

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEP. DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Trabalho de Formatura

Custo de Capital Próprio: o CAPM e o mercado
brasileiro

Juliano Meira Campos Arruda

Orientador: Prof. Mauro Halfeld

1999

FF 1999
arbae

Aos meus pais.

SUMÁRIO

Grande parte das receitas para a avaliação de investimento financeiros têm como um de seus ingredientes principais uma taxa de retorno esperado. Seja na construção de uma nova planta industrial ou na compra de um lote de ações da Petrobrás, a grande questão que deverá ser respondida pelo investidor é: qual a taxa de retorno esperado - custo de capital - que compensa o risco do investimento? E ainda, como fazer para obter essa taxa de maneira que ela seja a imagem refletida do risco do investimento considerado?

O presente trabalho procura avaliar a problemática em torno da obtenção de um custo de capital adequado, focando-se principalmente no Brasil e nos outros mercados emergentes.

AGRADECIMENTOS

Evitando a deselegância de não mencionar o nome dos muitos que certamente contribuíram para a construção deste trabalho, gostaria de agradecer, como se fosse a todos, à minha mãe Maristela; cuja paciência e apoio foram fundamentais para esta longa travessia. Muito obrigado.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 - TRABALHO DE FORMATURA

1.1 Considerações iniciais.....	1
1.2 Motivação.....	3
1.3 Algumas palavras sobre a Estrutura de Capital de Uma Companhia.....	4
1.4 Foco.....	7
1.5 Objetivos.....	8
1.6 Contribuição da dissertação.....	9
1.7 Estrutura da dissertação.....	9

CAPÍTULO 2 – CONCEITOS

2.1 Considerações iniciais.....	10
2.2 Risco.....	10
2.2.1 <i>Média Aritmética e Média Geométrica</i>	11
2.2.2 <i>Variância e Desvio-Padrão</i>	11
2.2.3 <i>Estimação</i>	12
2.2.4 <i>Volatilidade</i>	15
2.2.5 <i>Riscos Sistemático e Não-Sistemático</i>	17
2.3 Covariância e Correlação.....	18
2.4 Regressão Linear.....	19
2.5 Diversificação.....	22
2.6 Portfólios dominantes de Markowitz.....	25
2.7 Função Utilidade.....	28

CAPÍTULO 3 - MODELOS DE RISCO E RETORNO

3.1 Considerações iniciais.....	31
3.2 Capital Asset Pricing Model (CAPM).....	31
3.2.1 <i>A base do modelo CAPM</i>	31
3.2.2. <i>O coeficiente beta (β)</i>	32
3.2.3 <i>A linha de mercado de capitais</i>	34
3.2.4 <i>A hipótese de expectativas homogêneas</i>	36
3.2.5 <i>A carteira de mercado</i>	36
3.2.6 <i>A linha de mercado de títulos (SML)</i>	37
3.3 A Arbitrage Pricing Theory (APT).....	39
3.3.1 <i>Retorno esperado e surpresas</i>	41
3.3.2 <i>O modelo multifatorial</i>	42
3.3.3 <i>Carteira de mercado e fator único</i>	44
3.4 Comparações entre o CAPM e a APT.....	45
3.5 Considerações Finais.....	46

CAPÍTULO 4 – CRÍTICAS

4.1 Considerações iniciais.....	47
4.2 Os Estudos de Fama e French e Stein.....	49
4.3 Os Estudos de Damodaran.....	53
4.3.1 <i>O Beta</i>	53
4.3.2 <i>O prêmio de risco do mercado de ações</i>	64

Índice

CAPÍTULO 5 – ALTERNATIVAS

5.1 Considerações iniciais.....	77
5.2 Alternativa para o cálculo do Beta: método <i>BottomUp</i>	80
5.2.1. <i>Alavancagem financeira e beta</i>	81
5.2.2 <i>O Bottom Up</i>	86
5.3 Alternativa para o cálculo do Prêmio de Risco do Mercado de Ações.....	92
5.3.1 <i>Prêmio para um Mercado Maduro (PMM)</i>	93
5.3.2 <i>Prêmio para o Risco País (PRP)</i>	94
5.3.3 <i>Avaliação da exposição de cada Companhia / Projeto ao Risco País</i>	107
5.4 A Taxa Livre de Risco.....	111

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO

6.1 O Modelo Alternativo.....	113
6.2 Decisões de investimento.....	116
6.3 Limitações e Futuros Estudos.....	120
6.4 Considerações Finais.....	122
 BIBLIOGRAFIA.....	123

ANEXOS

I.1 Retornos Anuais.....	128
I.2 Betas das Indústrias.....	130

Capítulo 1

Trabalho de Formatura

1.1 Considerações iniciais

Os desejos e as necessidades do homem são insaciáveis diante da limitação dos fatores de produção que lhe são acessíveis, obrigando-o a realizar constantemente uma criteriosa seleção das necessidades que serão satisfeitas e a aproveitar da melhor maneira possível os recursos disponíveis – Albuquerque (1976). Partindo desse princípio, é possível afirmar que a lógica econômica que norteia a vida de indivíduos, empresas e nações é gerar riqueza a partir da escassez de recursos disponíveis, o que, em outras palavras, significa empregar da melhor forma possível os meios de produção para que os recursos escassos não sejam desperdiçados. Portanto, em qualquer análise de investimentos feita pelo engenheiro de produção, é vital que este tenha um melhor conhecimento do risco, de forma que seja evitada a sua inviabilidade econômica. Caso contrário, investir em um projeto cujo risco esteja além daquele aceitável significa admitir uma alta probabilidade de desperdício de recursos. Neste contexto, os modelos recentes, que relacionam retorno e risco, são importantes ferramentas na análise de investimentos.

Dentre tais modelos, aqueles atualmente mais utilizados para a identificação de criação ou não de valor pela empresa são o Fluxo de Caixa Livre Descontado (FCLD) e o Lucro Econômico. Embora chegue ao mesmo resultado que o FCDL, o modelo de Lucro Econômico, também conhecido por EVA (*Economic Value Added*) tem a vantagem de permitir uma avaliação mais adequada do desempenho da empresa ano a ano. O conceito de EVA, popularizado pela empresa de consultoria *Stern Stewart Management Services*, apenas estende para a avaliação de desempenho o imperativo de obter retornos superiores ao custo de capital. O *appeal* dessa abordagem é a possibilidade de integrar três funções administrativas importantes, que são o orçamento de capital, a avaliação de desempenho e a remuneração e, com isso, orientar a atuação da Administração.

Uma consequência adicional do foco na criação de valor é forçar a empresa a desenvolver uma visão de longo prazo, pois a avaliação de uma estratégia corporativa requer que sejam feitas previsões sobre os fluxos de caixa futuros associados a essa estratégia. Assim, o Fluxo de Caixa Livre Descontado e, por consequência, o custo de capital próprio, são conceitos integrados às formulações estratégicas da empresa, influenciando o seu alinhamento em torno de suas *core competencies*. Ademais, o custo de capital orienta a tomada de decisão pois, embora sejam o crescimento e o retorno sobre o capital investido os responsáveis pela criação de valor, o crescimento só agrupa valor quando esse retorno é superior ao custo de capital.

Além disso, é importante considerar que sempre que uma empresa dispõe de fundos excedentes, pode fazer uma de duas coisas. De um lado, pode distribuir o dinheiro imediatamente em forma de dividendos. Por outro lado, pode aplicar o excedente de fundos num projeto, e depois distribuir todo o resultado do projeto como dividendo. Que procedimento preferiria o acionista? Se o acionista pudesse reaplicar o dividendo num ativo financeiro (ação ou obrigações) com o mesmo risco do projeto, os acionistas desejariam que fosse escolhida a alternativa que possibilitasse maior retorno. Em outras palavras, o projeto só deveria ser realizado se seu retorno esperado fosse superior ao de um ativo financeiro que possuísse risco comparável. Segundo Ross (1998), Stein (1996), Damodaran (1999,d) e diversos outros autores, toda esta discussão conduz a uma regra de orçamento de capital muito simples: a taxa de desconto de um projeto deve ser o retorno esperado de um ativo financeiro de mesmo risco. Do ponto de vista da empresa, o retorno esperado é o custo de capital próprio. A importância dos chamados modelos de risco e retorno fica então evidente, um vez que eles fornecem uma metodologia razoavelmente simples e direta para a determinação deste custo de capital próprio. Tais modelos, suas características e limitações (principalmente na perspectiva do mercado brasileiro), são a razão deste trabalho de formatura.

1.2 Motivação

Para caracterizar melhor a maneira pela qual as análises de investimento são realizadas, bem como a influência do custo de capital próprio no resultado destas análises, suponha-se, por exemplo, uma empresa multinacional, atuando no setor automotivo, que se depare com a possibilidade de construir uma nova planta para a produção de faróis para a sua linha de carros populares. Depois de realizar um estudo detalhado sobre os processos de produção que serão utilizados na nova fábrica, a estrutura do mercado, as possibilidades de comercialização dos novos produtos, a demanda existente para os faróis, a estrutura da concorrência, entre outros, o engenheiro de produção responsável pela análise do projeto montou o seguinte fluxo de caixa¹:

Ano	Fluxo de Caixa (\$)
0	-3500
1	-2500
2	500
3	1000
4	1500
5	1500
6	2000
7	2000
8	2000
9	2000
10	2000

Tabela 1.1 – Fluxo de caixa
Elaborado pelo autor

Uma vez projetadas as saídas e entradas de capital, a pergunta que surge naturalmente é a seguinte: qual a taxa de desconto que o engenheiro de produção deverá

¹ Neste exemplo, como ao longo de toda a dissertação, os valores de taxas, índices, cotações e fluxos de caixa serão apresentados em dólares.

utilizar para trazer este fluxo de caixa à valor presente e verificar a viabilidade econômica do investimento?

Por ser multinacional a empresa em questão, a taxa de retorno deverá ser expressa em dólares. Em pesquisa realizada junto à várias instituições financeiras, o engenheiro descobriu que a taxa média cobrada pelos bancos do tomador final de recursos estava por volta de 35%. Descontando a variação cambial projetada no período, obtida através dos *swaps* de 1 ano de dólar contra CDIs negociados na Bolsa de Mercadorias e Futuros, chegou a uma taxa em dólares de aproximadamente 25%. Descontando-se o fluxo de caixa apresentado na tabela 1.1 a valor presente, tem-se :

$$VP = -1800$$

Uma outra possibilidade seria utilizar o custo de financiamento de empresas semelhantes no mercado internacional, que no período da análises giravam em torno de 15%. Descontando-se novamente o fluxo de caixa chega-se ao seguinte:

$$VP = 298$$

Qual seria então a alternativa correta? Será que o projeto deve ser aceito ou rejeitado? Qual o método indicado para obter o custo de capital próprio de uma empresa?

Considerações a respeito destas questões, e possíveis respostas, encontram-se ao longo dos capítulo que seguem.

1.3 Algumas palavras sobre a Estrutura de Capital de uma Companhia

O termo capital é utilizado para denominar os componentes da estrutura de capital de uma entidade qualquer. Segundo Pratt (1998), os componentes primários da estrutura de capital de uma empresa incluem:

- débitos a longo prazo;
- ações preferenciais (ações ou interesses sociais com preferência, tais como privilégio no recebimento de dividendos ou procedimentos de liquidação);
- ações ordinárias (ações ou interesses sociais do nível mais baixo ou residual da estrutura de capital).

A divisão apresentada acima nada mais é do que uma segregação simplória do capital, podendo naturalmente haver mais de uma subcategoria em qualquer das categorias de capital acima mencionadas. Também é possível encontrar formas conexas de capital, tais como garantias (*warrants*) ou opções. Cada componente da estrutura de capital de uma instituição tem seu custo único, dependendo primeiramente de seu respectivo risco.

Reconhecendo que o custo do capital aplica-se tanto aos investimentos de débito quanto àqueles de capital próprio (ações), Copeland et al. apud Pratt (1998) afirma: *tanto credores quanto acionistas esperam ser compensados pelo custo de oportunidade de investir seus fundos em um negócio específico ao invés de outros de risco equivalente.*

A citação a seguir explica como o custo de capital pode ser visto por três perspectivas diferentes:

O custo de capital (às vezes chamado de taxa de retorno esperada ou requerida, ou taxa de desconto) pode ser visto de três diferentes perspectivas. Quanto ao lado ativo do balanço de uma firma, é a taxa de desconto que deveria ser usada para trazer o valor futuro do fluxo de caixa gerado por estes ativos a um valor presente. Quanto ao passivo, é o custo econômico para a firma para atrair e reter capital num meio competitivo, onde investidores (fornecedores de capital) analisam e compararam cuidadosamente todas as oportunidades de produzir retorno num investimento. Quanto ao investidor, é o retorno que se espera e se requer de seu investimento, tanto na dívida quanto no patrimônio de uma empresa. Embora cada

uma destas perspectivas possa visualizar o custo de capital diferentemente, todas estão visualizando o mesmo número²

É importante fazer distinção entre o custo de capital global da empresa e seu custo de capital próprio. O custo de capital global deve ser entendido como uma média do custo das dívidas e do capital próprio da empresa, normalmente designado por WACC – *weighted average cost of capital*. A obtenção do custo das dívidas da empresa constitui-se em tarefa razoavelmente simples, uma vez que este pode ser diretamente observado no mercado. Por outro lado, a determinação do custo de capital próprio é bem mais complicada e, via de regra, exige o emprego dos modelos de risco e retorno.

Quando uma empresa usa o custo de capital para analisar a viabilidade de um investimento ou projeto, ela freqüentemente se reporta ao custo de capital como a “taxa de corte” (*hurdle rate*). Por taxa de corte entende-se a taxa de retorno mínima que os administradores desta empresa (em nome dos acionistas) estariam dispostos a aceitar para justificar o investimento. A “taxa de corte” para qualquer investimento em perspectiva deve estar portanto à altura, acima ou abaixo do custo de capital global da empresa, dependendo do grau de risco do investimento. Assim, todo investimento cuja taxa de corte for superior ao custo de capital global da empresa deve ser aceito e encarado como uma oportunidade de criação de riqueza.

A questão da análise de projetos e investimentos está constantemente associada ao estudo de fluxos de caixa. De uma maneira bastante simples, as receitas futuras obtidas a partir de um investimento particular são projetadas e descontadas à valor presente a uma determinada taxa. Esta taxa nada mais é do que o retorno percentual que iguala a renda econômica esperada ao valor presente. A taxa de retorno esperada nesse contexto é chamada de “taxa de desconto”. Uma taxa de desconto reflete o valor temporal do dinheiro e do risco, e portanto representa o custo de capital. Os termos “taxa de desconto”, “custo de capital”, e “taxa de retorno requerida” são freqüentemente usados alternadamente.

² Stocks, Bonds, Bills and Inflation 1997 Yearbook (Chicago: Ibbotson Associates, 1997), 143.

Segundo Pratt (1998), é possível resumir as características chaves do custo de capital da seguinte forma:

- ele é impulsionado pelo mercado. É a taxa de retorno esperada que o mercado requer para aplicar capital em um investimento;
- ele é uma função do investimento, e não do investidor;
- ele é baseado em expectativa, isto é, em retornos esperados;
- a base contra a qual o custo de capital é medido é o valor de mercado, e não o valor contábil;
- ele é normalmente medido em termos nominais, isto é, incluindo a inflação esperada;
- ele é a ligação, chamada taxa de desconto, que iguala os retornos futuros esperados para a vida do investimento ao valor presente do investimento numa data específica.

1.4 Foco

Até meados das décadas de 50 e 60 deste século, a avaliação de risco x retorno dentro do universo das empresas, e a obtenção de seus custos de capital, era tida como uma tarefa complexa que dependia necessariamente de uma análise completa do tipo de negócio de cada empresa, incluindo sua saúde financeira, seus competidores no mercado, sua política de distribuição de dividendos, sua estrutura de capital etc. Com a Moderna Teoria de Portfólio proposta por Markowitz (1952), introduziu-se a estatística para avaliar o valor de diferentes instrumentos financeiros, principalmente as ações e dívidas emitidas pelas empresas. Através da análise da média, do desvio padrão e das correlações entre os diversos ativos existentes na economia, tornou-se mais simples relacionar risco e retorno de uma carteira composta por diversos destes ativos. De uma certa forma, a Teoria de Portfólio forneceu a base para que cada investidor pudesse avaliar o risco de aplicar seus recursos nas ações de uma determinada empresa (por exemplo) sem ter necessariamente que realizar uma análise profunda de seus

fundamentos. Alguns anos após a divulgação dos estudos de Markowitz, Sharpe (1964) apresentou aquele que iria se tornar um dos mais famosos e discutidos modelos matemáticos no mundo das finanças: o *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) – um modelo que relaciona a taxa de retorno esperada de um ativo ou carteira de ativos com seu risco, amplamente utilizado até os dias de hoje na determinação do custo de capital próprio (*cost of equity*) das empresas. Nos anos seguintes, diversos outros modelos de risco e retorno surgiram a partir do CAPM, com destaque para a *Arbitrage Pricing Theory* (APT), desenvolvida por Stephen Ross. Muito discutidos e criticados, estes modelos vêm sendo objetos de estudo desde a sua apresentação, principalmente o CAPM, provavelmente por ser ele o mais antigo e difundido dentre eles. O foco do presente trabalho estará voltado para alguns dos problemas inerentes a estes modelos, principalmente no que diz respeito a sua aplicabilidade em países como o Brasil. Serão apresentadas críticas feitas por diversos pesquisadores e algumas das soluções propostas para a melhor utilização destas ferramentas tão úteis para a tomada de decisões de orçamento de capital.

1.5 Objetivos

Esta dissertação tem como primeiro objetivo reunir a literatura sobre os alguns dos modelos que relacionam risco e retorno esperado, - principalmente sobre o CAPM-, tornando-a acessível para sua utilização nas análises de investimento no Brasil. Também é objetivo da dissertação apresentar as críticas e soluções feitas por diversos pesquisadores no que diz respeito a aplicação prática destes modelos. Finalmente, pretende-se chegar a uma conclusão quanto à maneira mais indicada para a utilização desses modelos no contexto do mercado de capitais brasileiro (e de outros países emergentes).

1.6 Contribuição da dissertação

A contribuição pretendida por esta dissertação é tentar reunir as informações e pesquisas realizadas por diversos pesquisadores sobre os modelos de risco e retorno, em particular sobre o mais antigo e difundido deles: o CAPM. Além disso, busca-se a construção de uma material de fácil consulta para a aqueles que desejem utilizar de maneira adequada o modelo em países como o Brasil, que conforme será verificado mais adiante, têm características que literalmente inviabilizam por completo a utilização do CAPM da forma como foi originalmente apresentado.

1.7 Estrutura da dissertação

Esta dissertação está dividida em seis capítulos que estão relacionados a seguir:

- No capítulo 1 é feita a introdução do trabalho. Apresentam-se as considerações iniciais, as justificativas da escolha do tema, os objetivos, a contribuição e a estrutura da dissertação;
- No capítulo 2 é apresentado uma revisão de conceitos básicos, importantes para a correta compreensão do conteúdo apresentado nos capítulos subsequentes;
- No capítulo 3, apresenta-se uma revisão bibliográfica do *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) e da *Arbitrage Pricing Theory* (APT). Neste capítulo são destacadas também algumas diferenças e semelhanças entre os dois modelos, como também algumas vantagens e desvantagens na sua utilização;
- No capítulo 4, são apresentadas algumas críticas ao uso do CAPM, principalmente no contexto do mercado brasileiro;
- O capítulo 5 é análogo ao seu predecessor, com a diferença de que nele são apresentadas as soluções para a correta utilização do CAPM em países como o Brasil;
- A conclusão do trabalho e as sugestões para estudos futuros são apresentados no capítulo 6.

CAPÍTULO 2

CONCEITOS BÁSICOS

2.1 Considerações iniciais

Neste capítulo pretende-se fazer uma revisão de alguns tópicos que serão importantes para a compreensão correta dos conceitos apresentados no restante desta dissertação. Os tópicos a seguir apresentados não têm necessariamente relação uns com os outros. Ao longo do estudo serão feitas referências a esses tópicos, não devendo o leitor hesitar em retornar algumas páginas caso necessite retomar o conceito, ou relembrar algum aspecto importante à ele relacionado.

2.2 Risco

Provavelmente, a definição de risco mais aceita no contexto da avaliação de investimentos é a que diz que o risco é o grau de certeza (ou incerteza) da realização de retornos esperados, tanto no que diz respeito ao valor desse retorno quanto ao período de tempo decorrido até a sua realização efetiva. Segundo Pratt (1998), uma abordagem mais técnica definiria o retorno esperado como o valor esperado médio da distribuição de probabilidade de todos os retornos possíveis para um determinado período de tempo. Uma vez definido o risco em termos da distribuição dos retornos efetivos em relação aos retornos esperados, é necessário estabelecer uma medida para esse *spread* entre retornos esperado e efetivo. Esta diferença é capturada pela variância ou desvio padrão da distribuição: quanto maior a variância (desvio-padrão), maior o risco. A seguir serão brevemente apresentadas algumas estatísticas e conceitos freqüentemente utilizados ao longo do presente trabalho e que estão diretamente associadas ao conceito de risco.

2.2.1 Média Aritmética e Média Geométrica

Segundo Costa Neto (1977), sendo x_i ($i=1,2,3,\dots,n$) um conjunto de dados qualquer, sua média aritmética por:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.1)$$

Para o mesmo conjunto de dados, a média geométrica é definida por:

$$\bar{x}_g = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n} \quad (2.2)$$

Ambas estas medidas são indicadoras da tendência central da distribuição de freqüências, e por isso são chamadas de medidas de posição.

2.2.2 Variância e Desvio-Padrão

É bastante comum, quando se estuda um conjunto qualquer de dados, que a informação fornecida pelas medidas de posição (pela média em particular) precise ser complementada pelas chamadas medidas de dispersão. Nas palavras de Costa Neto (1977), estas servem para indicar o quanto os dados se apresentam dispersos em torno da região central. Caracterizam, portanto, o grau de variação existente no conjunto de valores. As medidas de dispersão importantes para a dissertação são a variância e o desvio-padrão.

A variância de um conjunto de dados é, por definição, a média dos quadrados das diferenças dos valores em relação à sua média, isto é:

$$s^2(x) = s_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} \quad (2.3)$$

Define-se desvio-padrão como a raiz quadrada positiva da variância. O cálculo do desvio padrão é feito através da variância, e a sua principal vantagem é que se expressa na mesma unidade da variável sendo, por isso, de maior interesse que a variância nas aplicações práticas - Costa Neto (1977). Assim, a fórmula para o cálculo do desvio padrão fica sendo:

$$s(x) = \sqrt{s_x^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (2.4)$$

É importante lembrar que tanto $S_{(X)}$ quanto \bar{x} são estimativas do desvio padrão e da média de uma determinada população, calculados através de um conjunto de dados (amostra). Normalmente, quando se faz referência aos parâmetros populacionais média e desvio-padrão utiliza-se a letra μ para a média e σ para o desvio padrão.

2.2.3 Estimação

Quando se determina a média de uma população tomando como base uma amostra, é importante estabelecer o quão próxima esta estimativa da média (\bar{x}) está da média real da população (μ). Normalmente, a maneira utilizada para avaliar a precisão do valor obtido depende do conhecimento que se tem do desvio padrão da população: se é conhecido ou se deve ser estimado com base nos dados amostrais. No primeiro caso, em que se conhece o desvio padrão da população (o que não é muito comum), o intervalo de precisão da média pode ser escrito da seguinte forma:

$$\mu = \bar{x} \pm z \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \quad (2.5)$$

onde:

- μ é a média da população;
- \bar{x} é a média amostral;

- z é a variável normal padronizada, associada ao intervalo de confiança desejado;
- σ_x é o desvio padrão da população;
- n é o tamanho da amostra;

A equação 2.5 estabelece portanto um intervalo de confiança cujo centro é a média amostral. Vale frisar que a estimativa intervalar da média populacional baseia-se na hipótese de que a distribuição amostral das médias amostrais (\bar{x}) é normal. Para grandes amostras isto não apresenta dificuldade especial, pois se aplica o Teorema do Limite Central. Todavia, conforme afirmam diversos autores especialistas no assunto, para amostras de 30 ou menos observações, é importante saber que a população submetida à amostragem tem distribuição normal; de outra forma, o uso destas técnicas fica prejudicado.

Chama-se de *erro da estimação* o desvio (diferença) entre a média amostral e a verdadeira média da população. Como o intervalo de confiança tem seu centro na média amostral, o erro máximo possível é igual à amplitude do intervalo. O erro pode ser definido portanto como na equação 2.6:

$$e = z \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \quad (2.6)$$

A equação 2.6 revela que há três fatores determinantes na dimensão desse erro:

- intervalo de confiança, representado pela variável z ;
- desvio populacional σ_x ;
- tamanho da amostra n

Isto significa que, quanto maior for o intervalo de confiança desejado ou o desvio populacional, maior o erro potencial. O tamanho da amostra, por estar no denominador, tem o efeito inverso (maiores amostras, menor erro).

