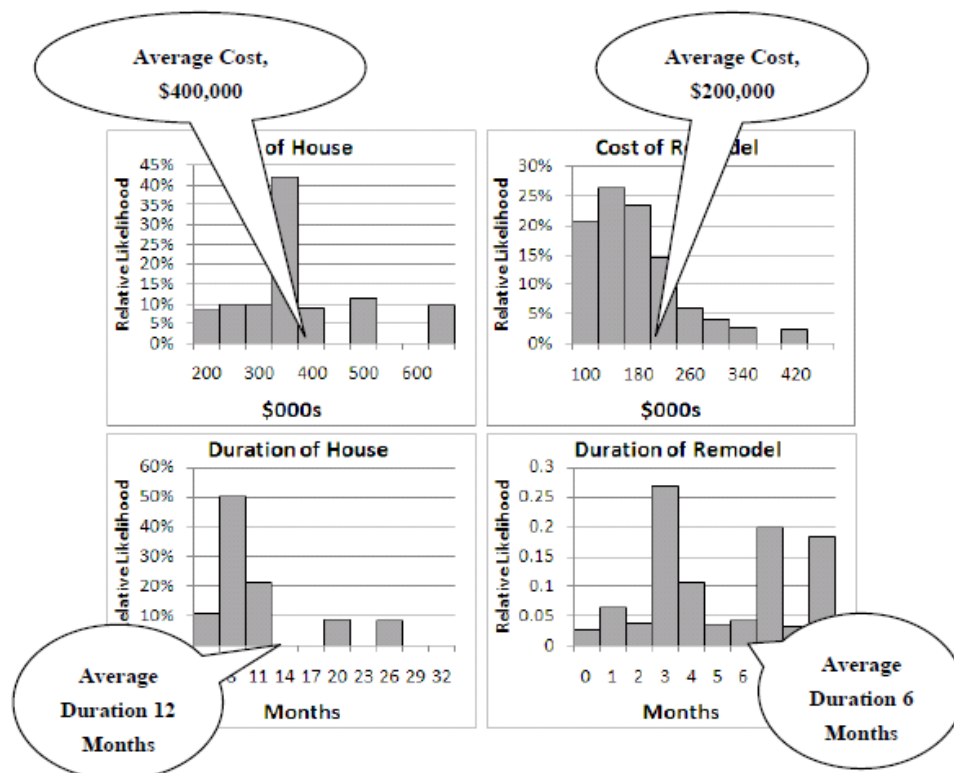


Figura 6: Distribuição de custos e durações.

A Simulação

Construction Project.xlsm contém um modelo de simulação interativa do projeto no qual os seis custos e durações incertos estão ligados aos DISTs. Se você quiser acompanhar a discussão abaixo, visite ProbabilityManagement.org e baixe o livro na página de modelos (você deve habilitar as macros no Microsoft Excel para Windows). A figura 7 exibe o modelo com os valores médios das entradas incertas, o que resultou na conclusão do projeto em 18 meses com um custo de US\$800.000, nenhuma penalidade e um lucro de US\$100.000.

Até aqui tudo bem, mas agora, vamos começar o jogo de cartas! A barra de

rolagem de entrada permite que você trabalhe através de todos os 1.000 ensaios, um de cada vez (o que não recomendamos), mas é útil para rever alguns desses ensaios. O ensaio 2 por exemplo (Figura 8), tem o projeto concluindo em 31,3 meses, com um custo de US\$884.000 e uma multa de US\$399.000, deixando a empreiteira com uma perda de US\$383.000. Isto é uma vergonha!

O ensaio 7 mostra uma imagem mais positiva (Figura 9), com o projeto sendo concluído no prazo e abaixo do orçamento, com um lucro de US\$202.000.

