

COMO AVALIAR O RISCO DE UM PROJETO ATRAVÉS DA METODOLOGIA DE MONTE CARLO



- ✓ O que é risco?
- ✓ Quais são os tipos de riscos?
- ✓ Quais são os tipos de análises?
- ✓ Qual a principal função do Excel para gerar simulações aleatórias?
- ✓ O que é distribuição Normal para uma simulação de Monte Carlo?
- ✓ Qual a probabilidade da TIR ser maior que o Custo de Capital (CMPC) utilizando o método de Monte Carlo?

Afonso Celso B. Tobias (afonso@fcavalcante.com.br)

- Consultor da Cavalcante Consultores, responsável na área de treinamento e consultoria financeira.
- Administrador de Empresas e Contador pela Universidade Mackenzie.
- Atuou durante 10 anos como consultor financeiro pela Coopers & Lybrand nas áreas de Corporate Finance e Planejamento e Análise de Negócios e 3 anos como gerente de fusões e aquisições pelo Banco Real de Investimento e Banco Alfa de Investimento
- Mestrando pela Universidade Mackenzie em Administração de Empresas com ênfase em Gestão Econômico-financeira.
- Pós-graduado em Economia pela Universidade Mackenzie e Planejamento e Controle Empresarial pela Fundação Armando Álvares Penteado – FAAP.
- Professor de pós-graduação em Planejamento e Controle Empresarial e Administração Contábil e Financeira pela Fundação Armando Álvares Penteado – FAAP.

Roberto Aragão Ferreira (aragão@netfly.com.br)

- 15 anos atuando em Treinamentos para executivos e Consultorias para a área financeira, envolvendo questões pertinentes a finanças e sistemas computacionais.
- Diretor de Projetos e Consultor da empresa AUSA Informática, que atua nas seguintes áreas:
 - - Análise econômica e financeira de projetos de investimentos.
 - - Consultoria em Sistemas para a área de Finanças Corporativas.
 - - Desenvolvimento de Treinamentos personalizados para empresas.
 - - Consultoria em RH para elaboração de projetos de qualificação.
 - - Desenvolvimento e implantação de Planos de Metas.
- Engenheiro e Pós-graduado em finanças MBA, IBMEC-RJ.
- Professor das Instituições: IBMEC, ABAMEC, FGV e IBEF, com o Curso de Matemática Financeira Aplicada ao Excel e HP-12C.
- Professor do curso de viabilidade econômico-financeira de novos projetos de investimentos para a empresa pública FINEP.
- Professor nas empresas: FINEP, CVM, Banco do Brasil, CSN, Petrobrás Distribuidora, LIGHT, entre outras.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	3
2. COMO IDENTIFICAR FATORES DE RISCO.....	4
3. IDENTIFICANDO O NÍVEL DE RISCO ATRAVÉS DA SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO.....	6
4. CASO PRÁTICO: APROFUNDANDO DA SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO	11
4. SOLUÇÃO DO CASO PRÁTICO: APROFUNDANDO A SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO	12

1. Introdução

Quando analisamos determinados projetos, podemos identificar três tipos de riscos:

1. **Risco isolado de um projeto;**
2. **Risco da empresa;**
3. **Risco do mercado.**

Para este Up-to-date iremos nos concentrar quanto ao risco isolado de um projeto, já que este é considerado apenas como um ativo dentro da empresa.

Quanto às técnicas de medição do risco isolado de um projeto, podemos encontrar três formas básicas de análise:

1. **Análise de Sensibilidade** é a técnica que indica quando, por exemplo, o VPL mudará em resposta a determinada alteração em uma variável de entrada, enquanto outros fatores permanecem constantes.
2. **Análise de Cenário** é uma técnica de análise de risco que considera tanto a sensibilidade do VPL, por exemplo, nas mudanças das principais variáveis, quanto às prováveis faixas de valores das variáveis simuladas.
3. **Análise pela Simulação de Monte Carlo**, que junta a técnica da sensibilidade e demonstra por simulação, através das distribuições de probabilidades das variáveis que representam as entradas, a distribuição de probabilidades de um resultado final como, por exemplo, o VPL de um projeto. Desta forma é possível calcular o risco associando a um determinado valor esperado para o VPL..