A segunda maneira de estimar o erro associado ao cálculo da média assume que o desvio padrão da população σ_x não é conhecido. Nesta situação, diversos autores

afirmam que deve ser usado o desvio padrão da amostra como estimativa para o desvio padrão da população, substituindo-se, portanto, σ_x por S_x nas equações 2.5 e 2.6. Tal substituição não traz maiores implicações quando o tamanho da amostra é superior à 30. Porém, nas situações em que isto não ocorre é preciso usar a variável t de Student, ao invés da variável normal padronizada z. Segundo Costa Neto (1977), quando esse é o caso, o intervalo de confiança seria escrito conforme a equação 2.7 a seguir:

$$\mu = \bar{x} \pm t_{n-1} \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \quad (2.7)$$

onde:

- t é a variável t de Student;
- n - 1 é o número de graus de liberdade da estatística S (n continua sendo o número de elementos da amostra).

Via de regra, a variável t de Student (como a normal padronizada z) pode ser facilmente obtida em tabelas contidas em diversas publicações especializadas, bastando-se para tanto conhecer o tamanho da amostra e o nível de confiança escolhido. A tabela 2.1 mostra os valores da variável t para determinados tamanhos de amostras e graus de liberdade. O intervalo de confiança utilizado foi de 95%.

Tamanho da Amostra	Graus de Liberdade	Valor de t
8	7	2,365
13	12	2,179
23	22	2,074
28	27	2,052

Tabela 2.1 – Valores de t para 95% de confiança
Adaptada de Stevenson (1986)

Se, por exemplo, for considerada uma amostra de oito elementos, extraída de uma população com distribuição normal, cuja média $x = 8,20$ e desvio padrão $S_x = 0,40$, o intervalo de confiança (95%) para a média dessa população seria determinado da forma que segue:

$$e = t \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 2,365 \frac{0,40}{\sqrt{8}} = 0,335 \quad (2.8)$$

resultando no seguinte intervalo de confiança:

$$\mu = 8,20 \pm 0,335$$

Esse intervalo indica que existe uma probabilidade de 95% de que a média populacional (μ) esteja entre 7,865 e 8,535.

2.2.4 Volatilidade

O conceito de volatilidade vem sendo bastante discutido nos últimos tempos, principalmente após a introdução do modelo de precificação de opções desenvolvido por Black e Sholes em 1976. De uma maneira ampla, a volatilidade de um ativo qualquer pode ser definida como o grau de flutuação do preço deste ativo ao longo do tempo. Segundo Araújo (1996), a volatilidade associada ao preço de uma mercadoria é nada mais nada menos que a variação de preço referente a um desvio-padrão da média, expresso em porcentagem, por um período de tempo predeterminado. Dentre as diversas formas de estimar a volatilidade futura de um contrato (ou ativo), duas se destacam: a volatilidade implícita e a volatilidade histórica.

A volatilidade implícita é um número que necessariamente está associado à teoria e aos modelos de precificação de opções. De uma maneira simplória, a volatilidade implícita é aquela que, imputada em um modelo de precificação de opções, faz com que o prêmio originado por seu cálculo seja igual àquele que está sendo correntemente negociado no mercado. Sua importância reside no fato de que ela descreve a expectativa do mercado a respeito da volatilidade de um ativo qualquer, num determinado ponto no tempo, isto é, sem fazer uso de dados históricos.

Outro importante tipo de volatilidade é a chamada volatilidade histórica, definida como o desvio padrão de uma série de preços medidos em intervalos regulares.

Pode-se definir tais variações de preços de forma percentual ou logarítmica. Na forma percentual tem-se:

$$x_i = \frac{P_{i+1} - P_i}{P_i} \quad (2.9)$$

Na forma logarítmica tem-se:

$$x_i = \ln\left(\frac{P_{i+1} - P_i}{P_i}\right) \quad (2.10)$$

onde:

- P_i - preço ao fim de cada intervalo I
- $\ln(\dots)$ – logaritmo neperiano

A forma logarítmica é geralmente preferida, pois considera que o preço do objeto varia continuamente. Para obter o desvio-padrão anual da série, há que se multiplicar o resultado obtido pelo número de períodos da série estudada, que perfazem um ano. Um desvio padrão baseado numa série mensal, por exemplo, deverá ser multiplicado por $\sqrt{12}$, um desvio baseado numa série semanal por $\sqrt{52}$ e um desvio baseado numa série diária por $\sqrt{252}$ (admitindo que um ano tem 252 dias úteis).

Calcular as variações pelos sistemas percentual ou logarítmico significa, no primeiro caso, presumir que os preços mudam em intervalos de tempo finitos e regulares; no segundo caso, que as mudanças ocorrem continuamente. O segundo método parece mais apropriado pois, de fato, os preços mudam de forma contínua.

Considere-se a tabela abaixo, adaptada de Araújo (1996). A tabela expõe as variações logarítmicas e as medidas semanais do preço do ativo ouro, constituindo o cálculo da sua volatilidade semanal, tomando como base 10 observações, cada uma referente a uma determinada semana:

Semana	Preço do Ativo \$	LN (pn / pn-1)	Média	Desvio	Desvio Quadrado
0	1,018	*	*	*	*
1	1,050	0,0310	0,0564	-0,0255	0,0006
2	1,129	0,0725	0,0564	0,0161	0,0003
3	1,194	0,0560	0,0564	-0,0005	0,0000
4	1,260	0,0538	0,0564	-0,0026	0,0000
5	1,276	0,0126	0,0564	-0,0438	0,0019
6	1,365	0,0674	0,0564	0,0110	0,0001
7	1,441	0,0542	0,0564	-0,0023	0,0000
8	1,565	0,0825	0,0564	0,0261	0,0007
9	1,693	0,0786	0,0564	0,0222	0,0005
10	1,790	0,0557	0,0564	-0,0007	0,0000
Soma		0,5644			0,0041

Tabela 2.2 Cálculo da Volatilidade

Elaborada pelo autor

Empregando a equação 2.4 para os dados apresentados na tabela 2.2 é possível obter o desvio-padrão dos retornos:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{9} \times 0,0041} = 0,0214 \quad (2.11)$$

Este número indica que a volatilidade semanal para o ativo ouro está estimada em 2,14%. Caso seja necessário determinar a volatilidade anual, sabendo que no ano há 52 semanas, é preciso multiplicar a volatilidade semanal pela raiz quadrada de 52:

$$V_{anual} = \sigma \times \sqrt{52} = 0,155 \quad (2.12)$$

Portanto, a volatilidade anual estimada para o ativo ouro, utilizando os dados apresentados na tabela 2.2, é de 15,5%.

2.2.5 Riscos Sistemático e Não-Sistemático

O risco total de uma carteira de ativos é composto dos riscos sistemáticos e não sistemáticos dos ativos que a compõem, conforme a equação 2.13. Portanto, é preciso

entender e diferenciar cada um destes riscos, conforme são vistos pelos vários autores que deles se utilizam na apresentação dos modelos CAPM e APT.

$$\text{Risco total da carteira} = \text{risco não sistemático} + \text{risco sistemático} \quad (2.13)$$

Definições:

Risco não sistemático é aquele relacionado a eventos aleatórios que afetam um único ativo ou um pequeno grupo de ativos. É também chamado de específico ou idiosincrático por ser peculiar a determinada empresa, projeto ou pequenos grupos destes.

Risco sistemático é aquele que afeta grande número de ativos em maior ou menor grau. É também chamado de risco de mercado ou risco comum, pois está relacionado a eventos que podem afetar toda a economia de um país ou mesmo a economia mundial.

Ross (1998) alerta que a distinção entre os tipos de risco não é precisa, mas bastante sutil e que na prática isso torna-se irrelevante, uma vez que os tipos de risco são identificados e diferenciados tão logo se apresentam.

2.3 Covariância e Correlação

Existem diversas medidas estatísticas que podem ser utilizadas para analisar o comportamento de duas séries de dados. As duas medidas mais utilizadas para tanto são a covariância e a correlação. Definindo-se duas séries de dados, A(A₁, A₂,...) e B(B₁, B₂,...), a covariância é simplesmente uma medida não normalizada que avalia o comportamento desses dados (uma série em relação a outra) ao longo do tempo. Define-se:

$$\text{Covariância} = \sigma_{A,B} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{(A_i - \mu_A)(B_i - \mu_B)}{n} \quad (2.14)$$

O sinal da covariância indica o tipo de relação existente entre as duas variáveis. Um sinal positivo indica que elas se movem juntas ao longo do tempo, e um sinal negativo que se movem em direções opostas. Apesar de a covariância crescer quando aumenta a intensidade da relação entre as duas variáveis, é bastante difícil chegar a alguma conclusão através dela, uma vez que se trata de uma medida não normalizada. Em geral, é mais conveniente utilizar o chamado coeficiente de correlação de Pearson, ou simplesmente a correlação:

$$\text{Correlação} = \rho_{A,B} = \sigma_{A,B} / \sigma_A \sigma_B = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (A_i - \mu_A)(B_i - \mu_B)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{i=n} (A_i - \mu_A)^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^{i=n} (B_i - \mu_B)^2}} \quad (2.15)$$

onde:

- σ_A e σ_B são os desvios das variáveis A e B na amostra;
- μ_A e μ_B são as médias das variáveis na amostra.

A correlação é preferida em relação à covariância pois tem as propriedades de ser adimensional e de variar entre -1 e +1, o que não ocorria com a covariância. A vantagem de ser adimensional reside no fato de seu valor não ser afetado pelas unidades adotadas. Desta forma, um coeficiente de correlação igual a -1 corresponde à correlação linear negativa perfeita, o de +1 à correlação linear positiva perfeita e a interpretação do significado de valores intermediários torna-se praticamente intuitiva.

2.4 Regressão Linear

A regressão linear simples constitui uma tentativa de estabelecer uma equação matemática linear (linha reta) que descreva o relacionamento entre duas variáveis. A realização de uma regressão linear fornece uma equação do tipo:

$$y = a + bx \quad (2.16)$$

onde:

- a é a cota da reta em $x=0$, também chamado de intercepto;
- b é o coeficiente angular;
- x é a variável independente;
- y é a variável dependente.

Da mesma forma que na correlação, os dados para a análise de regressão provêm de observação de variáveis emparelhadas. No caso de duas variáveis, isto significa que cada observação origina dois valores, um para cada variável. Por exemplo, num estudo que envolva as características físicas das pessoas é possível tentar estabelecer uma relação entre a idade e a altura de cada indivíduo. Nessa situação, a idade e a altura seriam as duas variáveis de interesse, gerando uma série de dados emparelhados a partir dos quais seria realizado o estudo.

Quanto à determinação mecânica da equação 2.16, o método mais utilizado para ajustar uma linha a um conjunto de pontos é chamado de método dos mínimos quadrados. Sem entrar em detalhes formais a respeito do método, o importante é destacar que o resultado obtido é um resultado médio. Isto é, caso se estabeleça uma relação entre a quilometragem de um carro e seu preço, por exemplo, um carro com determinada quilometragem não terá necessariamente o preço de venda *exato* indicado pela equação. Isso ocorre pois na verdade os dados amostrais usados para calcular a reta da regressão podem ser encarados como um número relativamente pequeno de observações possíveis provenientes de uma população infinita de pares de valores. Conforme afirma Stevenson (1986), a reta de regressão calculada pode ser encarada como uma *estimativa* da relação real (que é desconhecida) entre as duas variáveis na população. Logo, os coeficientes da equação 2.16 servem como estimativas pontuais dos dois parâmetros populacionais correspondentes A e B. Desta forma a equação 2.16 nada mais é do que uma estimativa da relação populacional:

$$y = A + Bx \quad (2.17)$$

Mas qual é a precisão das estimativas da regressão? O valor obtido para o coeficiente angular da reta b está de fato representando o coeficiente da relação populacional B ? Como é possível avaliar a precisão desta medida?

Basicamente, esta precisão pode ser avaliada a partir da dispersão na população. A dispersão pode ser estimada com base na dispersão dos dados amostrais em relação à reta de regressão. Na prática, é possível calcular o erro associado à estimativa através da seguinte fórmula:

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum y_i^2 - a \sum y_i - b \sum x_i y_i}{n - 2}} \quad (2.18)$$

onde:

- y_i é o valor de cada y da amostra;
- x_i é o valor de cada x da amostra;
- n é o número de observações;
- a e b são as mesmas variáveis definidas na equação 2.16.

O valor obtido a partir do emprego da equação 2.18 (S_e) é chamado de erro padrão. O erro padrão nada mais é que o desvio padrão da distribuição de pontos em torno da reta de regressão. A partir do cálculo desse erro padrão é possível avaliar a previsão da estimativa para o coeficiente angular da reta B . Em linhas gerais, uma das formas de proceder a essa avaliação seria realizar um teste de hipótese e uma outra, mais simples, seria construir um intervalo de confiança para o valor de B através da seguinte relação:

$$b - tS_b < B < b + tS_b \quad (2.19)$$

onde:

- t é o valor da variável t de Student (para $n-2$ graus de liberdade e um intervalo de confiança qualquer);

- S_b é o desvio padrão da distribuição amostral do coeficiente angular da reta, calculado por:

$$S_b = S_e \sqrt{\frac{1}{\sum x^2 - [(\sum x)^2 / n]}} \quad (2.20)$$

onde:

- S_e é o erro padrão definido na equação 2.18.

Portanto, para avaliar a precisão do coeficiente angular da reta é possível aplicar as equações 2.19 e 2.20 para construir um intervalo de confiança. É importante destacar que a análise de regressão, conforme foi rapidamente apresentado anteriormente, pressupõe algumas hipóteses, que serão consideraremos como verdadeiras quando de sua utilização ao longo deste trabalho. Stevenson (1986) destaca:

1. Existem dados de mensuração tanto para x como para y;
2. A variável dependente (y) é aleatória (i.e., não pode ser pré-selecionada);
3. Para cada valor de x há uma distribuição condicional de y's que é normal;
4. Os desvios-padrão de todas as distribuições condicionais são iguais, o que significa dizer que se assume uma dispersão uniforme dos pontos em torno da reta de regressão (homocedasticidade).

2.5 Diversificação

Através da diversificação, diversos ativos com risco podem ser combinados, de modo que a carteira (conjunto de ativos) por eles formada apresente menor risco que aqueles decorrentes dos ativos individualmente considerados. A diversificação reduz parte do risco total da carteira formada, sem entretanto eliminá-lo completamente. A

parte desse risco que pode ser eliminada é o *risco não sistemático*. A outra parte, que não se consegue eliminar totalmente pela diversificação, é o *risco sistemático*.

Seja uma carteira formada por dois ativos *A* e *B*. Seus retorno e risco (variância) são respectivamente calculados da seguinte forma:

$$r = x_A r_A + x_B r_B \quad (2.21)$$

$$\sigma^2 = \sigma_A^2 x_A^2 + \sigma_B^2 x_B^2 + 2\sigma_A \sigma_B x_A x_B \rho_{A,B} = \sigma_A^2 x_A^2 + \sigma_B^2 x_B^2 + 2\sigma_{A,B} x_A x_B \quad (2.22)$$

e

$$x_A + x_B = 1 \quad (2.23)$$

onde:

- x_A , x_B são proporções de cada ativo na formação da carteira;
- $\rho_{A,B}$ é a correlação entre os ativos *A* e *B*;
- σ_A^2 , σ_B^2 e σ_A , σ_B são respectivamente as variâncias e os desvios padrão dos ativos e
- r_A , r_B são os retornos esperados de cada ativo.

Observando a equação 2.22, nota-se que a variância de uma carteira composta de dois ativos *A* e *B* depende tanto das variâncias dos retornos dos ativos que a compõem, quanto da correlação (ou covariância) entre os retornos dos dois ativos. Uma relação ou covariância positiva entre os dois ativos aumenta a variância do retorno de toda a carteira. A covariância negativa entre os dois ativos, ao contrário, reduz a variância do retorno da carteira. Se um dos ativos tende a se valorizar quando o outro se desvaloriza e vice-versa, os dois ativos estarão se contrabalançando, e o risco da carteira como um todo tenderá a ser mais baixo. Esta proteção que um ativo proporciona ao outro, de modo a que o risco da carteira se reduza é denominada, em finanças, de *hedging*. Em outras palavras, ativos de correlação negativa ($\rho_{A,B} < 0$) estarão reduzindo o risco da carteira que compõem através do *hedging*.

Uma diversificação mais simples é aquela que não se preocupa com a correlação entre os ativos na composição da carteira. Neste caso os ativos são escolhidos aleatoriamente e, embora reduzam o risco da carteira, fazem-no inequivocavelmente, podendo ainda prejudicar o retorno da carteira.

O exemplo¹ a seguir ilustra a vantagem obtida na redução do risco quando se combinam ativos de correlação negativa: Seja um investimento de \$100 numa carteira com dois ativos, sendo \$60 em A e \$40 em B. Os retornos esperados dos ativos A e B são: $r_A = 17.5\%$, $r_B = 5.5\%$. Suas variâncias são $\sigma_A^2 = 0.066875$ e $\sigma_B^2 = 0.013225$ e sua correlação e covariância são $\rho_{A,B} = -0.1639$ e $\sigma_{A,B} = -0.004875$. Substituindo estes valores nas equações 2.21 e 2.22, tendo σ_m como a média ponderada dos desvios padrão de A e B, tem-se:

$$r = 0.6 \cdot 0.175 + 0.4 \cdot 0.055 = 0.127$$

$$\sigma^2 = 0.36 \cdot 0.066875 + 0.16 \cdot 0.013225 + 2 \cdot [0.6 \cdot 0.4 \cdot (-0.004875)] = 0.023851$$

portanto o desvio padrão dessa carteira é:

$$\sigma = 0,1544$$

Por outro lado, a média ponderada dos desvios padrão dos ativos componentes dessa carteira é:

$$\sigma_m = x_A \sigma_A + x_B \sigma_B = 0.6 \cdot 0.2586 + 0.4 \cdot 0.115 = 0,2012$$

Observa-se que o desvio padrão desta carteira ($\sigma = 0,1544$) é menor que a média ponderada dos desvios padrão ($\sigma_m = 0,2012$) dos ativos formadores A e B. Isto se deve à diversificação na formação da carteira. Se os dois ativos possuíssem correlação positiva, haveria menor benefício da diversificação, o que pode ser comprovado observando a equação 2.22.

¹ Adaptado de Ross (1998)

Por exemplo, se na equação 2.22 fosse substituído $\rho_{A,B} = 1$, ter-se-ia:

$$\sigma^2 = \sigma_A^2 x_A^2 + \sigma_B^2 x_B^2 + 2\sigma_A\sigma_B x_A x_B = (x_A\sigma_A + x_B\sigma_B)^2 \quad (2.24)$$

e portanto,

$$\sigma = (x_A\sigma_A + x_B\sigma_B) = \sigma_m \quad (2.25)$$

Ou seja, neste caso particular o desvio padrão da carteira formada pelos ativos A e B é igual à média ponderada dos desvios padrão dos ativos componentes da carteira. Portanto, conclui-se que o desvio padrão do retorno de uma carteira será sempre menor que a média ponderada dos desvios padrão dos ativos que a compõem, com exceção de quando $\rho_{A,B} = 1$. Em outras palavras, a diversificação existe para quaisquer dois ativos A e B , desde que $\rho_{A,B} < 1$. Se $\rho_{A,B} = 1$, não há diversificação.

2.6 Portfólios dominantes de Markowitz

Segundo Goetzmann (1997), se na formação da carteira for utilizado um conjunto de ativos com proporções variadas, ao invés de serem iguais, os benefícios com a diversificação poderão ser maiores, apesar da matemática mais complexa no cálculo da variância da carteira. Se assim for feito, encontra-se um conjunto de portfólios com o menor nível de risco para cada retorno e o mais alto retorno para cada nível de risco. Este conjunto de portfólios² que desponta é chamado de *fronteira eficiente*. A fronteira eficiente é um conjunto de portfólios dominantes. Ou seja, para qualquer nível de risco, a fronteira eficiente identifica o portfólio de mais alto retorno para aquela classe de risco. A fronteira eficiente possui um número infinito de portfólios que correspondem às infinitas variações de aversão ao risco dos diferentes investidores.

² Portfólio é sinônimo de carteira e também será usado nesta dissertação para preservar o jargão utilizado por muitos estudiosos do assunto.

Algumas características básicas e importantes da fronteira eficiente que devem ser lembradas, são apontadas por Goetzmann (1997):

- sempre existe um portfólio de mínima variância, conforme representado pelo ponto m na figura 2.1;
- o portfólio de máximo retorno é um ativo individual, embora por isto também apresente alto risco;
- qualquer ponto sobre a fronteira eficiente é crítico, isto é, representa um portfólio único. Quando da saída ou entrada de um ativo, este ponto mudará de posição;
- não há ativos além da fronteira eficiente. Isto é, a fronteira eficiente é o limite factível de combinações de maior benefício risco- retorno.

A fronteira eficiente pode ser visualizada na figura 2.1:

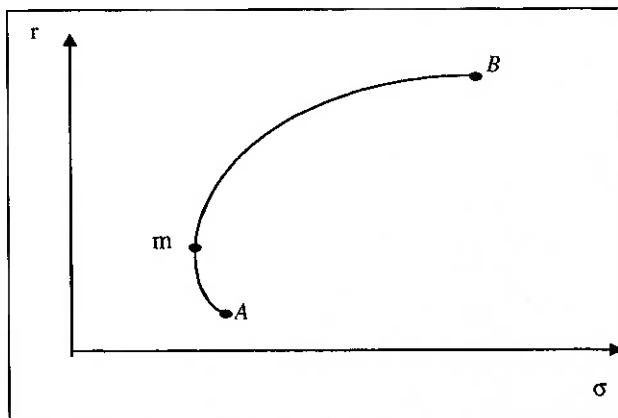


Figura 2.1 – Fronteira eficiente
Elaborada pelo autor

Ao observar a figura 2.1 nota-se que:

- a curva entre m e B é conhecida como *conjunto eficiente* ou *fronteira eficiente*;
- m representa a carteira (ou portfólio) de mínima variância ou de menor desvio padrão;
- o investidor poderia escolher qualquer carteira representada pelos pontos da curva AB , e quanto maior o risco que estivesse disposto a correr, o mais próximo de B o ponto escolhido deveria estar, proporcionando-lhe um maior retorno.

- já o investidor mais avesso ao risco deveria escolher o ponto m , tendo um retorno bem menor que aquele relativo ao ponto B ;
- as carteiras representadas pelos pontos entre A e m são dominadas pela carteira de mínima variância. Ou seja, oferecem maior risco e um retorno esperado inferior àquele apresentado pela carteira de mínima variância;

Um conjunto eficiente surge espontaneamente quando se combinam duas carteiras A e B , que já são carteiras diversificadas. Por exemplo, se A corresponde a uma carteira de ações norte-americanas e B corresponde a outra carteira de ações estrangeiras, qualquer proporção de combinação de A e B será uma carteira diversificada e pertencerá à fronteira eficiente, portanto, estará sobre a curva AB da figura 2.1.

Como os investidores geralmente possuem mais de dois títulos em sua carteira, a área da figura 2.2 representa todas as combinações possíveis de retorno esperado e desvio padrão de uma carteira

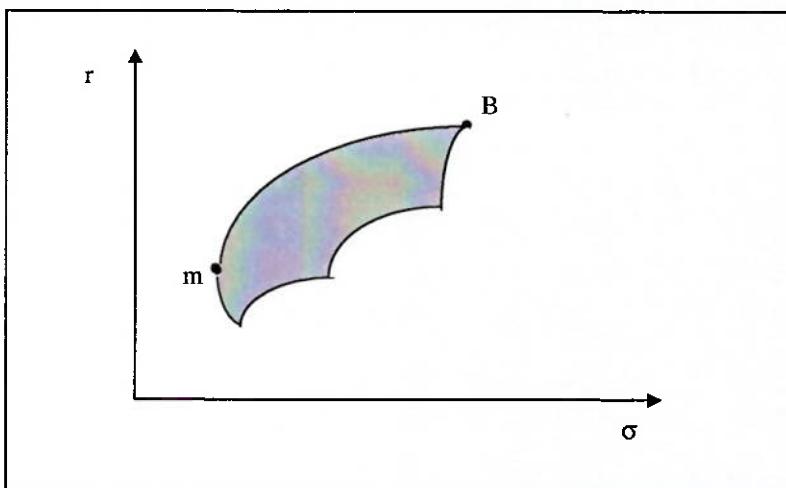


Figura 2.2 – Vários ativos combinados
Elaborada pelo autor

Por exemplo, qualquer ponto no interior dessa área poderia representar uma carteira com 30, 40, 100 ativos. Assim, as combinações de ativos, que são infinitas, estão contidas nessa região limitada. O investidor, naturalmente, irá desejar uma carteira representada por um ponto entre m e B , no limite superior da área, pois qualquer ponto abaixo desta curva seria dominado pelo ponto situado sobre a mesma.

