Introdução à simulação de Monte Carlo¹

Aplica-se ao: Microsoft Office Excel 2003

Aplica-se a

Microsoft Office Excel 2003



Este artigo foi adaptado do *Microsoft Excel Data Analysis and Business Modeling* de Wayne L. Winston. Visite Microsoft Learning para aprender mais sobre este livro.

Este livro estilo sala de aula foi desenvolvido de uma série de apresentações por Wayne Winston, um estatístico e professor de negócios bem conhecido que se especializou em aplicações práticas e criativas do Excel. Para ficar preparado — você deve precisar colocar a sua imaginação a funcionar.

Neste Artigo

Quem usa a simulação de Monte Carlo?

O que acontece quando Eu entro com =ALEATÓRIO() numa célula?

Como posso simular valores de uma variável aleatória discreta?

Como posso simular valores de uma variável aleatória normal ?

Como deveria uma empresa de cartões comemorativos determinar quantos cartões produzir?

O impacto do risco nas nossas decisões

Intervalo de confiança para o lucro médio

Problemas

Sample files: Você pode download os samples files que estão relacionados aos fragmentos do *Microsoft Excel Data Analysis and Business Modeling* no Microsoft Office Online: http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?FamilyId=B01F647E-2DF5-414C-8513-F3AD06B63ACB&displaylang=en Este artigo usa os arquivos RandDemo.xls, Discretesim.xls, NormalSim.xls, e Valentine.xls.

¹ Este artigo encontra-se no site da Microsoft: http://office.microsoft.com/en-us/excel/HA011118931033.aspx O que fizemos foi traduzi-lo para que nossos alunos que ainda não conseguem ler em inglês possam desfrutar dos ensinamentos brilhantes que aqui se encontram quanto a Simulação de Monte Carlo no Excel.

Gostaríamos de ser capaz de acuradamente estimar as probabilidades dos eventos incertos. Por exemplo, qual é a probabilidade que os fluxos de caixa de um novo produto fluxos de caixa terão um valor presente líquido (VPL) positivo? Qual é o risco do nosso portfólio de investimentos? Simulação de Monte Carlo habilita-nos a modelar situações com incerteza presente e rodá-las milhares de vezes num computador.

NOTA O nome *simulação de Monte Carlo* vem do fato que durante os anos 1930s e 1940s, muitas simulações em computadores eram realizadas para estimar a probabilidade de que uma reação em cadeia necessária para uma bomba atômica funcionasse com sucesso. Os físicos envolvidos neste trabalho eram grandes apreciadores de jogos de azar, então eles deram às simulações o nome código de Monte Carlo.

Quem usa a simulação de Monte Carlo?

Muitas companhias usam simulação de Monte Carlo como uma importante ferramenta para tomada de decisão. Aqui estão alguns exemplos.

General Motors, Procter and Gamble, e Eli Lilly usam simulação para estimar ambos os retornos médios e o risco de novos produtos. Na GM, esta informação é usada pelo CEO Rick Waggoner para determinar os produtos que virão a mercado.

GM usa simulação para atividades tais como projeções de lucro líquido para a corporação, previsão de custos estruturais e custos de compra, determinando sua susceptibilidade a diferentes espécies de risco (tais como taxas de juros e mudanças e flutuações nas taxas de câmbio).

Lilly usa simulação para determinar a capacidade ótima da planta que deverá ser construída para cada droga.

As empresas de Wall Street usam simulação para precificar derivativos financeiros complexos e determinar o Value at RISK (VAR) dos seus portfólios de investimentos.

Procter and Gamble usa simulação para modelar e otimizar a proteção ao risco do câmbio estrangeiro.

Sears uses simulação para determinar quantas unidades de cada linha de produto deverão ser pedidas aos fornecedores — por exemplo, quantos pares de Dockers deverão ser pedidos este ano.

Simulação pode ser usada para avaliar "real options," tal como o valor de uma opção expandir, contrair, ou adiar um projeto.

Planejadores financeiros usam simulação de Monte Carlo para determinar estratégias de investimentos ótimas para seus clientes.

O que acontece quando Eu entro com =ALEATÓRIO() numa célula?

Quando você entrar com a fórmula =*ALEATÓRIO()* numa célula, você obtém um número que é igualmente provável assumir qualquer valor entre 0 e 1. Assim, cerca de 25 % do tempo, você deverá obter um número menor que ou igual a .25; cerca de 10 % do tempo você obterá um número que é no mínimo .90, e, assim por diante. Para ver como a função ALEATÓRIO funciona, dê uma olhada no arquivo RandDemo.xls, mostrado na figura seguinte.