Para nos concentrar melhor neste trabalho, vamos nos aprofundar neste terceiro item que é a Simulação de Monte Carlo fazendo um caso prático muito comum nos dias de hoje.

Este tipo simulação está cada vez mais sendo utilizado pelos consultores e executivos financeiros para determinar o risco de um dado projeto ou probabilidade de sucesso do mesmo.

Vejamos como tudo isto pode ser entendido e analisado.

2. Como identificar fatores de Risco

O que é Risco?

O Risco representa a variabilidade de um valor.

Todas as variáveis que possuem a possibilidade (probabilidade) de variar o seu resultado possuem Risco.

O tamanho do Risco é correspondente à amplitude da variação, ou intervalo total, que é a diferença entre o maior e o menor valor.

Matematicamente ou Estatisticamente esta variabilidade ou volatilidade pode ser medida pela Variância dos valores observados, e expressos em termos de probabilidades.

A análise da Variância pode ser utilizada para determinar o quanto as médias amostrais são próximas ou mesmo iguais.

Em termos práticos e de imediata interpretação, é recomendável utilizar o Desvio Padrão como “medidor” desta Variância, pois fornece o resultado com a mesma dimensão dos valores observados.

O Desvio Padrão é a raiz quadrada da variância, medindo a distância de cada ponto analisado e a média de todos os valores.

O Desvio Padrão mede o Risco.

Quanto maior o Desvio Padrão, maior o Risco, ou seja, a probabilidade de ocorrer valores menores ou maiores em relação ao valor Médio é do “tamanho” do Desvio Padrão.

Na figura abaixo podemos afirmar que temos 68% de certeza que um valor qualquer da TIR, estará no intervalo entre a Média mais 1(um) Desvio e a Média menos 1(um) Desvio.

Resumo:

- Temos 68,0% de certeza que $17,44\% < TIR < 31,28\%$.
- Temos 95,5% de certeza que $10,52\% < TIR < 38,19\%$.
- Temos 99,7% de certeza que $3,61\% < TIR < 45,11\%$.
- Temos 100% de certeza que $-3,31\% < TIR < 52,03\%$.

- A Probabilidade da TIR do Projeto, ser maior do que o Custo de Capital de 18,5% é de 80,2%.

Veja o gráfico a seguir:

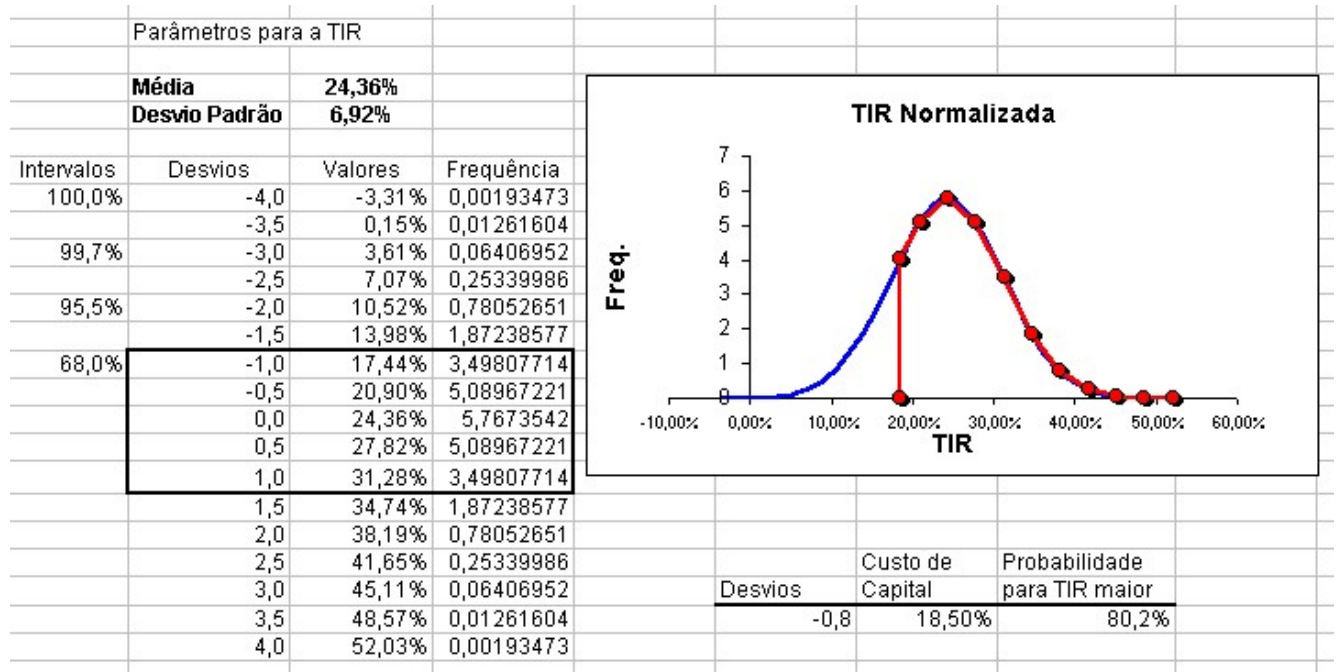


Figura 1: Distribuição de Frequência Normal

3. Identificando o nível de risco através da Simulação de Monte Carlo

O primeiro passo na Simulação de Monte Carlo é criar um modelo de computador que desenvolva os fluxos de caixa e como resultado gere técnicas de Orçamento de Capital como, por exemplo TIR (Taxa Interna de Retorno) ou VPL (Valor Presente Líquido).

A seguir o analista deve especificar a aleatoriedade de cada variável através das distribuições de probabilidades de cada incerteza como, por exemplo, o preço de venda e quantidade de vendas.

Nas diversas formas de distribuições contínuas, a distribuição Normal ou Gaussiana, permite aos analistas especificar a incerteza utilizando somente a média e o desvio-padrão, as distribuições Triangulares, são distribuições definidas por um limite mínimo, um mais provável e um limite máximo e as distribuições Uniformes, permitem especificar um valor mínimo e um valor máximo..

Uma vez especificadas as formas de distribuições, procede-se a simulação como segue:

O método de Monte Carlo utiliza números aleatórios para simular ocorrências ao acaso.

Portanto, para resolver problemas com o Método de Monte Carlo, precisamos de quatro coisas:

- As variáveis relevantes.
- Uma medida de eficácia.
- A distribuição de probabilidade de cada variável.
- Um conjunto de números aleatórios.

A primeira providência para se usar o método Monte Carlo é atribuir números aleatórios aos diversos valores possíveis de cada variável que ocorre ao acaso.

No Excel o algoritmo para gerar números aleatórios, segundo uma distribuição Uniforme, está na função ALEATORIOENTRE().

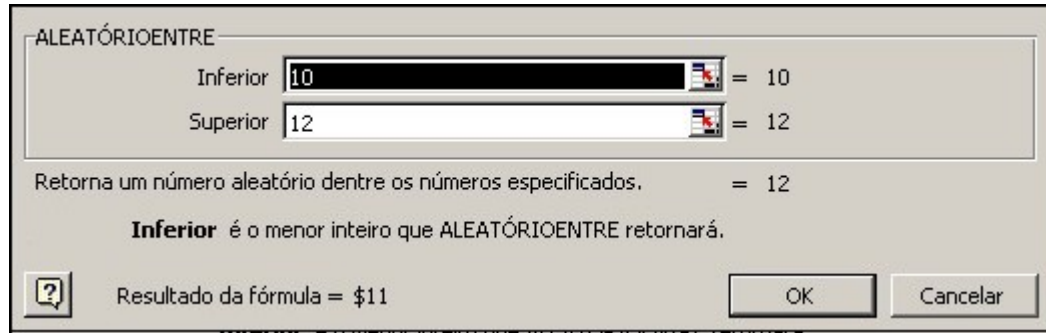


Figura 2: Função ALEATÓRIOENTRE(10;12)

A função ALEATÓRIOENTRE() gera números aleatórios no intervalo de valores dados e a curva de distribuição de frequência é uniforme ou seja, todos os números do intervalo têm a mesma probabilidade de ocorrer.

Os valores selecionados para cada variável incerta, junto com os valores dos dados fixos, como alíquotas de impostos, e despesas de depreciação, são usados pelo modelo para determinar o fluxo de caixa líquido de cada ano, e esses fluxos de caixa são, então, usados para determinar o VPL ou a TIR do projeto para esse processo específico no computador.