O modelo de Markowitz (1952) mostra que a escolha do melhor portfólio, em qualquer nível de risco, é dada por três estatísticas simples: a média, o desvio padrão e a correlação. Infelizmente, o retorno médio histórico é uma estimativa pobre do retorno médio futuro e, ao se acrescentarem novos ativos, as correlações não são precisas. Isto pode comprometer o resultado do modelo. Entretanto, o modelo serve de base para avaliar os riscos e retornos de ativos, e tem evoluído muito com o uso do computador e a inclusão de novas variáveis em sua análise. Por exemplo, o retorno esperado de uma ação para o próximo período pode ser calculado utilizando um modelo computacional que leve em conta seu retorno médio obtido no passado e outras variáveis, como por exemplo, o *feeling* do investidor que dispõe de informações especiais de mercado ou informações privilegiadas sobre a ação ou ativo em questão.

Segundo Ross (1998) existem diferentes *softwares* que calculam a fronteira eficiente, já que esse trabalho envolve muitos cálculos num caso real. A tendência observada é que tais *softwares* incorporem as estatísticas do modelo de Markowitz e as informações de mercado disponíveis aos investidores.

O importante na seleção de portfólios é que todos aqueles possíveis estariam dominados pela fronteira eficiente (curva *mB* da figura 2.2). Sendo assim, os portfólios localizados sobre a fronteira eficiente são aqueles diversificados e portanto apresentam apenas o risco sistemático (não diversificável) da carteira.

2.7 Função Utilidade

A decisão de investir entre dois ativos individuais, ou carteiras de ativos, é função da relação retorno-risco proporcionada pelos dois ativos em questão. Ou seja, o investidor que estiver disposto a correr mais riscos investirá no ativo mais arriscado, tendo como benefício maior retorno em seu investimento.

Segundo Bernstein (1997), o conceito de utilidade de Bernoulli transmite sentido de desejo, satisfação ou utilidade. Assim, os tomadores de decisões racionais tentarão maximizar a utilidade. Ele observa também que a utilidade é inversamente proporcional à quantidade de bens ou riqueza do investidor. Ou seja, quanto maior a riqueza do investidor, menor satisfação lhe trará um acréscimo desta.

Um meio de se caracterizarem as diferenças de aversão ao risco entre investidores é a curvatura das linhas de iso-utilidades dos diferentes tipos destes, como na figura 2.3.

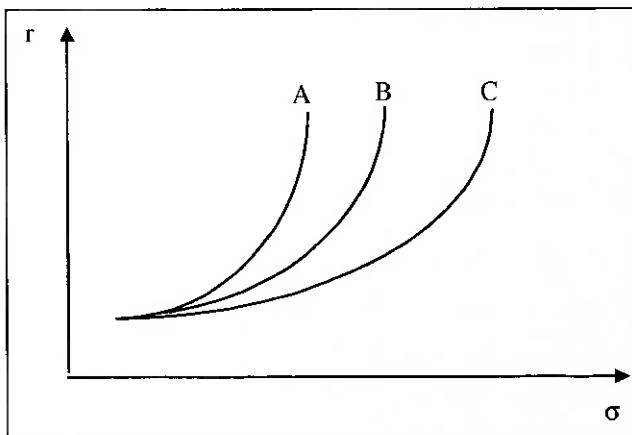


Figura 2.3 – Aversão ao risco
Elaborado pelo autor

A linha A representa a curva de iso-utilidade de maior aversão ao risco, e a linha C representa a curva de menor aversão ao risco. Ou seja, em A o investidor só irá aceitar um pequeno acréscimo na variabilidade (risco) do investimento, se o retorno correspondente for bem maior. Em C, para o mesmo acréscimo de risco, o investidor aceita um acréscimo de retorno menor que aqueles de A e B – Goetzmann (1997).

Bernstein (1997) afirma que se todos os investidores avaliassem o risco exatamente da mesma forma, muitas boas oportunidades arriscadas seriam perdidas.

Aplicar esta metodologia na escolha de carteiras ou portfólios ótimos para cada investidor, considerando seu grau de aversão ao risco, é questão de buscar a tangência entre as linhas de iso-utilidades apresentadas na figura 2.3 e a fronteira eficiente, conforme a figura 2.4. O ponto de tangência A representa portfólio ótimo para o investidor mais avesso ao risco. O ponto de tangência B é um ótimo portfólio para investidor de aversão moderada ao risco, e o portfólio C é ideal para o investidor menos avesso ao risco.

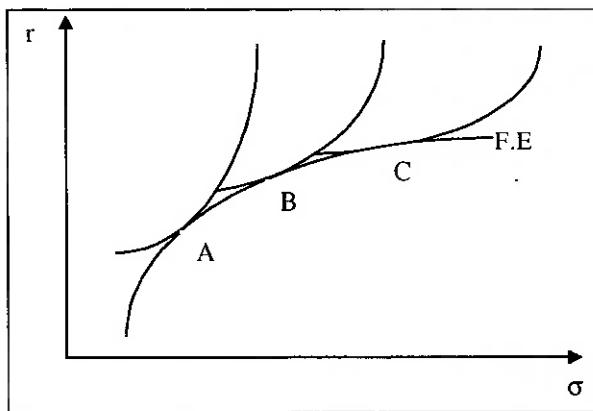


Figura 2.4 – Seleção de portfólios
Elaborada pelo autor

Segundo Goetzmann (1997), a maior dificuldade ao estimar a fronteira eficiente de modo preciso está no erro estatístico que cresce com o acréscimo de mais ativos na carteira. A dificuldade de identificar o portfólio tangente levou pesquisadores como William Sharpe a desenvolver a teoria chamada CAPM, relacionando de uma forma razoavelmente simples o risco e o retorno esperado de um título ou carteira de títulos. As idéias e conceitos relacionados ao CAPM serão apresentados no capítulo 3.

Capítulo 3

MODELOS DE RISCO E RETORNO

3.1 Considerações iniciais

Este capítulo pretende fazer uma revisão bibliográfica da teoria dos dois mais conhecidos e utilizados modelos de risco e retorno no universo da administração financeira: o *Capital Asset Pricing Model (CAPM)* e a *Arbitrage Pricing Theory (APT)*. Ao longo das próximas páginas se apresentam conceitos e algumas considerações importantes no desenvolvimento de ambos os modelos, destacando-se também algumas vantagens e desvantagens na sua utilização. O capítulo é concluído com uma comparação entre o CAPM e a teoria APT. Aspectos relacionados à aplicação prática dos modelos de risco e retorno, motivo desta dissertação, serão tratados com detalhes ao longo dos capítulo 4 e 5.

3.2 *Capital Asset Pricing Model (CAPM)*

3.2.1 A base do modelo CAPM

Em 1990, William Sharpe recebeu o prêmio Nobel de Economia pelo desenvolvimento, na década de 60, do *Capital Asset Pricing Model (CAPM)* - um modelo que relaciona a taxa de retorno esperada de um ativo, ou carteira de ativos, com seu risco.

O modelo considera que as carteiras são formadas pela inclusão de ativos de forma que o risco individual de cada ativo não influencie diretamente no risco da carteira, mas que apenas sua contribuição a esse risco seja significativa. Esta contribuição ao risco da carteira é medida através do chamado coeficiente beta de cada ativo formador. Por outro lado, o retorno da carteira é formado com a ponderação do

retorno de cada ativo que a compõe. Pode-se dizer então, que um investidor que possui apenas um título deve esperar que o retorno deste seja a medida do resultado do investimento. O desvio padrão, ou a variância, por sua vez, é a medida apropriada do risco desse título individual. Um investidor que possui uma carteira de títulos diversificada tem, no retorno esperado de cada título, a medida correta da contribuição desse título ao retorno esperado total da carteira. Entretanto, a medida apropriada da contribuição do título ao risco da carteira é seu coeficiente beta (que será introduzido no item 3.2.2), e não mais seu desvio padrão ou variância.

Deste modo, um aparente paradoxo está na base do modelo CAPM: um ativo com alto desvio padrão pode não ter grande impacto sobre o risco de uma ampla carteira de ativos, mas um ativo com desvio padrão reduzido pode ter impacto substancial sobre o risco de uma carteira. Este paradoxo é explicado pela diversificação que é alcançada com o acréscimo de ativos numa carteira. Isto é, o que definitivamente aumenta o risco de uma carteira é a covariância entre o ativo a ela acrescentado e a carteira em si, e não mais a variância individual do ativo. Portanto, o coeficiente beta, ao invés do desvio padrão individual de cada ativo, é a medida apropriada de risco numa carteira de ativos.

A implicação primária do CAPM é que os maiores retornos vêm de títulos que têm maiores níveis de risco sistemático - medidos pelo coeficiente beta (Goetzmann, 1997).

3.2.2. O coeficiente beta (β)

A contribuição do ativo i ao risco da carteira em que será inserido é medida pela covariância entre o retorno do ativo e o retorno desta carteira. Esta contribuição, dividida pela variância do retorno da carteira, é chamado de coeficiente beta, conforme a equação 3.1.

$$\beta_i = \frac{\sigma_{i,c}}{\sigma^2} \quad (3.1)$$

onde:

- $\sigma_{i,c}$ é a covariância do retorno do ativo i com a carteira;
- σ^2 é a variância do retorno da carteira.

O coeficiente beta é também a medida da tendência que um ativo individual tem de variar em conjunto com a carteira. Isto é, o beta é a medida de sensibilidade do retorno do título às variações do retorno da carteira à qual ele será acrescentado. Esta sensibilidade está representada graficamente na figura 3.1.

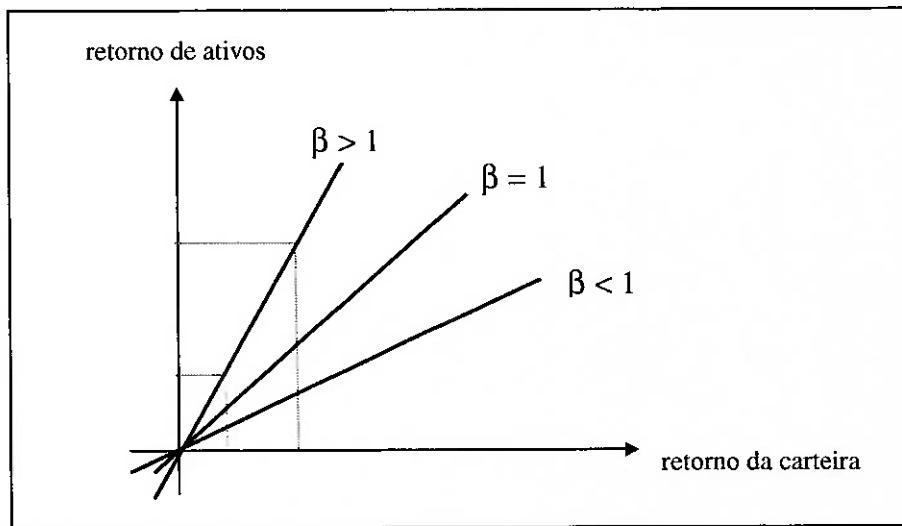


Figura 3.1 – Diferentes betas numa carteira
Elaborada pelo autor

Na figura 3.1 observa-se que:

- uma variação no retorno da carteira corresponde a uma maior variação no retorno do ativo (maior sensibilidade), quando $\beta > 1$.
- para a mesma variação no retorno da carteira, a variação no retorno do ativo é menor (menor sensibilidade), quando $\beta < 1$.
- o beta da carteira de mercado é o somatório dos diversos betas de cada ativo que a compõe, ponderados pela proporção de seu valor de mercado. Este somatório ponderado é, por definição, igual a um.

$$\beta = \sum_{i=1}^n \beta_i x_i = 1 \quad (3.2)$$

Na prática, a estimativa de beta de um ativo é usualmente feita através da regressão linear dos retornos do ativo em questão, contra os retornos de mercado num certo período de tempo. A inclinação da reta então encontrada é tomada como o coeficiente beta do ativo.

3.2.3 A linha de mercado de capitais

Sharpe (1964) ampliou a conceituação da fronteira eficiente de Markowitz (definida no capítulo anterior), permitindo a inclusão de ativos livres de risco (r_f) e criando os *portfólios eficientes*. Os portfólios eficientes são aqueles que combinam uma carteira diversificada (com apenas o risco sistemático) e o ativo livre de risco. Na figura 3.2, a linha reta tangente à fronteira eficiente no ponto M , partindo do ativo livre de risco, caracteriza um conjunto de portfólios eficientes. Ou seja, incluir na carteira, sobre a fronteira eficiente, um ativo livre de risco r_f - que, por definição, não tem correlação com outros ativos - , permite a formação da linha de mercado de capitais (*Capital market line* - CML). Assim, a linha de mercado de capitais é um conjunto de portfólios que combinam ativos com o menor risco possível para determinado nível de retorno e o ativo livre de risco r_f .

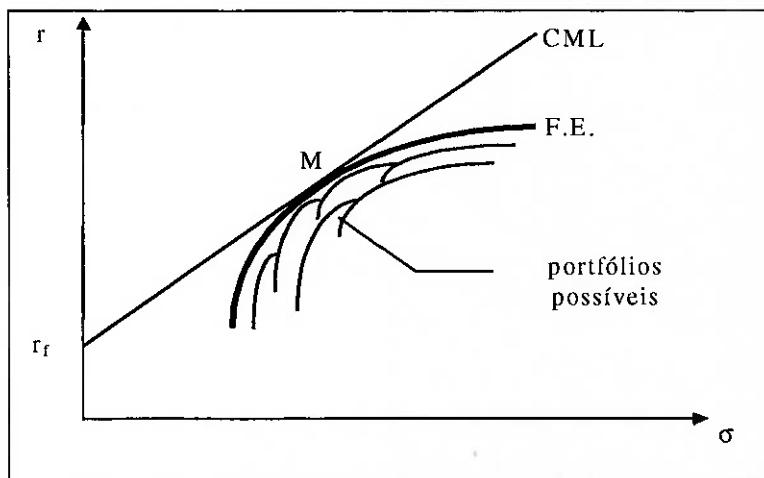


Figura 3.2 – Linha do Mercado de Capitais
Elaborada pelo autor

O investidor típico tem aversão ao risco, ou no mínimo evita aqueles desnecessários, como o risco não sistemático de uma carteira de ativos. Este investidor somente aceitaria correr certo risco se fosse compensado com maiores retornos. Tal relação é satisfeita com o modelo CAPM, através de sua equação fundamental (equação 3.3) apresentada adiante.

A figura 3.3 ilustra o investimento em aplicações que combinem uma carteira de ativos com risco e um ativo livre de risco, e o ponto A representa uma carteira diversificada com apenas o risco sistemático.

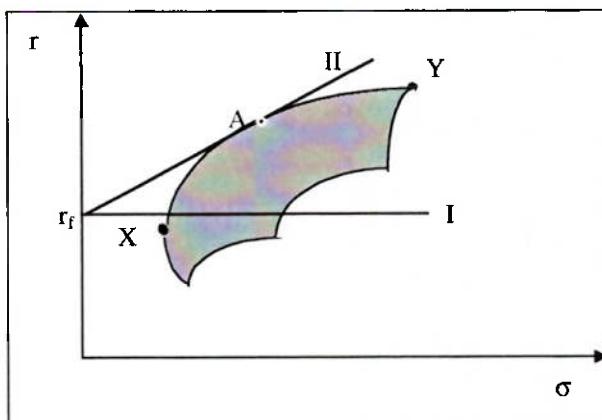


Figura 3.3 – Portfólio eficiente
Elaborada pelo autor

Nota-se que o conjunto de oportunidades de combinações entre a carteira de ativos com risco (A) e o ativo livre de risco (r_f) é dado pela reta II representada na figura 3.3. Supondo que um investidor resolva tomar emprestado à taxa livre de risco e aplicar no ativo A , os pontos à direita de A , sobre a linha II, são atingidos. Ou seja, formam-se carteiras além do ponto A , tomando-se emprestado à taxa livre de risco para comprar mais de A do que seria possível apenas com recursos próprios. Assim, o investidor, de acordo com sua maior ou menor aversão ao risco, escolhe a carteira que melhor lhe convier sobre a reta CML. Sua carteira escolhida será mais próxima de r_f se tiver maior aversão ao risco. Será em A , ou à sua direita, conforme decresce esta aversão.

3.2.4 A hipótese de expectativas homogêneas

As estimativas de diferentes investidores sobre variáveis como retornos esperados, variâncias e covariâncias entre ativos são obviamente distintas entre si. Entretanto, estas estimativas não devem diferir muito umas das outras, já que a maioria das fontes de informações em que se baseiam estão publicamente disponíveis. Embora isto não seja absolutamente verdadeiro, os economistas consideram que os investidores possuem as mesmas estimativas dessas variáveis, o que se torna uma hipótese simplificadora bastante útil nas análises e recebe o nome de *hipótese de expectativas homogêneas*. Assim, todos os investidores teriam a mesma fronteira eficiente XAY da figura 3.3, a mesma taxa livre de risco (r_f), e possuiriam a mesma carteira A de ativos com risco. Portanto segundo essa hipótese, a linha de mercado de capitais (reta II) representaria, aproximadamente, os investimentos antes ou após A , conforme a menor ou maior aversão ao risco por parte do investidor.

3.2.5 A carteira de mercado

A carteira de mercado é aquela que contém todos os ativos existentes, ponderados pelo seu valor de mercado. Sendo assim, um índice amplo de mercado (por exemplo, o S&P500) é um bom representante para esta carteira de mercado, pois se aproxima o suficiente da carteira teórica de mercado. No caso do mercado brasileiro de capitais, índices como FGV-100 ou Ibovespa poderiam ser utilizados, embora seja questionável sua representatividade, conforme será comentado no próximo capítulo. Deste modo, o coeficiente beta de um ativo componente da carteira de mercado é uma medida razoável da contribuição de risco para a carteira. Isto é, β_i é a medida da contribuição do título i ao risco da carteira de mercado.

Uma propriedade útil de beta é que o somatório do beta de todos os títulos ponderado pela sua proporção de valor de mercado é igual a 1, conforme visto na equação 3.2. Ativos com $\beta > 1$ contribuem para aumentar o risco de uma carteira, pois são mais sensíveis aos movimentos de mercado. Por outro lado, ativos com $\beta < 1$ contribuem para reduzi-lo. Embora a existência de ativos com betas negativos seja virtualmente improvável, estes ativos funcionariam como seguros ou *hedges*, reduzindo

o risco de uma carteira ampla e bem diversificada, já que teriam um bom desempenho quando o mercado estivesse em queda, e vice-versa (Ross, 1998). Na prática, porém, os investidores possuem carteiras distintas e razoavelmente diversificadas.

3.2.6 A linha de mercado de títulos (SML)

O modelo CAPM foi criado para relacionar riscos e retornos de ativos e carteira de ativos, sendo que numa carteira diversificada o coeficiente beta é a medida apropriada do risco na carteira. Isto é, relacionar beta de ativos com o seu retorno é equivalente a relacionar riscos com retornos. Esta relação risco x retorno é dada pela reta SML (conforme figura 3.4) que representa, então, o modelo CAPM.

Deve-se observar, contudo, que enquanto a reta CML relaciona retorno esperado e desvio padrão de carteiras, SML relaciona o retorno esperado com os betas de carteiras e títulos (Ross, 1998).

Graficamente:

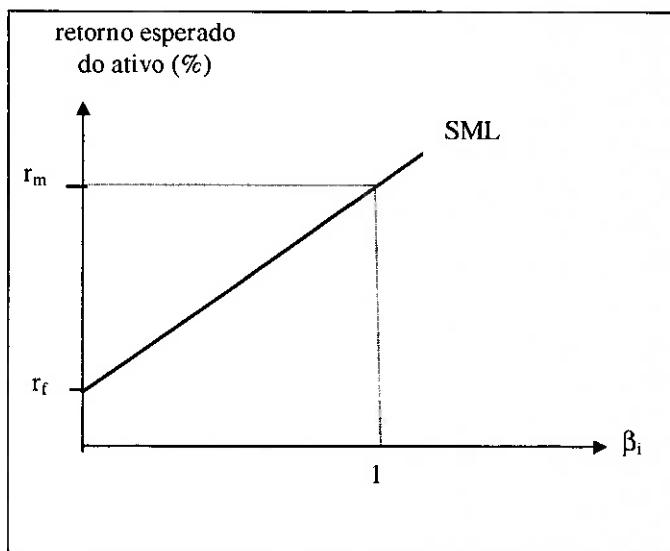


Figura 3.4 – Linha do mercado de Títulos
Elaborada pelo autor

A equação fundamental do CAPM (equação 3.3) é, portanto, a equação da reta SML:

$$r_i = r_f + \beta_i(r_m - r_f) \quad (3.3)$$

O retorno de um ativo com risco pertencente à carteira é calculado pela soma do retorno atual de um ativo livre de risco, - componente da carteira -, e o fator beta do ativo, multiplicado pelo *prêmio pelo risco do mercado de ações*, - que é originalmente definido como a diferença entre o retorno histórico médio desta carteira, e o retorno histórico do ativo livre de risco (no próximo capítulo será constatado que tal definição muitas vezes não fornece resultados satisfatórios).

O CAPM é o modelo predominante usado para se estimar retorno e risco de ativos (Goetzmann, 1997) e segundo Luce e Moraes Jr. (1979), os pressupostos básicos do modelo CAPM são:

- Os investidores maximizam sua utilidade dentro do contexto de um único período;
- O mercado de capitais é perfeitamente competitivo, ou seja, considera-se a inexistência de taxas, comissões e outros custos de transação; os ativos são divisíveis e suas quantidades predeterminadas, e nenhum investidor é capaz de promover alterações nos preços dos ativos;
- Há a existência do título sem risco, isto é, os investidores podem tomar emprestado a uma taxa equivalente ao retorno desse título;
- Há expectativas homogêneas de investidores com relação aos retornos esperados de ativos, suas variâncias e covariâncias;
- Todos os investidores analisam os portfólios com base em seu retorno esperado e variância;
- Os investidores são considerados avessos ao risco, *ceteris paribus*.

Conforme comentado por Goetzmann (1997), as suposições feitas para o modelo CAPM implicam em um portfólio teórico na fronteira eficiente, que terá um mix de valores ponderando todos os ativos do mundo. Este *portfólio eficiente* é

normalmente aproximado por um portfólio já existente na época do desenvolvimento do CAPM, que é o portfólio das ações das maiores empresas americanas, o índice S&P 500.

3.3 A Arbitrage Pricing Theory (APT)

A teoria APT foi desenvolvida por Stephen Ross a partir de 1976, como alternativa ao CAPM. Ela supõe que os retornos sobre ativos sejam gerados por uma série de fatores de âmbito setorial ou macroeconômico. Na APT, assim como no CAPM, a taxa de retorno de um investimento é função da exposição ao risco sistemático dos ativos componentes da carteira desse investimento e não do risco total da carteira. O modelo também mostra, com base na linha de mercado de títulos (SML), que há uma relação linear entre o retorno esperado de um título e seu beta, tal qual o modelo CAPM.

Diferentemente do CAPM, a APT não requer que todos os investidores se comportem de maneira semelhante (hipótese da expectativa homogênea), e por isso recebe o nome de “*arbitrage*”, aproximando-se da realidade das diferentes posições de aversão ao risco e das diferentes fontes de informações possíveis a cada investidor. Em outras palavras, não existe na APT a hipótese das expectativas homogêneas do CAPM. Pois, na realidade prática, cada investidor forma uma carteira de investimento com diferentes ativos e com diferentes graus de exposição ao risco. Isto quer dizer que os investidores não possuem o mesmo portfólio eficiente (ou de mercado) como único ativo de risco componente de sua carteira de investimento.

Segundo Goetzmann (1997) para alcançar a precificação arbitrária a APT considera que:

- Há riscos sistemáticos importantes que se relacionam com os retornos de títulos de modo linear;
- Os investidores percebem tais riscos e podem estimar a sensibilidade (β) do título em relação aos fatores de risco;

- Alguns investidores aceitam se arriscar, isto é, são naturalmente menos avessos ao risco que os outros;
- Os investidores podem explorar as diferenças nas expectativas de retorno, assumindo um risco arbitrário.

Desta maneira, os retornos esperados de ativos serão determinados de tal forma que se aproximem ou recaiam sobre a SML nas diversas dimensões de risco, tanta quantos forem os fatores considerados no seu cálculo. Ou seja, para cada fator de risco haverá uma SML correspondente.

A APT, como um modelo multifatorial, permite que diferentes investimentos financeiros e projetos empresariais tenham seu retorno calculado considerando os diferentes graus de aversão ao risco por parte de investidores, as diferentes fontes de informações envolvidas e os diferentes cenários econômicos possíveis. Assim, a determinação dos k fatores do modelo é fundamental para sua correta aplicação. Essa determinação é uma atitude dinâmica que varia no tempo e, portanto, é arbitrariamente definida de acordo com as circunstâncias e com os especialistas que a fazem. Goetzmann (1997) lembra que os investidores irão especificar os fatores de modo bastante preciso, pois são fontes de riscos sistemáticos às quais estão expostos e que não podem ser diversificadas. Por isso, os investidores demandam compensação em termos de expectativa de retorno por manterem esses títulos arriscados. A exposição a esses riscos é medida pelo fator beta, assim como ocorre no CAPM.

