

Capítulo 11

Risco, Orçamento de Capital, e Diversificação

Após estudar este capítulo, você será capaz de:

1. Definir as cinco principais medidas estatísticas usadas em finanças e calculá-las manualmente e no Excel.
2. Explicar como o risco pode ser incorporado às decisões de orçamento de capital, e mostrar como calcular a taxa de desconto ajustada ao risco. (RADR) no Excel.
3. Explicar as cinco técnicas alternativas para incorporar o risco na análise.
4. Explicar a diversificação e dar um exemplo usando Excel.
5. Calcular medidas de risco de portfólio com Excel.

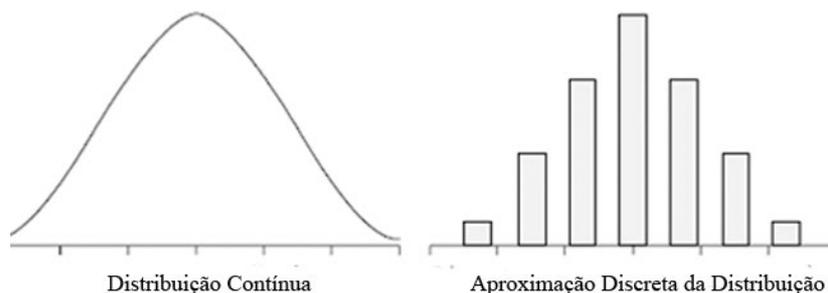
Risco é um conceito difícil para se definir, mas a maioria das pessoas reconhece os riscos óbvios tais como, nadar em águas infestadas de tubarões. Se você considerar situações arriscadas num momento, você perceberá que a coisa que todas elas têm em comum é a possibilidade de uma perda. Muitas vezes defrontamos com a perda de vida ou de dinheiro. Neste capítulo estaremos concentrados com a possibilidade de uma perda financeira. Especificamente, diremos que quanto maior a possibilidade de perda, maior o risco.

Começaremos tentando medir o perigo de um investimento, e daí então consideraremos como podemos ajustar nosso processo de tomada de decisão para levar em conta o risco que medimos. Finalmente, consideraremos como podemos reduzir o risco através da diversificação.

Revisão de Alguns Conceitos Estatísticos Úteis

Qualquer situação que tenha um resultado incerto pode ser dita ter uma distribuição probabilidade associada com os resultados possíveis. Uma *distribuição probabilidade* é simplesmente uma listagem das probabilidades associadas com os resultados potenciais. Uma distribuição probabilidade é dita *discreta* se um número limitado de resultados potenciais for possível e, *contínua* se um número infinito de resultados possíveis puder ocorrer. A Figura 11-1 ilustra distribuições de probabilidade contínua e discreta. Distribuições contínuas de probabilidade podem ser aproximadas por distribuições discretas se tivermos resultados possíveis suficientes. Para manter as coisas simples, neste capítulo usaremos somente distribuições discretas nos nossos exemplos.

FIGURA 11-1
Distribuições de Probabilidades Contínuas vs. Discretas



Um tipo de distribuição de probabilidade que tem numerosas propriedades que a tornam atrativa para nosso uso: a *distribuição normal*. Em particular, a distribuição normal pode ser completamente descrita pela sua média e variância, as quais provarão serem úteis no nosso esforço para entender o risco.

O Valor Esperado

O *valor esperado* de uma distribuição é uma média ponderada de todos os resultados possíveis onde os pesos são as probabilidades de ocorrência. O valor esperado pode ser pensado como o resultado mais provável, ou o resultado médio se puder realizar um experimento milhares de vezes. Para qualquer distribuição de probabilidade discreta, o valor esperado é dado por:

$$E(X) = \sum_{t=1}^N \rho_t X_t \quad 11.1$$

onde $E(X)$ é o X esperado ou o mais provável, X_t é o t -ésimo resultado possível, e ρ_t é a probabilidade que X_t ocorrerá. Para a distribuição normal, o valor esperado é o mesmo que a média mais familiar, a aritmética.

Para ilustrar o cálculo do valor esperado, suponha que tenha lhe sido oferecido uma oportunidade de participar de um jogo de apostas. As regras deste jogo particular são tais que você deve pagar \$200 para jogar, e a Tabela 11-1 descreve os possíveis prêmios.

TABELA 11-1
DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE PARA UM JOGO DE APOSTAS

Probabilidade	Fluxo de Caixa
0,25	100
0,50	200
0,25	+300

Para determinar se você deverá jogar, ou não, este jogo, deve-se comparar o prêmio esperado com o custo de jogar. Se o fluxo de caixa esperado é igual a ou excede seu custo faz sentido jogar. O fluxo de caixa esperado $[E(FC)]$ deste jogo é:

$$E(FC) = 0,25 (100) + 0,50 (200) + 0,25 (300) = 200,$$

de modo que você espera terminar empatado depois de subtrair o seu custo para jogar. Note que na realidade, se o jogo é jogado somente uma vez você poderá perder até \$100 ou ganhar até \$100 líquido de seu custo de entrada. Entretanto, o resultado mais provável é um ganho líquido de \$0,00. A média aritmética dos fluxos de caixa (FC) é:

$$\overline{FC} = \frac{100 + 200 + 300}{3} = 200$$

E subtraindo seu custo, você pode ver que eles são os mesmos. Novamente, neste caso, o valor esperado e a média aritmética são os mesmos devido aos resultados deste jogo serem simetricamente distribuídos.

É importante entender que muitas vezes a hipótese de uma distribuição simétrica não é precisa, e neste caso a média aritmética e o valor esperado não serão os mesmos¹. Sempre que possível, é melhor usar o valor esperado como uma estimativa ao invés da média aritmética.

Medidas de Dispersão

Sempre que usarmos um valor esperado, é útil saber quanto, em média, o resultado real poderá desviar do resultado esperado. Quanto maior forem estes desvios potenciais, teremos menos confiança naquele resultado esperado que realmente ocorrer. Outra maneira de dizer isto é que quanto maior os desvios potenciais do valor esperado, maior a probabilidade de um resultado ficar longe do resultado esperado.

Recorde-se que dissemos anteriormente que probabilidades maiores de perda indicam uma situação de risco maior. Portanto, quando se compara distribuições podemos dizer que a distribuição, com os desvios potenciais, maiores têm probabilidade maior de grandes perdas, e, portanto, tem risco maior.

A Variância e o Desvio Padrão

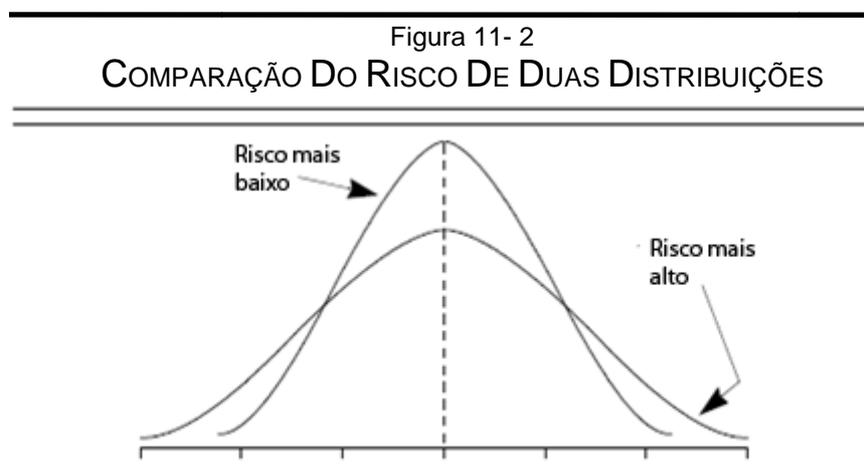
Para medir o risco, o que precisamos é uma maneira para medir o tamanho dos desvios potenciais da média. Uma medida que podemos usar é o desvio médio. O desvio médio é calculado como:

$$\bar{D} = \sum_{t=1}^N \rho_t (X_t - \bar{X})$$

Mas, no caso da distribuição normal (ou qualquer distribuição simétrica) o desvio médio será sempre zero (por que?). Assim, precisamos de outra medida de dispersão que não sofra este fracasso. Uma possibilidade é a variância. A variância é a média dos desvios quadráticos da média e é calculada como²:

$$\sigma_X^2 = \sum_{t=1}^N \rho_t (X_t - \bar{X})^2$$

Por estarmos elevando ao quadrado os desvios da média, e o resultado de elevar ao quadrado um número é sempre positivo, a variância deve ser positiva³. Quanto maior a variância, menos provável aquele resultado real será o resultado esperado, e é considerado ser mais arriscado. A Figura 11-2 ilustra isto comparando duas distribuições.



¹ Isto é particularmente verdadeiro em muitas situações financeiras onde sua perda máxima está limitada a 100% do investimento, mas o seu ganho potencial é ilimitado. Isto resulta numa distribuição que é inclinada para direita.

² Note que na sua aula de estatística de iniciantes você provavelmente definiu a variância da população como:

$$\sigma_X^2 = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (X_t - \bar{X})^2$$

Nossa definição é equivalente se assumirmos que todos os resultados são igualmente prováveis.

³ É possível a variância ser zero, mas somente se existir apenas um resultado possível.

Retornando ao exemplo na Tabela 11-1, podemos calcular a variância dos resultados possíveis como segue:

$$\sigma^2 = 0,25x(100 - 200)^2 + 0,50x(200 - 200)^2 + 0,25x(300 - 200)^2 = 5.000$$

Assim a variância dos resultados possíveis é 5.000. Mas 5.000 em qual unidade? Neste caso as unidades são dólares ao quadrado, uma unidade de não usual para ser verdadeiro. Para tornar esta medida mais inteligível, tomamos, comumente, a raiz quadrada da variância que dá o *desvio padrão* nas unidades originais:

$$\sigma_X = \sqrt{\sigma_X^2} = \sqrt{\sum_{t=1}^N \rho_t (X_t - \bar{X})^2}$$

O desvio padrão dos resultados potenciais no nosso jogo-exemplo é:

$$\sigma = \sqrt{5.000} = 70,71$$

O qual significa que aproximadamente 68% de todos os resultados estarão dentro de um desvio padrão da média (200 ± 70,71), e aproximadamente 95,5% estarão dentro de dois desvios padrões (200 ± 141,42). Além do mais, é excessivamente improvável (< 0,30%), mas não impossível, que o resultado real caia além de três desvios padrões da média⁴.

O Coeficiente de Variação

Suponha que após jogar seu jogo original, foi-lhe oferecido a chance de jogar o jogo novamente, mas desta vez o jogo é 10 vezes maior e assim também é o seu custo para jogar. Os resultados possíveis estão apresentados na Tabela 11-2.

Tabela 11 -2
O Mesmo Jogo, Mas Dez Vezes Maior

Probabilidade	Fluxo de Caixa
0,25	1000
0,50	2000
0,25	3000

Este jogo é mais arriscado que o jogo antigo? Vamos observar o desvio padrão para ver:

$$\sigma = \sqrt{0,25(1.000 - 2.000)^2 + 0,50(2.000 - 2.000)^2 + 0,25(3.000 - 2.000)^2}$$

$$\sigma = \sqrt{707,106}$$

Como o desvio padrão é 10 vezes maior, parece que o novo jogo é muito mais arriscado. Recorde-se que, entretanto, dissemos que alto risco estava associado com uma alta probabilidade de perda. No novo jogo sua probabilidade de perda é invariável (25%). Como a probabilidade de perda é invariável, o risco deverá ser o mesmo. Aparentemente o desvio padrão tem um problema de escala. Isto é, quanto maior os números causam maiores desvios padrões, mesmo se a dispersão relativa for invariável. O coeficiente de variação manipula o problema de escala dividindo o desvio padrão pela média:

$$\gamma_X = \frac{\sigma_X}{\bar{X}}$$

Se o novo jogo é verdadeiramente mais arriscado que o jogo antigo, ele terá um coeficiente de variação maior. Vamos comparar os coeficientes de variação para abos os jogos:

$$\gamma_1 = \frac{70,7106}{200} = 0,3535$$

$$\gamma_2 = \frac{707,106}{2.000} = 0,3535$$

Desde que $\gamma_1 = \gamma_2$, ambos os jogos devem ser igualmente arriscados.

⁴ Isto é conhecido como a regra empírica. Para distribuições não normais, o teorema de Chebyshev dá resultados similares (embora não tão precisos).

Usando Excel para Medir o Risco

Agora que entendemos como o risco pode ser avaliado, vamos observar como o Excel poderá ser usado para simplificar os cálculos. Nesta seção introduziremos várias funções internas do Excel e várias macro e funções que estão contidas no arquivo `FameFncs.xls`. Antes de continuar, abra o arquivo e também uma nova pasta, na qual entraremos com os dados de um exemplo de um **projeto de orçamento de capital**.

O Exemplo da Freshly Frozen Fish Company

A Freshly Frozen Fish Company comercializa atualmente filés de peixes congelados e outros produtos relacionados. Enquanto corre atrás de idéias expansionistas, os administradores da companhia decidiram investigar a possibilidade de uma linha de filés de lampréias⁵. Entrar neste negócio exigirá a compra de uma fazenda de lampreias de 80 acres⁶ no Alabama ao custo de \$250.000 pela terra, e \$400.000 pelas construções e equipamentos. As construções e equipamentos serão depreciados à taxa de \$40.000 por ano pelos cinco anos de vida do projeto. Ao término dos cinco anos, os administradores anteciparam que a fazenda pode ser vendida por \$550.000 (\$350.000 pela terra e 200.000 pelas construções e equipamentos).

O departamento de marketing estima que, a empresa é capaz de vender 200.000 pounds⁷ de filés, num preço médio de atacado de \$2,50, por *pound*, durante o primeiro ano. A demanda unitária é esperada crescer à taxa de 8%, anualmente, daí prá frente. As despesas operacionais variáveis são esperadas, em média, serem 60% das despesas brutas, e os custos fixos (não incluindo depreciação) será de \$80.000 por ano. A alíquota de imposto marginal da companhia é 35%, e seu custo médio ponderado de capital (WACC) é 10%.

Antes de podermos determinar o risco deste projeto, devemos determinar o seu custo e fluxos de caixa anual. Vamos iniciar entrando com todos os dados do problema numa planilha começando na célula A1. A maneira mais fácil para extrair dados de um problema como este é tomá-lo como ele está e entrá-lo na planilha naquela ordem, tomando o cuidado de rotular cada linha. Esta maneira, você pelo menos, provavelmente, terá uma visão panorâmica do importante fragmento dos dados. Isto é exatamente o que fizemos na Demonstração 11-1. Se necessário, podemos rearranjar esta tabela mais tarde.

Recorde-se do Capítulo 10 (página 283) que a nossa primeira tarefa é determinar o gasto inicial. O problema exemplo naquele capítulo foi um pouco diferente que este aqui porque ele era um problema de substituição. Entretanto, exatamente a mesma técnica pode ser usada para determinar os fluxos de caixa. Apenas perceba no caso deste projeto inteiramente novo que nós não estamos substituindo coisa alguma, então os fluxos de caixa associados com a liquidação dos equipamentos antigos são ajustados a zero.

⁵ Um tipo de peixe caracterizado pela presença de barbilho e falta de escamas

⁶ Unidade de área usada para medir terrenos (igual a 4.046,86 m²). O total da fazenda é de 13,38 alqueires paulista.