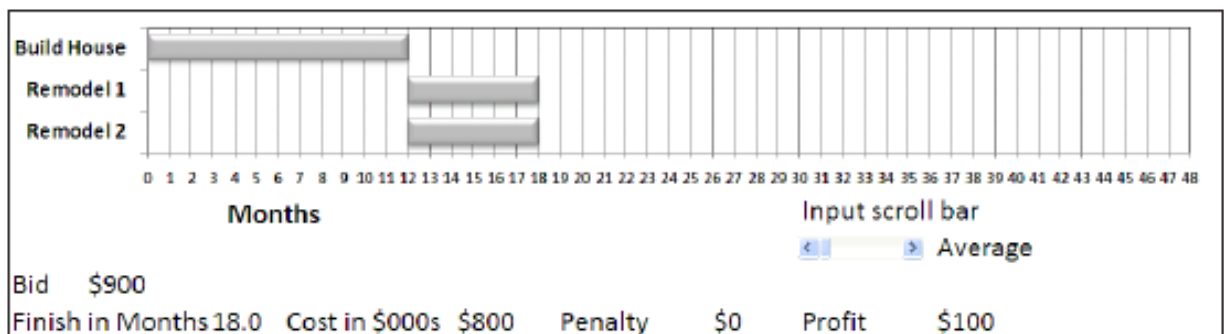


Figura 7: Modelo com entradas de médias.

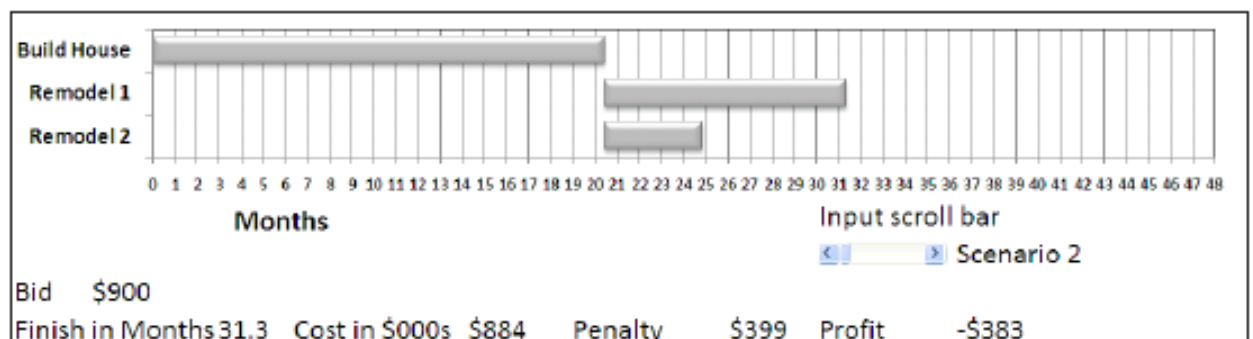


Figura 8: Resultados do ensaio 2.

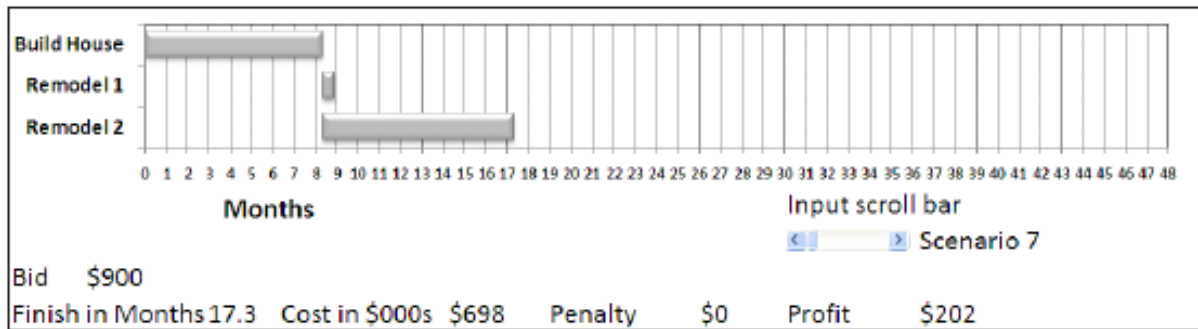


Figura 9: Resultados do teste 7.