Na APT, segundo Ross (1998), a correlação entre retornos de dois títulos, ocorre quando ambos são afetados pelos mesmos fatores para os quais suas sensibilidades (betas) não são nulas. O modelo CAPM admite essa correlação, mas não especifica os fatores que a provocam. Ou seja, na APT as informações a respeito de fatores que possam influir no retorno de um ativo são plenamente utilizadas, permitindo aos arbitradores a obtenção de maior ou menor retorno em função do risco que estejam dispostos a correr, enquanto que no CAPM as influências dos fatores se sobrepõem para formar o fator único de mercado.

3.3.1 Retorno esperado e surpresas

A taxa de retorno de uma ação, observada ao final de determinado período, é composta da parte esperada, que é prevista por investidores, e da parte incerta ou inesperada, que também é chamada de surpresa, pois é revelada somente após o período de tempo considerado. Na equação 3.4, a parte esperada é representada por \bar{r} e a parte surpresa por U . É na parte inesperada da taxa de retorno que está o risco de qualquer investimento.

$$r = \bar{r} + U \quad (3.4)$$

O resultado de um investimento, ou melhor, a surpresa U , pode ser positiva ou negativa. Há, portanto, uma variância na surpresa e, consequentemente, na taxa de retorno do investimento. A arbitragem, então, não se dá sobre o valor real do retorno, mas sim sobre as expectativas do retorno (Goetzmann, 1997).

Exemplos de informações que provocam surpresas na taxa de retorno de uma ação (Ross, 1998) :

- Notícias de atividades de pesquisas numa empresa ou ramo de atividades;
- Dados divulgados pelo governo a respeito do crescimento da economia;
- Sabotagem de produtos, ou acidentes na empresa ou em seus concorrentes;
- Queda repentina da taxa de juros etc.

No caso do crescimento da economia, uma parte deste crescimento já estaria estimada pelos investidores e, portanto, estaria incorporada em \bar{r} . Se o anúncio do governo contiver alguma surpresa, com a variação além ou aquém do previsto pelos investidores, esta faria parte de U na equação 3.4. A parcela surpresa da equação ainda se apresenta dividida em duas partes: uma parte relativa ao risco sistemático ou de mercado, e outra relativa ao risco inerente ou específico àquela empresa ou projeto. Esta última, portanto, não tem relação com outras empresas ou projetos. Matematicamente, a separação de risco sistemático e risco não sistemático resulta na equação 3.5.

$$U = m + \varepsilon \quad (3.5)$$

Assim, a equação 3.4 pode ser reescrita como:

$$r = \bar{r} + m + \varepsilon \quad (3.6)$$

onde:

- \bar{r} é a parte esperada do retorno, e

- U é a surpresa, sendo m relativo ao risco de mercado (ou sistemático) e ε , relativo ao risco não sistemático ou específico ao ativo ou carteira de ativos considerados.

3.3.2 O modelo multifatorial

A APT utiliza-se do modelo multifatorial no qual as fontes sistemáticas de risco são designadas por k fatores e, portanto, a parcela m da equação 3.6 pode ser expandida em termos destas fontes ou fatores de risco sistemático, conforme descrito na equação 3.7:

$$r = \bar{r} + \beta_1 F_1 + \beta_2 F_2 + \dots + \beta_k F_k + \varepsilon \quad (3.7)$$

onde:

- β_i ($i = 1, 2, \dots, k$) representa a sensibilidade de um ativo (um único título ou uma carteira de ativos) às variações inesperadas do fator correspondente F_i ;

- F_i 's são as fontes ou fatores de risco sistemático;

- ε é relativo ao risco específico do ativo considerado e não está correlacionado com outros ativos.

Teoricamente, o número de fatores é variável e depende de que cada investidor ou especialista do projeto determine quais fontes de risco sistemático deveriam ser

consideradas no cálculo do retorno do projeto. Ross e Roll (1984) sugerem, com suas pesquisas, que os quatro fatores de risco sistemático que mais adequadamente influenciam os retornos no mercado são: a surpresa nos índices de inflação, as variações inesperadas no nível de produção industrial, os desvios inesperados nos prêmios pelo risco e os movimentos não antecipados na estrutura de prazos das taxas de juros. Ross (1998) descreve os três fatores de risco sistemático que afetam as empresas de um modo geral mais freqüentemente usados: as surpresas na taxa de inflação esperada, a variação do produto nacional bruto (PNB) e a variação da taxa de juros. Chen et al. apud Goetzmann (1997) encontraram quatro fatores macroeconômicas que explicam muito bem os retornos de títulos. Tais fatores são: surpresas em índices de inflação, surpresas no PNB esperado, surpresas na confiança do investidor e desvios na curva de rendimento esperado de um projeto. Como nem profissionais, nem acadêmicos concordam sobre os fatores de risco a serem adotados, fica a cargo de cada analista definir, para determinado projeto, empresa ou setor industrial, os fatores que julgue representativos nesse cálculo. Os quatro fatores citados explicam os retornos do índice S&P500, mas não se sabe ainda se são definitivos. A dúvida na determinação dos fatores ocorre porque a diferença entre risco sistemático e não sistemático é bastante tênue e subjetiva. Por isso, os pesquisadores observam que com o incremento da aplicação prática da APT, outros fatores poderão surgir.

Para muitas empresas, os fatores macroeconômicos citados por Ross (1998) seriam suficientes para descrever os riscos sistemáticos nos retornos de suas ações e poder-se-ia então, escrever a equação 3.8:

$$r = \bar{r} + \beta_I F_I + \beta_{PNB} F_{PNB} + \beta_r F_r + \varepsilon \quad (3.8)$$

Na prática, porém, o modelo de um único fator ainda é o mais utilizado. Por exemplo, o índice de mercado de ações americano (S&P500). Neste caso, a equação 3.5 seria reescrita conforme a equação 3.9.

$$r = \bar{r} + \beta F + \varepsilon \quad (3.9)$$

ou ainda,

$$r = \bar{r} + \beta(r_{SP500} - \bar{r}_{SP500}) + \varepsilon \quad (3.10)$$

onde:

- \bar{r}_{SP500} é o índice de mercado S&P500 esperado;
- r_{SP500} é o índice S&P500 arbitrado pelo analista no momento da análise do investimento, conforme a maior ou menor aversão do investidor quanto ao risco.

Ao considerar uma lista de n ações componentes de uma carteira, e usando um único fator para captar o risco sistemático, a i -ésima ação terá retorno igual àquele representado pela equação 3.9, onde F é o fator que representa o risco sistemático. Este fator pode ser, por exemplo, - como será visto no item 3.2.3 -, o índice do mercado de ações. Neste caso F é a diferença entre o retorno efetivo do índice do mercado e sua taxa de retorno esperada, e é aplicável a todas as n ações.

O modelo fatorial que utiliza o fator mercado como fator único é denominado modelo de mercado e é também escrito conforme equação 3.11.

$$r = \bar{r} + \beta(r_m - \bar{r}_m) + \varepsilon \quad (3.11)$$

3.3.3 Carteira de mercado e fator único

O coeficiente beta no modelo CAPM, conforme visto no item anterior, mede a sensibilidade do título aos movimentos da carteira de mercado. No modelo de fator único da APT, o beta mede a sensibilidade do título a esse fator único. Uma carteira que seja ampla e diversificada (sem risco não sistemático), em que nenhum título se sobressai com participação elevada no mercado, é chamada de carteira de mercado. Essa carteira está perfeitamente correlacionada ao modelo de fator único. Ou seja, assim como ocorre na consideração de fator único, a carteira de mercado é ampla e

diversificada, e os títulos que a compõem têm pesos pouco significativos em relação ao seu valor total.

Ajustando apropriadamente o fator único, pode-se tratá-lo como se fosse o próprio índice do mercado. Conclui-se, então, que r_m é o retorno esperado da carteira de mercado e $(r_m - \bar{r}_m)$ é o prêmio pelo risco pago pelo mercado, pois o fator único F é o próprio mercado. Esta equação é a mesma do modelo CAPM, considerando um único fator F que é o mercado.

$$r = r_f + \beta(r_m - \bar{r}_m) \quad (3.12)$$

3.4 Comparações entre o CAPM e a APT

O CAPM e a APT são modelos alternativos que relacionam risco e retorno de investimentos em ativos de risco. Estes modelos apresentam pontos em comum, mas também diferenças que trazem vantagens e desvantagens relativas entre si. Apresentam-se como inovação e têm aplicação prática no cálculo da taxa de descontos de projetos e orçamento de capital de empresas. Neste item 3.3, será rapidamente explorado o relacionamento entre os modelos.

Como muitos fatores entram na composição da equação 3.7, a APT tem possibilidade de medir com maior precisão que o CAPM o retorno esperado de um projeto. Porém, as maiores desvantagens da APT frente ao CAPM são: (1) os fatores devem ser escolhidos apropriadamente por especialistas no projeto e (2) quanto maior o número de fatores, maior o risco de incluir erros neste cálculo. Goetzmann (1997) alerta que, embora a regressão linear seja uma ferramenta estatística fácil para o cálculo dos betas, trata-se de estimativa e, portanto, está sujeita a erros. Os betas, por exemplo, podem variar no tempo, já que companhias modificam seus produtos, seu foco de atuação, seus clientes-alvo etc. Como a análise de regressão é feita sobre um período de estimativa de prazo curto, períodos mais longos poderiam tornar estas estimativas grosseiramente inválidas. Além disso, segundo Bernstein (1997), depender da regressão à média na previsão do futuro tende a ser perigoso quando a própria média está em

mudança constante. Deve-se, portanto, ser suficientemente flexível para reconhecer que se trata de uma ferramenta, e que a relevância das hipóteses que sustentam sua utilização deve ser constantemente questionada.

Se uma empresa não tem ações publicamente negociáveis, ou se os dados não são suficientemente precisos para a estimativa de betas (poucos pontos), não se pode confiar na regressão para estimar betas. Neste caso, torna-se aconselhável utilizar-se de betas de empresas de mesmo setor, para se ter uma aproximação do beta desejado.

Goetzmann(1997) explica que a maior diferença prática entre o CAPM e a APT é que o primeiro usa apenas uma variável de risco no modelo, que é o mercado, enquanto que a APT usa diversas variáveis ou fatores que influenciam o mercado. Portanto, o fator único do CAPM refletirá ponderadamente as variações dos fatores da APT.

Por permitir que tipos múltiplos de riscos sistemáticos, ao invés de um único, influenciem no cálculo do retorno de ativos, Ross (1998) considera que o modelo APT seja uma espécie de generalização do modelo anterior.

3.5 Considerações Finais

Embora a APT teoricamente se aproxime mais da realidade dos investidores, o CAPM, pela sua simplicidade e apelo intuitivo, continua sendo o modelo de risco e retorno mais utilizado na avaliação do custo de capital próprio de empresas e definição de taxas de corte para projetos de investimento. Entretanto, a sua aplicação, da maneira como foi originalmente apresentado, apresenta graves problemas, impedindo a obtenção de taxas de retorno confiáveis. O Capítulo 4 procura fazer uma avaliação destas deficiências, principalmente quando o desejo é aplicar o modelo em países como o Brasil. Feito isso, apresentam-se, no Capítulo 5, maneiras alternativas para o cálculo das variáveis requeridas pelo modelo, mais adequadas ao contexto de tais países.

Capítulo 4

CRÍTICAS

4.1 Considerações iniciais

O capítulo 3 apresentou o CAPM e o APT como os modelos adequados para medir o retorno esperado de um título (ou qualquer ativo), levando em conta seu risco. Em síntese, afirmou-se que o retorno esperado do título deveria estar positivamente associado ao seu beta.

Nesta parte desta dissertação serão analisadas, com maior profundidade, algumas questões de ordem teórica relacionadas ao CAPM, e alguns dos métodos práticos normalmente utilizados para obter as entradas básicas requeridas pelo modelo: o beta, o prêmio de risco do mercado de ações e a taxa livre de risco (figura 4.1).

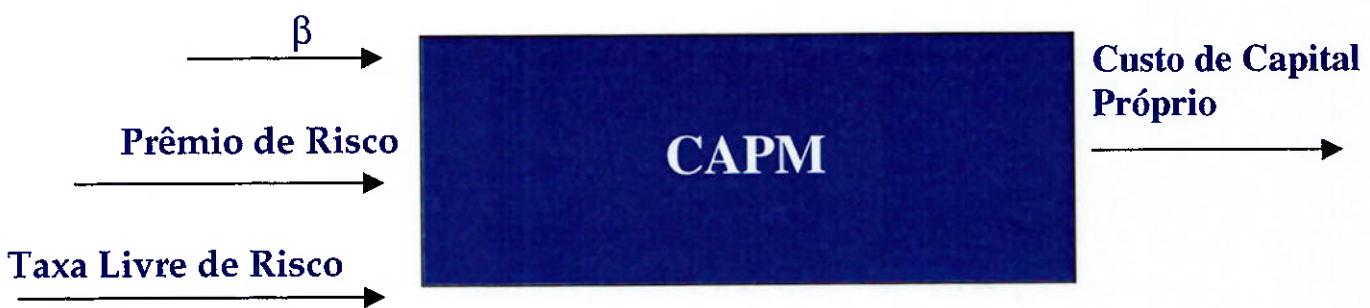


Figura 4.1 – Variáveis de entrada para o CAPM
Elaborada pelo autor

Hoje em dia, quando se faz referência a um modelo de risco e retorno - independentemente de estar-se falando do CAPM, do APT ou de qualquer variação destes -, assume-se que a sensibilidade do retorno do título em relação a um determinado fator (carteira de mercado, no caso do CAPM) - isto é, o seu beta-, é a medida adequada do seu risco. Admite-se também que é esta a medida que permite a obtenção de taxas de corte (custo de capital próprio) para as diversas possibilidades de investimento de uma empresa.

Entretanto, desde a apresentação desses modelos, várias questões (práticas e teóricas) vêm sendo levantadas com respeito à sua capacidade de funcionar como ferramentas para transformar risco em taxas de retorno esperado. A maioria destas dúvidas recai principalmente sobre o mais divulgado e antigo deles, o CAPM.

O CAPM realmente funciona? O beta é de fato uma boa aproximação para o risco? O beta de um título está de fato ligado ao retorno esperado para esse ativo?

As respostas a tais questões vêm sendo altamente debatidas desde a apresentação do modelo. Role (1997) sugeriu que, uma vez que a carteira de mercado não poderia de fato ser observada, o CAPM nunca poderia ser realmente testado e que, indiretamente, as avaliações do modelo eram, na verdade, avaliações da carteira de mercado. Já Fama e French (1992) examinaram a relação entre betas e retornos de diversas ações e concluíram não haver nenhuma ligação entre ambos. Em se tratando do CAPM, Lece e Moraes Jr. (1979) e Keown (1996) argumentam que os pressupostos do modelo: existência de um mercado perfeito (sem possibilidades de arbitragem), a disponibilidade imediata de todas as informações relevantes a todos os investidores (sem custo) e a idéia de que as atitudes de um investidor (ou pequeno grupo de investidores) não têm nenhuma influência sobre os movimentos observados no mercado, obviamente não descrevem a realidade - principalmente em se tratando de mercados de liquidez reduzida, como o brasileiro.

O objetivo deste capítulo será, portanto, apresentar algumas das críticas feitas ao CAPM. Primeiramente serão comentados dois estudos: um realizado por Fama e French (1992) e outro por Stein (1996). Em seguida, serão tratadas algumas questões levantadas por Damodaran (1999a; 1999b ;1999c) quanto: à estimativa do beta, ao prêmio de risco do mercado de ações e à taxa livre de risco. A apresentação dos estudos de Fama e French (1992) e Stein (1996) é válida pois estes apontam, de uma maneira bastante clara, algumas das limitações teóricas do CAPM, particularmente no que diz respeito a algumas das suposições adotadas pelo modelo. Damodaran (1999a; 1999b ;1999c), por sua vez, tem o mérito de estruturar muito bem as questões práticas relacionadas à aplicação do CAPM, levantando problemas e indicando possíveis soluções (que serão apresentadas no capítulo 5).

4.2 Os Estudos de Fama e French e Stein

Em junho de 1992, Fama e French publicaram um estudo intitulado: “*Cross-Section of Expected Stock Returns*”, discutindo a capacidade do CAPM de estabelecer, de maneira eficiente, uma relação entre o risco e o retorno esperado de uma ação. Desde então, o estudo tornou-se uma das principais referências encontradas nas críticas feitas ao modelo de Sharpe, mais especificamente, nas críticas feitas a respeito da capacidade que o coeficiente beta tem de explicar as diferenças entre os retornos de ações ao longo do tempo.

A existência de uma relação entre o beta de uma ação e seu retorno esperado é fundamental para a construção de toda a teoria do CAPM. Conforme apresentado no capítulo 3, o modelo assume que os retornos de todos os ativos existentes na economia têm uma relação linear positiva com os seus betas, e que estes betas são uma medida adequada do risco dos ativos.

A noção de que um beta maior (mais risco) deva implicar retornos esperados maiores está diretamente associada à idéia da eficiência do mercado de capitais. Em poucas palavras, um mercado financeiro eficiente processa as informações disponíveis aos investidores e as incorpora imediatamente aos preços dos títulos, sejam elas informações históricas, notícias ou informações privilegiadas (do conhecimento exclusivo da gerência de uma empresa). Desta forma, a diferença entre os retornos de dois ativos quaisquer, num mercado eficiente, só pode ser encarada como compensação pelo risco, uma vez que neste universo é impossível haver diferenças de expectativa por parte dos investidores (pois *todos* têm acesso a *todas* as informações relevantes). Portanto, caso o CAPM esteja certo e o beta possa ser encarado como uma medida do risco de uma ação qualquer, necessariamente é preciso haver uma relação entre retornos esperados e betas.

O impacto do estudo de Fama e French (1992) reside justamente no fato de suas pesquisas terem constatado a inexistência dessa relação. Segundo os autores, os estudos realizados por Black et al. (1972) e Fama e MacBeth (1973) verificaram que, conforme previsto pelo CAPM, existe um relação positiva entre o retorno das ações e o valor de seus betas, considerando-se dados referentes ao período de 1926 a 1968. Entretanto, da mesma forma que Reinganum (1981) e Lakonishock e Shapiro (1986),

Fama e French verificaram que a relação *desaparece totalmente* para dados referentes a um período mais recente (1963 a 1990)¹.

Fama e French (1992) concluem que existem outras variáveis, além do coeficiente beta, capazes de explicar os retornos observados no mercado. De acordo com os testes estatísticos realizados no estudo destacam-se, dentre estas variáveis: o valor de mercado do capital próprio da empresa (tamanho) e a razão entre o valor contábil do capital próprio pelo seu valor de mercado (BE/ME).

Um importante aspecto relativo a esse estudo é que, em momento algum, o conceito da eficiência do mercado é questionado. Para Fama e French (1992), o fato de o beta não captar as diferenças nos retornos das ações não significa que tais distorções ocorram em função de erros de expectativa por parte dos investidores. Tais diferenças continuam a ser encaradas simplesmente como uma compensação pelo risco, o qual é capturado, de uma certa forma, por outras variáveis além do beta de ação.

Não são raros, porém, os estudos e publicações que questionam o conceito da eficiência do mercado de ações. Um excelente exemplo é o artigo publicado por Stein (1996).

Em linhas gerais, o artigo gira em torno da problemática da avaliação de ativos financeiros para a decisão de políticas de investimento e da maneira pela qual as ineficiências do mercado acionário interferem nessas decisões. O autor levanta a seguinte questão básica: supondo que diferenças no retorno das ações de uma empresa possam ser previstas através de outras variáveis além do beta (e.g. quociente valor de livro/valor de mercado), e que esta previsibilidade reflita a irracionalidade do mercado, ao invés de pura compensação pelo risco, existiria algum método mais adequado que o famoso CAPM para a definição dos custos de oportunidade de capital para a realização de investimentos?

Sem entrar em maiores detalhes, Stein (1996) propõe um novo método para estimar esse custo de capital, de forma que sejam levados em conta os erros de expectativa dos investidores. De acordo com o modelo apresentado, tais erros são

¹ As análises de Fama e French são feitas utilizando informações a respeito de diversas empresas americanas obtidas junto ao *Center for Research in Security Prices* (CRSP) e junto à COMPUSTAT.

captados por uma variável δ capaz de medir a diferença de expectativa dos investidores em relação àquela dos administradores da empresa (que são as pessoas consideradas mais aptas para avaliar a situação da empresa, isto é, os únicos elementos no mercado que têm uma expectativa racional em relação ao futuro de seus negócios). Uma vez determinado o valor desta variável², o autor argumenta que é possível corrigir a taxa de retorno esperado calculada (o que é feito via CAPM) através da seguinte equação:

$$\text{CER} = (1+k)/(1+\delta) - 1 \quad (4.1)$$

onde:

- k é a taxa de retorno calculada através da equação do CAPM;
- δ é a variável que captura os erros de expectativa por parte dos investidores;
- CER é a abreviação da expressão inglesa *Conditional Expected Return*, e é a taxa de retorno já corrigida.

Sendo assim, da perspectiva de um observador racional (é o caso do administrador), a ação pode ter um CER maior ou menor que o valor k do CAPM. A idéia por trás da equação 4.1 é interessante justamente por ela ser sensível ao fato de que há uma parcela do retorno esperado da ação não capturada pelo β . As seguintes relações são importantes:

- Quando $\delta = 0$ não há viés na expectativa dos investidores externos em relação a expectativa racional do administrador;
- Quando $\delta > 0$ o mercado está super-avaliando a ação;
- Quando $\delta < 0$ o mercado está sub-avaliando a ação.

Entretanto, Stein (1996) argumenta que a equação 4.1 deve ser utilizada somente em situações em que a principal preocupação do administrador seja capturar,

² Uma das limitações deste método, tem justamente a ver com o fato de só administrador da empresa ser capaz de determinar o valor de δ , e portanto de aplicar o CER.

da maneira mais perfeita possível, os erros nas expectativas dos investidores (super-avaliações ou sub-avaliações), que podem ser aproveitados nas diversas oportunidades de investimento da empresa. Se, por exemplo, o mercado estiver otimista em relação às possibilidades de geração de riqueza da empresa - levando a um baixo valor do CER (uma vez que o valor da variável δ será maior que 0) - o administrador deveria, através da aplicação da equação 4.1, chegar a um custo de capital próprio mais baixo (menor taxa de corte) e realizar o investimento. Situações como essa ocorrem tipicamente quando a empresa enfrenta restrições financeiras para o financiamento de seus projetos. O argumento é simples: uma vez que os recursos disponíveis não são suficientes para a realização do investimento (a construção de uma nova planta, por exemplo), o administrador deve procurar captar, da melhor forma possível, os erros de especificação feitos pelo mercado, e tirar vantagens desses erros para baratear seu financiamento. O caso típico seria decidir pela emissão de ações numa situação em que o mercado estivesse super-avaliando o valor da empresa.

Por outro lado, Stein (1996) argumenta que caso a empresa (i) não possua restrições de tempo e (ii) tenha uma estrutura de capital (medida normalmente através da relação entre as dívidas e o capital próprio) flexível, o uso da equação 4.1 pode já não ser tão adequado. Neste caso, o administrador deve adotar um custo de capital que reflita com maior precisão o risco de seus ativos, independentemente da percepção (viés) dos investidores externos. Esta situação sugere que o custo de capital deva ser determinado *a la CAPM*, sem a necessidade de realizar qualquer correção a respeito das ineficiências do mercado. Stein (1996) argumenta que já existe uma base empírica que permite o cálculo de betas mais fiéis à realidade - citando os estudos realizados por Ball e Brown (1969), Kettler e Scholes (1970) e Beaver e Manegold (1975) -, base esta que permite a utilização do CAPM (ou algum modelo semelhante) como uma ferramenta útil para a tomada de decisões de investimento.

Tanto Fama e French (1992) quanto Stein (1996) (e diversos outros autores) têm o mérito de apontar algumas questões teóricas a respeito do CAPM. Entretanto, em termos práticos, sua contribuição já não tem a mesma importância. Diferentemente, Damodaran (1999a; 1999b; 1999c) desenvolveu, nos últimos anos, alguns trabalhos bastante úteis no que se refere à utilização prática do modelo como uma ferramenta na tomada de decisões de orçamento de capital. Alguns dos pontos

levantados por Damodaran (1999a; 1999b; 1999c) são apresentados a seguir e servem de base para a tentativa de, ao final do próximo capítulo, chegar-se a uma variação do CAPM adaptada às condições do mercado brasileiro.

4.3 Os Estudos de Damodaran

Damodaran (1999a; 1999b) critica alguns métodos empregados nos dias de hoje para a determinação de duas importantes variáveis utilizadas no CAPM: o beta e o prêmio de risco do mercado de ações (i.e., a diferença entre o retorno esperado de uma carteira representativa do mercado de ações e uma taxa livre de risco). Alguns dos pontos apresentados nesses estudos e uma avaliação do cálculos das variáveis no contexto do mercado brasileiro serão apresentadas nos itens seguintes.