⁷ Uma unidade de massa muito usada nos U.S.A. igual a 453,59237 gramas. Logo este total corresponde a 90,72 toneladas

Demonstração 11-1
Entradas da Companhia de Peixes Congelados Recentemente.

	A	B
1	Entradas do Projeto Frozen Catfish Fillet	
2	Custo da Terra	250.000
3	Custo das Construções e Equipamentos	400.000
4	Depreciação Anual	40.000
5	Vida do Projeto (Anos)	5
6	Valor Terminal da Terra	350.000
7	Valor Terminal das Construções & Equip	200.000
8	Vendas do de Catfish no Primeiro Ano (lbs)	200.000
9	Preço por Pound	2,50
10	Taxa de Crescimento das Vendas Unitárias	8%
11	Custos Variáveis como % das Vendas	60%
12	Custos Fixos	80.000
13	Alíquota de Impostos	35%
14	WACC	10%

Antes de continuar, vamos tomar um pouco de tempo para configurar nossa área de cálculo na planilha. Perceba que os fluxos de caixa anuais após impostos serão diferentes em cada um dos cinco anos. Mantendo as coisas tão simples quanto possível, configuraremos os cálculos num formato de demonstração de resultados modificada. Em A16 entrar com: Fluxos de Caixa Anuais para o Projeto da Frozen Catfish Fillet, e centralize este título entre A16:G16. Depois, na B17 entre com: Ano 0 e use AutoPreenchimento para estender isto até o Ano 5 em G17.

Temos propositadamente simplificado este exemplo, assim não tivemos nenhum custo de remessa, instalação, treinamento, ou construção. O gasto inicial é simplesmente o custo da terra e construções. Em A18 entre com: Gastos Iniciais, e em B18 entre com: =- (B2+B3). Isto nos dará o gasto inicial como um número negativo. O resultado é - \$ 650.000.

Nosso próximo passo é calcular os fluxos de caixa após impostos para cada ano. Como notificamos acima, os fluxos de caixa serão diferentes a cada ano porque as vendas e as despesas operacionais variáveis são esperadas aumentarem a cada ano em 8%. Calcularemos o FCAI para cada ano como:

$$FCAI_N = (R_N - CV_N - CF_N)(1 - t) + tD_N$$

onde R_N é a receita total no ano N , CV_N é o custo variável total, CF_N é o custo fixo, t é a alíquota de imposto marginal, e D_N é a despesa de depreciação anual. Note que tD_N é a economia de imposto anual da despesa de depreciação adicional. Esta é exatamente a mesma equação mostrada na página 289, excepto que ela foi modificada ligeiramente para se ajustar a este problema. Na A19 entre com: Vendas como rótulo. Calcularemos o primeiro ano de vendas em C19 multiplicando as vendas unitárias (200.000 pounds) pelo preço de vendas (\$2,50), assim a equação é: =B8*B9. Isto nos dá \$500.000 em receitas de vendas para o primeiro ano. Cada venda anual adicional será 8% maior que a venda anterior, assim em D19 entre com: =C19*(1+\$B\$10). Agora copie esta fórmula pelo intervalo E19:G19. Como verificação, note que sob estas hipóteses as vendas cresceram até \$680.244,48 no ano 5. Agora, para calcular os custos variáveis anuais entre com: =C19*\$B\$11 na C20, e copie-a por todo D20:G20. Na A20 entre com: Custos Variáveis como o rótulo para a linha. Na A21 entre com: Custos Fixos para o rótulo, e daí em C21 entre com: =\$B\$12. Copie isto por todo o D21:G21. Podemos agora calcular os fluxos de caixa tributáveis antes de depreciação na linha 22. Na A22 adicione o rótulo: Fluxos de Caixa Tributáveis. Subtraia os custos fixos e variáveis das vendas na C22 com a fórmula: =C19-SOMA(C20:C21) e copie isto para todas as outras colunas. Em A23 entrar com um rótulo: Impostos, e em C23 entre com: =C22*\$B\$13 e copie-o para D23:G23. Neste ponto, para obter o FCAI precisamos adicionar o benefício de imposto da depreciação. Em A24 entre com: Benefício de Imposto pela Depreciação como o rótulo, e daí na C24: =\$B\$4*\$B\$13. Copie isto para as células restantes, e daí em A25 entre com: Fluxos de Caixa Anuais Após Impostos. Finalmente, em C25 podemos entrar com: =C22-C23+C24. Copie isto para as outras células no D25:G25.

O último fluxo de caixa que devemos calcular é o fluxo de caixa terminal. Recorde-se que este é a soma dos fluxos de caixa não operacionais que ocorrem ao final da vida do projeto. Neste problema, estes seriam as vendas da terra e as

construções como também quaisquer impostos exigidos sobre os ganhos. A terra não é depreciável, daí qualquer ganho sobre a venda da terra é tributável. Para calcular o imposto sobre as construções e equipamentos devemos primeiro determinar seu valor contábil no ano 5. Como a empresa pagará \$400.000 e receberá \$40.000 por ano em depreciação, o valor contábil será \$200.000. Neste caso, o preço de venda esperado é exatamente igual ao valor contábil, assim nenhum imposto é devido. Entretanto, nossa fórmula deve levar em conta a possibilidade de impostos no caso de alterarmos o preço de venda esperado. Na A26 entre com: Fluxo de Caixa Terminal, e a fórmula na G26 é: $=B6 - (B6 - B2) * B13 + B7 - (B7 - (B3 - B4 * B5)) * B13$.

Para resumir os nossos cálculos adicionaremos mais uma linha. Em A27 entrar com: Fluxos de Caixa Anuais Total. Na B27 entre com: $=B18$. Na C27 entre com: $=C25 + C26$, e copie-a adiante. Verifique sua planilha com esta mostrada na Demonstração 11-2 para certificar-se que seus cálculos estão corretos.

Demonstração 11-2 Cálculo dos Fluxos de Caixa Anuais Após os Impostos

	A	B	C	D	E	F	G
16	Fluxos de Caixa Anuais para o Projeto da Frozen Catfish Fillet						
17		Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
18	Gastos Iniciais	-650.000					
19	Vendas		500.000	540.000	583.200	629.856	680.244
20	Custos Variáveis		300.000	324.000	349.920	377.914	408.147
21	Custos Fixos		80.000	80.000	80.000	80.000	80.000
22	Fluxos de Caixa Tributáveis		120.000	136.000	153.280	171.942	192.098
23	Impostos		42.000	47.600	53.648	60.180	67.234
24	Benefício de Imposto da Depreciação		14.000	14.000	14.000	14.000	14.000
25	Fluxos de Caixa Anuais Após Impostos		92.000	102.400	113.632	125.763	138.864
26	Fluxo de Caixa Terminal						515.000
27	Fluxos de Caixa Anuais Total	-650.000	92.000	102.400	113.632	125.763	653.864

Neste ponto estamos prontos para calcular o valor presente líquido para ter uma estimativa preliminar deste projeto. Em A29 entre com: Valor Presente Líquido, e em B29 entre com: $=VPL(B14;C27;G27)+B27$. O VPL é \$95.533,22, o que parece indicar que o projeto é aceitável.

Introduzindo Incertezas

Se vivêssemos num mundo de perfeita certeza, o projeto catfish fillet seria aceito sem questionamentos. Depois de tudo, parece que ele aumentará a riqueza dos acionistas em \$95.533,22. Infelizmente, o mundo não é certo. Mesmo neste exemplo simplificado, deverá ficar claro que muitas fontes de incertezas podem surgir. Por exemplo, o departamento de marketing realmente não sabe se a empresa venderá 200.000 pounds de filés de catfish no primeiro ano. Da mesma forma, ele não sabe se será capaz de obter os \$2.50 por pound assumidos ou que a demanda crescerá numa taxa anual de 8%. A demanda do consumidor pode ser bem menos daquela esperada. Isto poderá levar a um duplo mau olhar: Não somente demandaria menos unidades que a esperada, mas o preço por atacado seria provavelmente menos do que \$2,50 por pound. Uma aceitação precária no primeiro ano poderá também significar taxas de crescimento subsequentes inferiores. Estas e muitas outras incertezas naturalmente resultam numa incerteza ao redor dos nossos fluxos de caixa anuais esperados que, por sua vez, resulta numa incerteza ao redor do VPL estimado.

Num tal mundo de incertezas, é útil desenvolver modelos que nos permita determinar quanta incerteza rodeia nossa estimativa do VPL. Por exemplo, gostaríamos de dar um palpite educado como a probabilidade que o VPL se revelaria realmente menos do zero. As seções seguintes levar-nos-ão a esta questão.

Análise da Sensibilidade

Como notamos acima, muitas variáveis incertas existem no nosso exemplo catfish fillet. De fato, podemos dizer que virtualmente todas as variáveis são incertas, como são muitas outras que não temos consideradas explicitamente. Entretanto, algumas destas variáveis têm mais impacto no VPL do que outras. Desde que levaria um punhado de tempo e esforço para gerar previsões precisas de cada variável, é útil se concentrar somente nas variáveis mais importantes. A análise de sensibilidade é a ferramenta que nos ajuda a identificar as variáveis que merecem mais atenção.

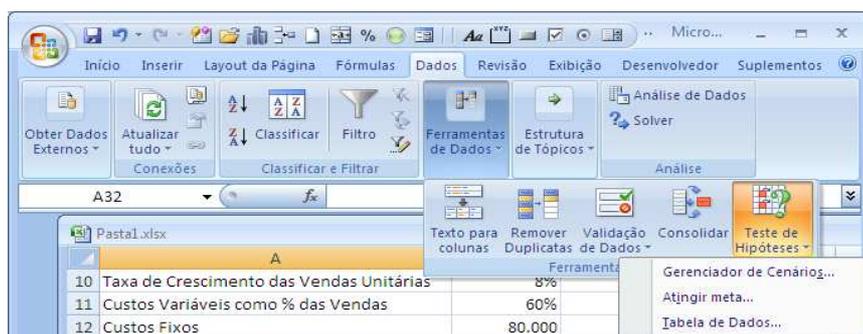
A idéia é fazer pequenas variações nas variáveis, uma por vez, e observar o efeito no *VPL* (ou qualquer outra variável). Por exemplo, poderíamos variar o preço de venda de \$2,50 por *pound* para \$2,25 (uma variação de 10%) e daí então calcular o *VPL* que declinaria para \$38.552,35. Registre este fato e configure novamente o preço de venda ao seu valor original. Agora, reduza o valor terminal da terra para \$225.000 (uma variação de 10%) e note que o *VPL* declina para \$81.407,26. Reduzindo os preços de venda em 10% leva a um declínio muito maior no *VPL* que uma redução similar no valor terminal da terra. Portanto, deveríamos devotar mais recursos para determinar o preço de venda.

Existem dois problemas com o procedimento esboçado acima. Primeiro, fazendo somente uma única pequena variação em cada variável, podemos perder relações não lineares. Segundo, relizar este procedimento para cada variável incerta seria enfadonho. Teríamos de variar uma variável, escrever o resultante *VPL*, re-configurar a variável ao seu valor original, mudar outra variável, escrever o resultante *VPL*, e assim por diante. Para resolver o primeiro problema podemos simplesmente fazer várias variações em cada, ambos, para cima e para baixo. Por exemplo, poderíamos mudar o preço de venda por *pound* de -30% até +30% em, digamos, incrementos de 10%. Isto, entretanto, exacerba o segundo problema tornando a análise mesmo mais onerosa. Felizmente, o Excel fornece a solução.

Usando Tabela de Dados

Uma tabela de dados é uma ferramenta Excel⁸ que realiza automaticamente o processo descrito anteriormente. Para ver como ela funciona, vamos montar um simples exemplo. Suponha que quiséssemos ver o que acontece ao *VPL* esperado quando o preço de venda variar de \$1,50 para \$3,50 por *pound*. Para começar, entre com \$1,50 em G5 e \$2,00 em H5⁹. Agora usamos o Auto-Preenchimento para criar o resto da série de preços. O próximo passo é entrar com uma fórmula em F6. Neste caso, estamos interessados no *VPL* de modo que precisamos entrar com:
=VPL(B14;C27:G27)+B27.

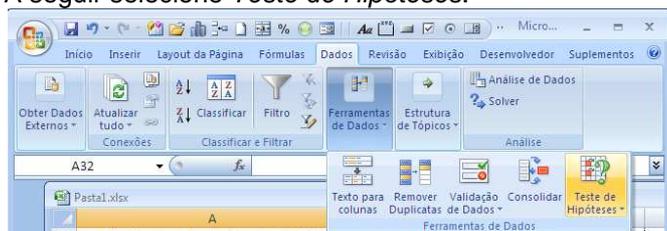
Quando executamos o comando tabela de dados, o Excel automaticamente substituirá os valores de G5:K5 do nosso modelo (na célula B9) um de cada vez, e registra os *VPLs* na tabela. Selecione F5:K6 (esta é a área completa da tabela que estamos criando, incluindo a fórmula *VPL*) e daí escolha **Tabela de Dados** no menu.



⁸ No Excel 2007 ela pode ser ativada através da guia *Dados*, clique no indicador do grupo *Ferramentas de Dados*:



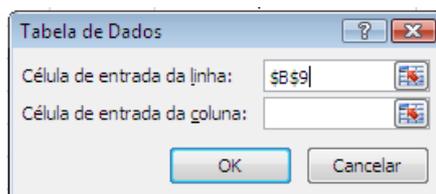
A seguir selecione *Teste de Hipóteses*:



⁹ A tabela de dados pode ser criada em qualquer lugar nesta planilha, mas ela não pode ficar numa outra planilha. Você pode evitar esta limitação construindo cuidadosamente suas fórmulas.

Na caixa de diálogo resultante digite B9 na caixa de edição Célula de entrada de linha como mostrado na Figura 11-3.

Figura 11-3
A CAIXA DE DIÁLOGO DA TABELA DE DADOS



Após clicar o botão OK, esta seção da sua planilha deverá se parecer com aquela da Demonstração 11-3

DEMONSTRAÇÃO 11-3
A TABELA DE DADOS PARA DIFERENTES PREÇOS

	F	G	H	I	J	K
5	Preço Unitário	\$1,50	\$2,00	\$2,50	\$3,00	\$3,50
6	95.533,22	-132.390,24	-18.428,51	95.533,22	209.494,94	323.456,67

Os valores em G6:K6 são os VPLs. Por exemplo, se o preço por pound for \$1,50 o VPL será **\$-132,390.24**. Similarmente, se o preço for \$3,50 o VPL será \$323.456,67. Se necessário, você poderá mudar qualquer um ou todos os preços na linha e a tabela automaticamente se atualizará.

Note que o VPL original em F6 não é uma parte da tabela por si só, e ele poderá confundir algumas pessoas. Ele é somente um modo para que o Excel saiba qual fórmula usar quando calcular a tabela. Podemos facilmente ocultar este valor simplesmente selecionando F6 e mudando a cor da fonte para branco. Isto torna a tabela mais fácil de se ler.