	H 9	× (× ► 🗋 🖬) =	randde	mo [Modo d	de Compatil	oilidade] - N	licrosoft Exc	el			- C	0	x
	Início	Inserir Layo	ut da Página	Fórmula	s Dados	Revisão	Exibição	Desenvol	vedor Su	plementos	Acrobat	0.	- 0	×
	119	- (9	f_x											*
	А	В	С	D	E	F	G	Н	- I	J	K		L	F
1														
2		Tentativa (Trial)			média	0,519915	=MÉDIA(d	ados)						
3		1	0,405397											
4		2	0,327891		Fração									
5		3	0,864092		025	0,2525	=CONT.SE	E(dados;"<,	25")/400					
6		4	0,621049		.2550	0,2025	=(CONT.S	E(dados;"<	=,5")-400*	G5)/400				
7		5	0,809599		.5075	0,24	=(CONT.S	E(dados;"<	=,75")-400	*(G5+G6))/4	00			
8		6	0,873493		.75-1	0,305	=(400-400'	SOMA(G5	:G7))/400					
9		7	0,064074											
10		8	0,114345											
11		9	0,279856											
12		10	0,641224	=ALEATÓ	RIO()									
13		11	0,954357											
14		12	0,669733											
15		13	0,34916											
16		14	0,407365											
17		15	0,537975											
18		16	0,854581											
19		17	0,602156											
	M Pla	n1 / Plan2 / Pl	an3 / 知	7			Ī	4		-				
Pronto	2								= 0	100% 🤇) (]	(₽.

NOTA Quando você abrir o arquivo RandDemo.xls, você não verá os mesmos números aleatórios mostrados na figura anterior. A função ALEATÓRIO sempre recalcula os números que ela gera quando uma planilha é aberta ou nova informação é entrada na planilha.

Eu copiei a fórmula *=ALEATÓRIO()* da célula C3 para C4:C402. Eu nomeei o intervalo C3:C402 como *dados*. Daí então, na coluna F, Eu rastreei a média dos 400 números aleatórios (célula F2) e usei a função CONT.SE para determinar as frações que estão entre 0 e ,25, ,25 e ,50, ,50 e ,75 e ,75 e 1. Quando você pressionar a tecla F9, os números aleatórios são recalculados. Note que a média dos 400 números está sempre próxima de 0,5 e que cerca de 25 % dos resultados estão em cada intervalo de 0,25. Estes resultados são consistentes com a definição de um número aleatório. Note também que os valores gerados pela ALEATÓRIO em diferentes células são independentes. Por exemplo, se o número aleatório gerado na célula C3 é um número grande (digamos, 0,99), isto nos diz nada sobre os valores dos outros números aleatórios gerados.

Como posso simular valores de uma variável aleatória discreta?

Suponha que a demanda por um calendário seja governada pela seguinte variável aleatória discreta.

Demanda	Probabilidade
10.000	.10
2.000	.35
40.000	.3
60.000	.25

Como podemos ter o Excel jogando, ou simulando, esta demanda por calendários muitas vezes? O truque é associar cada valor possível da função ALEATÓRIO com uma demanda possível por calendários. A tarefa seguinte assegura que uma demanda de 10.000 ocorrerá 10 % das vezes, e, assim por diante.

Demanda	Números Aleatórios Atribuídos
10.000	Menor que ,10
20.000	Maior que ou igual a ,10, e menor que ,45
40.000	Maior que ou igual a ,45, e menor que ,75.
60.000	Maior que ou igual a ,75.

Para ver uma simulação da demanda, observe o arquivo Discretesim.xls, mostrado na seguinte figura.

) 🖬 🤊	- (* - 🗋	=	C	liscretesim [l	/lodo de Compa	tibilidade] - Mi	crosoft Excel					X	_
	Início	Inserir	Layout da F	Página F	órmulas E	ados Revisão	Exibição	Desenvolve	dor Suple	ementos	Acrobat (0 -	•	x
	C3	•	• (•	∫x =AL	EATÓRIO()									≯
	A	В	С	D	E	F	G	Н		J	K	ļ	L	-
1						Corte	Demanda							
2	Tentativa		aleatório				0 1000	0						
3	1	60000	0,784134	=ALEATO	DRIO()		0,1 2000	0						
4	2	40000	0,665394				,45 4000	0						
5	3	60000	0,898844				,75 6000	0						
6	4	60000	0,878515											
7	5	40000	0,566165			Fração do tem	ро							
8	6	40000	0,722838		10000	0,0	725 =CONT.S	E(data;E8)	400					
9	7	20000	0,425755		20000	0,	375 =CONT.S	E(data;E9)	400					
10	8	20000	0,238912		40000	0,2	875 =CONT.S	E(data;E10)/400					
11	9	20000	0,286836		60000	0,	265 =CONT.S	E(data;E11)/400			_		
12	10	40000	0,698959									_		
13	11	60000	0,928685											
14	12	20000	0,151596											
15	13	40000	0,537465											
16	14	10000	0,027898											
17	15	10000	0,068961	1.4									_	Y
	▶ ► Plai	n 1 / Plan2	🖌 Plan3 🖌	°77 /			1	∢						
Pror	nto 🛅									100% 🧲)Ū		Ð	.::