O passo seguinte seria simular esses resultados (da TIR ou VPL), digamos em 1.000 valores, para a TIR ou VPL, os quais são usados para definir uma distribuição, cuja forma poderá ser a Normal de probabilidade da TIR ou VPL.

Mas apenas por motivos didáticos iremos elaborar apenas 10 simulações neste nosso exemplo.

Pois então vamos agora elaborar a Simulação de Monte Carlo analisando passo-a-passo os seus componentes:

- **As variáveis relevantes:**

Como exemplo consideraremos o Fluxo de Caixa de um Projeto de Investimentos bem simples. As variáveis básicas serão o PREÇO DE VENDA e o VOLUME DE VENDAS, que irão variar de forma aleatória, obedecendo a uma distribuição Uniforme, pois como hipótese, estes dois eventos não possuem uma Distribuição de Frequência conhecida e/ou não possuem correlação como outra variável com distribuição de frequência determinada..

	A	B	C	D	E
1					
2					Valor Mínimo
3	Premissas Básicas	Preço de venda:			\$10
4		Custo variável:			\$6
5		Volume:			100
6		Resultado anual: (1-2)x3			\$400
7		Investimento:		\$1.500	
8		Custo de capital:		18,50%	

Figura 3: Premissas básicas

- **Uma medida de eficácia**

Utilizaremos o cálculo da TIR como medida de eficácia. Esta será comparada com a Taxa do Custo de Capital. Desta comparação calcularemos a probabilidade de ocorrerem TIR que superem o Custo de Capital, sugerindo assim a aceitação do Projeto.

- **A distribuição de probabilidade de cada variável.**

Neste exemplo não consideraremos a existência de outras variáveis e suas respectivas Distribuições de Freqüência.

Como exemplo para o Método de Monte Carlo, consideraremos como variáveis o Preço e o Volume de Vendas e, estas variáveis terão Distribuição Uniforme, ou seja, pode ocorrer qualquer valor para o Preço ou Vendas, sem nenhuma tendência central.

- **Um conjunto de números aleatórios**

Utilizaremos a Função Matemática do Excel: ALEATÓRIOENTRE() para gerar os números aleatórios com distribuição Uniforme, para os Preços e o Volume de Vendas.

F3		=ALEATÓRIOENTRE(10;12)					
	A	B	C	D	E	F	G
1							
2					Valor Mínimo	Simulação 2	Simulaç
3	Premissas Básicas	Preço de venda:			\$10	\$10	\$11
4		Custo variável:			\$6	\$6	\$6
5		Volume:			100	118	117
6		Resultado anual (2-3)x4			\$400	\$472	\$58
7		Investimento:		\$1.500			
8		Custo de capital:		18,50%			

Figura 4: Simulação Aleatória

- **Resultados**

Depois de elaborada a planilha com os Fluxos de Caixa considerando a geração aleatória dos valores para os Preços e os Volumes de Vendas, obtemos as Receitas anuais. As Receitas anuais combinadas com o valor do Investimento através da Função Financeira TIR(), produz a TIR para cada simulação.

Estatisticamente o que nos interessa é a Distribuição de Freqüência da TIR, para que possamos prever a Probabilidade de uma determinada TIR, ser maior do que a Taxa de Custo de Capital.