O Excel permite outros tipos ainda de tabelas de dados além desta demonstrada aqui. A tabela de dados na Demonstração 11-3 é chamada tabela de uma variável orientada por linha porque nossos preços estão numa linha. Se os preços estiverem, ao invés disso, numa coluna, criaremos uma tabela de uma variável orientada por coluna. Para criar uma tabela orientada por coluna, a única diferença é que você poderia entrar com uma célula variando (B9) na caixa de edição Célula de entrada da coluna (ver Figura 11-3). O resultado seria exatamente o mesmo, excepto a orientação da tabela. Podemos também criar tabelas de dados de duas variáveis que permitem variar duas variáveis. O procedimento é similar, mas você deverá verificar a ajuda online para os detalhes.

Como temos mais do que uma variável incerta no nosso problema catfish fillet, precisamos de várias tabelas de dados. Será também útil, para propósitos de comparação, desviar um pouco da metodologia descrita acima. Especificamente, podemos montar várias tabelas de dados baseadas em variações percentuais de nossas variáveis incertas. Isto tornará mais fácil para comparar o resultado de uma variação nas unidades vendidas pelo resultado de uma variação na taxa de crescimento.

Vamos começar variando a área de entrada da planilha de modo que ela possa acomodar este tipo de análise de sensibilidade mais facilmente. Em D5 entre com: Sensibilidade %, e daí então em D6:D11 entre com: 0% em cada célula. Mude B6 de modo que ela tenha uma fórmula ao invés de um número: $=350000 * (1 + D6)$. Agora se colocarmos 10% em D6, por exemplo, o valor terminal da terra mudará de \$350.000 para \$385.000. Faça mudanças similares nas células B7:B11 de modo que aqueles valores mude quando mudamos as porcentagens correspondentes. Sua área de entrada deverá agora ficar como aquela uma na Demonstração 11-4. Note que estaremos fazendo a análise de sensibilidade em somente seis das variáveis.

DEMONSTRAÇÃO 11- 4

A ÁREA DE ENTRADA CONFIGURADA PARA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

	A	B	C	D
1	Entradas do Projeto Frozen Catfish Fillet			
2	Custo da Terra	250.000		
3	Custo das Construções e Equipamentos	400.000		
4	Depreciação Anual	40.000		
5	Vida do Projeto (Anos)	5		Sensibilidade %
6	Valor Terminal da Terra	350.000		0%
7	Valor Terminal das Construções & Equip	200.000		0%
8	Vandas do de Catfish no Primeiro Ano (lbs)	200.000		0%
9	Preço por Pound	2,50		0%
10	Taxa de Crescimento das Vendas Unitárias	8%		0%
11	Custos Variáveis como % das Vendas	60%		0%
12	Custos Fixos	80.000		
13	Alíquota de Impostos	35%		
14	WACC	10%		

Até este ponto podemos prosseguir de maneira semelhante a que fizemos acima. Vamos primeiro criar uma tabela de dados baseada em porcentagem para o terminal value da terra. Vá para A38 e entre com: Valor Terminal da Terra. Em B38:H38 entre com uma série de -30% a +30% em incrementos de 10% (-30%, -20%, -10%, etc.). Em A39, entrar com a função **VPL**: =VPL(B14;C27;G27)+B27. Temos agora que configurar a tabela e tudo que resta é selecioná-la e executar o comando **Tabela de Dados**. Neste caso a Célula de entrada de linha é a D6, na qual está a porcentagem que corresponde ao valor terminal da terra. A tabela de dados plugará -30% em D6 a qual mudará o valor terminal da terra em B6 resultando num **VPL** diferente. A seguir, ela plugará -20% e assim por diante. Usando o mesmo procedimento, crie tabela de dados para cada uma das variáveis incertas, cada vez mudando a célula de entrada de linha (D7, D8, etc.). Você deverá concluir com seis tabelas como mostrado na Demonstração 11-5. Note que, como mencionado acima, ocultou-se a fórmula original **VPL** de modo que a tabela fique mais fácil de ler.

DEMONSTRAÇÃO 11- 5

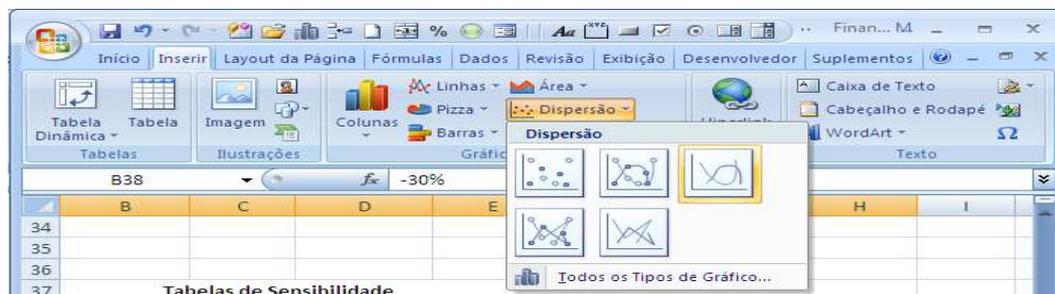
TABELA DE DADOS PARA AS VARIÁVEIS INCERTAS

	A	B	C	D	E	F	G	H
37	Tabelas de Sensibilidade							
38	Valor Terminal da Terra	-30%	-20%	-10%	0%	10%	20%	30%
39		53.155,34	67.281,30	81.407,26	95.533,22	109.659,18	123.785,14	137.911,10
40								
41	Valor das Construções e Equipamentos	-30%	-20%	-10%	0%	10%	20%	30%
42		71.317,29	79.389,26	87.461,24	95.533,22	103.605,19	111.677,17	119.749,15
43								
44	Vendas do Primeiro Ano da Catfish (lbs)	-30%	-20%	-10%	0%	10%	20%	30%
45		-75.409,37	-18.428,51	38.552,35	95.533,22	152.514,08	209.494,94	266.475,81
46								
47	Preço por Pound	-30%	-20%	-10%	0%	10%	20%	30%
48		-75.409,37	-18.428,51	38.552,35	95.533,22	152.514,08	209.494,94	266.475,81
49								
50	Taxa de Crescimento de Unidades Vendidas	-30%	-20%	-10%	0%	10%	20%	30%
51		71.214,34	79.201,23	87.307,07	95.533,22	103.880,99	112.351,75	120.946,85
52								
53	Custos Variáveis como % das Vendas	-30%	-20%	-10%	0%	10%	20%	30%
54		351.947,10	266.475,81	181.004,51	95.533,22	10.061,92	-75.409,37	-160.880,67

Diagramas de Sensibilidade

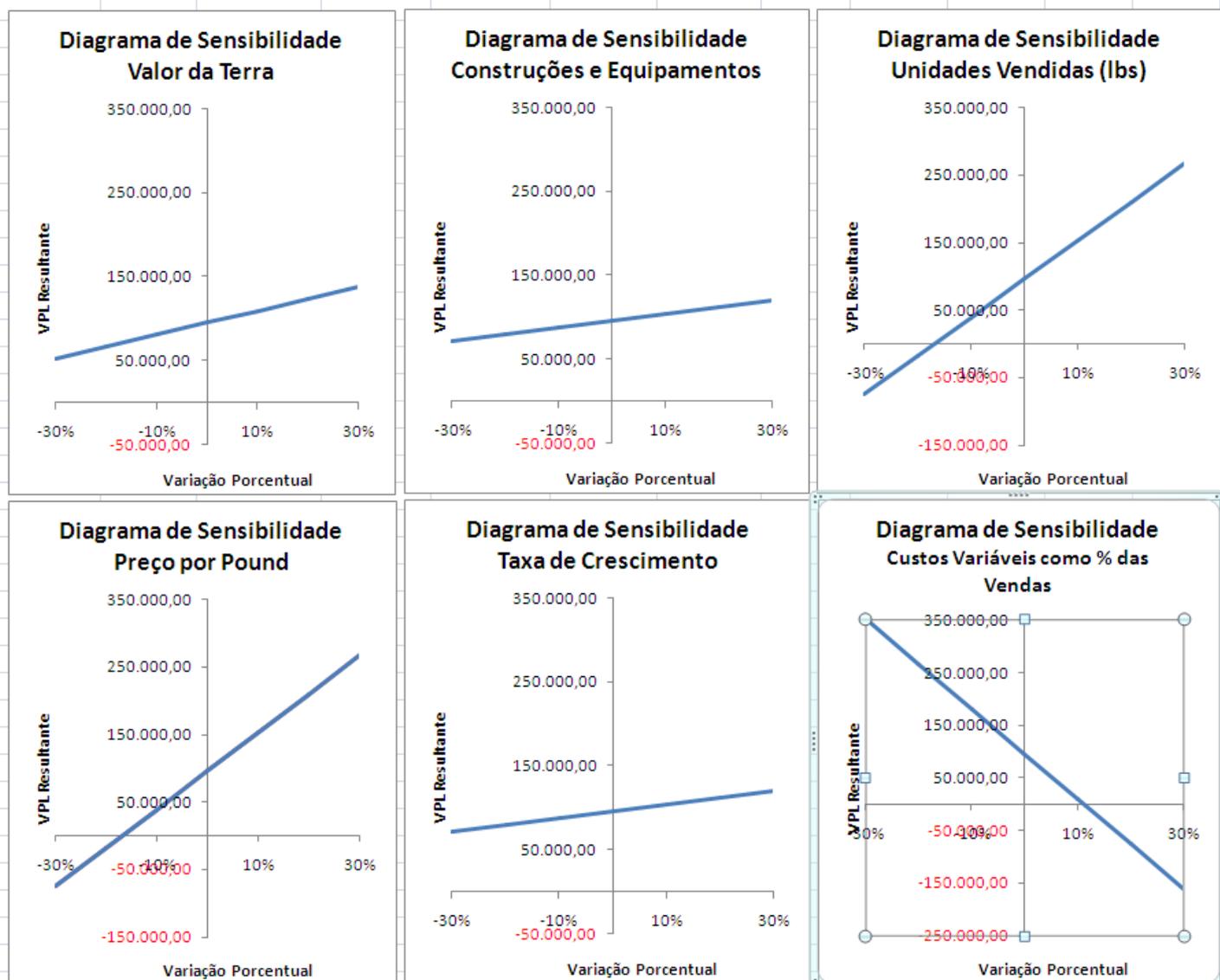
Muitas pessoas podem observar as tabelas de dados e ver de imediato que as variáveis mais importantes são as vendas unitárias, preço por pound, e o custo variável como porcentagem das vendas. Outras, entretanto, encontram ajuda ao criarem gráficos dos dados. O tipo mais apropriado de gráfico para esta análise é um gráfico XY Scatter. Podemos criar ou um gráfico separado para cada variável, ou colocar todas as variáveis num único gráfico.

Para criar um gráfico que mostra todas as variáveis devemos primeiro começar com um gráfico de uma das variáveis. Selecione B38:H39. A seguir vá para a guia **Inserir**, no grupo **Gráficos**, clique em **Dispersão**, e a seguir em Dispersão **com Linhas Suaves**. Assim:



Crie o gráfico, Dispersão XY, e coloque-o em algum lugar conveniente na tela. Usando as Ferramentas de Gráfico e a ferramenta Rótulos, insira os Títulos do Gráfico e dos Eixos. Agora, selecione B41:H42 e arraste o intervalo através do gráfico e solte-o lá. Você adicionou agora uma segunda série de dados. Continue adicionando cada uma das outras série de dados da mesma maneira. Para este problema exemplo, eles mostram que algumas das linhas se sobrepõem, assim é impossível diferenciar entre elas no gráfico. Este não é geralmente o caso. Entretanto, mesmo quando não tivermos este problema, pode ser muito mais fácil ver quais variáveis são mais importantes se elas todas estiverem em gráficos separados. Isto é particularmente verdadeiro quando temos um punhado de variáveis.

FIGURA 11- 4
DIAGRAMAS DE SENSIBILIDADE PARA CADA VARIÁVEL



Criar um gráfico separado para cada variável consome-se mais tempo, e você precisa estar certo que as escalas dos eixos são as mesmas em cada gráfico. A vantagem desta abordagem é que ela é muito mais fácil de identificar as séries de dados individuais. Como pode ser visto na Figura 11-4, as linhas com inclinações mais acentuadas são as mesmas que aquelas previamente identificadas como as variáveis mais importantes. Para fazer esta comparação, é vital que a escala do eixo seja idêntica em cada gráfico. Para tornar a criação de todos os gráficos mais fáceis, você pode copiar e colar o primeiro e daí simplesmente mudar os intervalos de dados.

Análise de Cenários

A análise da sensibilidade identificou as três variáveis mais importantes, mas nós somente vimos o seu impacto no VPL isoladamente. A *análise de cenário* nos permitirá ver o efeito combinado de variar todas as variáveis simultaneamente. Suponha que após ver o relatório da análise de sensibilidade, uma reunião foi agendada para se determinarem os três possíveis cenários. O melhor e o pior caso estão mostrados na Tabela 11-3 juntamente com o caso base que representa as expectativas correntes.

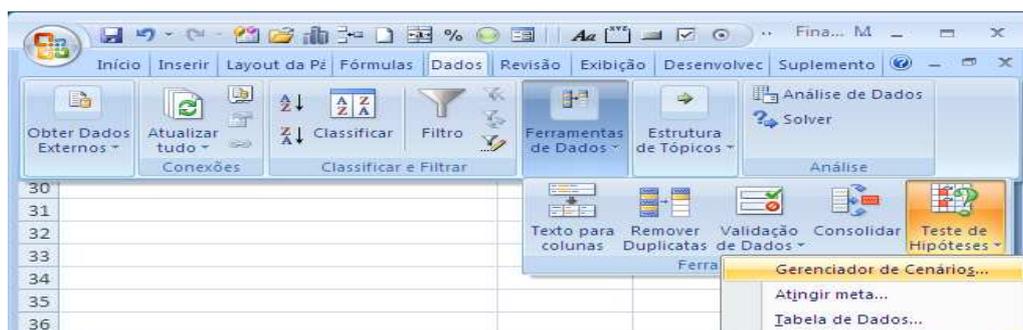
Tabela 11 - 3

Três Cenários

Variável	Pior Caso	Caso Base	Melhor Caso
	20%	60%	20%
Unidades Vendidas	125.000	200.000	275.000
Preço por Pound	\$2,25	\$2,50	\$2,65
Custo Variável %	65%	60%	55%

Note que o cenário de pior caso é aquele em que todas as variáveis estão nos piores valores possíveis. Similarmente, o melhor caso assume que todas as variáveis tenham os seus melhores valores possíveis simultaneamente. Apesar de tais resultados extremos serem improváveis, eles são úteis para determinar os limites extremos ao redor do VPL esperado.

O Excel fornece o Gerenciador de Cenário para ajudar-nos a analisar tais cenários.



No Capítulo 3 (página 81) usamos o **Gerenciador de Cenários...** para realizar a análise de sensibilidade para ver o efeito do *timing* de uma grande despesa de capital no total da tomada de um empréstimo. No Capítulo 10 (página 306) realizamos a análise de cenário para determinar o efeito combinado de manutenção variando e custos de defeitos nas medidas de lucratividade de um projeto de substituição¹⁰.

Nesta seção, usaremos novamente o **Gerenciador de Cenários...**, mas nossa meta é obter um entendimento melhor do risco do produto *frozen catfish*. Especificamente, queremos ter uma idéia da distribuição de probabilidade ao redor do VPL esperado, especialmente o intervalo de resultados possíveis. Antes de usar o Gerenciador de Cenário, é útil definir nomes para as células que estão variando. Monte os cenários dados na Tabela 11-3, e crie um relatório resumido de cenário com o VPL como o resultado da célula.