Tenha em mente que cada um destes resultados é tão provável quanto qualquer outro, o grau de incerteza com base em dados reais é preocupante, todavia, a verdadeira lição da simulação vem da visualização dos resultados agregados sobre todos os 1.000 ensaios. Uma grande empresa de construção pode sobreviver a um ou dois trabalhos perdendo os lucros, desde que lucre o suficiente no longo prazo. A Tabela 3 apresenta os resultados das entradas médias, juntamente com os resultados médios, levando em conta todos os 1000 ensaios.

Note que o tempo médio para concluir o projeto é de quase 20 meses, ao invés dos 18 meses previstos. O custo médio é, de fato, US\$800.000, mas a multa média causada pelo atraso é de US\$102.000, o que leva a uma perda média de US\$2.000, ao invés do lucro esperado de US\$ 100.000. Não há como “maquiar” no volume de negócios uma perda média de

US\$2.000 por trabalho. Este é um caso clássico de *falha de médias*.

Em seguida, vamos dar uma olhada na distribuição completa do lucro, que também está baseada em todos os 1.000 ensaios(Figura 10). O histograma exibe a probabilidade relativa de diferentes níveis possíveis de lucro e é bastante assimétrica. É ruim o suficiente para perder em média US\$2.000, mas o fato de que o lado negativo se estende a uma perda de US\$600.000, enquanto que o positivo é de cerca de apenas US\$300.000 deve ser um sinal de alerta antes de se iniciar este trabalho. A distribuição cumulativa mostra a possibilidade de que o lucro virá abaixo de qualquer nível. Podemos ver, por exemplo, que há aproximadamente 45% de chance de se perder dinheiro e 20% de chance de se perder US\$200.000 ou mais. Você pode usar a barra de rolagem no modelo para explorar toda a gama de percentuais de lucro.

Finish in Months	18.0	Cost in \$000s	\$800	Penalty	\$0	Profit	\$100
Average Finish	19.9	Average Cost	\$800	Avg. Penalty	\$102	Avg. Profit	-\$2

Tabela 3: Os resultados das entradas médias versus os resultados médios.

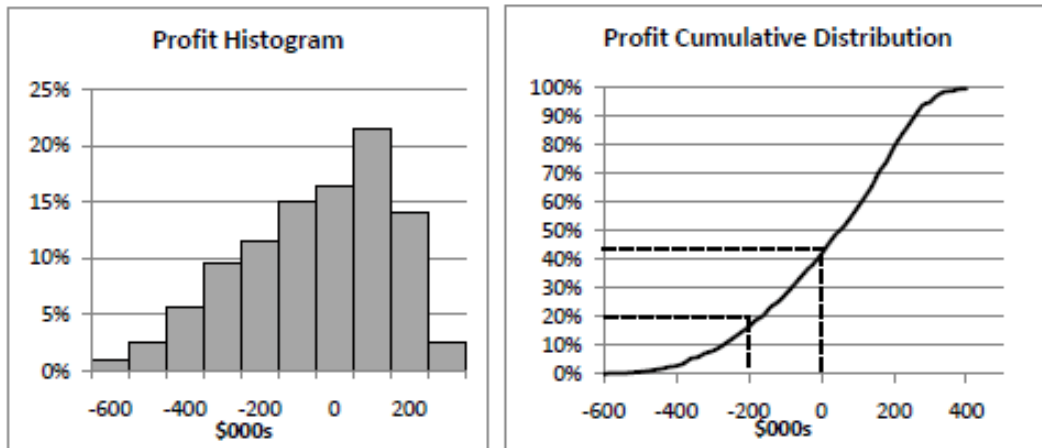


Figura 10: O histograma e a distribuição cumulativa do lucro.

Simulação interativa – Virando o Jogo

Já destacamos uma das diferenças entre a gestão de probabilidade e a tradicional simulação de Monte Carlo, que é a capacidade de armazenar e recuperar distribuições de probabilidade como dados. Como mencionado anteriormente, outra diferença importante é o surgimento da simulação interativa, que é ser capaz de ajustar as regras de um jogo de cartas em tempo real e, em seguida, visualizar instantaneamente os resultados de se jogar 1.000 mãos.