Distribuição da TIR

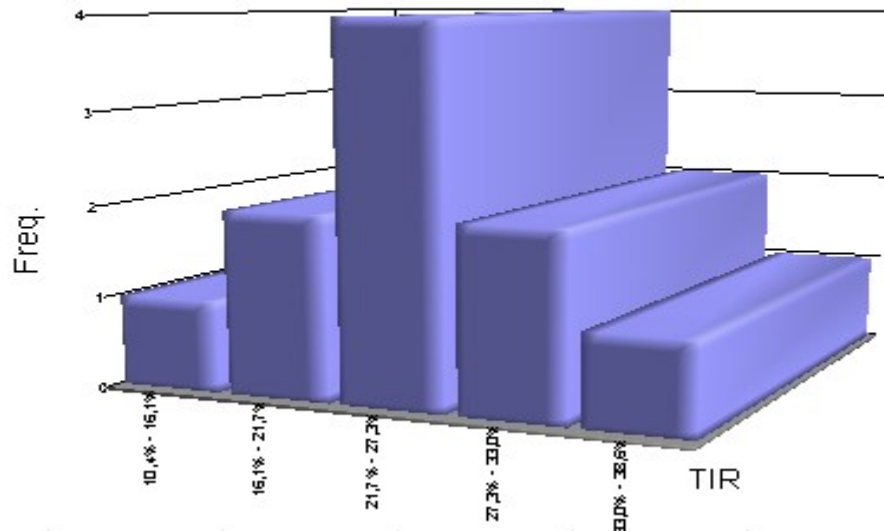


Figura 5: Histograma

O cálculo consistirá em contar quantas Classes estão acima ou abaixo de uma dada TIR, que terá como referência o valor do Custo de Capital.

20	Probabilidades associadas a TIR	Valor mínimo	10,42%	Classes	Contagem	Acumulado
21		Valor máximo	38,62%	10,4% - 16,1%	1	10%
22		Amplitude	28%	16,1% - 21,7%	2	30%
23		Intervalos	5	21,7% - 27,3%	4	70%
24		Amplitude	6%	27,3% - 33,0%	2	90%
25				33,0% - 38,6%	1	100%
26				Total	10	
27						
28		Custo de Capital:		Classes	Contagem	Acumulado
29				<= 18,5%	1	10%
30		A Probabilidade da TIR ser maior do que 18,5% é de 90%				
31						
32						

Figura 6: Probabilidade da TIR maior do Custo de Capital

Veja a planilha “Exemplo de Monte Carlo” do arquivo anexo para melhor entendimento deste exemplo.

Faça novas simulações simplesmente acionando a tecla F9 do seu computador.

Verifique o que acontece com os números e também com o gráfico a cada F9 (recalculo) pressionado

Como dissemos acima, utilizamos somente 10 simulação para efeito didático do nosso exemplo, mas é importante lembrar que o ideal é que esta simulação seja efetuada pelo maior número possível, no mínimo 1000, para que gere um volume de dados convincentes de que a distribuição dos valores possa ser adequadamente analisada.

4. Caso Prático: Aprofundando da Simulação de Monte Carlo

Para analisarmos agora com maior profundidade metodologia da Simulação de Monte Carlo, vamos efetuar algumas simulações no Fluxo de Caixa mais completo demonstrado na planilha CASO PRÁTICO do arquivo anexo.

Todas as células em azul ou vermelho são inputadas e podem ser simuladas de diversas formas.

Para simular o nosso PREÇO DE VENDA vamos calcular de forma aleatória uniforme, entre o maior valor e o menor valor histórico da empresa.

O mesmo procedimento deverá ser adotado para o VOLUME DE VENDAS.

Considere agora as seguintes premissas:

1. Custo de Capital Próprio (CCP) = 15%
2. Custo de Capital de Terceiros = 10%
3. Necessidade de Investimento Fixo = \$3.000 mil
4. % de Depreciação = 20% a.a.
5. % de Imposto de Renda = 34%
6. % de utilização de Capital Próprio 100%
7. % de utilização de Capital de Terceiros = 0%

Considerando os dados acima para uma simulação de Monte Carlo, siga os seguintes procedimentos:

1. Suponha um conjunto de 1000 simulações da TIR, por exemplo, para gerar um número expressivo de dados para a nossa análise.
2. Calcule a TIR Máxima
3. Calcule a TIR Mínima
4. Construa um Histograma dos valores da TIR para certificar-se que se trata de uma distribuição normal
5. Calcule a Probabilidade da TIR ser maior do que o Custo Médio Ponderado de Capital (CMPC),

4. Solução do Caso Prático: Aprofundando a Simulação de Monte Carlo

Para facilitar várias simulações no Caso Prático, utilizamos o recurso das macros do Excel, e assim agilizar os nossos cálculos e análises.

Para acionar a macro da simulação da TIR basta clicar no botão amarelo “Calcule”.

Aguarde alguns minutos até que a macro termine.

Acompanhe a evolução das simulações perante o crescimento da contagem de TIR's simuladas e demonstradas na célula K8.

Acompanhe também o crescimento das barras do gráfico até que a macro termine.

Veja agora como os valores foram distribuídos e qual a probabilidade da TIR ser maior que o CMPC.