DEMONSTRAÇÃO 11- 6
RELATÓRIO RESUMO DO CENÁRIO

Resumo do cenário				
	Valores atuais:	Pior Caso	Caso Base	Melhor Caso
Células variáveis:				
Vendas_de_Catfish_Pounds	275.000	125.000	200.000	275.000
Preço_Por_Pound	2,65	2,25	2,50	2,65
Custos_Variáveis_como_das_Ven	55%	65%	60%	55%
Células de resultado:				
Valor_Presente_Liquido	460.032,68	-193.822,73	95.533,22	460.032,68

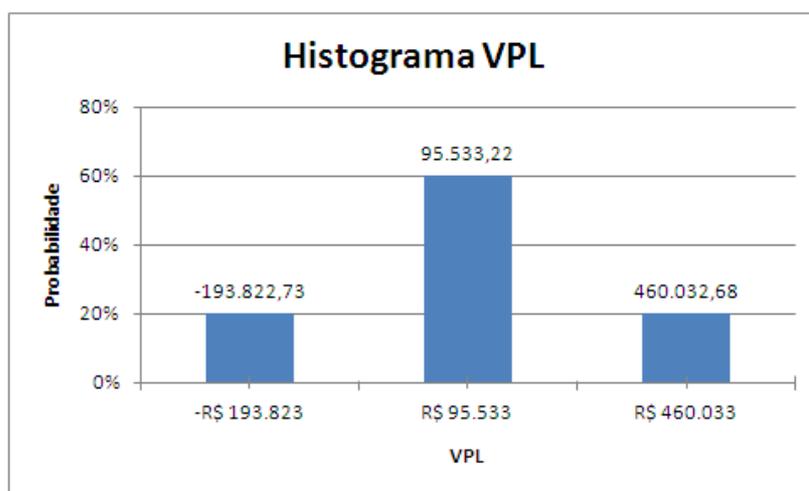
Observações: A coluna Valores atuais representa os valores das células variáveis no momento em que o Relatório de Resumo do Cenário foi criado. As células variáveis para cada cenário estão destacadas em cinza.

¹⁰ Poderíamos ter usado o Gerenciador de Cenários... para fazer a análise de sensibilidade, mas isto exigiria-nos montar 42 cenários diferentes. É muito mais fácil usar tabela de dados para a análise de sensibilidade, mas elas não são adequadas para uma análise de cenário porque as tabelas de dados somente permitem (no máximo) duas variáveis mudarem ao mesmo tempo.

A Demonstração 11-6 mostra o relatório de resumo do cenário. Note que no Pior Caso, onde o preço e unidades vendidas são baixos e o custo variável é alto, o *VPL* é significativamente negativo. Por outro lado, o *VPL* é muito alto no melhor caso. Até aqui, a análise de cenário mostrou um risco de um *VPL* negativo. Entretanto, não temos ainda quantificado qual o risco.

Assuma que os experts que definiram os três cenários foram também convidados a determinar as probabilidades de ocorrência de cada cenário. Sentiram que os cenários extremos eram relativamente improváveis, eles determinaram uma probabilidade de 20% para o melhor e o pior caso. Isto leva a 60% para o caso base. Na sua planilha Resumo do Cenário, entre com: Probabilidades em D12, 20% em E12, 60% em F12, e 20% em G12. A Figura 11-5 mostra um histograma da distribuição de probabilidade.

FIGURA 11- 5
DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE DO VPL



Calculando Valores Esperados no Excel

Com esta informação podemos agora calcular o *VPL* esperado para o projeto. Poderemos tentar calcular o valor esperado de várias maneiras. Por exemplo, poderemos tentar usando a função **MÉDIA**. Recorde-se do Capítulo 1 que a função **MÉDIA** calcula a média aritmética (não ponderada) das observações. Entretanto, olhando de relance a Figura 11-5 mostra que a distribuição é um pouco inclinada para a direita, e os resultados possíveis não são todos igualmente prováveis, assim então a média exagerará o valor esperado (como discutimos na página 328).

Seria mais apropriado calcular o valor esperado. Recorde-se que o valor esperado é encontrado multiplicando cada resultado possível por sua probabilidade associada e somando os resultados. Na C13 entre com: *VPL Esperado*. Poderemos fazer este cálculo de qualquer uma das várias maneiras. Por exemplo, em D13 poderemos entrar com: $=E10 * E12 + F10 * F12 + G10 * G12$, mas este não é o melhor caminho. Um caminho melhor seria usar uma fórmula array: $=SOMA(E10 : G10 * E12 : G12)$, apenas lembrando de manter pressionadas as teclas Shift e Ctrl enquanto se pressiona a tecla Enter.

Finalmente, fornecemos a macro chamada **FAME_EXPVALUE** que calculará o valor esperado de uma distribuição de probabilidade. Ela é definida como:

FAME_EXPVALUE(VALORES, PROBABILIDADES)

onde, **VALORES** é o intervalo de resultados possíveis, e **PROBABILIDADES** é o intervalo de probabilidades. Para usar esta função, certifique-se que o arquivo FameFncs.xls esteja aberto, daí entre com:

$=FameFncs.xls!Fame_ExpValue(D10:F10,D12:F12)$ em D13. Como uma alternativa, você pode usar a ferramenta Inserir Função que listará esta função na categoria Definida pelo Usuário.

Não importa qual maneira você escolheu para calculá-lo, o *VPL* esperado para este projeto é \$110.561,92. Isto significa que, se nossas hipóteses estão corretas, é provável que este projeto seja um bom investimento. Se pudermos repetir este investimento milhares de vezes sob as mesmas condições, o *VPL* médio será \$110.561,92. Infelizmente, se houver uma única chance, então deverá ser bom saber um pouco mais acerca da distribuição ao redor do valor esperado, isto é, uma medida da dispersão.

Calculando a Variância e o Desvio Padrão

O relatório Resumo do cenário torna óbvio que um *VPL* negativo é possível. A questão a perguntar é, O quanto é arriscado este projeto, e qual é a chance do *VPL* ser negativo? Um primeiro passo, em direção a resposta desta questão, é calcular uma, ou mais, medidas de dispersão (variância, desvio padrão, e coeficiente de variação) que foram mencionadas anteriormente neste capítulo.

O Excel fornece duas funções para se calcular a variância de um intervalo de números: a **VAR** calcula a variância da amostra enquanto a **VARP** calcula a variância da população¹¹. Estas funções são definidas como:

VAR(NÚMERO1, NUMERO2, ...)

e

VARP(NUMERO1, NUMERO2, ...)

Novamente, podemos substituir um intervalo de números para os números individuais na definição. Para nossos propósitos deveremos usar a versão da variância da população porque conhecemos o conjunto completo dos resultados possíveis. Em C14 entre com: *Variância*, e em D14 entre com: =VARP(E10:G10). O resultado é 71.568.179.048,23, que é um número enorme! Um problema com isto é que ele ignora como aquelas probabilidades que designamos aos cenários. Para calcular a variância corretamente, podemos usar a equação (11-3). Novamente, temos algumas escolhas sobre como implementar a equação. Uma maneira é usar uma fórmula array: =SOMA(E12:G12*(E10:G10-MÉDIA(E10:G10))^2). Muito mais fácil, poderemos usar uma macro do FameFncs.xls chamada FAME_Var que é definida como:

FAME_VAR(VALORES, PROBABILIDADES)

E as entradas são as mesmas que aquelas da função **FAME_EXPVALUE**. Para usar essa macro entre com: =FameFncs.xls!FAME_Var(D10:F10,D12:F12) em D14. Se você usar a fórmula array¹² ou a macro, você obterá a resposta correta de 43.191.865.094,31.

É claro, o problema com a variância é que é difícil interpretar porque as unidades básicas (dólares) estão ao quadrado. O desvio padrão corrigirá este problema. Como com a variância, o Excel fornece duas funções: **DESVPAD** (para amostras) e **DESVPADP** (para a população total). Estas funções são definidas como:

DESVPADP(NÚMERO1, NUMERO2, ...)

e

DESVPAD(NÚMERO1, NUMERO2, ...)

Entretanto, estas funções não levam em conta as probabilidades que foram fornecidas¹³. Como já temos calculado a variância em D14, o modo mais fácil para calcular o desvio padrão é entrar com: =RAIZ(D14) em D15.

Alternativamente, poderemos usar uma função array ou a macro **FAME_STDEV**:

FAME_STDEV(VALUES, PROBABILITIES)

As entradas são as mesmas que com **FAME_VAR**. Para usar esta função, entre com:

=FameFncs.xls!Fame_StdDev(D10:F10,D12:F12) em D15. O resultado é 207.826,53.

Agora sabemos um monte de coisas mais sobre a distribuição ao redor do *VPL* esperado. Por exemplo, sabemos que o intervalo de confiança 95,5% para o *VPL* é de **\$-305.091** a \$526.215 (mais ou menos dois desvios padrões). Implícito neste largo intervalo de confiança está o fato que a probabilidade de um *VPL* negativo é bem alta. Dados o *VPL* esperado e seu desvio padrão, podemos calcular a probabilidade de um *VPL* negativo usando um teste estatístico. Especificamente, gostaríamos de saber a probabilidade de que o *VPL* seja menor ou igual a zero, então o teste estatístico é:

$$z = \frac{0 - E(VPL)}{\sigma_{VPL}}$$

¹¹ A diferença entre uma *estatística* da amostra e um *parâmetro* da população é que a estatística da amostra inclui um ajustamento para levar em conta a propensão introduzida porque não estamos tratando com a população completa. Neste caso o ajustamento é dividir por $N-1$ ao invés de N .

¹² Não se esquecer de manter pressionadas as teclas Shift e Ctrl enquanto se pressiona a tecla Enter

¹³ O que isto não quer dizer é que **VAR**, **VARP**, **DESVPAD**, e **DESVPADP** são funções sem utilidade. Qualquer hora você não terá informação a respeito das probabilidades, ou qualquer hora você poderá seguramente assumir que os seus dados estão distribuídos normalmente, elas são muito úteis.

A equação (11-6) nos diz o quanto o desvio padrão está longe da média. Usando o *VPL* esperado e o desvio padrão da análise de cenário, encontramos:

$$z = \frac{0 - 110.561,92}{207.826,53} = -0,5320$$

Isto significa que o zero está 0,532 desvios padrões abaixo do valor esperado. Podemos entrar com este valor numa tabela estatística mostrando a área sob uma curva normal padrão, para determinar a probabilidade que o *VPL* seja menor do que ou igual a zero. Vá adiante, tire seu velho e empoeirado livro texto de estatística e verá que a probabilidade é de aproximadamente 29,81% (se -0,532 não está na tabela, então entre com -0,53 como uma aproximação).

É claro, podemos automatizar este cálculo. O Excel fornece a função **DIST.NORMP** que calcula a área sob uma curva normal padrão. Esta função é definida como:

DIST.NORMP(z)

onde **z** é calculado como acima, e retorna a distribuição cumulativa normal padrão (possui uma média zero e um desvio padrão 1), medindo o número de desvios padrões acima ou abaixo do valor esperado. Em C16 entre com: `Prob(VPL <= 0)` como o rótulo, e em D16 entre com: `=DIST.NORMP((0-D13)/D15)`. O resultado é que temos uma chance de 29,74% do *VPL* ser menor ou igual a zero.

Obviamente, aprendemos muito mais acerca da natureza deste projeto do que conhecíamos antes. Mas, o que fazer com esta chance de quase 30% de *VPL* negativo? Deveríamos aceitar o projeto porque ele tem um *VPL* esperado positivo, ou rejeitá-lo porque existe uma probabilidade relativamente alta de um *VPL* negativo? A resposta é que não existe resposta. O tomador de decisão individual é que deve decidir. Entretanto, este resultado certamente sugere que seria prudente voltar e dispendar mais esforço na empresa até que as estimativas das variáveis incertas reduzissem a incerteza que envolve o *VPL* estimado.

Simulação de Monte Carlo

Outro método ainda para tratar com o risco é a *simulação de Monte Carlo*. Uma simulação é similar a uma análise de cenário, mas um computador gerará milhares de cenários automaticamente. Cada uma das variáveis incertas no modelo é assumida ser uma variável randômica com uma distribuição de probabilidade conhecida. Assim, podemos criar um cenário extraíndo randômicamente um valor para cada uma das variáveis incertas das suas distribuições probabilidade e mergulhando aqueles números no model. O modelo é então recalculado e as saídas do model (p.ex., *VPL*) são recolhidas e armazenadas. Este processo é então repetido milhares de vezes, resultando em milhares de *VPLs* potenciais.

Desta longa lista de *VPLs*, podemos obter um entendimento muito melhor do *VPL* esperado do projeto, e a quantidade de incerteza envolvendo-o. Como dissemos na análise de cenário, podemos aprender acerca do intervalo de *VPLs* potenciais, o desvio padrão dos *VPLs*, e a probabilidade do *VPL* tornar-se negativo (ou positivo, dependendo de como você escolhe observá-lo). Além disso, ao invés de preocupar-se apenas com um cenário dos improváveis casos melhor e pior, podemos ver todos os cenários dentro dos potenciais valores. O resultado é que temos um entendimento muito melhor do risco do projeto do que a análise de cenário pode fornecer. Um benefício adicional da simulação sobre a análise de cenário é que ela deverá resultar em menos incerteza (desvio padrão ao redor do *VPL* esperado) porque temos muito mais resultados possíveis, e mais realísticos.

A chave para se obter bons resultados de uma simulação é escolher as distribuições de probabilidade e a estrutura de correlação corretas para as variáveis¹⁴. Isto pode ser difícil e pode exigir uma considerável quantidade de ponderações por parte do analista, especialmente quando dados históricos não estão disponíveis. Na ocasião, o analista pode usar princípios gerais ou conhecimentos teóricos para determinar a distribuição correta de uma variável. Por exemplo, qualquer variável que é o produto de duas variáveis distribuídas normalmente será distribuída lognormalmente. A função estatística do Excel `DIST.LOGNORMAL(x;média;desv_padrão)`, retorna a distribuição log-normal cumulativa de *x*, onde $\ln(x)$ é normalmente distribuído com parâmetros "Média" e "Desv_padrão".. Suponha que precisamos fazer uma aposta na distribuição das receitas totais. Como a receita total é o produto das unidades vendidas e o preço por unidade, e como ela poderá ser muito grande, mas nunca cair a zero, uma distribuição lognormal pareceria ser apropriada.

O Excel não tem qualquer ferramenta interna de simulação, entretanto, incluímos um suplemento do Excel (add-in) para fazer simulações no Website do livro em <http://mayes.swlearning.com>. Usaremos este suplemento Excel (add-in) para fazer uma simulação Monte Carlo do problema catfish fillet. Certifique-se de que a sua pasta de trabalho é a

¹⁴ Para umn excellent discussão of several commonly used distribuições de probabilidade ver - Uncertainty & Risk Analysis,. de Chris Rodger e Jason Petch, PricewaterhouseCoopers, United Kingdom, Abril 1999.

planilha catfish fillet que você usou para fazer a análise de cenário e daí abra o arquivo ExcelSim.xla¹⁵. Note que um novo item de menu será adicionado à barra de menu. Escolhendo ExcelSim Simulate será iniciado o programa.