Neste exemplo, vamos assumir que você não tenha realmente apresentado o orçamento desastroso e o cliente esteja ainda aberto a alguma negociação. Como você pode virar o jogo? Certamente você pode aumentar o seu orçamento, mas você está com medo de que seus concorrentes elaborem um orçamento mais baixo que você. Você também pode tentar negociar uma multa por atraso menos severa.

Inicialmente, o modelo Excel possui parâmetros como mostrado na Tabela 4, que é uma multa de US\$1.000 por cada dia que o projeto exceder 18 meses de duração.

Suponha que você possa conseguir com o cliente a redução da multa diária para US\$500 ou mover o prazo de início da multa para 24 meses, mas não ambos. Qual destas alternativas valerá a pena para você, em média? Uma destas mudanças irá aumentar o seu lucro médio para US\$57.000 e outra para US\$49.000, para descobrir qual é a melhor baixe **Construction Project.xlsm** (as macros devem estar habilitadas no Microsoft Excel) e tente diferentes valores para os parâmetros de multa. Toda vez que você alterar um valor na célula K15 ou K16, todos os 1.000 ensaios são imediatamente executados através do modelo.

A gestão de probabilidade fornece as ferramentas para não somente estimar o resultado de um projeto, como também para gerenciar o risco em suas estimativas.

O tipo de dados DIST

As cadeias de distribuição armazenadas, cada uma em uma guia, em **Construction Project.xlsm**, encapsulam milhares de números em um elemento de dados armazenado que é conhecido como formato XML. A ideia básica envolve traduzir números em caracteres por meio

de uma tabela de códigos, como mostrado na Figura 11.¹

Estes caracteres são então armazenados com um cabeçalho de informações em uma longa cadeia; uma DIST real deste modelo é apresentada na Figura 12. A cadeia inicia-se com o cabeçalho de informações contendo o nome da DIST, o seu valor médio e outros meta-dados tais como o máximo, mínimo e o número de

ensaios. Isto é seguido pelo corpo da DIST, que contém os ensaios numéricos codificados como caracteres.

Penalty Parameters	
Deadline (Months)	18
Daily Penalty 000s	\$1.00

Tabela 4: Os parâmetros de multa.

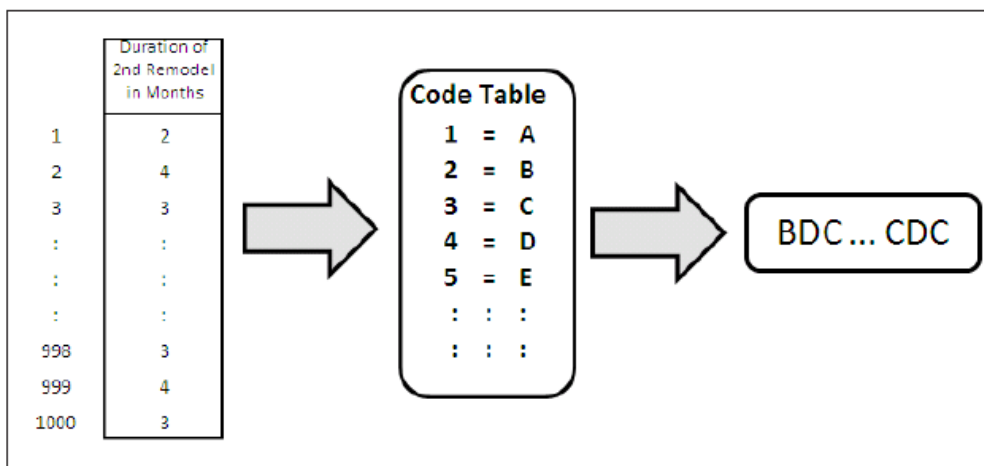


Figura 11: Traduzindo números em caracteres ao criar uma DIST.