4.3.1 O Beta

Conforme apresentado no Capítulo 3, a maneira usual de determinar o beta de um ativo qualquer é realizar uma regressão dos retornos desse ativo contra os retornos de uma carteira teórica representativa do mercado. Em se tratando das ações de uma empresa, o procedimento padrão para estimar o beta é realizar uma regressão do retorno da ação (R_j) contra os retornos do mercado (R_m) - medidos através de um índice de ações. A maioria dos autores indica que o retorno da ação deve ser computado da seguinte forma:

$$\text{Retorno da Ação}_{A,j} = (\text{Preço}_{A,j} - \text{Preço}_{A,j-1} + \text{Dividendos}_j) / \text{Preço}_{A,j-1} \quad (4.2)$$

onde:

- Retorno da Ação_{A,j} é o retorno de capital obtido por uma acionista da empresa A no período j;
- Preço_{A,j} é o preço da ação da empresa A em j;
- Dividendos_j são os dividendos pagos para os detentores da ação da empresa A no período j.

De maneira análoga ao retorno das ações, os retornos de um índice qualquer B deverão ser computados da seguinte forma:

$$\text{Retorno do Índice}_{B,j} = (\text{Índice}_{B,j} - \text{Índice}_{B,j-1}) / \text{Índice}_{B,j-1} + \text{Dividendo Esperado}_j \quad (4.3)$$

onde:

- Retorno do Índice B_j é o retorno percentual do índice B no período de tempo j;
- $\text{Índice}_{B,j}$ é o nível do índice no final do período j;
- $\text{Dividendos Esperado}_j$ é uma estimativa dada, em termos percentuais, para os dividendos a serem pagos (ao longo de j) por todas as empresas que compõem o índice.

A partir do cálculo dos retornos, tanto da ação como do índice, para diversos intervalos de tempo j (60 meses por exemplo), é possível obter as estatísticas referentes à regressão dos retornos de A em relação a B. A equação obtida é a seguinte:

$$R_{j,A} = a + \beta * R_{B,j} \quad (4.4)$$

onde:

- $R_{j,A}$ é retorno de capital obtido por uma acionista da empresa A no período j
- β é o coeficiente angular da reta = covariância (R_j, R_m) / desvio padrão(R_m);
- a é onde a reta cruza o eixo dos retornos.
- $R_{B,j}$ é o retorno percentual do índice B no período de tempo j

Dentre as variáveis obtidas através da regressão, a mais importante para o CAPM, e que será bastante debatida até o final deste estudo, é o coeficiente angular da reta, ou beta da ação. É importante lembrar que os parâmetros resultantes de uma

regressão têm sempre uma imprecisão a eles associada, que em parte é derivada dos erros de medição, e em parte decorre de serem, as estimativas, realizadas através de amostras e não de populações inteiras. Dentre as medidas de imprecisão existentes destacam-se o R quadrado e o erro associado ao coeficiente angular da reta, discutidos no capítulo 2. O cálculo e a avaliação do impacto destas medidas é uma prática muito importante. Conforme será constatado mais adiante, a análise da imprecisão associada ao valor do beta, calculado através de uma regressão linear é fundamental, pois não são raras as situações em que o valor desses erros é tão grande que qualquer possibilidade de aplicação prática torna-se inviável.

Até algum tempo atrás, o processo de coleta de dados e realização dos cálculos para a determinação do beta poderia ser um processo um tanto demorado. Atualmente, porém, é possível obter o beta de qualquer ação através do serviço prestado por empresas especializadas. Estas empresas fornecem informações sobre o mercado financeiro através de terminais diretamente ligados a bolsas e agências de notícias por todo o mundo. Dentre elas, destaca-se a Bloomberg. Em poucas palavras, mediante o pagamento de uma taxa, a empresa disponibiliza um terminal através do qual é possível obter informações (em tempo real) e análises sobre os mais variados tipos de ativos e instrumentos financeiros - como títulos de renda fixa, opções, ações, moedas, contratos futuros, entre outros. Além de cotações em tempo real, são disponibilizadas séries históricas, o que torna o usuário capaz de, por exemplo, realizar automaticamente cálculos estatísticos como médias, desvios padrões e correlações (da mesma forma que nas planilhas eletrônicas do tipo Excel). O terminal é dotado de várias funções matemáticas dentre elas uma função chamada Beta. Através dela é possível calcular o beta de uma ação (ou outro ativo), bastando especificar a ação, o índice e o período a ser utilizado na regressão dos valores. Ao longo da dissertação, todas as estimativas para o beta de uma ação serão feitas através desta função. Optou-se pela utilização do terminal Bloomberg uma vez que todos os detalhes relativos aos cálculos realizados são disponibilizados ao usuário, diferentemente do que ocorre com o *software* de outras companhias como, por exemplo, a Standars and Poor's e a Barra. A única particularidade do cálculo realizado pela função Beta é que, diferentemente do que foi apresentado nas equações 4.2 e 4.3, não são considerados os dividendos. Esta simplificação pode ter algum

impacto na precisão do valor obtido, principalmente para as ações que pagam dividendos muito acima ou abaixo da média do mercado.

Na figura 4.2 verifica-se o resultado da utilização da função Beta para o cálculo do beta de uma ação brasileira, a Petrobrás, em relação ao índice Bovespa. Conforme pode ser observado, o cálculo é feito no período de novembro de 1997 a novembro de 1999, utilizando retornos semanais.

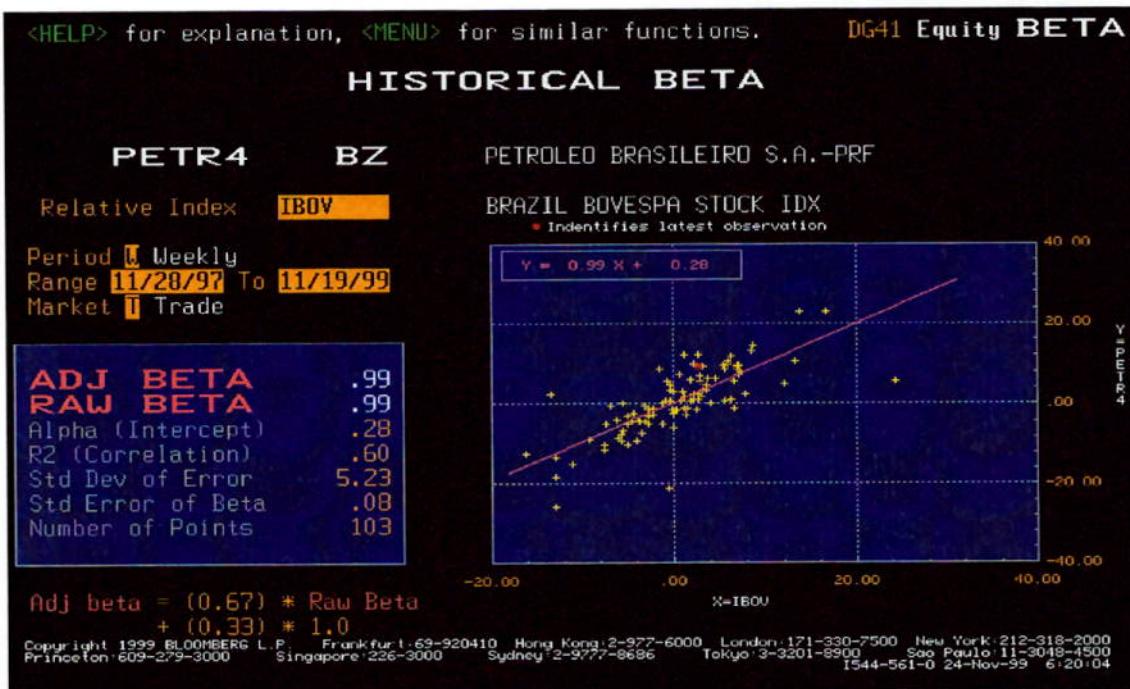


Figura 4.2 – Betas p/ Petrobrás
Extraída do Bloomberg

Aparentemente simples, o cálculo da variável beta através do método apresentado (regressão) levanta algumas questões muito importantes que devem ser levadas em conta antes da sua utilização: o índice de ações escolhido exerce alguma influência sobre o valor obtido para a variável? O período de tempo considerado exerce alguma interferência na precisão do valor obtido para o beta? E, finalmente, esta medida é capaz de refletir a atual situação de risco de uma empresa?

Tais questões são analisadas a seguir.

A escolha de um índice representativo da carteira de mercado

Conforme demonstrado no capítulo 3, a carteira de mercado do CAPM é um portfólio teórico composto de todos os ativos existentes na economia (ações, títulos de renda fixa do governo ou privados, imóveis etc.). Na prática, utiliza-se um índice de ações para representar esta carteira. A grande questão que surge a respeito desse índice é se ele tem impacto significativo no valor obtido para o beta. A resposta é SIM.

Tanto em mercados de uma história mais longa, como o dos EUA, quanto (e principalmente) em mercados mais jovens, como os chamados mercados emergentes – dentre eles o Brasil – a escolha de um índice para representar a carteira de mercado influencia muito no valor obtido para o beta.

Damodaran (1999d) calcula o beta de uma famosa empresa americana, a Disney, em relação a diversos índices de ações existentes no mercado americano (levando em conta retornos mensais entre janeiro de 1993 e dezembro de 1997). Os resultados obtidos são:

Índice Utilizado	Beta
Dow 30	0,99
S&P 500	1,13
NYSE Composite	1,14
Wilshire 5000	1,05
MS Capital Index	1,06

Tabela 4.1 – Índices e Betas p/ Disney
Adaptada de Damodaran (1999d)

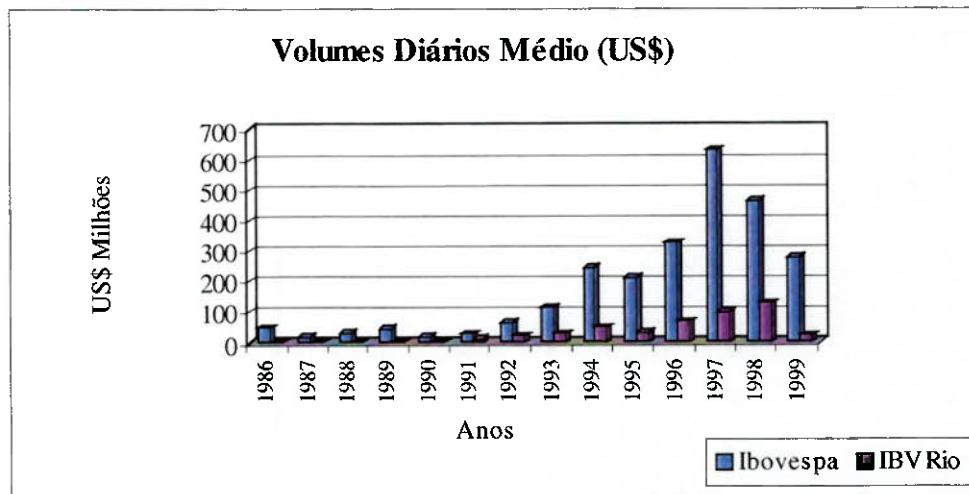
A tabela 4.1 mostra que existe uma diferença considerável entre os números obtidos (o beta calculado com base no Dow é cerca de 13% menor que aquele calculado através do NYSE Composite), deixando clara a necessidade de se tomar um certo cuidado na escolha desse índice. Em situações como essa, a maioria dos autores aconselha:

1. utilizar aquele índice que contenha o maior número possível de ativos;
2. utilizar um índice que leve em conta o valor de mercado das ações que o compõem.

Conforme já mencionado no capítulo anterior, um índice que parece ajustar-se bem a tais critérios é o Standard and Poor's 500 (S&P 500). O S&P 500 é um índice de 500 ações americanas, composto por papéis de empresas dos mais variados setores da economia daquele país. As variações do índice são calculadas levando-se em conta o valor de mercado de cada uma das empresas.

A situação do mercado de capitais brasileiro (e de diversos outros mercados de ações no mundo) é bem mais complicada. Aqui, a quantidade de índices de ações existentes é restrita e, em sua grande maioria, são índices compostos somente por algumas dezenas de papéis. Tais restrições dificultam muito a satisfação das duas condições apresentadas acima.

Dentre os índices de ações do mercado brasileiro, o mais utilizado é o Ibovespa. O Ibovespa é composto pelas 45 ações mais líquidas negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa), e sua composição é baseada no volume de negócios dos papéis listados na bolsa. A utilização do Ibovespa como *proxy* do mercado de capitais brasileiro justifica-se facilmente quando se observa que o volume financeiro dos negócios dos papéis registrados na Bovespa é muito superior ao da segunda bolsa de valores mais movimentada do país, a do Rio de Janeiro. A seguir, no gráfico 4.1, é apresentado o volume financeiro diário médio, em dólares, dos negócios realizados nas duas maiores bolsas brasileiras de 1986 até setembro de 1999.



Uma breve observação do gráfico indica a enorme diferença existente entre a participação dos investidores ~~interados pelo mundo~~, e deixa evidente a escolha do Ibovespa como o índice adequado para representar o mercado de ações brasileiro.

Entretanto, a utilização do Ibovespa na determinação do beta de qualquer ação brasileira tem um grande problema: aproximadamente 40% do índice é composto pelo atualmente chamado recibo de Telebrás (RCTB41), um papel cujo preço é formado a partir do preço individual das 12 companhias que surgiram após a privatização da antiga estatal Telecomunicações Brasileiras SA (Telebrás), em 12 de setembro de 1998. Assim, toda vez que se realiza uma regressão para calcular o beta de uma ação em relação ao Ibovespa, de uma certa forma o que se calcula é a sensibilidade da referida ação ao recibo de Telebrás (e não a uma carteira ampla do mercado).

Além disto, um outro problema que nasce desse desbalanceamento é que as companhias brasileiras menores (de menor valor de mercado) e mais arriscadas acabam tendo betas menores do que 1, enquanto que as empresas maiores, já estabelecidas, acabam com um beta maior que 1. A tabela 4.2 mostra o beta de todos os componentes do Ibovespa (com base no dia 04 de outubro) e os respectivos pesos de cada um dos papéis na variação do índice. Os valores dos betas são calculados através da função Beta do Bloomberg. O cálculo é feito entre janeiro de 1997 e setembro de 1999.

Ação	Peso	Beta
ARACRUZ CELU-PRB	0.187%	0.52
BANCO BRASIL	0.139%	0.64
BANCO BRASIL-PRF	1.564%	0.8
BANESPA-PREF	1.557%	1.01
BR DISTRIB-PREF	0.685%	0.7
BRADESCO SA-PREF	3.348%	0.89
BRAHMA-PREF	0.817%	0.69
BRASMOTOR SA-PRF	0.131%	0.48
CELESC-PRF B	1.009%	1.18
CEMIG	0.229%	1.14
CEMIG SA-PREF	3.026%	1.27
CESP-CIA ENER-PR	0.789%	1.15
CIA DE TRANS-PF	0.253%	4.17
COPEL-PREF B	1.005%	1.41
COPENE-PREF A	0.118%	0.46
COPESUL	0.440%	0.41
DURATEX SA-PREF	0.063%	0.51
ELETROBRAS	3.337%	1.19
ELETROBRAS-PR B	6.093%	1.18
ELETROPAULO ME-P	1.050%	0.95
GER PARANAP-PRF	0.786%	3.17
GER TIETE-PREF	0.756%	3.34
GERASUL	0.331%	0.61

INEPAR SA-PREF	0.777%	0.87
IPIRANGA PETR-PR	0.267%	0.69
ITAUBANCO-PREF	1.243%	0.85
ITAUSA-PREF	0.654%	0.83
KLABIN-PREF	0.272%	0.55
LIGHT SERVICOS	1.042%	0.88
PAUL FORCA LUZ	0.250%	0.61
PETROBRAS-PREF	10.470%	0.98
SID NACIONAL	0.483%	0.48
SID TUBARAO-PREF	0.296%	0.74
SOUZA CRUZ SA	0.330%	0.43
TELEBRAS-CM RCPT	6.486%	1.13
TELEBRAS-PF RCPT	37.029%	1.06
TELEPAR SA-PREF	0.309%	0.95
TELERJ SA-PREF	1.052%	0.9
TELESP CELU-PF B	1.706%	0.62
TELESP SA	0.338%	0.93
TELESP SA-PREF	4.849%	0.99
USIMINAS SA-PF A	1.165%	0.83
VALE RIO DOC-PFA	3.110%	0.74
VOTORANTIM CEL-P	0.139%	0.62
WHITE MARTINS SA	3.780%	0.67

Tabela 4.2 – Betas Ibovespa
Elaborada pelo autor

Na tabela 4.2 verifica-se que poucas são as empresas que possuem betas superiores a 1. Isso ocorre, normalmente, em empresas de maior participação no índice, que, via de regra, são aquelas de maior valor de mercado (uma observação atenta dos dados mostra que empresas com beta maior que 1 dificilmente têm uma participação menor que 2% no índice). Analisando-se, por exemplo, as 3 ações de maior participação no índice – o Recibo de Telebrás, Petrobrás e Eletrobrás –, é possível verificar que: as três ações respondem por cerca de 53,5% do índice, o valor de mercado das três empresas somadas³ ultrapassa R\$ 90 bilhões, e seus betas nunca são menores que 0,98. A mesma análise, para as 3 empresas de menor participação no índice – Copene, Duratex e Brasmotor –, permite concluir que: as três ações não chegam a representar mais que 0,35% do Ibovespa, seu valor de mercado somado não ultrapassa R\$ 1,5 bilhões e os betas nunca são maiores que 0,51.

Um problema sério surge desse fato: as empresas menores, normalmente mais arriscadas, acabam tendo betas menores, quando o correto seria justamente o contrário!

O erro associado ao Beta

Quando se utiliza o método da regressão para o cálculo do beta, é necessário resolver um outro problema: qual a probabilidade de o beta calculado através da regressão igualar-se ao beta atual da empresa? Qual é o erro embutido nessa medida?

Para cada estimativa que se faz do beta é possível calcular um desvio-padrão a fim de estabelecer um intervalo dentro do qual o valor calculado (com uma determinada probabilidade) seja igual ao real beta da companhia. Conforme apresentado no capítulo 2, esse desvio pode ser calculado através da fórmula apresentada na equação 2.14.

Neste caso, o desvio calculado representa um intervalo de confiança dentro do qual existe uma certa probabilidade de se ter o beta atual igual ao beta calculado, mais ou menos o desvio. Caso se utilize um intervalo de confiança de aproximadamente 85% é possível escrever o intervalo de confiança para o verdadeiro beta da empresa da seguinte forma (ter-se-ia um t de Student aproximadamente igual a 1):

$$\text{beta empresa} = \text{beta calculado} + - \text{desvio do beta} \quad (4.5)$$

Por exemplo, se o beta calculado para uma determinada companhia for 1 e o desvio padrão associado ao beta for 0,25, então 85% das vezes pode-se esperar que o beta esteja entre 0,75 e 1,25 (assumindo uma distribuição normal).

A importância de levar-se em conta tal erro é que muitas vezes a estimativa do beta pode tornar-se inútil ou, em outras palavras, muito pouco precisa, dada a dimensão do erro em relação ao próprio beta calculado.

Para tentar colocar o problema no contexto do mercado brasileiro, foi realizado um levantamento do beta para todos os papéis que atualmente compõem o Ibovespa e seus respectivos desvios associados. O cálculo foi feito através da função *Beta* do Bloomberg, utilizando retornos semanais entre janeiro de 1997 e setembro de 1999.

³ O valor de mercado do Recibo de Telebrás é calculado através da soma dos valores de mercado de

Na tabela 4.3 são apresentados os valores dos erros associados ao cálculo do beta de cada papel:

Ação	Desvio	Ação	Desvio
ARACRUZ CELU-PRB	0.15	GERASUL	0.16
BANCO BRASIL	0.08	INEPAR SA-PREF	0.12
BANCO BRASIL-PRF	0.09	IPIRANGA PETR-PR	0.08
BANESPA-PREF	0.17	ITAUBANCO-PREF	0.07
BR DISTRIB-PREF	0.08	ITAUSA-PREF	0.07
BRADESCO SA-PREF	0.07	KLABIN-PREF	0.12
BRAHMA-PREF	0.07	LIGHT SERVICOS	0.11
BRASMOTOR SA-PRF	0.1	PAUL FORCA LUZ	0.07
CELESC-PRF B	0.09	PETROBRAS-PREF	0.07
CEMIG	0.08	SID NACIONAL	0.09
CEMIG SA-PREF	0.07	SID TUBARAÖ-PREF	0.15
CESP-CIA ENER-PR	0.12	SOUZA CRUZ SA	0.08
CIA DE TRANS-PF	0.94	TELEBRAS-CM RCPT	0.04
COPEL-PREF B	0.09	TELEBRAS-PF RCPT	0.03
COPENE-PREF A	0.08	TELEPAR SA-PREF	0.1
COPESUL	0.06	TELERJ SA-PREF	0.1
DURATEX SA-PREF	0.1	TELESP CELU-PF B	0.49
ELETROBRAS	0.06	TELESP SA	0.08
ELETROBRAS-PR B	0.06	TELESP SA-PREF	0.06
ELETROPAULO ME-P	0.35	USIMINAS SA-PF A	0.1
GER PARANAP-PRF	0.62	VALE RIO DOC-PFA	0.1
GER TIETE-PREF	1.04	VOTORANTIM CEL-P	0.12
		WHITE MARTINS SA	0.08

Tabela 4.3 – Betas e Erros-Padrão
Elaborada pelo Autor

A fim de avaliar o impacto desse erro, calcula-se um quociente relacionando o erro (desvio) e o beta para cada uma das ações que compõe o Ibovespa. Os resultados são apresentados na tabela 4.4:

Ação	Desvio / Beta	Ação	Desvio / Beta
ARACRUZ CELU-PRB	28.85%	INEPAR SA-PREF*	13.79%

cada uma das 12 empresas resultantes da privatização da Telebrás em 1998

BANCO BRASIL	12.50%	IPIRANGA PETR-PR	11.59%
BANCO BRASIL-PRF	11.25%	ITAUBANCO-PREF	8.24%
BANESPA-PREF	16.83%	ITAUSA-PREF	8.43%
BR DISTRIB-PREF	11.43%	KLABIN-PREF	21.82%
BRADESCO SA-PREF	7.87%	LIGHT SERVICOS	12.50%
BRAHMA-PREF	10.14%	PAUL FORCA LUZ	11.48%
BRASMOTOR SA-PRF	20.83%	PETROBRAS-PREF	7.14%
CELESC-PRF B	7.63%	SID NACIONAL	18.75%
CEMIG	7.02%	SID TUBARAO-PREF	20.27%
CEMIG SA-PREF	5.51%	SOUZA CRUZ SA	18.60%
CESP-CIA ENER-PR*	10.43%	TELEBRAS-CM RCPT	3.54%
CIA DE TRANS-PF	22.54%	TELEBRAS-PF RCPT	2.83%
COPEL-PREF B	6.38%	TELEPAR SA-PREF	10.53%
COPENE-PREF A	17.39%	TELERJ SA-PREF	11.11%
COPESUL	14.63%	TELESP CELU-PF B	79.03%
DURATEX SA-PREF	19.61%	TELESP SA	8.60%
ELETROBRAS	5.04%	TELESP SA-PREF	6.06%
ELETROBRAS-PR B	5.08%	USIMINAS SA-PF A	12.05%
ELETROPAULO ME-P	36.84%	VALE RIO DOC-PFA	13.51%
GER PARANAP-PRF*	19.56%	VOTORANTIM CEL-P	19.35%
GER TIETE-PREF*	31.14%	WHITE MARTINS SA	11.94%
GERASUL	26.23%		

Tabela 4.4 – Impacto do erro associado ao beta
Elaborada pelo autor

Observando a tabela⁴ 4.4 não fica difícil verificar que, para o mercado brasileiro de ações, o beta determinado diretamente através de uma regressão linear pode ser totalmente impreciso, e consequentemente inútil, para ser utilizado no CAPM (ou em qualquer outro modelo de risco e retorno). O caso de Telesp Celular Preferencial, por exemplo, ilustra bem este problema. O erro associado à estimativa do beta da empresa (nesta situação específica) corresponde a quase 80% do valor do próprio beta, deixando clara a inviabilidade de se utilizar essa medida em qualquer situação. Apesar de Telesp Celular ser um caso extremo, calculando-se a média dos quocientes chega-se a um valor ainda alto: 15,57%. No próximo capítulo será apresentada uma metodologia alternativa para a determinação do coeficiente beta, menos vulnerável ao problema do erro. O método é particularmente útil para ser utilizado em mercados como o brasileiro, caracterizado pela pouca liquidez de seu papéis, sua história recente e altas volatilidades.

⁴ Os papéis destacados com um * têm seus betas com base em 90 observações. Todas as outras ações são calculadas com base em amostras de 143 elementos.