Antes de iniciar a simulação, vamos definir o problema. Identificamos três importantes variáveis incertas no modelo: Unidades vendidas no primeiro ano, preço por unidade, e os custos variáveis como uma porcentagem das vendas. Ainda mais, vamos assumir que a administração especificou as distribuições de probabilidade para cada das variáveis como mostrado na Tabela 11-4.

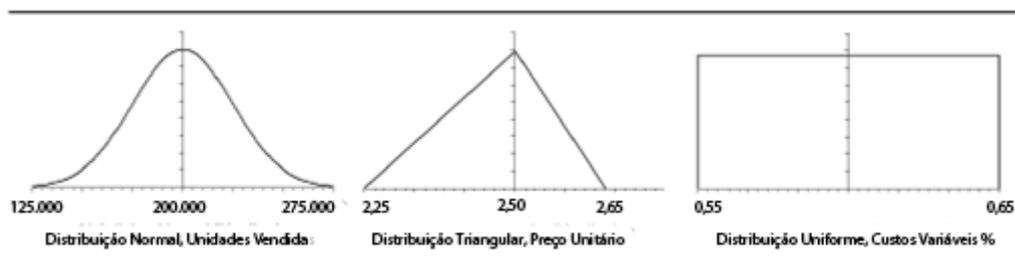
Tabela 11 - 4
Distribuição de Probabilidade para a Simulação

Variável	Distribuição de Probabilidade
Unidades Vendidas em pounds	Normal com média 200.000 e desvio padrão de 25.000.
Preço por pound	Triangular com mínimo de 2,25, mais provável de 2,50 e máximo de 2,65.
Custos variáveis como % das vendas	Uniforme com mínimo de 55% e máximo de 65%.

Estas distribuições foram escolhidas, antes de mais nada, para demonstrar três das distribuições mais comumente usadas, mas também com alguma lógica. Assumimos que as Unidades Vendidas tenderão agrupar-se ao redor de 200.000 *pounds* no primeiro ano. Mesmo que de qualquer forma a distribuição de unidades vendidas seja inclinada para a direita (ela pode ser muito alta, mas não abaixo de 0), foi percebido que a inclinação será tão menor como será seguramente ignorada. Portanto, a distribuição normal parece ser apropriada. Uma distribuição triangular foi escolhida para o preço unitário porque a administração sentiu-se confiante de que eles podem identificar os preços mínimos, máximos, e os mais prováveis, mas não confiam na escolha de qualquer distribuição particular. Finalmente, a distribuição uniforme foi escolhida para os custos variáveis porque a administração sente que ela poderá estar em algum lugar entre 55% e 65%, mas não se sentem confortáveis para dizer que qualquer valor é mais provável do que outro. A Figura 11-6 mostra as distribuições graficamente.

FIGURA 11- 6

GRÁFICO DAS DISTRIBUIÇÕES DE PROBABILIDADES



Novamente, certifique-se de que sua planilha catfish fillet esteja aberta e daí escolha o ExcelSim Simulate do menu. A caixa de diálogo principal do ExcelSim aparecerá. A primeira caixa de edição é para a - Changing Cells-. Estas são as células que contém as variáveis incertas (unidades vendidas, etc.). Digite B8 , B9 , B11 nesta caixa de edição, ou você pode selecionar as células com o mouse (mantenha pressionada a tecla Ctrl quando você clicar em cada uma das células). A seguir precisamos selecionar as - Watch Cells, que são as células que serão armazenadas após cada tentativa. Neste caso, gostaríamos de ficar de olho no VPL para cada tentativa, então entre com B29 na caixa de edição. A caixa de edição - Watch Names- é opcional. Você pode usá-la para especificar uma célula que contém um rótulo descritivo para cada uma das células observadas. Digite A29 nesta caixa de edição. Neste ponto, tudo que resta é dizer ao ExcelSim quantas tentativas executar e qual o nome da planilha que será criada para a saída (isto é opcional). Tenha em mente que quanto mais tentativa você executar, mais precisa a simulação ficará. O número máximo de iterações é 30.000, mas executaremos somente 500 para manter a saída mais manejável. Digite 500 na caixa de edição - Iterações-. Finalmente, entre com Simulação Frozen Catfish na caixa de edição - Sheet

¹⁵ Por favor, veja o arquivo "ExcelSim 2003 Documentation" no Website para este livro em <http://mayes.swlearning.com> para mais informações sobre a instalação e uso deste suplemento (add-in).

Name-. Se você escolher não entrar com um nome de planilha para a saída, ela será nomeada - Simulation Report - por default. A Figura 11-7 mostra a caixa de diálogo principal com os dados entrados.

FIGURA 11- 7

CAIXA DE DIÁLOGO PRINCIPAL DO EXCELSIM

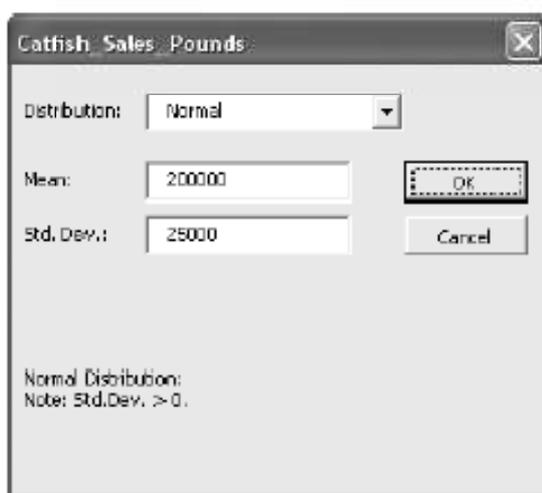


Após clicar o botão OK, ser-lhe-á apresentada a primeira caixa de diálogo da distribuição. Estas caixas de diálogos estão onde você descreverá a distribuição de probabilidade para as variáveis incertas. Existirá uma para cada célula variante.

Note que se você tiver usado nomes definidos para as células variantes (como já fizemos antes de rodar a análise de cenário), os nomes serão mostrados na barra de títulos. A primeira variável são as unidades vendidas. A Tabela 11-4 nos diz que a distribuição é normal com a média de 200.000 e desvio padrão de 25.000. So, selecione "Normal" na lista de distribuição. Neste ponto, a caixa de diálogo mudará para estimular-lhe (prompt you) para uma média e desvio padrão para a distribuição. Entre com 200.000 para a média, e 25.000 para o desvio padrão. Figura 11-8 mostra a caixa de diálogo completada.

FIGURA 11- 8

CAIXA DE DIÁLOGO DA DISTRIBUIÇÃO PARA UNIDADES VENDIDAS



Clique o botão OK, e repetiremos este processo para as outras duas células variantes. A próxima caixa de diálogo é para o preço unitário. Note que a caixa de diálogo está, inicialmente, mostrando a ambientação exata como foram anteriormente entrados. Isto é útil se a distribuição é a mesma, mas precisamos escolher uma distribuição diferente. Escolha uma distribuição triangular da lista drop down. Você agora será estimulado para o lado esquerdo, modo (ou

mais provável), e lado direito desta distribuição. Entre com 2,25 para o lado esquerdo, 2,50 para o modo, e 2,65 para o lado direito como mostrado na Figura 11-9, e daí então clique o botão OK.

FIGURA 11- 9**CAIXA DE DIÁLOGO DA DISTRIBUIÇÃO PARA PREÇO POR POUND**

Price Per Pound

Distribution: Triangular

Left: 2.25

Mode: 2.5

Right: 2.65

Triangular Distribution:
Note: Left <= Mode <= right.

Finalmente, escolha distribuição uniforme para os custos variáveis. Neste caso, você será solicitado a fornecer os limites inferior e superior da distribuição. Como os custos variáveis são esperados estarem em algum lugar entre 55% e 65% das vendas, entre com 0,55 para o limite inferior e 0,65 para o limite superior.

FIGURA 11- 10**CAIXA DE DIÁLOGO DA DISTRIBUIÇÃO PARA CUSTOS VARIÁVEIS**

Var Costs Percent

Distribution: Uniform

Lower Limit: 0.55

Upper: 0.65

Uniform Distribution:
All outcomes equally likely between lower and upper limits.

Quando você clicar o botão OK, a simulação começará a rodar. Você pode seguir o progresso observando a barra de status no canto esquerdo inferior da janela do Excel. (se você rodar novamente a simulação, desmarque a caixa Screen Updating Off e você poderá ver a variação da planilha.) Depois de alguns segundos, uma nova planilha contendo a saída será mostrada. A saída consiste dos 500 VPLs que foram gerados durante a simulação, e algumas estatísticas descritivas no fundo. A Demonstração 11-7 mostra os resultados das primeiras cinco e das últimas cinco tentativas (o restante é ocultado por economia de espaço), e assim como o resumo das estatísticas. Como estes resultados são baseados em extrações randômicas das distribuições de probabilidades, seus resultados serão um pouco diferentes. Entretanto, a média e o desvio padrão dos VPLs deverão ser similares.

Exatamente como fizemos com a saída da análise de cenário, podemos extrair algumas conclusões importantes destes dados. Será também útil comparar os resultados da simulação aos da análise de cenário. Primeiro, note que o VPL médio foi \$94.202 enquanto o mínimo e o máximo VPLs foram \$-155.668 e \$332.746 respectivamente. Note que o mínimo e máximo VPLs não são tão extremos como os VPLs dos casos pior e melhor da análise de cenário. Isto sugere que a informação extra fornecida pela simulação reduziu a incerteza.

DEMONSTRAÇÃO 11- 7

A SAÍDA DA SIMULAÇÃO

	A	B
1	<i>Relatório de Simulação do ExcelSim</i>	
2	Resultados Tentativas	
3	Tentativas	Valor Presente Líquido
4	1	\$204.666
5	2	\$58.482
6	3	\$159.177
7	4	\$21.327
8	5	\$198.179
499	496	\$36.976
500	497	\$90.792
501	498	\$103.597
502	499	\$187.176
503	500	\$44.633
504	Min	(\$155.668)
505	Max	\$332.746
506	Média	\$94.202
507	Mediana	\$87.827
508	Modo	#N/D
509	Desvio Médio	65.319
510	Desvio Padrão	80.884
511	Coef. Var.	0,8586
512	Distorção	0,0423
513	Curtose	(0,2083)

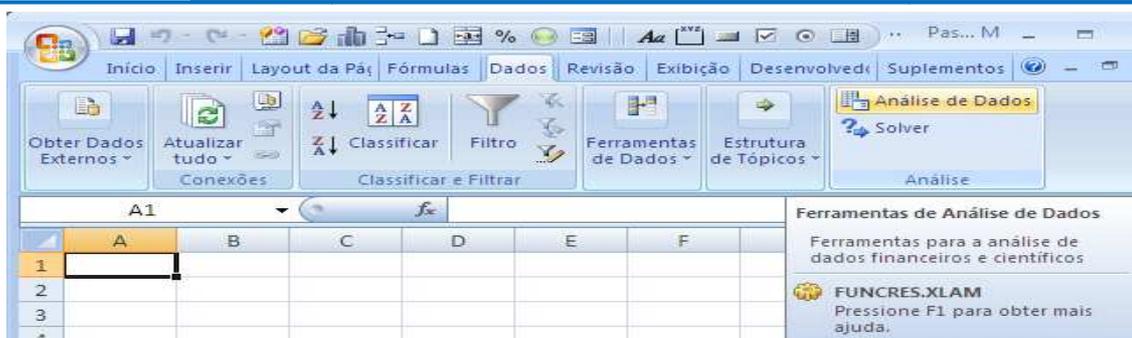
O desvio padrão do VPLs é \$80.884, o qual é consideravelmente menor que o desvio padrão da análise de cenário. A razão para a redução na incerteza é que temos de rodar muito mais cenários, e mais dom não são aproximadamente tão extremos quanto os casos melhor e pior dos cenários. A redução da incerteza também está refletida na probabilidade que o VPL seja menor ou igual a zero. Recorde-se que podemos usar a função **DIST.NORMP** para calcular esta probabilidade como fizemos para a análise de cenário. Em D506 entrar com a rótulo **Prob(VPL <= 0)**, e em E506 entrar com a fórmula **=DIST.NORMP((0-B506)/B510)**. O resultado mostra uma chance de 12,21% de um VPL negativo (novamente, seus resultados podem variar ligeiramente dependendo da média e do desvio padrão de sua simulação). Podemos também verificar isto fazendo uma contagem real do VPLs que forem menores do que 0. Copie o rótulo de D506 e cole-o em D507. O Excel tem uma função útil chamada **CONT.SE** que é definida como:

CONT.SE(intervalo, critérios)

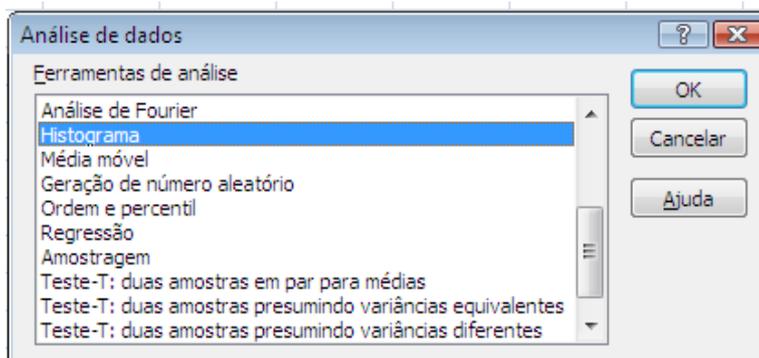
onde **intervalo** é o intervalo de números, e **critérios** é a regra de contagem particular que você quer aplicar. Neste caso, gostaríamos de contar o número de VPLs que são menores ou iguais a 0, assim em E507 entrar com a fórmula: **=CONT.SE(B4:B503, "<=0")/500**. Da nossa simulação existiram 64 VPLs negativos de um total de 500, ou 12,80%, o qual se adéqua estreitamente ao resultado anterior¹⁶. Assim, o projeto parece estar to be far less risky do que fora sugerido pela análise de cenário.

Finalmente, podemos usar as ferramentas internas de Histograma do Excel para ter uma observação visual da distribuição de probabilidade. Escolha

¹⁶ A fórmula array **=SOMA((B4:B503<=0)*1)/500** dará o mesmo resultado.



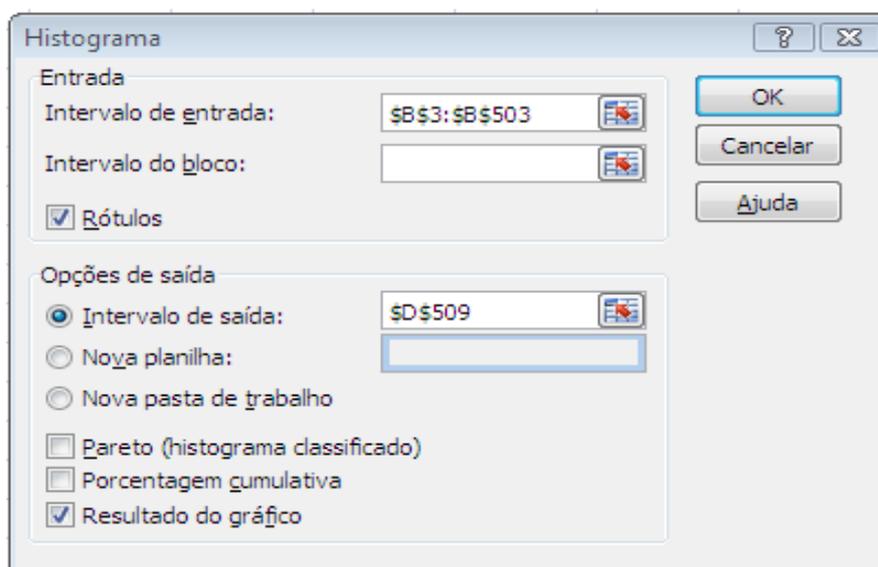
Clicando em **Análise de Dados** aparecerá a janela **Análise de dados** e na caixa **Ferramentas de análise** procure Histograma:



Clicando o botão OK, ficamos Isto mostrará a caixa de diálogo desenhada na Figura 11-11.