The Header Information

```
<dist name="House Duration" avg="1.2000000E+001" min="7.1877000E+000" max="2.8387700E+001" count="1000" type="Double" ver="1.1">
//tDpPDIW4jDlMdM+p+OHTICk////////AAAAAP//OK80k0yAAAAA////////x0yn7RFWg4jDp//zppDIW4j7QdMv//DIMAAP////8dMhDyDIMAAP//DIMO
lw4jCt8e000////QDI0FBdyCk80lw4jCk+ftDpPHTI6TtW4jDIMAAAA//8dMjPp//86TQVn7QDlw4jDIMOI5+DDINFWg4jDlM0lw4j//9FWp+ODIMOIw4jCk8Dlw4j
DIMAAAAAOK8P/////////DIMAAA//DI0fIA4jDIM6T5+ODK86T5+ODIM6T//DIMAAA//RVPfWg4jAAABFVWVAADlw4jDIM6T0VhHTIOIzPpRVo
OIw4j//8OizpPDIW4j7QdMv//DIMAAA//RVPfWg4jAAABFVWVAADlw4jDIM6T5+ODK86T5+ODIM6T//DIMAAA//RVPfWg4jAAABFVWVAADlw4jDIM6T5+ODK86T5+ODIM6T//
HTFVWVVAHTIADpPHTIOIw4jHTIOIzPpRVoOIw4jHTKfBdyAAAdBq4jDIMOI5+OABFVWg4jCk8Dlw4jHTIAEVA//AAAD//AAD//w4jDIMOIw4j//8Dkx4jRVo
w4j//DIMOIw4jHTIAEVA//AAAD//DIMOIzPpFAAAAAA//OIZp
HTIOVAdIOHTB0yn7RFWg4j//8AAj+D//86TVAAD//w4jHTI
DIMOIw4jAACTIA4jDIMOIw4j//+HTAqjDIMdMgAADIMAAAA
WgAADIMOIw4jAAAdMg4j//8DIOVVAACrEVAADINFWp+OHTL//
w4jn7T//w4jAAAAADpP//+fP//DIM6TzppDIW4j//DIMOIw4jAAAdMg
OI5+ODK8OIw4jAAABFVWVAARVOOI5+ODIMOI//AAD//zppDIW4jMkVn7QDIOV
MOW4jCk8dMg4jDIMOIw4jCk8OIw4jDlMdMg4jDI0fIA4j//9FWg4j//SAAA4jDIMOIw4j7QDlw4jAAAAIw4jAAAA6TtW4jDIMOI//RVo6TwwAA
RVo6T0VADINFWg4jDIMOIw4j7RFWjPDINFWWh0yDIP/////HTIOw4jDlM0w4jAAADIMDIW4jPpOK8OIw4jRVoCI0Vn7QDIO5+ORVozlzPAAADlw4jDlMdMg4jDI
MOW4jDIMAAEVAADINFWWh0y//9FWVVA//8dMg4jAACrEdPp7QOIw4jHTIDlw4jAAABFVWg4jHTFVWjPpDIMOIzPpAAADlw4jDIMOIw4jHTL//zppRVpVWp+ODIM
OI//HTIAEVAAD//w4jDIP/////DIMOIw4j7RFWjAAARVodM+p+OHTIDM+p+D//8Dlx0yDIMOIzPpDIMOIzPpDIM6T0VAdIMdMh0yDIMAAA4jDIMOIw4jDlM0w4jDlM0w4jDlM0w4j
gAADINFWWh0yAAAD//RVozT0V//8dMjPpDIW4jTAAHTIOVADINFWjPDI0fEVAOIK8dMg4j//8dMkVn7QAAEVAHTIOIw4jOISFWg4jDIMOIw4jDIMOI5+
ODIMAAEVAADIM6TtW4jAAAOI5+ODIM6TtW4j9QAAAAA//9FWg4jDIMAAP//HTL/////AAAOIzPpDINFWgAADIOIw4jHTIOIzPp7QOI0VVAOIK8T0yDI
MOWAAAAAAAADpDlMdMh0yAAAOIwAAARVOOI5+ODIMOW4jDIMOIw4jAAADIMDIW4jPpOK86TtW4j//SAAA4jDIMOIw4jAAAOI//HTIDlw4jDIMOIw4jDIM6T0VVA
//8OIS+ODIMOIw4jAAAdMg4jDI0fI+On7T//5+ODk//OvAok8OIw4jHTKfIA4jHTIOI//DIMAAADyRvo6T0yOISFVWVADP//w4jHTIOIzPpHTIOIw4jAAAOIwAA
DIMOI5+ODIMOIw4j7QdMkVADINFWjPp7RFWg4jDIMOI//AACrEdpPOK8IOVw4j//w4jAAAdMg4jDINFWjPpRVoOIw4jAAADIMVADIP//w4jHTIAAA+ODI
MIMVADIMOI//HTFVWg4jRVo0Ix0yHTIOI0VADIMOI0VADIMOI0VADIMOI0VADIMVADIP//DINFWg4jDIMAAAAA</dist>
```