O Problema de as empresas mudarem ao longo do tempo

Além de levar em conta o problema do índice de ações e do erro embutido no cálculo do beta, um último ponto deve ser considerado: as mudanças que a firma experimenta com o passar do tempo. O beta calculado através da regressão do retorno histórico da ação em relação ao do índice é muito mais um indicador da situação ou realidade da empresa durante o período da estimativa do que a sua situação atual. Segundo Damodaran (1999a), as firmas mudam ao longo do tempo por dois motivos principais:

- aquisições, diversificações ou investimentos alteram o “business mix” da empresa e, consequentemente, o valor do seu beta (o risco embutido no negócio);
- alterações na alavancagem financeira da firma, isto é, a empresa pode aumentar ou diminuir seu estoque de dívidas, pagar dividendos ou recomprar ações. Até mesmo mudanças nos valores de mercado de suas dívidas e ações podem alterar a alavancagem financeira.

Verifica-se, então, mais uma inconveniência resultante da utilização dos retornos históricos para o cálculo do beta: a incapacidade do método em captar prontamente mudanças de variáveis tão importantes quando se trata de avaliar o risco de investir em uma determinada companhia, como o seu *business mix* ou a sua alavancagem financeira.

Assim, deve estar claro para o leitor que existem limitações na utilização dos retornos históricos para o cálculo do beta, principalmente em mercados como o brasileiro. No próximo capítulo será apresentada uma metodologia alternativa para o cálculo do beta, que tenta contornar os problemas expostos acima: o método *Bottom Up*.

4.3.2 O prêmio de risco do mercado de ações

Nesta seção será avaliado o cálculo da outra variável necessária para a aplicação prática do CAPM: o prêmio de risco para o mercado de ações (prêmio). Este prêmio de risco pode ser interpretado como o retorno extra exigido pelo investidor para transferir seus recursos de um investimento (teoricamente) sem risco para outro mais arriscado. Segundo Damodaran (1999b), existem três maneiras de obter o prêmio de risco do mercado de ações:

1. Realizar uma pesquisa junto a grandes investidores para levantar sua percepção do prêmio de risco para o futuro;
2. Utilizar dados históricos e determinar um prêmio de risco baseado em retornos passados, assumindo que o valor calculado é de fato uma boa estimativa para o prêmio no futuro;
3. Extrair, das condições atuais do mercado, um prêmio implícito para o mercado de ações.

Este estudo irá concentrar-se no item número 2, a utilização de dados históricos para o cálculo do prêmio. Tal escolha justifica-se porque essa é a maneira atualmente mais utilizada para a obtenção de uma estimativa para o prêmio. Primeiro será feita uma descrição do método dos dados históricos e, logo em seguida, serão apresentados dois exemplos práticos: um para o mercado americano e outro para o mercado brasileiro.

O prêmio de risco do mercado de ações de um determinado país é normalmente calculado através da comparação entre os retornos, quase sempre anuais, do mercado acionário desse país (medidos sempre através de um índice de ações) e os retornos de um investimento livre de risco, normalmente um título emitido pelo governo. A diferença entre os dois retornos (mercado de ações X título livre de risco) é computada ao longo dos anos e sua média é utilizada como uma boa aproximação para o prêmio de risco do mercado de ações. O prêmio de risco para o mercado de ações pode ser descrito pela equação 4.5:

$$PR_j = R_{A,j} - R_{LR,j} \quad (4.6)$$

onde:

- PR_j é o prêmio de risco para o mercado de ações no período j ;
- $R_{A,j}$ é o retorno anual médio de um índice de ações A para um determinado período de tempo j ;
- $R_{LR,j}$ é o retorno anual médio do título livre de risco LR para um determinado período de tempo j ,

Ao optar-se pela utilização de dados históricos para o cálculo do prêmio de risco do mercado de ações, é preciso: decidir o tamanho da série histórica a ser utilizada; escolher o investimento, ou título, livre de risco e o índice de ações (que serão comparados um contra o outro); e, finalmente, determinar a maneira através da qual será calculada a média da diferença dos retornos do índice e do instrumento livre de risco. Cada uma destas questões será analisada a seguir.

O período de tempo considerado

O problema do período de tempo a ser empregado no cálculo do prêmio pode ser encarado da seguinte forma: deve-se empregar séries históricas o mais longas possíveis ou mais recentes?

Normalmente, aqueles que preferem períodos mais longos argumentam que uma série histórica maior ameniza as eventuais distorções no valor dos títulos considerados; já aqueles que optam pela utilização de intervalos de tempo menores argumentam que a aversão ao risco por parte dos investidores pode mudar, e que um período mais curto forneceria uma medida mais atual, e portanto mais precisa, sobre a percepção de risco dos investidores.

A maioria dos autores aconselha que as séries mais longas sejam utilizadas em detrimento das séries mais curtas, justificando que o erro de estimativa embutido nas médias, quando se utilizam dados mais recentes, é grande o suficiente para anular a vantagem de se obter uma medida mais atual sobre a percepção dos investidores.

Nos Estados Unidos existe uma série histórica muito famosa e amplamente utilizada para obter os preços de diversos instrumentos financeiros do mercado

americano. Esta série é disponibilizada pela *Ibotson Associates*, iniciando-se em 1926 e chegando até os dias de hoje.

Por outro lado, em países cujos mercados acionários são mais recentes, as séries históricas são substancialmente menores, o que pode tornar a estimativa do prêmio histórico pouco precisa. No Brasil, por exemplo, a base de dados não ultrapassa 20 anos, uma restrição que compromete (conforme será verificado numa análise a seguir) a utilização de séries históricas para o cálculo do prêmio.

A escolha do investimento livre de risco

Normalmente, o investimento livre de risco utilizado para o cálculo do prêmio do mercado de ações é um título do governo. Estes são os títulos preferidos porque o governo de qualquer país tem, em último caso, a prerrogativa de imprimir moeda para honrar suas dívidas, diferentemente de uma empresa, um município ou qualquer outro tipo de emissor. Além disso, segundo Damodaran (1999c), o instrumento utilizado deve ser consistente com aquele empregado para computar o custo de capital, isto é, caso a taxa livre de risco adotada no modelo (CAPM, por exemplo) seja a de um título de longo prazo do governo, a mesma deverá ser utilizada para computar o prêmio de risco do mercado de ações. Maiores detalhes sobre essa taxa serão dados no item 5.4.

O Cálculo da Média

A última questão a ser respondida para o cálculo do prêmio histórico tem a ver com o cálculo da média dos retornos ao longo do tempo. São duas as possibilidades: a utilização da média aritmética e a utilização da média geométrica.

A média aritmética computa simplesmente a média da série dos retornos, admitindo a inexistência de qualquer relação entre os retornos de dois períodos de tempo consecutivos. Já a média geométrica, é calcula levando em consideração a composição dos dados (i.e., a idéia de que o retorno em um ano qualquer X está de alguma forma ligado ao retorno do ano X-1).

Admitindo-se que os retornos anuais não têm nenhuma relação uns com os outros, é possível considerar a média aritmética como o método adequado. Entretanto,

existem argumentos que apontam para o uso da média geométrica como o método adequado, principalmente aqueles de cunho prático. As evidências empíricas da existência destas relações são bastante extensas e podem ser, por exemplo, encontradas em Fama e French (1998).

Apesar dos diversos trabalho empíricos que comprovam a relação entre os retornos – entre os quais se inclui também o de Fama e French (1998), anteriormente citado - estarem no contexto do mercado americano, o método da média geométrica será preferido, uma vez que o modelo alternativo apresentado para o cálculo do prêmio do mercado brasileiro utiliza-se indiretamente dos retornos do mercado de ações americano.

A fim de melhor ilustrar a maneira prática de determinar o prêmio de risco do mercado de ações, dois exemplos serão apresentados a seguir: um mostrando o cálculo para o mercado americano - adaptado de Damodaran (1999b) - e outro para o brasileiro.

Cálculo do Prêmio para o mercado Americano

Conforme se mencionou anteriormente, o primeiro passo para o cálculo do prêmio de risco é a obtenção dos retornos das ações e títulos do governo (livres de risco) ao longo do tempo. Nos EUA, tais retornos são regularmente disponibilizados por empresas especializadas (Ibbotson, COMPUSTAT etc.), podendo ser facilmente obtidos através de publicações escritas ou via Internet.

Quando se faz referência aos títulos emitidos pelo governo americano, normalmente encontram-se duas possibilidades: os *Tbonds* e os *Tbills*. Os primeiros são títulos de longo prazo emitidos pelo tesouro daquele país (acima de 10 anos), enquanto os *Tbills*, que também são emitidos pelo tesouro, têm uma maturação mais curta, variando entre 6 meses e 10 anos. Em se tratando do retorno das ações, na grande maioria das vezes, utiliza-se o índice calculado pela Standard and Poor's (S&P 500). Uma tabela com os retornos anuais dos títulos do governo e do S&P 500 pode ser apreciada no anexo. A seguir, no gráfico 4.2, é apresentada a evolução dos retornos dos título do governo americano e do S&P 500 desde 1926.

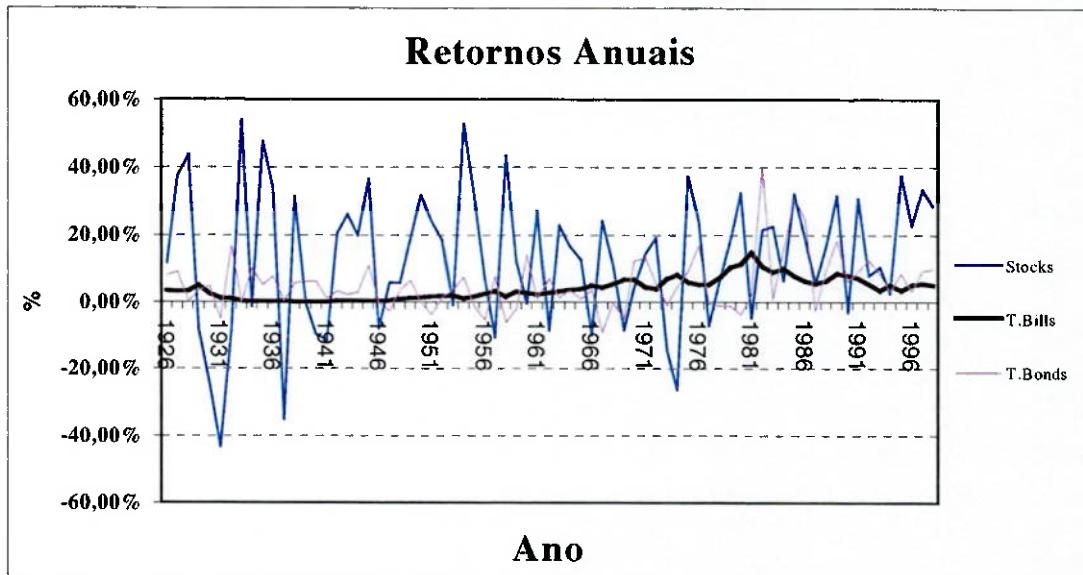


Gráfico 4.2 – Retornos do Mercado Americano
Elaborado pelo autor

Uma vez de posse destes dados, calcula-se uma média do retorno das ações e dos títulos do governo ao longo dos anos (desde 1926). Utilizando tanto médias aritméticas quanto geométricas chega-se a:

Retorno Médio (desde 1926)			
	Ações	Tbills	Tbonds
Aritmética	13,17%	3,86%	5,22%
Geométrica	11,38%	3,86%	5,00%

Tabela 4.5 – Médias dos Retornos (EUA)
Adaptada de Damodaran (1999b)

Calculadas as médias, basta subtrair os retornos dos título do governo dos retornos das ações:

Prêmio de Risco		
	Ações - Tbills	Ações - Tbonds
Aritmética	9,31%	7,95%
Geométrica	7,52%	6,38%

Tabela 4.6 – Prêmios de Risco do Mercado de Ações
Adaptada de Damodaran (1999b)

Portanto, verifica-se que o prêmio médio ganho pelo investidor americano para aplicar seus recursos no mercado de ações (neste caso aproximado pelo S&P 500), ao invés de aplicar nos títulos do governo foi de aproximadamente 8% ao ano (uma média aproximada das médias apresentadas na tabela 4.6). Essa taxa pode ser considerada, portanto, como a recompensa pelo risco que o investidor “carrega” ao deixar de aplicar num ativo do governo (sem risco) e aplicar em ações.

Analogamente à discussão sobre o erro associado ao valor do beta (relacionado à regressão linear), um ponto importante a ser considerado no cálculo do prêmio de risco para o mercado de ações, é o erro de estimativa associado às médias calculadas (principalmente quando utilizam períodos de tempo mais curtos)⁵. Para avaliar o impacto desse erro sobre o valor obtido para o prêmio, será considerado o valor da imprecisão associada ao cálculo do retorno médio do índice de ações (no caso do S&P 500). Observando-se o gráfico 4.2, verifica-se que a volatilidade associada aos retornos do S&P é substancialmente maior que a volatilidade dos retornos dos títulos do governo, sendo portanto a parcela do prêmio (retorno das ações – retorno dos títulos do governo) mais exposta ao problema da imprecisão.

Calculando-se o desvio padrão do S&P500 (1926-1998) chega-se a:

Desvio Padrão	
Ações	20,25%
Tabela 4.7 – Desvio Padrão Adaptada de Damodaran (1999b)	

Empregando a equação 2.6, um intervalo de confiança de 68% ($z=1$), e utilizando o desvio padrão calculado (20,25%), monta-se a tabela:

Período	Erro do Prêmio de Risco
----------------	--------------------------------

⁵ É importante não confundir que o erro associado ao beta é o erro padrão associado à regressão, enquanto que o erro associado à média dos retornos anuais é um erro de estimativa. O capítulo 2 apresenta uma breve discussão sobre esses dois tipos de erros.

5 anos	9,06%
10 anos	6,40%
20 anos	4,53%
30 anos	3,70%

Tabela 4.8 – Erro Associado ao Prêmio
Elaborada pelo autor

Conforme comentado no capítulo 2, a tabela 4.8 mostra claramente que quanto menor a quantidade de anos considerados, maior é o erro de estimativa. Admitindo que o desvio da população seja de fato 20,25%, e considerando diferentes tamanhos de amostras (de 5 e 10 anos, por exemplo) verifica-se que os erros de estimativa dos retornos acionários chegam a ser tão grandes quanto os próprios prêmios de risco calculados anteriormente (que estavam em torno de 8%), tornando inadequada a sua utilização. Para ilustrar melhor a relação entre o erro associado ao prêmio do retorno das ações (diretamente associado ao retorno do próprio prêmio) e o número de períodos utilizados na sua estimativa construi-se o gráfico 4.3. Assume-se um intervalo de confiança de 68% e o desvio-padrão de 20,25%.

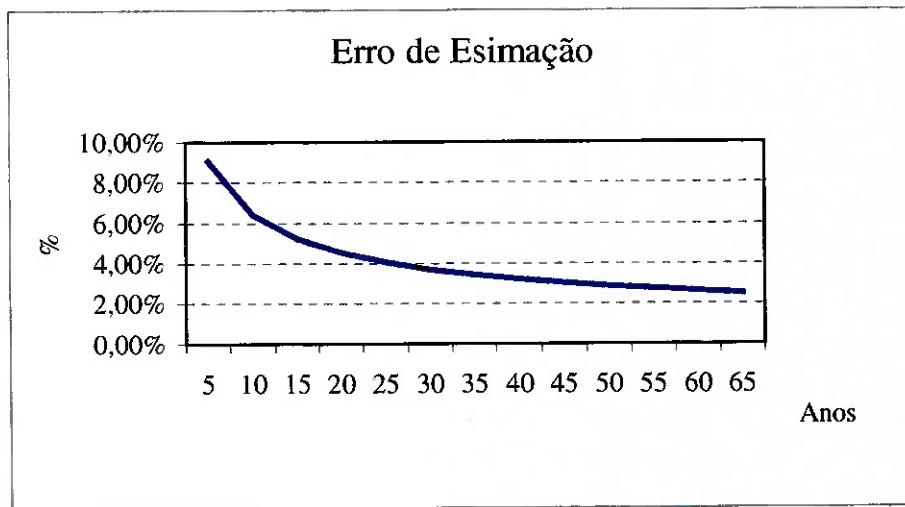


Gráfico 4.3 – Erro associado ao retorno médio do mercado acionário
Elaborado pelo autor

Certamente, a primeira e grande dificuldade enfrentada para obter um prêmio de risco para o mercado de ações brasileiro (através de dados históricos), tem a ver com o tamanho das séries disponíveis. O fato de o mercado de capitais no Brasil ter uma história relativamente recente faz com que as séries disponíveis raramente ultrapassem 20 anos. Um outro problema está ligado à própria história do país. O fato de o Brasil nas últimas décadas ter atravessado diversas crises e experimentado os mais diversos planos econômicos e tipos de governo, fez com que a volatilidade dos mercados locais fosse tanta, que o emprego dos registros históricos do comportamento dos mercados locais torna-se praticamente inútil para qualquer tipo de estudo. É importante destacar que tais atributos não são privilégios exclusivos do Brasil. A grande maioria dos países em desenvolvimento (entre eles outros países latinos e até mesmo todo o grupo dos chamados países emergentes) sofrem dos mesmos problemas: mercados de história recente e altamente voláteis.

Da mesma forma que no cálculo do prêmio de risco das ações para o mercado americano, é necessário obter os retornos anuais do mercado de ações e dos chamados títulos livres de risco. Nesta análise em particular serão consideradas duas situações: a primeira utilizando-se os retornos anuais das taxas dos certificados de depósito interbancário (CDI) divulgados pela Cetip e os retornos anuais do Ibovespa; e a segunda, utilizando-se as taxas da poupança e dos retornos do Ibovespa. Para determinar estes retornos serão utilizados os valores de fechamento do Ibovespa em dólares, obtidos através da Economática. Os valores do CDI e da poupança, acumulados ao longo dos anos, também foram obtidos através da Economática. Ideia em se utilizar tanto o CDI quanto a poupança é válida pois, dessa forma, é possível ter uma visão mais clara do efeito do tamanho das séries históricas sobre o valor do prêmio de risco calculado (principalmente quando se trata da média geométrica). A tabela 4.9 mostra os retornos anuais do Ibovespa e CDI desde 1986:

Ibovespa (USD)			CDI Acumulado (USD)	
Ano	Fechamento	Retorno Percentual	Fechamento	Retorno Percentual
1986	1709,06	*	24,02	*

1987	478,98	-71,97%	26,16	8,88%
1988	1202,50	151,06%	28,25	7,99%
1989	1492,87	24,15%	47,08	66,68%
1990	407,90	-72,68%	46,01	-2,27%
1991	1582,18	287,89%	51,73	12,43%
1992	1523,16	-3,73%	74,25	43,53%
1993	3217,27	111,22%	89,65	20,73%
1994	5134,32	59,59%	152,85	70,50%
1995	4420,11	-13,91%	203,52	33,15%
1996	6773,04	53,23%	242,06	18,93%
1997	9132,93	34,84%	280,78	16,00%
1998	5614,50	-38,52%	333,44	18,76%

Tabela 4.9 – Retornos Ibovespa e CDI
Elaborada pelo Autor

Uma vez conhecendo o valor dos retornos percentuais ao longo dos anos, é possível calcular a média, tanto para as ações, representadas pelo Ibovespa, quanto para o investimento livre de risco, representado neste caso pelo CDI acumulado. Tem-se:

	Ações	CDI
Aritmética	43%	26%
Geométrica	11,42%	27%

Tabela 4.10 – Médias
Elaborada pelo autor

Finalmente, para chegar no prêmio de risco para o mercado brasileiro de ações, basta subtrair o retorno médio do Ibovespa pelo do CDI acumulado. Tem-se então:

	Prêmio de risco
Aritmética	17,00%
Geométrica	-15,60%

Tabela 4.11 – Prêmio para o Mercado Brasileiro
Elaborada pelo autor

Uma observação do resultado desta análise, evidencia a dificuldade em se chegar a um valor preciso para o prêmio de risco do mercado brasileiro. A utilização da média geométrica, a mais indicada pela maioria dos autores, levaria a adoção de um prêmio de risco negativo, o que significaria que o investidor deveria abdicar de

seus retornos (i.e., “pagar”) para correr o risco de aplicar seus recursos na bolsa e não no investimento livre de risco – representado, neste caso, pelo CDI. Esta idéia claramente não faz nenhum sentido. Entretanto, caso se optasse pela utilização da média aritmética, ainda teria que ser considerado o problema da precisão dos valores médios calculados.

Analogamente ao que foi feito na avaliação do prêmio do mercado americano, é possível, para tentar avaliar a precisão dos valores obtidos, determinar o erro de estimativa para a média dos retornos anuais do Ibovespa. Este erro de estimativa é calculado através do emprego da equação 4.7 abaixo, adaptada da equação 2.7:

$$e = t_{n-1} \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \quad (4.7)$$

onde,

- t é a variável t de Student;
- $n - 1$ é o número de graus de liberdade (n continua sendo o número de elementos da amostra);
- σ_x é o desvio padrão da população – neste caso, estimado através do desvio padrão da amostra;

Utilizando-se de :

1. desvio padrão de 103% (calculado para os retornos anuais do Ibovespa);
2. um valor de n igual a 12 (1987 à 1998).
3. variável t de Student igual à 1,796 determinada para 11 graus de liberdade ($n-1$) e intervalo de confiança de 90%;

Descobre-se que o erro associado ao retorno médio do Ibovespa é de 53%. Este erro é maior do que o próprio prêmio de calculado, o que deixa clara a impossibilidade de utilizar os retornos anuais do Ibovespa (pelo menos para o período

de tempo considerado) para tentar obter um prêmio para o mercado brasileiro de ações.

Uma das formas de se tentar diminuir a imprecisão associada ao valor do prêmio seria utilizar séries históricas mais longas. Uma alternativa seria utilizar os retornos do Ibovespa e da poupança, por exemplo, desde 1968. Da mesma forma que para o CDI, a comparação inicia-se com a construção da tabela dos retornos:

Ibovespa (USD)			Poupança Acumulada (USD)	
Ano	Fechamento	Retorno Percentual	Fechamento	Retorno Percentual
1968	149,13	*	25,62	*
1969	347,32	133%	28,43	10,96%
1970	472,28	36%	31,58	11,10%
1971	883,71	87%	35,82	13,41%
1972	445,35	-50%	39,59	10,52%
1973	466,39	5%	47,70	20,48%
1974	533,10	14%	56,01	17,42%
1975	589,11	11%	60,78	8,52%
1976	536,86	-9%	65,19	7,26%
1977	582,04	8%	68,97	5,80%
1978	466,53	-20%	76,92	11,52%
1979	359,38	-23%	59,86	-22,18%
1980	343,23	-4%	63,62	6,28%
1981	368,71	7%	66,70	4,85%
1982	305,66	-17%	71,60	7,33%
1983	673,81	120%	50,55	-29,39%
1984	1128,67	68%	53,70	6,23%
1985	1718,16	52%	56,70	5,58%
1986	1709,06	-1%	68,28	20,43%
1987	478,98	-72%	74,99	9,83%
1988	1202,50	151%	77,11	2,83%
1989	1492,87	24%	98,69	27,98%
1990	407,90	-73%	88,15	-10,68%
1991	1582,18	288%	77,75	-11,80%
1992	1523,16	-4%	89,47	15,07%
1993	3217,27	111%	92,90	3,84%
1994	5134,32	60%	145,32	56,42%
1995	4420,11	-14%	176,65	21,56%
1996	6773,04	53%	198,65	12,45%
1997	9132,93	35%	215,57	8,52%

1998	5614,50	-39%	227,87	5,70%
------	---------	------	--------	-------

Tabela 4.12 – Retornos Ibovespa e Poupança
Elaborada pelo Autor

Calculando as médias geométricas e aritméticas para o período chega-se a:

	Ações	Poupança
Aritmética	31,31%	8,60%
Geométrica	13,33%	8,12%

Tabela 4.13 – Médias Ibovespa e Poupança
Elaborada pelo autor

Subtraindo-se os retornos médios:

	Prêmio de risco
Aritmética	22,71%
Geométrica	5,21%

Tabela 4.14 – Prêmio para o mercado brasileiro (Ibovespa e Poupança)
Elaborada pelo autor

Neste caso, o erro de associado à média dos retornos do Ibovespa (para o mesmo intervalo de confiança de 90% utilizado na situação anterior) é de fato bem menor: 22,86%, mas ainda muito grande se comparado com os valores dos prêmios de risco observados na tabela 4.14.

No próximo capítulo, será apresentada uma maneira alternativa para o cálculo do prêmio do mercado de ações menos vulnerável às limitações de mercados como o Brasileiro.