A chave da nossa simulação é usar um número aleatório para ajustar uma procura no intervalo tabela F2:G5 (chamado de *procura*). Números aleatórios maiores que ou iguais a 0 e menores que ,10 conduzirão a uma demanda de 10.000; números aleatórios maiores que ou iguais a ,10 e menores que ,45 conduzirão a uma demanda de 20.000; números aleatórios maiores que ou iguais a ,45 e menores que ,75 conduzirão a uma demanda de 40.000; e números aleatórios maior que ou igual a ,75 conduzirão a uma demanda de 60.000. Eu gerei 400 números aleatórios copiando de C3 para C4:C402 a fórmula ALEATÓRIO(). Daí então eu gerei 400 tentativas ou iterações de demandas de calendários copiando a fórmula *PROCV(C3,procura,2)* de B3 para B4:B402. Esta fórmula assegura que qualquer número aleatório menor que ,10 gera uma demanda de 10.000; qualquer número aleatório entre ,10 e ,45 gera uma demanda de 20.000, e, assim por diante. No intervalo de células F8:F11, usei a função CONT.SE para determinar a fração das nossas 400 iterações conduzindo cada demanda. Note que sempre que você pressionar F9 para recalcular os números aleatórios, as probabilidades simuladas ficam próximas às nossas probabilidades de demanda assumidas.

Como posso simular valores de uma variável aleatória normal?

Se você entrar em qualquer célula com a fórmula *INV.NORM(aleatório(), mu , sigma)*, você gerará um valor simulado de uma variável aleatória normal tendo uma média *mu* e um desvio padrão *sigma*. Eu ilustrei este procedimento no arquivo NormalSim.xls, mostrado na figura seguinte.

	7) 🖬 🤊	~ (° • 🗋	;		normalsim [N	1odo de Con	npatibilidad	e] - Microso	ft Excel			_ 0	×
		Início	Inserir	Layout da l	Página F	órmulas D	ados Rev	isão Exil	oição Des	envolvedor	Suplemer	ntos Acro	bat 🕜 –	⇒ x
		B4	•		∫∗ =IN	V.NORM(C4	;media;sig	ma)						≯
	4	А	В	С	D	E	F	G	Н	- I	J	K	L	N
1					média	40000								
2	2				sigma	10000								
1	}	Tentativa	Av Normal	Aleatório										_
4	Ļ	1	38026,97	0,421795			média sim	40287,71	=MÉDIA(d	ados)				
1	5	2	26879,79	0,094756			sigma sim	10039,01	=DESVPA	D(dados)				
6	5	3	39496,41	0,479918										
1	7	4	48295,11	0,796592	=ALEAT	DRIO()								_
8	3	5	24805,08	0,064319										
9)	6	28263	0,120258										
1	0	7	33674,81	0,263524										
1	1	8	42429,72	0,595987										
1	2	9	48958,11	0,814823		=INV.NOR	M(C12;med	ia;sigma)						
1	3	10	41160,45	0,546192										
1	4	11	50049,06	0,842529										
1	5	12	34196,7	0,280846										
1	6	13	30508,49	0,171272										
1	7	14	31972,58	0,211062										
1	8	15	26201.32	0.083814	/ 8 -1									× 1
	-		nt / Planz		- L									
Р	ror	nto 🛅										0% 😑 —		-+ .;;

Vamos supor que queiramos simular 400 tentativas ou iterações para uma variável aleatória normal com uma média de 40.000 e um desvio padrão de 10.000. (Entrei com estes valores nas células E1 e E2 e chamei estas células de *media e sigma*, respectivamente). Copiando a fórmula *=ALEATÓRIO()* de C4 para C5:C403 gera 400 números aleatórios diferentes. Copiando de B4 para B5:B403 a fórmula *INV.NORM(C4,media,sigma)* gera 400 valores tentativas (trial) diferentes de uma variável aleatória normal com uma media de 40.000 e um desvio padrão de 10.000. Quando pressionamos a tecla F9 para recalcular os números aleatórios, a média permanece perto de 40.000 e o desvio padrão perto de 10.000.