The encoded data begin here

Figura 12: A DIST representando a duração da construção de uma casa.

¹ A codificação real é mais complexa. Visite ProbabilityManagement.org para mais informações.

Referências

Kwaka, Y.H., & Ingall, L. (2007). Exploring Monte Carlo simulation applications for project management. *Risk Management* (9) pp., 44–57. Retrieved from <http://www.palgrave-journals.com/rm/journal/v9/n1/full/8250017a.html#bib29D>

<http://www.oracle.com/us/products/applications/042528.pdf>

<http://www.palisade.com/riskproject/>

Savage, S. L. (2009). *The flaw of averages: Why we underestimate risk in the face of uncertainty*. Hoboken: John Wiley & Sons.

Savage, S.L., Scholtes, S., & Zweidler, D. (2006). Probability management. *OR/MS Today*, February, 33(1). See also ProbabilityManagement.org

Sobre os Autores

Philip Fahringer é analista de operações na *Lockheed Martin Corporation* desde 2006. Ele é aposentado da Marinha, tendo servido nos últimos dez anos como analista de logística, determinando requisitos de logística para cenários de contingência Navais e de Forças Conjuntas; e desenvolvendo prioridades orçamentárias. Atualmente, Philip é o desenvolvedor líder do *Affordable Readiness Model* para a *Lockheed Martin*, com foco em balanceamento de custos e resultados em condições de incerteza. É Mestre em pesquisa de operações e planejamento estratégico.

John Hinton é vice-presidente e diretor financeiro da *De Mattei Construction*, uma grande empreiteira no setor residencial em San Jose, Califórnia, EUA. Na *De Mattei*, John gerenciou e rastreou as finanças de mais de 1.000 projetos, trabalhou em

diversas empresas *start-up*, e ocupou cargos na *Coopers & Lybrand* e *Bechtel*, onde trabalhou em consultoria, gestão da informação e em áreas de gerenciamento de projetos. Ele serviu no Exército Americano em inteligência militar na Alemanha e Vietnã, aposentando-se como capitão com uma estrela de bronze. John possui MBA pela Universidade de Stanford, em Palo Alto, Califórnia, EUA.

Marc Thibault é consultor independente com vinte anos de prática focada em análise técnica, *design* e planejamento. Seus clientes incluem grande fração de departamentos do governo federal Canadense e uma variedade de empresas de alta tecnologia. A experiência anterior de Marc inclui mais de uma década em funções de marketing e tecnologia na Xerox e como gerente sênior em duas empresas *start-up* de alta tecnologia. Possui graduação em física pelo *Loyola College*, em Montreal, Canadá. Marc é o autor do blog “*Art of the Plan*” em goodplan.ca e está em uma missão para corrigir planejamento de projetos e erros sistemáticos que resultam em planejamentos de alto risco e em metas inatingíveis.

Sam L. Savage é presidente da *Vector Economics*, professor de consultoria na *Stanford University’s School of Engineering* e membro da *Cambridge University’s Judge Business School*. Seu recente livro, *The Flaw of Averages*, descreve uma classe de erros sistemáticos que cometemos face a incertezas, e explora novas e significativas tecnologias para iluminar e gerenciar riscos. Em 2008, em colaboração com o Oracle Corp. SAS Institute e com a Frontline Systems ele liderou o desenvolvimento da cadeia de distribuição (DIST), um padrão aberto e revolucionário para descrever distribuições de

probabilidade. Sam possui doutorado na área de complexidade computacional pela *Yale University*.