FIGURA 11- 11

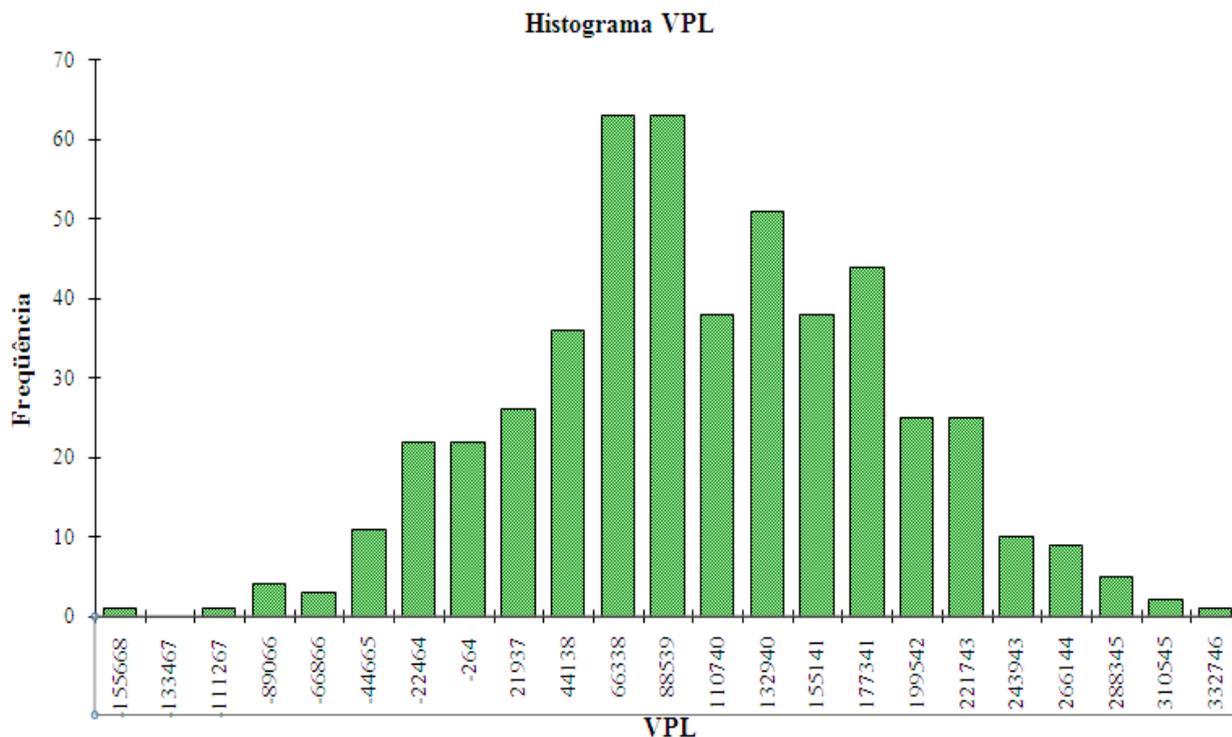
A CAIXA DE DIÁLOGO HISTOGRAMA



Tudo o que você precisa fazer é especificar **Intervalo de entrada** (B3:B503), marcar a caixa **Rótulos**, especificar o **Intervalo de saída** (D509), e aquilo que você quer criar **Resultado do gráfico**. O Excel automaticamente decidirá como agrupar os dados e criará o histograma como mostrado na Figura 11-12.

FIGURA 11- 12

HISTOGRAMA DE VPLs DA SIMULAÇÃO



O Método da Taxa de Desconto Ajustada ao Risco

Outro método ainda para incorporar o risco no nosso processo de decisão de orçamento de capital é usar uma taxa de desconto ajustada ao risco. Quando discutimos como determinar a taxa de retorno exigida no Capítulo 8 mencionamos um modelo referido como modelo de prêmio de risco simples. A taxa de desconto ajustada ao risco (RADR) está no exemplo deste modelo. Lembre-se que o modelo de prêmio de risco simples foi definido como:

$$\text{Retorno Exigido} = \text{Taxa Base} + \text{Prêmio de Risco}$$

E que a taxa base e prêmio de risco são subjetivamente determinados. A idéia por trás deste modelo é que o investidor (ou empresa) tenha algum retorno mínimo exigido para amarrar seus fundos aos quais um prêmio é adicionado para compensar o risco. Projetos com riscos maiores exigem prêmios de risco maiores. Usando a técnica RADR, modificaremos este modelo de modo que ele se torna:

$$\text{RADR} = \text{WACC} + \text{Prêmio de Risco}$$

Note que o prêmio de risco ainda é subjetivamente determinado, mas a taxa base é o WACC da empresa. A taxa de desconto correta para projetos de risco médios é a WACC, mas para projetos mais arriscados do que a média um prêmio de risco positivo é adicionado. Esta taxa de desconto superior propõe-se a penalizar o projeto mais arriscado e resultará num VPL inferior, e possivelmente negativo. Se o projeto ainda tem um VPL positivo então o projeto é esperado para mais do que compensar os acionistas para o risco extra e ele deverá ser aceito. Para projetos com menos risco do que média o prêmio de risco seria negativo.

Normalmente, o prêmio de risco será determinado de acordo a um plano que fora aprovado pela administração superior da empresa. Este plano tipicamente consignará prêmios de risco de acordo com o tipo de projeto. Por exemplo, se a empresa está analisando a possibilidade de trocar uma máquina existente, ela provavelmente estaria considerando um projeto de muito baixo risco e o prêmio de risco deveria ser .2%. Por outro lado, uma nova linha de produto, tal como examinamos neste capítulo, será considerada bem arriscada e deverá exigir um prêmio de risco de 3%. Expansão um projeto existente e de sucesso provavelmente seria considerado de risco médio e o WACC com nenhum prêmio de risco seria usado como a taxa de desconto. No final das contas, o prêmio de risco será determinado pelo julgamento administrativo. Este julgamento poderá estar baseado na experiência, algumas medidas estatísticas de risco, ou o resultado de uma análise de cenário ou uma simulação de Monte Carlo.

No nosso problema da Freshly Frozen Fish, suponha que no juízo administrativo um prêmio de risco de 3% é exigido. Desde que o WACC para a empresa seja 10%, o retorno exigido para este projeto seria 13%. Mergulhando esta taxa na sua planilha *frozen catfish fillet* revela que o VPL ajustado ao risco é \$22.386,31. O fato que o VPL seja ainda positivo sugere que este é um bom investimento. Ele provavelmente mais do que compensará os acionistas pelo risco extra.

Podemos também observar a *TIR* do projeto e virar a questão. Em vez de perguntar qual prêmio de risco é exigido, podemos perguntar se o prêmio de risco esperado é suficiente. Sob as hipóteses originais a *TIR* foi calculado como sendo 14,01%. Lembre-se que a *TIR* é a taxa de desconto que resultará no *VPL* ser igual a zero. Como a *TIR* é 4,01% maior que a *WACC*, este é o prêmio de risco esperado. O projeto obviamente terá um *VPL* positivo para qualquer prêmio de risco até 4,01% (taxa de desconto ajustada ao risco - *RADR* até 14,01%). Portanto, a questão é: um extra de 4,01% de prêmio de risco por ano é suficiente para compensar o risco extra deste projeto?

A Abordagem da Certeza Equivalente

O problema com a abordagem taxa de desconto ajustada ao risco – *RADR*, para ajustar ao risco é que ela combina dois ajustamentos: um para o risco e outro para o tempo. Esta abordagem implicitamente assume que o risco seja uma função crescente do tempo. Em muitos casos isto deve ser verdadeiro. Fluxos de caixa projetados para um período de cinco anos a partir de hoje são geralmente menos certos do que aqueles que são projetados para o próximo ano. Entretanto, este não é necessariamente o caso. Por exemplo, suponha que a empresa tenha um contrato de manutenção que calls para um major revisão geral de uma máquina em três anos. Se o custo desta revisão geral está especificado no contrato, isto é um custo de muito baixo risco, mesmo que ele ocorra em três anos.

A abordagem *equivalente-de-certeza (EC)* separa os ajustamentos for tempo e risco. Onde a técnica *RADR* aumenta a taxa de desconto para ajustar ao risco, a abordagem *CE* diminui o fluxo de caixa. Para ajustar ao for risco com a abordagem *CE*, multiplicamos o fluxo de caixa pelo coeficiente de certeza equivalente. O resultado líquido é o mesmo: O fluxo de caixa é penalizado pelo risco. Para ajustar ao tempo, descontamos os fluxos de caixa à taxa de juros, livre-de-risco. Isto é o básico para a superioridade técnica da abordagem de certeza equivalente: Ela toma ajustamentos separados para o risco e o tempo ao invés dos ajustamentos mesclados do *RADR*.

Os coeficientes de certeza equivalente são determinados como segue: O tomador de decisão é argüido qual *certo* fluxo de caixa *certo* ele estará querendo para aceitar em troca fluxo de caixa mais arriscado em algum instante no futuro. A razão dos fluxos de caixa determina o coeficiente *CE* (α).

$$\alpha = \frac{\text{Fluxo de caixa sem risco}}{\text{Fluxo de caixa com risco}}$$

Como um exemplo, assuma que você esteja querendo aceitar \$ 95 dólares com certeza no lugar de \$ 100 arriscado daqui a um ano. Seu *coeficiente CE* para este fluxo de caixa será:

$$\alpha = \frac{95}{100} 0,95$$

Fluxos de caixa que são mais arriscados seriam deflacionados com *coeficiente CEs* inferiores. Com efeito, isto é o fluxo de caixa arriscado vezes $(1 - \alpha)$ é a quantia que você estaria querendo pagar para uma apólice de seguro para garantir que você recebe o fluxo de caixa arriscado (estamos ignorando o valor no tempo do dinheiro no momento). Note que o *coeficiente CE* estará sempre entre 0 e 1, e geralmente decrescerá com o tempo por causa do aumento do risco. Para usar a abordagem da certeza equivalente, cada fluxo de caixa é multiplicado pelo coeficiente apropriado, α_n , e então o valor presente líquido é encontrado usando a taxa de juros livre-de-risco como a taxa de desconto. A taxa livre-de-risco é usada para descontar os fluxos de caixa porque todo o risco fora removido pelo ajustamento. Efetivamente, a técnica *CE* converte uma série de fluxos de caixa com risco numa série de fluxos de caixa livre de risco.

Vamos refazer a nossa planilha Freshly Frozen Fish para ver como a abordagem *CE* funciona. Primeiro, faça uma cópia da sua planilha. Para fazer isto, dê um clique com o botão direito do mouse sobre a aba da planilha e escolha **Mover** ou **Copiar** no menu. Agora, na nova planilha, mude A14 para: Taxa livre-de-risco, e B14 para: 4%. Assuma que na administração foi-lhe dada a informação seguinte a respeito dos coeficientes de certeza equivalentes apropriados:

Tabela 11 - 5
Coeficientes CE da Freshly Frozen

Ano	Coeficiente CE (α)
0	1,00
1	0,95

2	0,90
3	0,85
4	0,80
5	0,75

Selecione a linha 28 e 29 e no menu mostrado quando se clicar o botão direito do mouse escolha Inserir para adicionar duas novas linhas exatamente abaixo aos fluxos de caixa anuais. Na A28 entre com Coeficientes de Certeza Equivalente e daí entre com os coeficientes de certeza equivalentes da tabela em B28:G28. Em A29 entre com Fluxos de Caixa Ajustados ao Risco. Em B29 entre com a fórmula =B27*B28 e copie-a adiante.

Para calcular o VPL ajustado ao risco, em B32 entrar com a fórmula: =VPL(B14;C29:G29)+B29. Note que o VPL ajustado ao risco é \$94.184,26, o qual está muito próximo ao nosso resultado anterior. Não precisamos, realmente, calcular os fluxos de caixa ajustados ao risco em separado nas células (B29:G29). Em vez disto, poderíamos calcular o VPL com a fórmula array:

$$\text{VPL}(B14, C27:G27 * C28:G28) + B27.$$

Podemos também calcular a TIR e a MTIR¹⁷ dos fluxos de caixa ajustados ao risco. A fórmula para o TIR em B33 é: =TIR(B29:G29). Similarmente, a fórmula para o MTIR é: =MTIR(B29:G29, B14, B14). Apenas lembre-se que estas medidas devem agora ser comparadas à taxa livre-de-risco dos juros, e não ao WACC da empresa. Desde que ambas são maiores do que a taxa livre-de-risco de 4%, o projeto é aceitável. Demonstração 11-8 mostra a planilha completa.

Se a incerteza equivalente e a RADR forem corretamente determinadas, a decisão que resulta de ambos os métodos usualmente serão as mesmas. Entretanto, a técnica CE sofre da necessidade de entender a função utilidade do tomador de decisão, e assim é muito difícil de implementá-la corretamente na prática. No melhor dos casos, o coeficiente CE deveria ser encontrado entrevistando o tomador de decisões relevantes como descrito anteriormente. Infelizmente, as corporações mais modernas são de propriedade de muitos acionistas e é suas preferências de risco que precisamos para estar preocupados, não aquelas dos diretores individuais da corporação. Por esta razão, o método da certeza equivalente não é geralmente usado na prática.

¹⁷ A função **MTIR(valores;taxa_financ;taxa_reinvest)** retorna a taxa interna de retorno para uma série de fluxos de caixa periódicos, considerando o custo de investimento e os juros de reinvestimento de caixa.

DEMONSTRAÇÃO 11- 8
A PLANILHA CATFISH FILLET USANDO O MÉTODO CE

	A	B	C	D	E	F	G
16	Fluxos de Caixa Anuais para o Projeto da Frozen Catfish Fillet						
17		Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
18	Gastos Iniciais	-650.000					
19	Vendas		500.000	540.000	583.200	629.856	680.244
20	Custos Variáveis		300.000	324.000	349.920	377.914	408.147
21	Custos Fixos		80.000	80.000	80.000	80.000	80.000
22	Fluxos de Caixa Tributáveis		120.000	136.000	153.280	171.942	192.098
23	Impostos		42.000	47.600	53.648	60.180	67.234
24	Benefício de Imposto da Depreciação		14.000	14.000	14.000	14.000	14.000
25	Fluxos de Caixa Anuais Após Impostos		92.000	102.400	113.632	125.763	138.864
26	Fluxo de Caixa Terminal						515.000
27	Fluxos de Caixa Anuais Total	-650.000	92.000	102.400	113.632	125.763	653.864
28	Coeficientes de Certeza Equivalente	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
29	Fluxos de Caixa Ajustados ao Risco	-650.000	87.400	92.160	96.587	100.610	490.398
30							
31	Valor Presente Líquido -RADR	\$94.184,26					
32	Índice de Lucratividade						
33	Taxa Interna de Retorno - TIR	7,75%					
34	Taxa Interna de Retorno Modificada - MTIR	6,85%					

Efeitos da Diversificação de Portfolio

Até aqui, examinamos o risco de investimento de maneira isolada. Entretanto, do ponto de vista dos acionistas, uma corporação nada mais é do que uma coleção de investimentos administrados por uma equipe administrativa profissional. Portanto, será útil examinar o efeito que a adição de projetos de risco tem sobre o risco completo da empresa. Vamos observar um exemplo, usando a seleção de ações ao invés de um projeto de investimento de capital.