Essencialmente, para um número aleatório x, a fórmula *INV.NORM(p, mu , sigma)* gera o p^{ésimo} percentil de uma variável aleatória normal com uma média *mu* e um desvio padrão *sigma*. Por exemplo, o número aleatório ,8466 na célula C13 gera na célula B13 aproximadamente o 85-ésimo percentil de uma variável aleatória normal com uma média de 40.000 e um desvio padrão de 10.000.

Como deveria uma companhia de cartões comemorativos determinar quantos cartões produzir?

Nesta seção, Eu mostrarei como a simulação de Monte Carlo pode ser usada como uma ferramenta para ajudar os homens de negócios a tomarem melhores decisões. Suponha que a demanda por um cartão *Valentine's Day* seja governado pela seguinte variável aleatória discreta:

Demanda	Probabilidade
10.000	.10
20.000	.35
40.000	.3
60.000	.25

O cartão de comemoração é vendido por \$4,00, e o custo variável para produzir cada cartão é \$1,50. As sobras de cartões devem ser desfeitas a um custo de \$0,20 por cartão. Quantos cartões deverão ser impressos?

Basicamente, simulamos cada possível quantidade de produção (10.000, 20.000, 40.000 ou 60.000) muitas vezes (digamos, 1.000 iterações). Daí então determinamos que quantidade pedida conduz ao máximo lucro médio durante as 1.000 iterações. Você pode encontrar o trabalho para esta seção no arquivo Valentine.xls, mostrado na figura seguinte. Eu atribui o nome de intervalo para as células B1:B11 até células C1:C11. Eu atribui para o intervalo de células G3:H6 o nome procura. Nossos parâmetro preço de vendas e custo são entrados nas células C4:C6.

) 🗔 🤊 - (× • 🗋 🖬) =		valen	tine (Modo	de Compatil	bilidade] - N	licrosoft Ex	cel					, 🗆	x
	Início	Inserir Layout da Página	Fórmulas	Dados	Revisão	Exibição	Desenvol	vedor	Suplementos	Acrobat	t			- 0	σ x
	produzido		00												*
	A	В	С	D	E	F	G	Н		J	K	L	М	N	E
1		produzido	40000												
2		alea#	0,55055251	=ALEATÓ	RIO()										
3		demanda	40000	=PROCV(a	aleatorio;pro	ocura;2)	0	10000)						
4		custo de produção unitário	\$ 1,50				0,1	20000							
5		preço unitário	\$ 4,00				0,45	40000)						
6		custo unitário do pedido	\$ 0,20				0,75	60000							
7															
8		receita	\$160.000,00	=MÍNIMO()	produzido;d	lemanda)*pi	reco_unitari	0							
9		custo variável total	\$ 60.000,00	"=produzid	o*custo_de	_producao_	unitario								
10		custo total do pedido	\$-	=custo_un	itario_do_p	edido*SE(p	roduzido>d	emanda;pr	oduzido-dei	manda;0)					
11		lucro	\$100.000,00	=receita-cu	isto_variave	el_total-cust	to_total_do	pedido							
12															
13	média	25000	44960	56866	42312	=MÉDIA(E	16:E1015)								
14	desvio padrão	0	13655,21383	48502,36	72270,09	=DESVPA	D(E16:E10	15)							
15	100000	10000	20000	40000	60000										
16	1	25000	50000	16000	66000		95% IC par	a lucro mé	édio	Inferior	53859,79	=D13-1,96	D14/RAIZ	1000)	
17	2	25000	50000	-26000	66000		pedido de 4	0.000 cal	endários	Superior	59933,56	=D13+2*D	14/RAIZ(10	00)	
18	3	25000	8000	100000	-18000										
19	4	25000	50000	100000	-18000										
20	5	25000	50000	100000	150000										_
21	6	25000	50000	100000	-18000										
22	7	25000	50000	100000	-18000										
	Plan1	/ Plan2 / Plan3 / 🕲 /													
Pro	nto 🛅											100% (-			••••

Daí então eu entrei com a quantidade de produção trial (40.000 neste exemplo) na célula C1. A seguir Eu criei um número aleatório na célula C2 com a fórmula *=ALEATÓRIO()*. Como descrito anteriormente, Eu simulei a demanda por cartão na célula C3 com a fórmula *PROCV(aleatório,procura,2)*. (Na fórmula PROCV, *aleatório* é o nome de célula atribuído à célula C3, não a função ALEATÓRIO).