Capítulo 5

ALTERNATIVAS

5.1 Considerações iniciais

Um dos pontos centrais do CAPM, e de todos os outros modelos que surgiram a partir dele, preconiza que as medidas do custo de capital próprio devem ser feitas com base em retornos esperados. Entretanto, como os retornos dos ativos existentes não são observáveis *a priori*, a utilização dos modelos de risco e retorno normalmente implica o emprego de retornos *ex post* (já ocorridos), tanto para a aplicação prática desses modelos quanto para realização de testes sobre sua eficácia. Infelizmente, como foi possível constatar no capítulo anterior, as estimativas de custo de capital derivadas do uso de retornos medidos *a posteriori* (sempre através de séries históricas) têm se mostrado frustrantes em diversos aspectos. Fama e French (1997) concluem que tais estimativas de custo de capital (feitas da maneira originalmente proposta pelo CAPM) são “inevitavelmente imprecisas”, identificando três problemas fundamentais: (1) as dificuldades em identificar o modelo de precificação de ativos mais adequado (2) as imprecisões nas medidas de risco exigidas pelos modelos (betas) e, finalmente, (3) as imprecisões nos prêmio de risco dos fatores considerados (a carteira de mercado, no caso do CAPM).

Qual seria, então, a alternativa para estimar o custo de capital que a empresa deve utilizar nas suas decisões de investimento?

Uma forma de abordar o problema, e que vem sendo bastante discutida nestes últimos anos, é utilizar o método da taxa interna de retorno (TIR) para o cálculo de um custo de capital *ex ante*. A idéia consiste em determinar uma TIR que iguale o preço atual da ação da empresa (seu valor de mercado) ao valor presente dos fluxos de caixa que serão gerados no futuro. A esse método alternativo dá-se o nome de DCF (*Discounted Cash Flow*). Basicamente, calcula-se a taxa que o mercado está implicitamente utilizando para descontar os fluxos de caixa futuros (dividendos pagos pela empresa e mudanças no preço de suas ações) e chegar no preço em que a ação está sendo negociada no presente. Bons exemplos de estudos que aplicam esta metodologia

são: Madden (1998), Damodaran (1994), Ibbotson (1996), Gordon e Gordon (1997) e Pratt (1998). De acordo com Pratt (1998), os dois modelos mais populares para o cálculo do custo de capital através da utilização de fluxos de caixa descontados (DCFs) são: o modelo de um estágio (*single-stage model*) e o modelo de vários estágios (*multistage model*). Pela sua simplicidade, o mais utilizado entre eles é o modelo de um estágio, cuja fórmula é apresentada na equação 5.1:

$$PV = \frac{NCF_0(1+g)}{k - g} \quad (5.1)$$

onde:

- PV é o valor presente (i.e., o preço de mercado da ação);
- NCF_0 é o fluxo de caixa esperado para o período zero (imediatamente precedente à data da avaliação);
- k é a taxa de desconto (TIR, ou o custo de capital);
- g é a taxa de crescimento de longo prazo esperada para fluxo de caixa da empresa (na ótica do investidor).

Manipulando algebricamente a equação 5.1, é possível escrever o custo de capital *ex ante* da seguinte forma:

$$k = \frac{NCF_0(1+g)}{PV} + g \quad (5.2)$$

onde as variáveis são as mesmas definidas para a equação 5.1.

A fim de ilustrar o método, considere-se uma companhia A qualquer cujas ações são negociadas em uma bolsa de valores. Imagine-se que sobre essa empresa seja possível afirmar que¹:

1. Os dividendos pagos aos seus acionistas nos últimos 12 meses tenham sido de \$ 3,00 por ação;

¹ Exemplo adaptado de Pratt (1998).

2. O consenso entre os analistas a respeito da taxa de crescimento dos dividendos (e, conseqüentemente, do preço da ação) pagos pela empresa é de 5%;
3. O valor de mercado de uma ação é de \$36,00.

Substituindo os valores na equação 5.2 tem-se o seguinte:

$$k = \frac{\$3,00(1+0,05)}{\$36,00} + 0,05$$

$$k = 0,088 + 0,05$$

$$k = 13,8\%$$

Assim, conclui-se que o custo de capital próprio da empresa A é estimado em 13,8%, dos quais 8,8% correspondem ao crescimento esperado para os dividendos, e 5% estão relacionados à apreciação esperada para o valor da ação.

Apesar do modelo de um estágio ser uma versão exageradamente simples para o cálculo do custo de capital *ex ante*, ele é capaz de ilustrar bem as limitações da aplicação desta idéia num mercado como o brasileiro. O ponto mais grave tem a ver com o fato de a grande maioria deles assumir a existência de um “consenso” a respeito da taxa de crescimento dos dividendos pagos pela empresa (*dividend yield*). Esse consenso é claramente inexistente para a grande maioria das empresas brasileiras negociadas em bolsa. No Brasil, é possível dizer que somente para algumas poucas empresas - geralmente as companhias maiores e mais líquidas - há um consenso sobre a taxa de crescimento dos dividendos. Além disso, diferentemente do mercado americano, no qual a grande maioria das empresas remunera periodicamente seus acionistas por meio de dividendos, as empresas de capital aberto no Brasil não costumam pagar dividendos aos seus acionistas todos os anos e, via de regra, a remuneração se dá unicamente através do ganho de capital obtido com a apreciação de seus papéis. Segundo Pratt (1998), uma maneira de evitar o problema do não pagamento dos dividendos seria definir o fluxo de caixa (o numerador da equação 5.1) de uma maneira mais ampla, isto é, tentar obter - através do balanço da empresa - o valor futuro que poderia ser distribuído aos acionistas no final de cada período. Este

enfoque levaria à utilização do modelo de vários estágios, que também apresenta grandes limitações no contexto do mercado brasileiro, principalmente no que se refere à utilização de dados de balanço das empresas e à determinação da chamada perpetuidade, uma taxa média de crescimento para os fluxos de caixa futuros da companhia cuja precisão é bastante questionável, principalmente em mercados de alta volatilidade, o que é o caso do brasileiro.

Além disso, o uso do DCF impede o cálculo do custo de capital próprio para empresas de capital fechado e projetos de investimento, uma vez que é impossível, nessas situações, obter um valor de mercado para ser igualado aos fluxos de caixa projetados para o futuro. Tal limitação é suficiente, na opinião do autor, para estimular a busca por métodos alternativos para o cálculo do custo de capital próprio. A busca desse modelo alternativo sempre acaba em alguma variação do CAPM, uma vez que a utilização de um método *ex ante* (completamente independente de retornos passados) ainda requer um amadurecimento do mercado local de ações, além de que, como demonstrado anteriormente, tal enfoque não é aplicável à empresas de capital fechado ou projetos de investimento. Desta maneira, nos itens 5.2 e 5.3, são apresentadas metodologias alternativas para o cálculo das variáveis requeridas pelo CAPM, adaptadas às limitações do mercado brasileiro. O item 5.4 agrupa estas variáveis, chegando-se a um modelo alternativo ao CAPM para o cálculo do custo de capital próprio no Brasil (e em outros mercados emergentes).

5.2 Alternativa para o cálculo do Beta: método *Bottom Up*

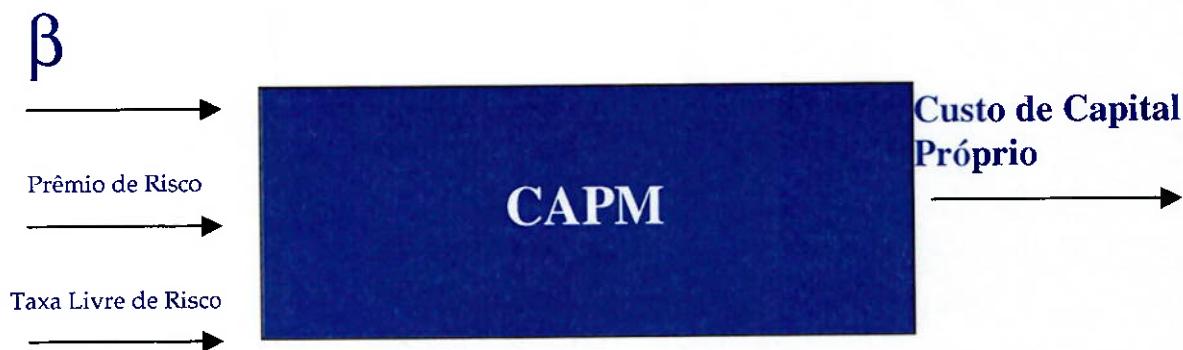


Figura 5.1 – Beta

Conforme verificou-se no capítulo anterior, a determinação do beta de uma empresa através da regressão dos retornos de suas ações contra aqueles de um índice representativo do mercado, pode levar a valores totalmente imprecisos, impossíveis de serem aplicados em qualquer modelo de risco e retorno. Uma das formas encontradas para tentar viabilizar o emprego do beta (e, consequentemente, do CAPM) foi o desenvolvimento do método *Bottom Up*. Acredita-se que o método tem três grandes pontos positivos. Primeiro, permite o cálculo do beta para uma empresa de qualquer país, independentemente da “qualidade” das séries históricas disponíveis. Além disso, através dele é possível estimar betas para empresas não listadas em bolsa e projetos de investimento, duas situações bastante comuns, para as quais é obviamente impossível utilizar (1) a regressão da série histórica dos preços do ativo contra os valores históricos de uma carteira de mercado, ou (2) qualquer medida *ex ante*, como as que foram apresentadas no item 5.1. A segunda grande vantagem do *Bottom Up* tem a ver com a sua capacidade de fornecer uma medida do nível de risco *atual* da empresa. Neste caso, a palavra atual é particularmente importante pelo seguinte motivo: o beta calculado através da regressão dos retornos vai refletir muito mais o risco embutido no negócio da empresa durante o período da regressão, do que sua atual situação em termos de endividamento, custos e outras variáveis que tenham alguma relação com o risco do seu negócio. Finalmente, o terceiro ponto que deve ser destacado relaciona-se à possibilidade de, em aplicando-se o *Bottom Up*, capturar-se com maior precisão o nível de risco de empresas envolvidas em diversos tipos de negócios. Antes de detalhar cada uma das etapas para a aplicação do método, serão feitas algumas considerações sobre a alavancagem financeira de uma empresa e sua influência no valor do beta.

5.2.1. Alavancagem financeira e beta

O beta de uma empresa qualquer, independentemente da forma como é calculado é determinado, de fato, pelas suas características fundamentais. Uma firma que vende livros através da Internet, por exemplo, cujo grau de endividamento é elevado, cujas receitas não são suficientes para cobrir as despesas e cujas vendas são

altamente sensíveis ao grau de aquecimento da economia tem, necessariamente, que apresentar um beta diferente de uma empresa, por exemplo, do setor farmacêutico, cujo grau de endividamento é muito baixo e cujas vendas são bastante uniformes ao longo dos meses do ano. Portanto, independentemente do tamanho das séries históricas utilizadas, do tipo de regressão empregada para relacionar o retorno das ações e da carteira de mercado, ou do índice de ações usado para representar esta carteira, os betas de duas empresas com características (e níveis de risco distintos) devem, obrigatoriamente, ser diferentes.

A grande maioria dos autores considera que as diversas características que interferem no nível de risco de uma empresa podem ser resumidas em três: (1) a natureza cíclica das receitas, (2) o grau de alavancagem operacional, e (3) o grau de alavancagem financeira.

Ross (1998) define cada uma delas da seguinte forma:

Natureza Cíclica das Receitas

As receitas de algumas empresas apresentam comportamento cíclico acentuado. Ou seja, estas empresas se dão muito bem na fase de expansão do ciclo econômico e vão mal na fase de contração. A evidência empírica indica que as empresas de tecnologia avançada, os estabelecimentos de comércio varejista e as empresas montadoras de veículos acompanham o ciclo econômico. As empresas de setores tais como os de serviços de utilidade pública, transporte ferroviário, alimentos e transporte aéreo dependem menos do comportamento cíclico da economia. Desta forma, espera-se que empresas com um comportamento cíclico acentuado tenham betas mais elevados que outras menos sensíveis às mudanças na economia, *ceteris paribus*.

Alavancagem Operacional:

O grau de alavancagem operacional de uma empresa é basicamente função de sua estrutura de custos. Usualmente é definido como a relação entre os custos fixos e os custos totais. Uma firma com um alto grau de alavancagem operacional (i.e., com uma parcela grande dos custos totais representada por custos fixos), terá sua receitas

variando mais ao longo do tempo do que outra firma idêntica mas com uma alavancagem operacional menor. É importante ressaltar que na prática é muito difícil determinar diretamente a alavancagem operacional de uma firma. Isto ocorre pois tanto os custos fixos quanto os variáveis não estão explicitados nas demonstrações contábeis das empresas. Uma maneira alternativa muito utilizada para determinar esta alavancagem é comparar as mudanças do lucro operacional (antes dos juros e do IR) da empresa com as mudanças nas vendas.

Alavancagem financeira

O conceito de alavancagem financeira é um conceito análogo ao conceito de alavancagem operacional. Porém, enquanto a última refere-se aos custos fixos de produção, a alavancagem financeira indica em que medida a empresa utiliza capital de terceiros em seus negócios, referindo-se então aos pagamentos de juros relativos ao montante de dívidas contraídas pela empresa. Como a empresa precisa fazer pagamentos destes juros, independentemente de seu faturamento, a alavancagem financeira diz respeito aos seus custos fixos de financiamento. Assim, *ceteris paribus*, um aumento da alavancagem financeira deverá significar um beta maior.

Nas palavras de Damodaran (1999d), os betas estimados através da regressão, principalmente para as empresas que se encontram em situações de alta alavancagem financeira, não refletem de maneira correta o risco do seu negócio (ou negócios) exatamente por que esta medida não é capaz de capturar o *atual* grau de alavancagem da empresa. Uma vez que o beta é normalmente calculado para períodos de 2 a 5 anos, o efeito da contração recente de uma dívida (ou a liquidação de uma dívida) não seria capturado por tal medida, sendo portanto indispensável a realização de um ajuste. O ajuste seria baseado na seguinte relação expressa na equação 5.3:

$$\beta_A = \beta_{NA} \times \left(1 + (1-t) \times \frac{Dívidas}{Capital \text{ próprio}} \right) \quad (5.3)$$

onde:

- β_A é o beta alavancado da empresa que utiliza capital de terceiros (é o beta calculado através da regressão);
- β_{NA} é o beta da empresa que não leva em conta seus títulos de dívida, chamado de beta não alavancado;
- t é a alíquota do imposto de renda de pessoa jurídica;
- Dívidas é o valor de mercado das dívidas da empresa;
- Capital Próprio é o valor de mercado das ações da empresa .

O processo de realização desse ajuste pode ser dividido em: (1) encontrar o valor médio do quociente dívidas/capital próprio para a empresa ao longo do período da regressão, (2) dividir (“desalavancar”) o beta encontrado pelo valor médio do quociente determinado em (1), e (3) multiplicar esse beta pelo atual quociente entre dívidas e capital próprio da empresa.

Para ilustrar cada uma dessas etapas, apresenta-se a seguir um exemplo adaptado de Damodaran (1999d), aonde é calculado o valor *atual* do beta para uma empresa fictícia Alfa, que tem um beta de 1,4 - obtido através da regressão dos retornos das suas ações contra o de um índice de ações qualquer, entre os anos de 1992 e 1996.

Na etapa 1 é preciso obter o valor de mercado das dívidas e do capital próprio da empresa no final de cada um dos anos compreendidos entre 1992 e 1996. Estes valores poderiam, por exemplo, ser facilmente obtidos através do Bloomberg, ou outro serviço semelhante. Feito o levantamento, é possível construir a seguinte tabela:

Ano	Dívidas	Capital Próprio	Dívidas/Cap Próprio
1992	14	100	14%
1993	17	110	15%
1994	25	110	22%
1995	11	115	9%
1996	10	100	10%
<i>Média</i>			14%

Tabela 5.1 – Dívidas / Capital Próprio para a Alfa
Adaptada de Damodaran (1999d)

Feito isto, e considerando uma alíquota de imposto de renda de pessoa jurídica de 36%, é possível “retirar” do beta o efeito da alavancagem financeira para o período compreendido entre os anos de 1992 e 1996. Manipulando algebraicamente a equação 5.3 chega-se a:

$$\beta_{NA} = \frac{\beta_A}{1 + (1 - T) \times \left(\frac{Dívidas}{Cap. próprio} \right)} \quad (5.4)$$

onde as variáveis são as mesmas definidas para a equação 5.3.

Substituindo-se os valores :

$$\begin{aligned} \beta_{NA} &= \frac{1.40}{(1 + (1 - 0.36) \times (0.14))} \\ \beta_{NA} &= 1,2894 \end{aligned} \quad (5.5)$$

Este é o beta para as ações da companhia Alfa sem o efeito do uso de capital de terceiros.

Suponha-se agora que a empresa resolva contrair hoje uma dívida correspondente a 10% do seu capital próprio. O valor correto (atual) do seu beta seria calculado de acordo com a equação 5.3, utilizando-se: o valor atual do quociente entre as dívidas e o capital próprio da companhia (10%), o beta não alavancado da empresa (determinado na equação 5.5) e a mesma alíquota de imposto de renda de pessoa jurídica de 36%:

$$\beta_A = 1,2894 \times (1 + (1 - 0,36) \times (0,1))$$

$$\beta_A = 1,37 \quad (5.6)$$

Finalmente, caso a empresa resolva assumir dívidas correspondentes a 25% do seu capital próprio, o beta ajustado seria:

$$\beta_A = 1,2894 \times (1 + (1 - 0,36) \times (0,25))$$

$$\beta_A = 1,49 \quad (5.7)$$

Uma comparação entre os resultados observados nas equações 5.6 e 5.7 deixa bem claro o efeito da alavancagem financeira sobre o beta. Na situação em que a empresa assume menos dívidas do que assumiu durante o período da regressão, o beta corrigido deverá ser menor que o beta calculado originalmente. De fato, o valor calculado na equação 5.6 (1,37) é menor que o beta calculado através da regressão (1,40), indicando corretamente um menor nível de risco associado à companhia Alfa na situação atual (dívida correspondente a 10% do seu capital próprio). Do contrário, caso a empresa tenha aumentado suas dívidas recentemente, verifica-se que o beta corrigido (1,49) será maior que o beta calculado através da regressão (1,40), apontando portanto para um maior nível de risco.

5.2.2 O *Bottom Up*

Antes de continuar a apresentação do método, é importante destacar a hipótese fundamental que viabiliza a utilização do *Bottom Up*. Basicamente, assume-se que o beta de dois (ou mais) ativos reunidos nada mais é que uma média ponderada de cada um deles pelo seu respectivo valor de mercado. Em se tratando de uma grande empresa com negócios no setor de alumínio e cobre, por exemplo, assume-se que o beta corresponda ao beta da unidade de alumínio multiplicado pelo peso desta unidade, somado ao beta da unidade de cobre multiplicado pelo seu peso. Estes pesos nada mais

são do que o valor de cada uma das diferentes unidades de negócio, normalmente medido pelo seu lucro operacional.

Claramente, este processo assume que o analista seja capaz de determinar betas específicos para cada tipo de negócio ou atividade que compõe a empresa. Na prática, como será possível determinar estes betas?

Suponha-se que se esteja avaliando uma empresa americana com negócios no setor petrolífero e de cimento, duas atividades completamente distintas e consequentemente com diferentes níveis de risco associados. Nesta situação, a maneira indicada pelo *Bottom Up* para estimar o beta de cada uma das unidades seria observar um beta médio para as empresas que atuam (exclusivamente) em setores de atividades semelhantes, ponderar os valores destes betas pelos valores das respectivas unidades de negócio e, finalmente, ajustá-lo para o atual grau de alavancagem da empresa.

Nos EUA existem diversas empresas que divulgam periodicamente (a *Ibbotson Associates*, por exemplo) listas com betas, dívidas, valor de mercado do capital próprio e outras informações para empresas dos diversos setores da economia. Além disso, são divulgados também os betas “não alavancados” para cada setor, tornando muitas vezes desnecessário o processo de “retirar” do beta o efeito da alavancagem financeira da empresa no período da regressão, como indica a equação 5.4.

Uma tabela contendo betas alavancados e não alavancados para diversos setores da economia americana pode ser observada no anexo.

O método *Bottom Up* para o cálculo do beta de uma empresa, ativo ou projeto, pode ser, finalmente, descrito da seguinte forma:

1. *Identificar o negócio, ou negócios que compõem a firma, ativo ou projeto analisado*

Nesta primeira parte é necessário separar a firma, ativo ou projeto, em diversas unidades de negócio. Cada uma das possíveis partes terá necessariamente características diferentes e portanto diferentes níveis de risco. No caso da empresa com atividades no setor petrolífero e de cimento, daqui por diante chamada de Petroc, é possível distinguir dois tipos de negócios: a produção de petróleo e de cimento.

2. *Levantar os betas não alavancados para cada um dos tipos de negócios da empresa*

Tal levantamento pode ser feito através de publicações de diversas empresas especializadas. No caso da Petroc, por exemplo, consultando-se a tabela 1 no anexo, verifica-se que os betas para cada uma das unidades são: 0,71 para o setor de petróleo e 0,74 para a divisão de cimento.

3. *De posse dos coeficientes para todos os tipos de negócios nos quais a companhia está envolvida, estimar o beta não alavancado para a empresa como um todo. Esta estimativa é feita através de uma média ponderada dos betas (não-alavancados) pelo valor de cada unidade de negócio² (caso não seja possível utilizar o valor de mercado, Damodaran (1999a) sugere que seja aplicada uma aproximação do tipo lucro operacional, receitas esperadas etc.).*

Considerando que o valor da divisão de cimento da Petroc seja \$75, e da divisão de produção de petróleo seja \$200 (valores que correspondem aos seus lucros operacionais do exercício mais recente), é possível montar a seguinte tabela:

Tipo de Negócio	Valor Estimado (\$)	Peso da Divisão	Beta Não Alavancado	Peso* Beta para o setor
Petróleo	200	73%	0,71	0,518
Cimento	75	27%	0,74	0,200
Total	275	100%		0,718

Tabela 5.2 – Betas não alavancados para a Petroc
Elaborada pelo autor

Verifica-se, portanto, que o valor do beta não alavancado da Petroc é 0,718.

4. Calcular o atual grau de alavancagem financeira da empresa, usando, se possível, valores de mercado. Do contrário deve-se utilizar o nível de alavancagem especificado pela gerência da companhia ou um grau de alavancagem médio obtido através da observação de empresas semelhantes. De posse do atual grau de alavancagem financeira e da alíquota de imposto de renda paga pela empresa, estimar o valor do atual beta de capital próprio da empresa.

Supondo-se que a Petroc possua dívidas num valor de mercado de \$55, que todas as suas ações estejam avaliadas em \$150, e que a alíquota de imposto de renda paga seja de 36%, o beta atual do capital próprio da empresa é calculado exatamente como na equação 5.3:

$$\beta_{Petroc} = 0,718 \times (1 + (1 - 0,36) \times (55 / 150)) = 0,89 \quad (5.8)$$

Portanto, o beta da Petroc, calculado conforme a metodologia apresentada acima, além de capturar com maior precisão o risco global da empresa (construído através da avaliação do risco de cada tipo de negócio no qual ela está envolvida), tem também a vantagem de fornecer uma medida atual do seu nível de risco.

Apesar da utilização do método ser bastante direta para empresas localizadas no EUA, qual seria a diferença na aplicação do *Bottom Up* para empresas localizadas em outros mercados, como por exemplo, o brasileiro?

No caso do Brasil, como de diversos outros países da América Latina, não são raras as vezes em que todo um setor da economia é representado por apenas uma ou duas empresas que têm ações negociadas em bolsa. Tal situação impede o cálculo de um valor confiável para betas e graus de alavancagem médios (principalmente betas) para cada um dos diversos setores da economia. Além disso, conforme pode ser constatado no capítulo anterior, os índices de ações eventualmente utilizados para o

² Esta é a situação, por exemplo, de um conglomerado industrial formado por diversas empresas de capital aberto, cada uma atuando num setor específico da economia.

cálculo do beta normalmente têm problemas de desbalanceamento (como é o caso do Ibovespa) e de liquidez. Uma realidade que , conforme se constatou no capítulo 4, impede a obtenção de uma medida confiável para o beta. Desta forma, como o mercado de capitais no Brasil ainda ser bastante prematuro (comparado a outros mercados ao redor do mundo), não é possível que as informações requeridas pelo *Bottom Up* sejam extraídas do comportamento do preço das ações das empresas negociadas nas bolsas de valores locais. Talvez, no futuro, com uma possível popularização do mercado de capitais no Brasil e um acesso mais fácil para as empresas terem suas ações negociadas em bolsa seja possível construir uma base de dados consistente, contendo valores de betas e outras informações relativas a cada um dos setores da economia, e assim utilizar o *Bottom Up* exatamente como foi apresentado anteriormente. Entretanto, enquanto tal situação não se verificar, Damodaran (1999a), propõe o seguinte:

- A. Utilizar um conjunto de empresas da macro região em que o país está inserido (no caso do Brasil, a América Latina) ;
- B. Utilizar betas calculados para mercados mais maduros, via de regra o mercado americano;
- C. Utilizar betas calculados para firmas ao redor do mundo.