Suponha que você tenha \$10.000 disponíveis para propósitos de investimentos. Seu corretor de ações sugeriu que você invista ou na Ação A ou na Ação B, mas você está preocupado com a das de risco das ações. Durante a sua investigação, você recolheu o retorno histórico para as ações, os quais estão apresentados na Tabela 11-6.

Tabela 11 - 6
Retornos Anuais Históricos para A e B

Ano	Retornos da Ação A	Retornos da Ação B
2000	10,30%	10,71%
2001	-0,10%	25,00%
2002	23,30%	0,38%
2003	2,20%	26,20%
2004	14,00%	11,52%

Para quantificar suas preocupações com o risco das ações, abra uma nova planilha e entre com um dado da Tabela 11-6. Como ambas as empresas tem tido seus altos e baixos, você quer calcular o retorno médio anual para os últimos cinco anos. Além disto, para ganhar sentimento (feeling) para seu risco, você quer calcular o desvio padrão dos retornos. Assumindo que você tenha entrado com os dados da Tabela 11-6 começando em A1, você pode calcular o retorno médio para a Ação A em B7 com: =MÉDIA(B2:B6). Copiando isto para C7 calculará o retorno médio para a Ação B. O resultado mostra que a Ação A ganhou uma média de 9,94% por ano durante os últimos cinco anos, enquanto a Ação B ganhou 14,76% por ano¹⁸.

¹⁸ Ignoramos a capitalização por simplicidade. Para encontrar a taxa de retorno anual média composta use a função **GEOMEAN** (ver página 22).

Obviamente, se o retorno histórico médio refletir o retorno médio futuro esperado, a Ação B será preferida. Recorde-se, entretanto, que um retorno maior é geralmente acompanhado por um risco maior. Podemos medir a das de risco no retorno com o desvio padrão. Para calcular o desvio padrão do retorno da Ação A entre com: =DESVPAD(B2:B6) em B8 e copie-o para C8. Podemos usar as fórmulas internas do Excel neste caso porque não temos informação a respeito da distribuição de probabilidade do retorno. O resultado mostra que o desvio padrão do retorno é 9,43% para a Ação A e 10,83% para a Ação B.

Agora temos um problema. Se o risco da Ação B fosse menor que o da Ação A, obviamente preferiríamos B com um retorno maior para um risco menor. Neste caso, de qualquer forma, não teríamos informação suficiente para saber se o retorno extra de 4,82% por ano da Ação B é o suficiente para compensar o risco extra. Suponha que decidimos comprar ambas as ações em vez de apenas uma delas. Colocaremos 50% de nossos fundos na Ação A, e 50% na Ação B. Podemos determinar o retorno que você ganhará a cada ano, calculando a média ponderada de cada retorno da ação. Em D2 entrar com a fórmula: =0,5*B2+0,5*C2. Isto calculará o retorno que nosso portfolio ganharia no ano 2000. Copie esta fórmula para cada célula no intervalo D3:D6, e daí então copie a fórmula do retorno esperado de C7 a D7. Note que o retorno esperado do portfolio é 12,35%, exatamente a meio caminho entre o retorno das ações individuais (lembre-se que colocamos 50% em cada ação). Agora, vamos ver o que acontece ao desvio padrão. Copie a fórmula de C8 para D8. Note que o desvio padrão do portfolio é somente 1,35%. Significativamente menor que o desvio padrão de uma ou duas ações sozinhas! Isto é uma demonstração dos benefícios da diversificação. Demonstração 11-9 mostra estes resultados.

**DEMONSTRAÇÃO 11- 9
PORTFOLIO DE AÇÕES A E B**

	A	B	C	D
1	Ano	Retornos da Ação A	Retornos da Ação B	Portfolio
2	2000	10,30%	10,71%	10,51%
3	2001	-0,10%	25,00%	12,45%
4	2002	23,30%	0,38%	11,84%
5	2003	2,20%	26,20%	14,20%
6	2004	14,00%	11,52%	12,76%
7	Ret. Esperado	9,94%	14,76%	12,35%
8	Desvio Padrão	9,43%	10,83%	1,35%

Devido ao portfolio consistindo de ambas as ações, A e B, fornecer um retorno maior e risco menor que a Ação A, você certamente preferirá o portfolio a Ação A. Não podemos, entretanto, definitivamente dizer que você preferirá o portfolio a Ação B. Para determinar o que você escolheria, precisaríamos de informação a respeito de suas preferências ao risco/ retorno¹⁹. Neste caso, a maioria das pessoas preferirá o portfolio porque a diferença no retorno é menor, mas a diferença no risco é relativamente maior.

Retorno Esperado de Portfolio

Como você viu no exemplo anterior, combinar ativos num portfólio (se aquele portfolio consistir de ações ou equipamentos ou linhas de produto) pode resultar na redução do risco abaixo daquele de qualquer ativo individual. Você também viu que o retorno esperado para um portfolio estará entre aquele do retorno inferior dos ativos e o retorno superior dos ativos. Em geral, podemos dizer que o retorno esperado para um portfolio é uma média ponderada do retorno esperado dos ativos individuais. Os pesos estão dados pela proporção of total portfolio value que cada ativo representa. Em termos matemáticos:

$$E(R_p) = \sum_{t=1}^N w_t E(R_t)$$

onde w_t são os pesos e $E(R_t)$ é o retorno esperado do t -ésimo ativo. A equação (11-8) é aplicável a despeito do número de ativos no portfolio. Do exemplo anterior, o retorno esperado para o portfolio é:

$$E(R_p) = 0,5x(0,0994) + 0,5x(0,1476) = 0,1235 = 12,35\%$$

Que é exatamente o resultado que obtivemos quando o calculamos em D7 usando uma metodologia diferente. A diferença com a equação (11-8) é que podemos usar o retorno futuro esperado o qual poderá diferir do retorno histórico médio.

¹⁹ Mais especificamente, exigiremos conhecimento da sua função utilidade.

Desvio Padrão de Portfolio

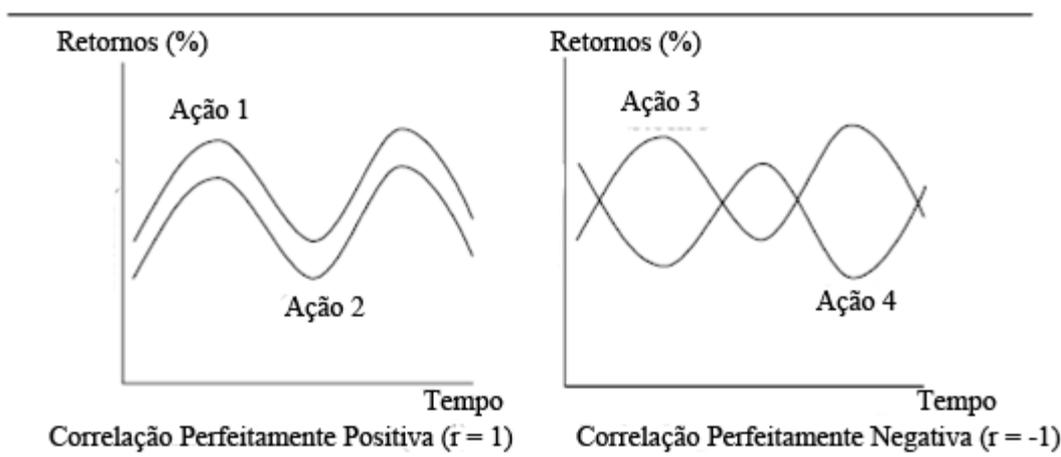
Enquanto o retorno esperado do portfolio é uma média ponderada do retorno esperado para os ativos, o desvio padrão portfolio não é tão simples. Se calculássemos a média ponderada dos desvios padrões das Ações A e B, obteríamos:

$$\text{Média ponderada } \sigma = 0,5 \times (0,0943) + 0,5 \times (0,1083) = 0,1013 = 10,13\%$$

Mas sabemos que o desvio padrão do portfolio é somente 1,35%. Obviamente, há outra coisa acontecendo aqui.

O que está acontecendo é que ignoramos a *correlação* entre estas duas ações. A correlação descreve como o retorno de dois ativos move-se um em relação ao outro no decorrer do tempo. A maneira mais fácil para medir a correlação é com o coeficiente de correlação (r). O coeficiente de correlação pode estender-se de -1 a 1. A Figura 11-13 ilustra os extremos que o coeficiente de correlação pode ter.

FIGURA 11-13
CORRELAÇÃO PERFEITAMENTE POSITIVA E PERFEITAMENTE NEGATIVA



Outra maneira para medir o co-movimento do retorno é com a *covariância*. A covariância é calculada da mesma maneira que a variância, excepto que temos duas séries de retornos ao invés de uma. A covariância é calculada como:

$$\sigma_{X,Y} = \sum_{t=1}^N \rho_t (X_t - \bar{X})(Y_t - \bar{Y})$$

A covariância é uma estatística muito útil, mas ela é difícil de ser interpretada. O coeficiente de correlação está relacionado à covariância pela seguinte relação:

$$r_{X,Y} = \frac{\sigma_{X,Y}}{\sigma_X \sigma_Y}$$

Assim o coeficiente de correlação é o mesmo que a covariância, mas ele foi transformado de modo que ficará sempre entre -1 e +1, o que o torna muito mais fácil de interpretar. Quanto mais próximo o coeficiente de correlação ficar de 1, mais o retorno tende a se mover na mesma direção. Quanto mais próximo ficar de -1, mais o retorno tende a se mover em direção oposta. Um coeficiente de correlação 0 significa que não há relação linear identificável entre os retornos (i.e., eles são independentes).

Assuma que você gostaria de montar um portfolio consistindo de 50% em Ação 1 e 50% em Ação 2 (da Figura 11-13). Devido a estas ações serem perfeitamente correlacionadas positivamente, um gráfico do retorno do portfolio estaria exatamente a meio caminho entre os gráficos do retorno para as Ações 1 e 2. Seu retorno de portfolio seria apenas tão volátil quanto se você possuísse somente uma das duas ações. Por outro lado, um portfolio similar de Ações 3 e 4 resultaria numa redução substancial na volatilidade. Note que a volatilidade do retorno da Ação 3 é cancelada pela volatilidade do retorno da Ação 4. Esta redução no risco é devida à diversificação.

A correlação é obviamente importante no cálculo do risco do portfolio. Para um portfolio de dois títulos, a variância do portfolio é dada por:

$$\sigma_p^2 = w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 r_{1,2} \sigma_1 \sigma_2$$

onde os w 's são os pesos de cada título, e $r_{1,2}$ é o coeficiente de correlação para os dois títulos. O desvio padrão de um portfólio de dois-títulos é:

$$\sigma_p = \sqrt{w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 r_{1,2} \sigma_1 \sigma_2} = \sqrt{\sigma_p^2}$$

Da equação acima, fica claro que quanto mais baixo a correlação ($r_{1,2}$) entre os títulos, mais baixo o risco do portfólio será. Em outras palavras, quanto mais baixo a correlação, maior os benefícios da diversificação.

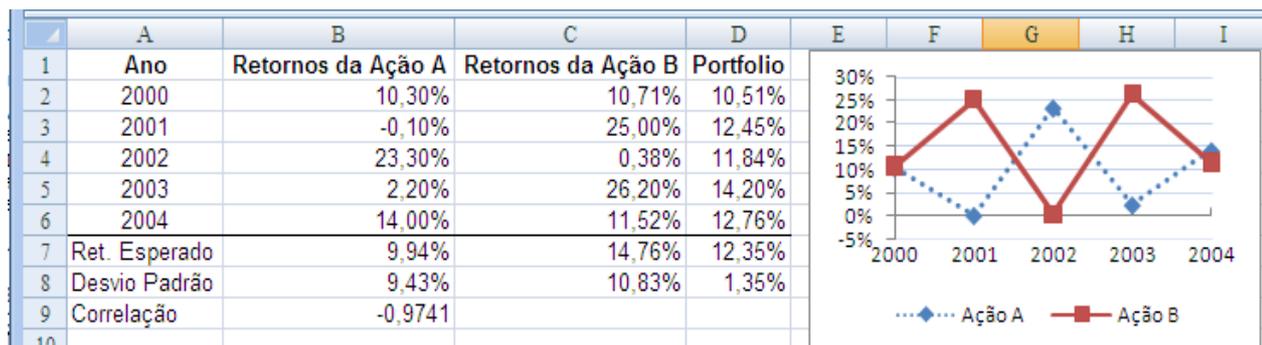
Retornando ao nosso exemplo com Ações A e B, podemos calcular o coeficiente de correlação com a função interna do Excel, **CORREL**. Esta função é definida como:

CORREL(MATRIZ1, MATRIZ2)

onde **MATRIZ1** and **MATRIZ2** são os dois intervalos contendo os retornos das ações. Antes de usar a **CORREL**, vamos criar um gráfico do retorno para ver se você pode adivinhar qual é o coeficiente de correlação. Selecione B2:C6 e então use o Assistente de Gráfico (Chart Wizard) para criar um gráfico de linha do retorno.

Examinando o gráfico, fica claro que quando o retorno da Ação A for alto, o retorno da Ação B fica baixo, e vice versa. O coeficiente de correlação é obviamente negativo, e provavelmente próximo de -1. Podemos confirmar isto usando a função **CORREL**. Em B9 entrar com a fórmula: =CORREL(B2:B6,C2:C6). Note que a resposta é -0,974, assim nossas suspeitas foram confirmadas. Esta baixa correlação é a razão pela qual o desvio padrão do portfólio é assim tão baixo. Sua planilha deverá ficar agora parecida com aquela da Demonstração 11-10.

DEMONSTRAÇÃO 11- 10
PLANILHA DEMONSTRANDO A BAIXA CORRELAÇÃO ENTRE A E B

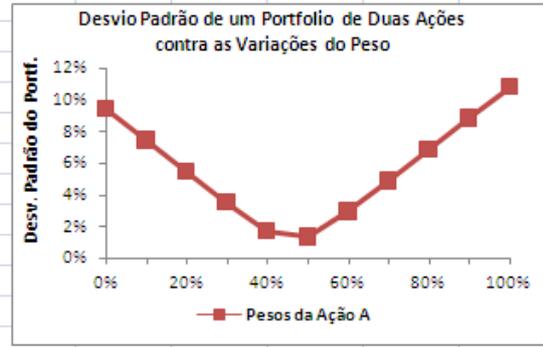


Como um exercício final, podemos examinar o desvio padrão do portfólio quando variarmos os pesos de A e B. Coloque os rótulos seguintes na sua planilha. Em A11: Ação A, em B11: Ação B, e em C11: Desv. Padrão do Port. Entrar com uma série em A12:A22 variando para baixo de 1 até 0 em incrementos de 0,1. Estes representarão os pesos alocados da Ação A. Em B12 queremos os pesos da Ação B, que é igual a 1 - peso da Ação A²⁰, assim entre com: =1-A12. O desvio padrão do portfólio, na célula C12 pode ser encontrado com a seguinte fórmula: =RAIZ(A12^2*B\$8^2+B12^2*C\$8^2+2*A12*B12*B\$8*C\$8*B\$9). Agora simplesmente copie as fórmulas em B12:C12 para baixo para o restante do intervalo. Se você criar um gráfico dispersão - XY dos dados (usar os intervalos: A12:A22,C12:C22) sua planilha deverá ficar parecida com aquela na Demonstração 11-11.