O número de unidades vendidas é o menor entre a nossa quantidade de produção e a demanda. Na célula C8, Eu calculei nossa receita com a fórmula *MIN(demanda produzida)*preço_unitário*. Na célula C9, Eu calculei o custo total de produção com a fórmula *produzido*custo_de_producao_unitario*.

Se produzirmos mais que o demandado, o número de unidades de sobras igual produção menos demanda; caso contrário nenhuma unidade está sobrando. Calculamos nosso custo de disposição na célula C10 com a fórmula *custo_unitario_do_pedido*SE(produzido>demanda produzida-demanda,0)*. Finalmente, na célula C11, calculamos nosso lucro como *receita-custo_variavel_total – custo_total_do_pedido*.

Gostaríamos de uma maneira eficiente de pressionar F9 muito (digamos 1.000 vezes) para cada quantidade de produção e calcularmos nosso lucro esperado para cada quantidade de produção. Esta situação é uma em que uma tabela de dados bidimensional atinge o nosso objetivo. A tabela de dados que usei neste exemplo está mostrada na figura seguinte.

C) 🚽 🤊 - (🛛 🔹 📬 🗢 🗸 valentine [Modo de Compa	atibi 🕒	. 🗆 🗙	-
	Início Inser	i Layou Fórmi Dado Revis	Exibi(Deser Su	iple Acrot	0 - 🗖	x
	A1	$ f_x$				¥
	А	В	С	D	E	
13	média	25000	44960	56866	42312	
14	desvio padrão	0	13655,21383	48502,36	72270,09	:
15	16000	10000	20000	40000	60000	
16	1	25000	50000	16000	66000	
17	2	25000	50000	-26000	66000	
18	3	25000	8000	100000	-18000	
19	4	25000	50000	100000	-18000	
20	5	25000	50000	100000	150000	
21	6	25000	50000	100000	-18000	
22	7	25000	50000	100000	-18000	
23	8	25000	50000	100000	66000	
24	9	25000	50000	100000	-18000	
25	10	25000	50000	100000	66000	
26	11	25000	50000	100000	66000	
27	12	25000	50000	100000	-18000	
28	13	25000	50000	16000	-60000	
29	14	25000	50000	16000	-60000	
30	15	25000	50000	16000	-18000	
31	16	25000	50000	100000	66000	
32	17	25000	8000	100000	150000	
33	18	25000	50000	100000	-18000	
34	19	25000	50000	100000	66000	
35	20	25000	50000	16000	66000	
36	21	25000	50000	100000	66000	
37	22	25000	50000	100000	-18000	
38	23	25000	50000	100000	-18000	
39	24	25000	50000	-26000	66000	
40	25	25000	50000	16000	66000	
41	26	25000	8000	16000	66000	
42	27	25000	50000	-26000	-18000	
43	28	25000	50000	100000	-18000	-
44	29	25000	50000	100000	150000	×
14 4	Plan1	Plan2 Plan3				
Pro	nto 🔚	Contagem: 0 Soma: 0 🌐	回世 100% (9	(+)	1.1

No intervalo de células A16:A1015, Eu entrei com os números 1-1000 (correspondendo as nossas 1.000 tentativas). Um modo fácil de criar estes valores é entrar com 1 na célula A16, selecionar a célula, e daí então, na guia Início, no grupo de ferramentas Edição, clicar Preencher e no menu suspenso selecionar Série...

	C)	<mark>, 1</mark>	· (° · 🗋) -		valer	ntine [Mod	o de Compatil	bilidade] -	Microsoft Ex	cel					X
[[]	Y	Início	Inserir	Layout da Página	Fórmulas	Dados	Revisão	Exibição	Deser	nvolvedor	Suplementos	Acrobat	t			🕜 🗕 🗖 🔿
	Colar	Å	Arial	• 10 • A		≫ ~	G	eral	-0.00	Eormata cão	Formatar	Estilos de	anser anser anser Exclu	ir + ir +	Σ	27 🕅
	- Colai	V	N 1 5					3 ~ % 000	,00 >,0	Condicional	 como Tabela 	 Célula * 	Form	atar 👻		Para <u>B</u> aixo
l	Área de 1	ir 🖻		Fonte	Alinh	namento	G.	Número	G.		Estilo		Célul	as		Para a Dir <u>e</u> ita
		A16	-	$\int_{\mathcal{K}} f_{\mathcal{K}} = 1$												Para <u>C</u> ima
		А		В	С	D	E	F	G	Н		J	K	L		Para a <u>E</u> squerda
	7															Entre Planilhas
	8		receita		\$160.000,00	=MINIMO	(produzido	;demanda)*p	reco_uni	tario						C faire
	9		custo v	ariável total	\$ 60.000,00	"=produzi	ido*custo_	de_producao	_unitario							Selle
	10		custo to	otal do pedido	\$ -	=custo_u	nitario_do	_pedido*SE(p	oroduzido	>demanda;p	produzido-der	manda;0)				Juctificat
	11		lucro		\$ 100 000 00	=receita-o	custo varia	avel total-cus	to total	do nedido					-	Preencher Série

Na caixa de diálogo **Série**, mostrada na figura seguinte, entre com um Incremento de valor **1** e Limite **1000**. Sob **Série em**, clique **Colunas**, e depois então clique **OK**. Os números de 1 até 1000 serão entrados automaticamente na coluna A, começando na célula A16.

Série		? ×
Série em	Тіро	Unidade de data
🔘 Lin <u>h</u> as	Linear Lin	Dia
Olunas	Crescimento	🔘 Dia da semana
	💿 <u>D</u> ata	🔘 Mês
	AutoPreenchimento	Ano
Tendência		
Incremento: 1	Limite:	1000
	ОК	Cancelar

A seguir entremos com nossas possíveis quantidades de produção (**10.000**, **20.000**, **40.000**, **60.000**) nas células **B15:E15**. Nós queremos calcular o lucro para cada número tentativa (1 até 1.000) e cada quantidade de produção. Nós referimos a formula para lucro (calculado na célula C11) na célula superior esquerda da nossa tabela de dados (A15) entrando com **=C11**.

Agora estamos prontos para forjar no Excel uma simulação de 1.000 iterações de demanda para cada quantidade de produção. Selecione o intervalo tabela (A15:E1014), e depois então na guia Dados, no grupo Ferramentas de Dados, clique em Testes de Hipóteses e no menu suspenso selecione Tabela de Dados....

Ca	<u>با</u>) ~ (? ·	• 🗋 😭 🗸				valent	ine (Moo	lo de	Compatibilio	dade]	- Microsoft Excel					1 2	
	Início) In	serir Layout da	Págin	a Fórm	ulas	Dados	Revisão		Exibição	Des	envolvedor Suplem	nentos	Acrobat				х
Obter Da Externo	idos A	Atualizar tudo *	Conexões Propriedades Editar Links	Az↓ Z↓	A Z A Classificar	Filtro	🖗 Limpar 🖗 Reaplice	ar Text do co	o para	a Remover Duplicatas		/alidação de Dados 👻 Consolidar Teste de Hipóteses 💙	Agru Constant Subt	ipar * ●≣ agrupar * ■≣ total	Análise de Dados			
			Conexões		Classi	ficar e F	iltrar			Ferramer		Gerenciador de Cená	rio <u>s</u>	de Tópicos 🛽 🖗	Análise			
	A16		(=	fx 1								At <u>i</u> ngir meta						≯
3	А	de	B		С	10000		E	proci	F		Tabela de Dados		J K	L N	1	Ν	

Para montar uma tabela de dados bidimensional, selecionamos qualquer *célula vazia* (escolhemos a célula **I14**) como nossa Célula de entrada de coluna e escolhemos nossa quantidade de produção (célula **C1**) como a célula de entrada de linha. Quando você clicar **OK**, Excel simula 1.000 valores de demanda para cada quantidade pedida.

Para ilustrar como isto funciona, consideremos os valores colocados na tabela de dados no intervalo de células C16:C1015. Para cada uma destas células, Excel usará um valor de 20.000 na célula C1. Na C16, a coluna de células de entrada de valor 1 é colocada numa célula vazia e o número aleatório na célula C2 recalculado. O lucro correspondente então é gravado na célula C16. Daí então o valor da coluna de células de entrada 2 é colocado numa célula vazia, e o número aleatório em C2 novamente recalcula. O lucro correspondente é entrado na célula C17.

Copiando da célula B13 até C13:E13 a fórmula *MÉDIA(B16:B1015)*, calculamos o lucro simulado médio para cada quantidade de produção. Copiando a fórmula *DESVPAD (B16:B1015)* da célula B14 até C14:E14, calculamos o desvio padrão dos nossos lucros simulados para cada quantidade pedida. Cada vez que pressionarmos F9, 1.000 iterações de demanda são simuladas para cada quantidade pedida. Produzir 40.000 cartões sempre conduz ao maior lucro esperado. Portanto, ele parece como se produzir 40.000 cartões é a decisão apropriada.

O impacto do risco na nossa decisão

Se produzirmos 20.000 cartões em vez de 40.000 cartões, nosso lucro esperado cai aproximadamente 22 %, mas nosso risco (quando medido pelo desvio padrão do lucro) cai quase 73 %. Portanto, se formos extremamente avessos ao risco, produzir 20.000 cartões poderá ser a decisão correta. A propósito, produzir 10.000 cartões sempre tem um desvio padrão zero porque se produzirmos 10.000 cartões, venderemos sempre todos eles e não teremos sobras.