DEMONSTRAÇÃO 11- 11
DESVIO PADRÃO DO PORTFOLIO CONTRA VARIAÇÕES DOS PESOS

²⁰ Os pesos devem somar 100%.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
10	Pesos								
11	Ação A	Ação B	Desv. Padrão do Portf.						
12	100%	0%	9,43%						
13	90%	10%	7,44%						
14	80%	20%	5,46%						
15	70%	30%	3,51%						
16	60%	40%	1,74%						
17	50%	50%	1,35%						
18	40%	60%	2,95%						
19	30%	70%	4,87%						
20	20%	80%	6,84%						
21	10%	90%	8,83%						
22	0%	100%	10,83%						



É instrutivo examinar os extremos do gráfico na Demonstração 11-11. Primeiro, note que quando 100% dos seus fundos são alocados na Ação A, o desvio padrão do portfólio é igual aquele da Ação A. Similarmente, se 100% é alocado para a Ação B, o desvio padrão do portfólio é igual aquele da Ação B. Note também que o desvio padrão mínimo é atingido com cerca de metade dos seus fundos alocados a cada ação²¹.

Os benefícios da diversificação de um portfólio de investimentos individuais deverão ficar claros. Selecionando títulos que são menos perfeitamente correlacionados positivamente (p.ex., em diferentes indústrias, diferentes nações, etc.) você pode reduzir significativamente o risco enquanto reduz ligeiramente o retorno. A diversificação funciona exatamente da mesma maneira dentro das corporações. A empresa que investir em projetos que não estão perfeitamente correlacionados, ela reduzirá a volatilidade dos seus lucros. Entretanto, enquanto a diversificação é indubitavelmente uma boa idéia para os indivíduos, muitos acreditam que as corporações não deveriam correr atrás da diversificação. A razão é que os acionistas são perfeitamente capazes de diversificarem os riscos da companhia com os seus particulares, e eles podem fazê-lo de uma maneira que se adapte aos seus propósitos únicos. Por outro lado, os administradores da empresa, empregados, clientes, e fornecedores se beneficiarão se a companhia diversificar por causa de uma menor possibilidade de perigo financeiro. Se a empresa deverá ou não diversificar é, entretanto, uma questão aberta.

Portfólios com Mais de Dois Títulos

É claro que podemos criar portfólios de mais que dois títulos. A maioria dos indivíduos que possui ações possui mais do que duas. E, muitos fundos mutual possuem centenas de ações e/ou outros títulos.

A despeito do número de títulos num portfólio, o retorno esperado é sempre a média ponderada do retorno esperado individual. O desvio padrão é, entretanto, mais complicado. Recorde-se que quando estivemos avaliando o desvio padrão do portfólio de duas ações, tivemos de levar em conta a correlação entre as duas ações. Similarmente, quando temos um portfólio de três ações, devemos levar em conta a correlação entre cada par de ações. O desvio padrão de um portfólio de três ações é assim dado por (usando a forma da covariância):

$$\sigma_P = \sqrt{w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + w_3^2 \sigma_3^2 + 2w_1 w_2 \sigma_{1,2} + 2w_1 w_3 \sigma_{1,3} + 2w_2 w_3 \sigma_{2,3}}$$

Obviamente, a expressão para o desvio padrão do portfólio ficará enfadonha para mais do que dois títulos. Portanto, quando mais do que dois títulos estiverem incluídos, a expressão é usualmente simplificada para:

$$\sigma_P = \sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_i w_j r_{i,j} \sigma_i \sigma_j}$$

ou, na forma equivalente de covariância:

²¹ Os pesos reais são 53,50% na Ação A e 46,50% na Ação B. Deixemos como exercício para você encontrar estes pesos usando o Solver.

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_i w_j \sigma_{i,j}}$$

As Equações (11-14) e (11-15), embora não exatamente simples, calculará o desvio padrão de um portfólio de qualquer número de títulos.

Para se evitar a entrada de fórmulas longas para o desvio padrão de um portfólio, incluímos várias macros. Cada macro (descrita no sumário para este capítulo) requer o peso de cada título e uma matriz variância/covariância, ou uma matriz de correlação e os desvios padrões individuais.

Sumário

Começamos este capítulo com a discussão do risco, e determinado que o risco é a grosso modo equivalente à probabilidade de uma perda. Quanto maior a probabilidade de uma perda, maior o risco. Encontramos também que podemos medir o risco de qualquer uma das várias maneiras, mas que o desvio padrão ou coeficiente de variação são os métodos geralmente preferidos.

O risco pode ser incorporado na análise de investimentos de capital de várias maneiras. Demonstramos que a análise da sensibilidade é um importante primeiro passo para identificar as variáveis que mais impactam o VPL. Uma vez identificadas, podemos focalizar nossos esforços em obter boas estimativas das variables. A seguir, podemos realizar a análise de cenário ou uma simulação Monte Carlo para entender melhor a incerteza envolvendo o VPL esperado.

Enquanto a simulação de Monte Carlo está começando a ser mais largamente usada, o principal método de incorporar o risco no orçamento de capital é a técnica da taxa de desconto ajustada ao risco. Esta técnica envolve a adição de prêmio ao WACC para levar em conta o risco investimento. Discutimos também o método equivalente-de-certeza (EC) method segundo o qual os fluxos de caixa mais arriscados são esvaziados de acordo com a função utilidade do tomador de decisão. Este método é superior ao RADR na teoria, mas é difícil de usar na prática.

Finalmente, introduzimos o conceito de diversificação. A diversificação envolve a formação de portfólios de investimentos arriscados de modo que a soma do risco dos investimentos individuais serão canceladas por outros investimentos cujos retornos são menores do que os perfeitamente correlacionados. A Diversificação funciona não apenas tão bem com projetos corporativos como com títulos.

Tabela 11 - 6
Funções Introduzidas neste Capítulo

Propósito	Função	Página
Calcula o valor esperado	FAME_EXPVALUE(VALOR,PROBABILIDADES)	
Calcula a variância da população	VARP(núm1,N núm2,...)	
Calcula a variância da amostra	VAR(núm1, núm2,...)	
Calcula a variância quando a distribuição de probabilidade for conhecida	FAME_VAR(VALORES,PROBABILIDADES)	
Calcula o desvio padrão de uma população	DESVPADP(núm1; núm 2;...)	
Calcula o desvio padrão de uma amostra	DESVPAD(núm1; núm2;...)	
Calcula o desvio padrão quando a distribuição de probabilidades for conhecida	FAME_STDDEV(VALORES;PROBABILIDADES)	

Tabela 11 - 7

Funções Introduzidas neste Capítulo (cont...)

Calcula o Coeficiente de Variação quando a Distribuição de Probabilidades for conhecida	FAME_CV(VALORES;PROBABILIDADES)	n/a
Calcula a Área sob uma Curva Normal Padrão	DIST.NORMP(Z)	
Conta os números num intervalo que seguem um critério específico	CONT.SE(intervalo;critérios)	
Calcula o Coeficiente de Correlação	CORREL(matriz1; matriz 2)	
Calcula a variância do portfólio	FAME_PORTVAR1(VARCOVMAT;PESOS)	
Calcula a variância do portfólio	FAME_PORTVAR2(CORRMAT;PESOS)	
Calcula o desvio padrão do portfólio	FAME_PORTSDEV1(VARCOVMAT;PESOS)	
Calcula o desvio padrão do portfólio	FAME_PORTSDEV2(CORRMAT;PESOS)	

* Todas as funções com nomes iniciados com **FAME_** são macros fornecidas na planilha FameFncs.xls.

Problemas

1. Trail Guides, Inc., atualmente está avaliando dois investimentos mutuamente exclusivos. Após fazer a análise de cenário e aplicar as probabilidades a cada cenário, eles determinaram que os investimentos têm as seguintes distribuições ao redor dos *VPLs* esperados:

Probabilidades	VPL _A	VPL _B
15%	\$-25.000	\$-15.000
20%	-5.000	0
30%	15.000	15.000
20%	35.000	30.000
15%	55.000	45.000

Vários membros da equipe administrativa sugeriram que o Projeto A deveria ser selecionado porque ele tem um *VPL* potencial maior. Outros membros sugeriram que o Projeto B parece ser mais conservativo e deverá ser selecionado. Eles perguntaram-lhe para resolver esta questão.

- Calcular o *VPL* esperado para ambos projetos. A questão pode ser resolvida com esta informação somente?
- Calcular a variância e o desvio padrão do *VPLs* para ambos os projetos. Qual projeto parece ser mais arriscado?
- Calcular o coeficiente de variação para ambos os projetos. Isto muda a sua opinião da Parte b?
- Qual projeto deverá ser aceito?

2. A *Salida Salt Company* está considerando participar de uma concorrência para fornecer ao departamento de auto-estrada pedras de sal para serem esparramadas nas estradas da região durante o inverno. O contrato garantirá um mínimo de 17.000 toneladas a cada ano, mas a quantidade real poderá ficar acima daquela quantidade se as condições justificarem. Os administradores acreditam que a quantidade real será em média 25.000 toneladas por ano. A empresa necessitará de um investimento inicial de \$1.500.000 em equipamentos de processamento para conseguir iniciar o projeto. O projeto durará cinco anos. O departamento de contabilidade estimou que os custos fixos

anuais serão de \$300.000 e que os custos variáveis deverão ser aproximadamente \$90 por tonelada do produto final. O novo equipamento será depreciado usando o método da linha reta para \$100.000 durante os cinco-anos de vida do projeto baseado numa estimativa do salvage value pelo departamento de engenharia. O departamento de marketing estima que o state will grant the contract at a selling price de \$130 por tonelada, de qualquer forma it may get some lower bids se o contrato for aberto para concorrentes competidores. O departamento de engenharia estima que o projeto precisará de um investimento inicial em capital de giro líquido de \$90.000. O custo médio ponderado de capital da empresa é estimado ser 12%, e a alíquota de imposto marginal é 35%.

- Monte uma planilha contendo todas as informações relevantes deste problema, e calcule o gasto inicial, fluxos de caixa após impostos anuais, e o fluxo de caixa terminal.
 - Calcular o payback period, payback period descontado, *VPL*, *TIR*, e *TIRM* deste projeto. O Projeto é aceitável?
 - If the state decidir abrir o projeto para concorrentes competidores, qual é o preço de proposta mais baixo que você pode entrar sem reduzir a riqueza dos acionistas? Explique porque sua resposta é correta.
 - Faça uma simulação de Monte Carlo para determinar o VPL esperado e o desvio padrão do VPL esperado. As variáveis incertas e suas distribuições de probabilidade estão dadas abaixo. Note que cada as unidades vendidas a cada ano são variáveis separadas na simulação.
3. A *Ormsbee Aviation, Inc.*, está considerando dois investimentos potenciais. Cada projeto custará \$60.000 e tem uma vida esperada de cinco anos. O CFO estimou as distribuições de probabilidade para cada fluxo de caixa do projeto como mostrado na tabela seguinte:

Fluxos de Caixa Potenciais		
Probabilidades	Projeto 1	Projeto 2
25%	\$15.000	\$14.000
50%	25.000	30.00
25%	35.000	46.000

O fluxo de caixa esperado será usado para cada um dos cinco anos de vida do projeto. A *Ormsbee Aviation* usa a técnica da taxa de desconto ajustada ao risco para determinar a conveniência dos investimentos potenciais. Como guia para determinar os prêmios de risco, o CFO colocou juntamente a seguinte tabela baseada nos coeficientes de variação.

Coefficiente de Variação	Prêmio de Risco
0,0	-2,00%
0,2	0,00%
0,3	2,00%
0,4	3,00%
0,5	4,00%

- Calcular os fluxos de caixa esperados, desvio padrão, e coeficiente de variação para cada projeto.
 - Se o custo médio ponderado capital da empresa para projetos de risco médio for 12%, qual é a taxa de desconto ajustada ao risco apropriada para cada projeto?
 - Usando a taxa de desconto apropriada, calcular o payback period, payback period descontado, *VPL*, *PI*, *TIR*, e o *TIRM* para cada projeto.
 - Se os projetos forem mutuamente exclusivos, qual deverá ser aceito? E se eles forem independentes?
4. Você está considerando um investimento no mercado de ações e identificou duas ações potenciais (*XYZ* e *ABC*) para comprar. Os retornos históricos para o cinco anos passados estão mostrados na tabela abaixo.

Ano	Retornos de XYZ	Retornos de ABC
2000	11%	25%
2001	15%	12%
2002	21%	19%
2003	9%	13%
2004	13%	8%

- Calcular retorno médio e o desvio padrão dos retornos para cada ação durante os cinco anos passados. Baseado nesta informação somente, qual ação você preferirá possuir? Todo mundo fará a mesma escolha?
- Calcular o coeficiente de correlação entre as duas ações. Parece que um portfolio consistindo de XYZ e ABC fornecerá uma boa diversificação?
- Calcular o retorno anual que teria sido conseguido se você possuísse um portfolio consistindo de 50% em XYZ e 50% em ABC durante os cinco anos passados.
- Calcular o retorno médio e o desvio padrão do retorno para o portfolio. Como o portfolio se compara com as ações individuais? Você preferiria o portfolio a possuir as ações somente?
- Crie um gráfico que mostre como o desvio padrão dos retornos do portfolio varia com os pesos das variações de XYZ.
- Usando o Solver, qual é o desvio padrão mínimo que poderia ser atingido combinando estas ações num portfolio? Quais são os exatos pesos das ações que resultam deste desvio padrão mínimo?

Exercício de Internet

- Escolha duas ações de diferentes indústrias que você pensa que teriam baixa correlação. Get the closing prices para cada mês durante os cinco anos passados para ambas as ações. To get os preços do Yahoo! Finance (<http://quote.yahoo.com>), siga o mesmo procedimento usado no Capítulo 8 para obter os dividendos, mas desta vez selecione – Mensalmente - ao invés de –Dividendos-. Download os dados para o seu disk drive e depois carregue os arquivos no Excel.
 - Calcular o retorno para ambas as ações a cada mês durante o período de cinco anos.
 - Calcular o retorno mensal médio e o desvio padrão do retorno mensal para cada ação. Usando somente esta informação, qual das duas ações você preferirá possuir neste período?
 - Calcular o coeficiente de correlação para os dois conjuntos de retornos. É tão baixo quanto você esperava?
 - Assumindo que o retorno histórico, os desvios padrões, e a correlação representem corretamente o futuro, calcular o retorno esperado e o desvio padrão de um portfolio consistindo de 50% investido em cada ação. Como se compara o portfolio com bases risco/retorno com as ações individuais?
 - Usando o Solver, encontre os pesos para cada ação que resultariam no mínimo desvio padrão do portfolio.