No final da janela selecionar Opções do Excel e aparecerá esta outra janela:

Opções do Excel		×
Mais Usados Fórmulas	Altere as opções mais populares no Excel.	
Revisão de Texto Salvar Avançado Personalizar Suplementos Central de Confiabilidade	Opções principais para o trabalho com o Excel ♥ Mostrar Minibarra de Ferramentas após seleção ① ♥ Habilitar Visualização Dinâmica ② ♥ Mostrar guia Desenvolvedor na Faixa de Opções ③ Esquema de cores: Azul ▼ Estilo de dica de tela: Mostrar descrições de recursos em dicas de tela ▼ Crie listas para uso em classificações e seqüências de preenchimento: Egitar Listas Personalizadas	
Recursos	Ao criar novas pastas de trabalho Usar esta fo <u>n</u> te: Fonte do Corpo v Taman <u>h</u> o da fonte: 11 v Modo de egibição padrão de novas planilhas: Exibição Normal v Incluir este número de planilhas: 3 ÷	
	Personalizar a cópia do Microsoft Office Nome de <u>u</u> suário: usuario Escolha os idiomas a serem usados com o Microsoft Office: Configur <u>ações de Idioma</u>	
	OK	r

NO menu à esquerda selecione Fórmulas

Opções do Excel		x						
Mais Usados Fórmulas	fr Altere as opções de cálculo de fórmulas, desempenho e tratamento de erros.							
Revisão de Texto Salvar Avançado Personalizar Suplementos	Opções de cálculo Cálculo da Pasta de Trabalho ① ▲utomático ▲utomático, exceto para tabelas de dados Manual ✓ Recalcular pasta de trabalho antes de salyar Manual Ø Recalcular pasta de trabalho antes de salyar Manual Ø Recalcular pasta de trabalho antes de salyar Manual Ø Recalcular pasta de trabalho antes de salyar Ø Recalcular pasta de trabalho antes de salyar Ø Recalcular pasta de trabalho antes de salyar Ø Recalcular pasta de trabalho antes de salyar Ø Recalcular pasta de trabalho antes de salyar Ø Recalcular pasta de trabalho antes de salyar Ø Recalcular pasta de trabalho antes de salyar Ø Recalcular pasta de trabalho antes de salyar Ø Recalcular pasta de trabalho antes de salyar Ø Recalcular pasta de trabalho antes de salyar Ø Recalcular pasta de trabalho antes de salyar Ø Recalcular pasta de trabalho antes de salyar Ø Recalcular pasta de trabalho antes de salyar Ø Recalcular pasta de trabalho antes de salyar Ø Recalcular pasta de trabalho antes de salyar <th>]</th>]						
Recursos	Trabalhando com fórmulas Estilo de referência LLCI ① ✓ AutoCompletar Eórmula ① ✓ Usar nomgs de tabela em fórmulas ✓ Usar funções GetPivotData para referências de Tabela Dinâmica ✓ Verificação de Erros Habilitar verificação de erros em segundo plano Indigue erros usando esta cor:							
	Regras de verificação de erro ✓ Células contendo fórmulas que resultam em um erro ✓ Fórmulas que <u>o</u> mitem células em uma região ✓ Células contendo fórmulas que resultam em um erro ✓ Fórmulas que <u>o</u> mitem células em uma região ✓ Fórmula de coluna calculada inconsistente nas tabelas ✓ Células contendo anos regresentadas como 2 dígitos ✓ Células contendo anos regresentadas como 2 úgitos ✓ Os <u>d</u> ados digitados em uma tabela são inválido ✓ Números formatados como texto ou precedidos ✓ Pórmulas inconsistentes com outras fórmulas na ①	s 🛈						
	ОК С	ancelar						

Nesta planilha, Eu configurei a opção **Cálculo** para **Automático**, exceto para tabela de dados. Esta configuração assegura que nossa tabela de dados não recalculará a menos que pressionemos F9, isto é uma boa idéia porque uma grande tabela de dados desacelerará seu trabalho se ela recalcular cada vez que você digitar alguma coisa na sua planilha. Note que neste exemplo, sempre que você pressionar F9, o lucro médio mudará. Isto acontece porque cada vez que você pressionar F9 uma sequência diferente de 1.000 números aleatórios é usada para gerar demandas para cada quantidade pedida.

Intervalo de Confiança para o lucro médio

Uma questão natural a ser perguntada nesta situação é "Dentro de qual intervalo 95 % dos nossos dados para o lucro médio cairão?" Este intervalo é chamado de *intervalo de confiança 95 % para o lucro médio*. Um intervalo de confiança de 95 % para a média de qualquer simulação é calculado pela seguinte fórmula.

$$Lucro Médio \pm \frac{1,96 * devio padrão do lucro}{\sqrt{número de iterações}}$$

Na célula J11, Eu calculei o limite inferior para o intervalo de confiança de 95 % sobre o lucro médio quando 40.000 calendários forem produzidos com a fórmula *D13-1.96*D14/RAIZ(1000)*. Na célula J12, Eu calculei o limite superior para o nosso intervalo de confiança de 95% com a fórmula *D13+1.96*D14/RAIZ(1000)*. Estes cálculos são mostrados na seguinte figura:

💼 🗄 ७ - ९ - 🗎 🖬 र		valentin	ne [Modo d	e Compatib	ilidade] - Mi	crosoft Exce	1					- X
Início Inserir Layout da Página Fórmulas Dados Revisão Exibição Desenvolvedor Suplementos Acrobat 🔘 .									- 🖷 X			
Obter Dados Externos + Conexões Conexões	A A A Z↓ A↓ Classificar Filtr Classificar e	K Limpar Reaplicar Avançado Filtrar	Texto participation of the second sec	ara Remov s Duplicat Ferran	Valida	ição de Dado Diidar de Hipótese dos	os ▼ s ▼ Estru	Agrupar 👻 Desagrupar 🔊 Subtotal utura de Tópic	•] •] •]	Análise de Da Solver Análise	dos	
K16 • 5 =D13-1,96*D14/RAIZ(1000)							*					
A B	С	D	E	F	G	Н		J	K	L	M	N
1 produzido	4000	0										
2 alea#	0,09356537	3 =ALEATOR	10()									
3 demanda	1000	0 =PROCV(al	eatorio;pro	cura;2)	0	10000						
4 Custo de produção	nitario \$ 1,50				0,1	20000						
6 custo unitário do pe	1ido \$ 0.20				0,45	60000						
7	1100 \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	, 			0,13	00000						
8 receita	\$ 40.000.00	=MÍNIMO(pr	roduzido:de	emanda)*p	reco unitari	D						
9 custo variável total	\$ 60.000,00	=produzido	*custo de	producao	unitario							
10 custo total do pedid	\$ 6.000,00	=custo_unit	ario_do_pe	dido*SE(p	roduzido>de	emanda;pro	duzido-de	manda;0)				
11 lucro	\$ (26.000,00) =receita-cus	sto_variave	l_total-cust	to_total_do_	pedido						
12												
13 média	25000 4496	0 56866	42312	=MEDIA(E	16:E1015)							
14 desvio padrão	0 13655,2138	3 48502,36	/22/0,09	=DESVPA	D(E16:E101	15)						
15 -26000	10000 2000	0 40000	60000		059/ IC par	a luoro má	lio	Inferior	62060 70	-012 1 06*		000)
17 2	25000 5000	0 -26000	66000		nedido de A	a lucro me	uu ndários	Superior	59933.66	=D13+2*D1	Δ14/RAIZ(10 Δ/RΔI7(100)))))
18 3	25000 800	0 100000	-18000		pouldo de 4	o.ooo cale	induni03	Cupentin	55555,50	01312 01		·/
H + H Plan1 Plan2 / Plan2 / 1												
Pronto												

Estamos 95 % certos de que nosso lucro médio quando 40.000 calendários forem pedidos está entre \$53.860 e \$59.934.

Problemas

- Uma distribuidora da GMC acredita que a demanda por Envoys 2005 será normalmente distribuída com uma média de 200 e um desvio padrão de 30. Seu custo em receber um Envoy é \$25.000, e ele vende um Envoy por \$40.000. Metade de todos os Envoys que sobram podem ser vendidos por \$30.000. Ele está considerando pedir 200, 220, 240, 260, 280, ou 300 Envoys. Quantos ele deverá pedir?
- 2. Um pequeno supermercado está tentando determinar quantos exemplares do magazine *People* eles deverão pedir por semana. Eles acreditam que sua demanda pela *People* é governada pela seguinte variável aleatória discreta.

Demanda	Probabilidade
15	.10
20	.20
25	.30
30	.25
35	.15

3. O supermercado paga \$1,00 por cada exemplar da *People* e vende cada exemplar por \$1,95. Eles podem devolver cada exemplar não vendida da *People* por \$0,50. Quantos exemplares da *People* deverão ser pedidos pela loja?