A tabela 5.3 apresenta os pontos positivos e negativos de cada uma delas para o caso de uma firma brasileira:

Alternativa	Ponto(s) Positivo(s)	Ponto(s) Negativo(s)
A	Número de empresas utilizadas para calcular o beta do setor é maior que o de cada país individualmente, fornecendo uma estimativa mais confiável	Muitos dos países latinos possuem mercados de ações tão ou mais recentes quanto o brasileiro, muitas vezes mais voláteis e sistematicamente menos movimentados e, portanto, sujeitos aos mesmos tipos de problemas que o mercado brasileiro.
B	Maior número de empresas, mercado substancialmente mais líquido. series históricas mais longas e menos voláteis	Diferenças no nível de desenvolvimento econômico podem impedir aproximações ou qualquer tipo de comparação entre empresas brasileiras e americanas.
C	Número de empresas é o maior entre as três alternativas	Apesar de conter o maior número de empresas, muitos os betas são calculados em relação à índices locais, que não raro têm restrições semelhantes à do mercado brasileiro.

Tabela 5.3 – Alternativas para determinar o beta
Elaborada pelo autor

Dentre as alternativas anteriormente apresentadas, a mais adequada para ser utilizada no cálculo do beta de uma empresa brasileira é a alternativa B. Apesar de os EUA terem um nível de desenvolvimento econômico bastante superior àquele dos países latinos, o uso dos betas médios calculados para cada um dos setores da economia daquele país, para o cálculo do beta de empresas brasileiras (e de outros países emergentes) parece ser a alternativa mais razoável. Isto porque tais medidas são baseadas em amostras maiores e de melhor qualidade (mercados infinitamente mais líquidos), refletindo com maior precisão a avaliação do investidor sobre o risco relacionado a empresas específicas e, portanto, a setores inteiros da economia. Além

disso, o argumento de que empresas americanas não podem ser comparadas a outras empresas no mundo está se tornando mais frágil a cada dia, em função de fenômenos como a globalização dos mercados, a intensificação do comércio entre os países e a Internet.

Portanto, a maneira mais indicada para calcular o beta de uma empresa (ou de um projeto de investimento) no contexto do mercado brasileiro seria a aplicação do *Bottom Up*, tomando como base os betas médios calculados para setores da economia americana. Conforme já se afirmou anteriormente, os valores destes betas e das outras variáveis exigidas pelo modelo podem ser encontrados em anexo. Uma versão atualizada destas variáveis pode ser obtida via Internet no site da *Ibbotson Associates*.

Na próxima parte deste capítulo considera-se o problema do cálculo da outra variável requerida pelo CAPM, o prêmio de risco do mercado de ações.

5.3 Alternativa para o cálculo do Prêmio de Risco do Mercado de Ações

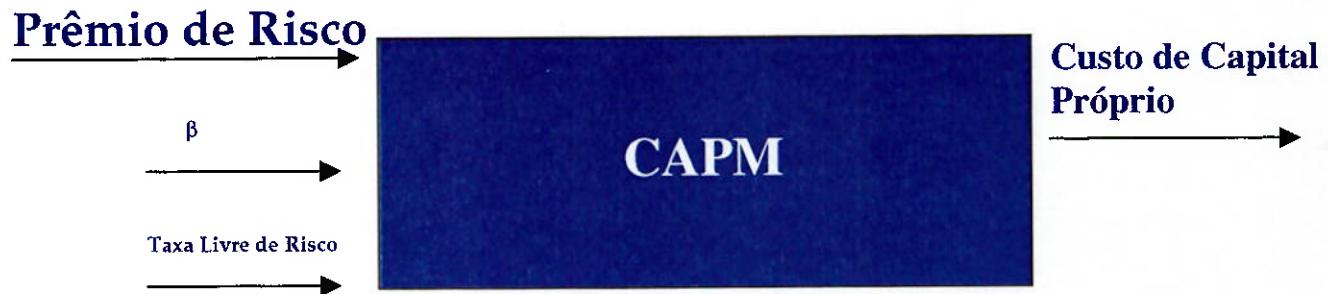


Figura 5.2 –Prêmio de Risco para o Mercado de Ações
Elaborada pelo autor

No Capítulo anterior foi apresentado o método do emprego de dados históricos para determinar o prêmio de risco de um mercado de ações. Basicamente, constatou-se que essa prática é totalmente inadequada, principalmente em se tratando de mercados voláteis e de história recente, como o brasileiro. Entretanto, o fato de o método não

funcionar adequadamente não desobriga o analista da tarefa de encontrar um prêmio do mercado de ações para ser utilizado nos modelos de risco e retorno, em particular no CAPM. Desta forma, o objetivo desta terceira parte do capítulo 5 será apresentar a alternativa proposta por Damodaran (1999b) para solucionar o problema, enquadrando-a na perspectiva do mercado brasileiro.

A proposta de Damodaran (1999b) parte do pressuposto de que o prêmio de risco para qualquer mercado de ações pode ser escrito da seguinte forma:

$$\text{PRMA} = \text{PMM} + \text{PRP} * f \quad (5.9)$$

onde:

- PRMA é o Prêmio de Risco do Mercado de Ações;
- PMM é o Prêmio para um Mercado Maduro;
- PRP é o Prêmio para o Risco País;
- f é um fator de ajuste do PRP à volatilidade do mercado local de ações.

Analisa-se a seguir cada uma das parcelas apresentadas na equação 5.9.

5.3.1 Prêmio para um Mercado Maduro (PMM)

O Prêmio para um Mercado Maduro (PMM) pode ser entendido como a diferença histórica entre o retorno das ações e dos títulos do governo (sem risco) num país cuja história de seus mercados de ações e renda fixa seja longa e pouco volátil (condições que, como verificado no capítulo anterior, são importantes para a obtenção de uma medida confiável para este prêmio).

Sem dúvida nenhuma, a escolha de qual dentre os diversos mercados de ações ao redor do mundo deva ser considerado como maduro - satisfazendo as condições expostas no parágrafo anterior – traz, necessariamente, um pouco de subjetividade para o problema. Entretanto, não fica difícil escolher o mercado de ações norte americano e constatar que os diversos ativos nele negociados possuem séries históricas longas o suficiente para fornecer uma boa estimativa para o PMM.

Assim sendo, a primeira parcela da expressão acima seria simplesmente o prêmio histórico calculado para o mercado de ações dos EUA. O cálculo, conforme apresentou-se detalhadamente no capítulo 4, consiste basicamente em (1) escolher o índice de ações e o título do governo que serão comparados um contra o outro; (2) determinar o tamanho da série histórica a ser utilizada ; e, finalmente, (3) calcular a média dos retornos através da média geométrica ou aritmética. Damodaran (1999b) aconselha que as seguintes escolhas sejam feitas:

1. Utilizar os títulos de prazo mais longo emitidos pelo governo americano, os chamados *Tbonds*, como o investimento livre de risco;
2. Utilizar o S&P500 como o índice representativo do mercado de ações;
3. Utilizar a série histórica mais longa possível (que neste caso vem desde 1926);
4. Utilizar médias geométricas no intuito de capturar as relações entre os retornos de períodos de tempo consecutivos.

Para realizar o cálculo, obteve-se junto ao site da Ibbotson os retornos anuais do S&P 500 e dos *Tbonds*, desde 1926. Os dados podem ser encontrados no anexo. Computando-se as diferenças, ano a ano, de 1926 a 1998, e calculando-se a média geométrica, chega-se ao valor de 6,10%, que será o PMM utilizado na equação 5.9. Logicamente, o valor de 6,10% deverá ser revisado constantemente, uma vez que, com o passar dos anos, ele irá modificar-se naturalmente, sendo até possível que o mercado americano não seja mais o indicado para a sua determinação

Uma vez determinada a primeira parcela da equação 5.8, é necessário calcular o Prêmio para o Risco País (PRP), o que será analisado a seguir.

5.3.2 Prêmio para o Risco País (PRP)

O prêmio para o risco país (PRP) deve ser entendido como a recompensa exigida pelo investidor (ou pelo mercado como um todo) para aplicar seus recursos no mercado de ações de um determinado país. Ao prêmio para o mercado maduro deverá ser adicionado um prêmio extra, o PRP, que reflita a recompensa exigida pelo investidor para deixar de aplicar no mercado maduro (EUA) e aplicar no mercado de ações de um país emergente, por exemplo. Certamente o risco de alocar recursos em

mercados acionários de países como o Brasil é maior que o risco de fazê-lo no mercado americano, não só pela instabilidade econômica vivida pelo país (o que aumenta a incerteza relacionada aos resultados futuros das empresas ou as receitas estimadas para um projeto de investimento, e portanto o risco a eles associado), como pela volatilidade de seus mercados (que são claramente dois fenômenos correlacionados). Para determinar quantitativamente o valor deste prêmio, três etapas básicas precisam ser cumpridas:

1. Medir o risco do país;
2. Converter este risco numa taxa de retorno (prêmio);
3. Avaliar a exposição de cada companhia ou projeto de investimento a esse risco.

Medindo o Risco País

Existem algumas formas de se medir o risco de um país. Uma maneira bastante simples e intuitiva de fazê-lo seria, por exemplo, realizar uma análise dos fundamentos econômicos deste país, estabelecer indicadores que permitam comparar os países relativamente uns aos outros e, finalmente, classificá-los dentro de uma escala que indique o seu nível de risco no universo dos diversos países do planeta. Na realidade, a revista americana *The Economist* já vem realizando esse tipo de classificação para os países emergentes há alguns anos. A revista publica periodicamente o seu *ranking* utilizando uma escala que vai de 0 até 100, onde 0 significa nenhum risco e 100 o risco máximo. No contexto desta dissertação, o problema em se utilizar tal medida é estabelecer um critério que transforme a “nota” do país numa taxa de retorno. Neste caso, de nada adianta saber, por exemplo, que um país tem uma classificação 50. O importante é saber que o país tem uma classificação 50 e que esta classificação (risco) associa-se a um retorno de, por exemplo, 10% ao ano.

Felizmente, existem outras maneiras para avaliar o risco país, através das quais é possível obter diretamente uma medida de risco já convertida numa taxa de retorno. Dentre elas, destacam-se duas.

A primeira, mais simples e direta, calcula esta taxa de retorno através da comparação entre os retornos anuais de um título de dívida externa emitido pelo país

(em que a empresa ou projeto está instalado) e os retornos pagos pelos títulos de 30 anos emitidos pelo tesouro americano, os chamados *Tbonds*. A esta diferença, dá-se o nome de *spread over treasury*. Intuitivamente, a amplitude deste *spread*, ou diferença, indica qual é o prêmio exigido pelo investidor para deixar de aplicar seus recursos em um título teoricamente sem risco (*Tbond*) e, por exemplo, aplicar em um título da dívida externa do governo brasileiro. Sua obtenção é extremamente fácil, bastando-se observar no mercado qual o retorno anual pago pelos *Tbonds* e o retorno anual de um título da dívida brasileira, por exemplo, que tenha um período de maturação semelhante. Novamente, o terminal Bloomberg é uma das ferramentas que podem ser utilizadas para a obtenção desse *spread*.

A outra forma de obter o valor do PRP seria utilizar as avaliações das chamadas agências de classificação. Em poucas palavras, agências de classificação são empresas que têm por objetivo analisar a qualidade do crédito das mais diversas entidades (governos, estados, empresas etc.) e informar aos investidores - de uma maneira racional - sobre a qualidade deste crédito, permitindo, fundamentalmente, que eles comparem as diversas possibilidades de investimento do ponto de vista do seu risco e retorno esperados. Dentre estas agências destacam-se as americanas Standard and Poor's e Moody's.

A idéia é que, de posse da classificação para a dívida de um determinado país, o analista (ou engenheiro de produção) seja capaz de obter o *spread over treasury* para os títulos de empresas americanas de mesma classificação. Os que fazem esta escolha argumentam que o fato de o mercado americano de títulos corporativos (i.e., emitidos por empresas) ser extremamente líquido permite a obtenção de uma medida muito mais precisa – uma vez que os títulos americanos são mais líquidos e sensivelmente menos voláteis que os títulos de dívida externa da grande maioria dos países. A tabela a seguir mostra as classificações para as dívidas (em US\$) de diversos países latinos de acordo com a Moody's em fevereiro de 1999:

País	Classificação
Argentina	Ba3
Brasil	B2
Bolívia	B1
Chile	Baa1
Colômbia	Baa3
Paraguai	B2
Uruguai	Baa3
Peru	Ba3

Tabela 5.4 – Classificações
Adaptada de www.moodys.com

Assim, caso se desejasse calcular o PRP associado ao Brasil, por exemplo, dever-se-ia, procurar uma média dos *spreads* pagos por título americanos classificados como B2, e utilizá-la como o PRP para o Brasil.

Em função da sua simplicidade, e do fato de os títulos da dívida externa brasileira serem bastante líquidos no mercado internacional, normalmente opta-se pela primeira alternativa. Neste caso, o título brasileiro que via de regra é comparado com o *Tbond* é o *Cbond*, um título criado nos anos 80, durante o plano de reestruturação das dívidas externas de diversos países latinos (plano Brady), e que é o título brasileiro atualmente mais negociado no mercado internacional. Claramente, a utilização desta metodologia é mais indicada quando se deseja medir o prêmio de risco de mercados de ações da América Latina. A tabela 5.5 mostra o *market share* dos instrumentos de dívida externa bradias, no início desta década.

Região	1994	1993	1992
África	4,0%	4,0%	2,8%
Ásia	0,9%	1,0%	1,0%
Europa Oriental (incluindo Rússia)	6,2%	4,4%	3,5%
América Latina e Caribe	81,7%	81,9%	90,5%
Outros	7,2%	8,7%	2,2%

Tabela 5.5 – Market Share por Região
Fonte: EMTA, 1995

Dentre os diversos títulos de dívida externa brasileira negociados no mercado, a escolha deverá se voltar para um papel de longo prazo, que tenha vencimento comparável ao do *Tbond* americano. Uma vez escolhido o título, basta computar o *spread over treasury* que, conforme será visto a seguir, precisa ser corrigido para que o prêmio do mercado de ações seja capturado de fato.

Ajuste do Prêmio para o Risco País (PRP)

Voltando à idéia de que o risco está associado à diferença entre o retorno esperado para um investimento e o retorno obtido de fato, Damodaran (1999b) argumenta que para ajustar o PRP ao contexto do mercado de ações de um país qualquer, é possível utilizar uma comparação entre a volatilidade do mercado local de ações (medida através de um índice) e a volatilidade dos títulos emitidos pelo governo. Com esse procedimento, ajusta-se o risco país, medido através do *spread over treasury*, às variações do mercado local de ações. Mercados de ações mais voláteis implicarão portanto, prêmios mais altos.

Conforme indicou-se na equação 5.9, o prêmio de risco para o mercado de ações de um país qualquer pode ser escrito da seguinte forma:

$$\text{PRMA} = \text{PMM} + \text{PRP} * f$$

O fator f deve ser calculado através da seguinte relação:

$$f = \left(\frac{\sigma_{Ações}}{\sigma_{Título}} \right) \quad (5.10)$$

onde:

- $\sigma_{Ações}$ é a volatilidade histórica anual de um índice local de ações;

- $\sigma_{Títulos}$ é a volatilidade histórica anual de um título da dívida externa emitido pelo país.

Os desvios-padrão, ou volatilidades históricas anuais, podem ser obtidos diretamente através das séries históricas dos preços de fechamento dos instrumentos escolhidos, da forma apresentada no item 2.2.3

Para ilustrar o método proposto, será realizado o cálculo do prêmio de risco para o mercado brasileiro de ações. Apresentam-se a seguir, as etapas a serem seguidas para a realização do cálculo. Este roteiro, logicamente, também pode ser seguido quando o desejo for determinar o prêmio de risco de qualquer outro mercado de ações, seja ele um mercado emergente ou não.

1. *Determinar a diferença entre o retorno da dívida soberana do país em relação ao retorno do Tbond americano (normalmente utilizam-se os retornos anuais e o Tbond de 30 anos).*

Como já foi dito anteriormente, a diferença entre estes retornos deve ser entendida como a recompensa exigida por um investidor para deixar de investir seus recursos no título de 30 anos emitido pelo governo americano (teoricamente sem risco) e aplicar num título da dívida externa de outro país. Admite-se que esta diferença é uma boa aproximação para o prêmio para o risco país.

No caso do Brasil, o PRP será calculado através do *spread over treasury* entre o *Discount 24* e o *Tbond*. O *Discount 24* é um título (em US\$) emitido pela República Federativa do Brasil no dia 15 de abril de 1994. O título tem um prazo de 30 anos e seu vencimento ocorre no dia 15 de abril de 2024. Pelo fato de ser um título de vencimento mais longo, compatível com o *Tbond*, será o escolhido para o cálculo do PRP. No dia 8 de novembro de 1999, a diferença (*spread*) valia 500 pontos base, ou 5%.

2. *Calcular a volatilidade do mercado de ações e a volatilidade do título de renda fixa*

O índice de ações que será utilizado para o cálculo da volatilidade do mercado de ações no Brasil será o Ibovespa (em US\$). O título de renda fixa escolhido será o *Cbond*. A escolha foi feita pela maior liquidez desses dois instrumentos sobre a liquidez de outros instrumentos financeiros de mesma natureza.

A seguir é apresentada uma tabela com os preços de fechamento do Ibovespa, em dólares, ao final de cada semana durante ano de 1998. Ao lado destes preços foi calculada a variação entre o fechamento da semana i e a semana $i-1$, e ainda foi determinado o retorno semanal (logarítmico), da mesma forma que o apresentado na equação 2.10. A média dos retornos semanais, o desvio dos retornos em relação à média, e finalmente os quadrados destes desvios, são também apresentados na tabela 5.6:

N	Data	Fechamento (USD)	Variação (P_i / P_{i-1})	Retorno Semanal [$\ln(P_i/P_{i-1})$]	Variação Média	Desvio	Desvio Quadrado
1	02/01/1998	9385,6	*	*	*	*	*
2	09/01/1998	8152,7	0,86864	-0,14082	-0,00531	0,13551	0,01836
3	16/01/1998	8432	1,03425	0,03368	-0,00531	-0,03899	0,00152
4	23/01/1998	8441,4	1,00112	0,00112	-0,00531	-0,00643	0,00004
5	30/01/1998	8650	1,02471	0,02441	-0,00531	-0,02973	0,00088
6	06/02/1998	8894,6	1,02828	0,02789	-0,00531	-0,03320	0,00110
7	13/02/1998	9192,1	1,03344	0,03290	-0,00531	-0,03821	0,00146
8	20/02/1998	9135	0,99379	-0,00623	-0,00531	0,00091	0,00000
9	27/02/1998	9350,7	1,02361	0,02333	-0,00531	-0,02865	0,00082
10	06/03/1998	9862,1	1,05470	0,05325	-0,00531	-0,05857	0,00343
11	13/03/1998	10205	1,03474	0,03415	-0,00531	-0,03946	0,00156
12	20/03/1998	10505	1,02943	0,02901	-0,00531	-0,03432	0,00118
13	27/03/1998	10471	0,99674	-0,00326	-0,00531	-0,00205	0,00000
14	03/04/1998	10220	0,97601	-0,02428	-0,00531	0,01897	0,00036
15	10/04/1998	10509	1,02832	0,02793	-0,00531	-0,03324	0,00111
16	17/04/1998	10608	1,00942	0,00938	-0,00531	-0,01469	0,00022
17	24/04/1998	10256	0,96684	-0,03373	-0,00531	0,02841	0,00081
18	01/05/1998	10204	0,99496	-0,00506	-0,00531	-0,00026	0,00000
19	08/05/1998	9794,8	0,95986	-0,04097	-0,00531	0,03566	0,00127
20	15/05/1998	9506,6	0,97057	-0,02987	-0,00531	0,02455	0,00060
21	22/05/1998	8891,9	0,93534	-0,06685	-0,00531	0,06154	0,00379
22	29/05/1998	8558	0,96245	-0,03827	-0,00531	0,03296	0,00109
23	05/06/1998	8997,7	1,05138	0,05011	-0,00531	-0,05542	0,00307
24	12/06/1998	8295,7	0,92197	-0,08124	-0,00531	0,07592	0,00576
25	19/06/1998	8377,4	1,00986	0,00981	-0,00531	-0,01512	0,00023

26	26/06/1998	8184	0,97691	-0,02336	-0,00531	0,01804	0,00033
27	03/07/1998	8738,7	1,06777	0,06557	-0,00531	-0,07089	0,00503
28	10/07/1998	8892,5	1,01761	0,01745	-0,00531	-0,02277	0,00052
29	17/07/1998	9517,9	1,07033	0,06797	-0,00531	-0,07328	0,00537
30	24/07/1998	9072,5	0,95320	-0,04793	-0,00531	0,04262	0,00182
31	31/07/1998	9203,2	1,01441	0,01430	-0,00531	-0,01962	0,00038
32	07/08/1998	7976,5	0,86671	-0,14305	-0,00531	0,13773	0,01897
33	14/08/1998	7462,4	0,93555	-0,06662	-0,00531	0,06131	0,00376
34	21/08/1998	6605,1	0,88512	-0,12204	-0,00531	0,11672	0,01362
35	28/08/1998	5734,9	0,86826	-0,14127	-0,00531	0,13595	0,01848
36	04/09/1998	4953,3	0,86371	-0,14652	-0,00531	0,14120	0,01994
37	11/09/1998	4577,3	0,92408	-0,07895	-0,00531	0,07364	0,00542
38	18/09/1998	5681,7	1,24129	0,21615	-0,00531	-0,22146	0,04905
39	25/09/1998	5664,2	0,99692	-0,00308	-0,00531	-0,00223	0,00000
40	02/10/1998	5414,8	0,95597	-0,04503	-0,00531	0,03972	0,00158
41	09/10/1998	5500,1	1,01575	0,01563	-0,00531	-0,02094	0,00044
42	16/10/1998	5641,8	1,02576	0,02544	-0,00531	-0,03075	0,00095
43	23/10/1998	6105,3	1,08215	0,07895	-0,00531	-0,08426	0,00710
44	30/10/1998	5906	0,96735	-0,03319	-0,00531	0,02788	0,00078
45	06/11/1998	6911,8	1,17031	0,15727	-0,00531	-0,16258	0,02643
46	13/11/1998	6391,1	0,92466	-0,07833	-0,00531	0,07301	0,00533
47	20/11/1998	7138,9	1,11701	0,11065	-0,00531	-0,11597	0,01345
48	27/11/1998	7575,6	1,06117	0,05937	-0,00531	-0,06469	0,00418
49	04/12/1998	6341,3	0,83706	-0,17786	-0,00531	0,17254	0,02977
50	11/12/1998	5975,9	0,94239	-0,05934	-0,00531	0,05403	0,00292
51	18/12/1998	5619	0,94027	-0,06158	-0,00531	0,05627	0,00317
52	25/12/1998	5941,4	1,05737	0,05579	-0,00531	-0,06110	0,00373
53	01/01/1999	5614,5	0,94498	-0,05659	-0,00531	0,05127	0,00263
TOTAL							0,29380

Tabela 5.6 - Volatilidade do Ibovespa
Elaborada pelo autor

Da mesma forma que o exemplo apresentado na equação 2.11, a volatilidade semanal do Ibovespa é determinada na equação 5.11:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{52} \times 0,2938} = 0,075 \quad (5.11)$$

Como normalmente utiliza-se a volatilidade anual, a transformação é feita como na equação 2.12 (novamente considerando-se que um ano têm 52 semanas):

$$\sigma_{Ações\ (anual)} = \sigma * \sqrt{52}$$

$$\sigma_{Ações\ (anual)} = 0,075 * 7,2111$$

$$\sigma_{Ações\ (anual)} = 0,542 \quad (5.12)$$

A volatilidade para o mercado brasileiro de ações (com base nos dados apresentados acima) pode ser estimada, portanto, em 54,20%.

O cálculo da volatilidade do *Cbond* será feito de maneira análoga ao cálculo da volatilidade do Ibovespa. Os preços de fechamento são os preços do *Cbond*, cotados sempre em centavos de dólar.

N	Data	Fechamento	Variação (Pi / Pi-1)	Retorno Semanal ln(Pi/Pi-1)	Variação Média	Desvio	Desvio Quadrado
1	1/2/98	79.5					
2	1/9/98	75	0.94340	-0.05827	-0.00531	0.05295	0.00280
3	1/16/98	76.5	1.02000	0.01980	-0.00531	-0.02512	0.00063
4	1/23/98	75.375	0.98529	-0.01482	-0.00531	0.00950	0.00009
5	1/30/98	79	1.04809	0.04697	-0.00531	-0.05229	0.00273
6	2/6/98	80.5	1.01899	0.01881	-0.00531	-0.02412	0.00058
7	2/13/98	80.75	1.00311	0.00310	-0.00531	-0.00842	0.00007
8	2/20/98	80.375	0.99536	-0.00465	-0.00531	-0.00066	0.00000
9	2/27/98	81.375	1.01244	0.01236	-0.00531	-0.01768	0.00031
10	3/6/98	81.25	0.99846	-0.00154	-0.00531	-0.00378	0.00001
11	3/13/98	83.125	1.02308	0.02281	-0.00531	-0.02813	0.00079
12	3/20/98	85	1.02256	0.02231	-0.00531	-0.02762	0.00076
13	3/27/98	85	1.00000	0.00000	-0.00531	-0.00531	0.00003
14	4/3/98	83	0.97647	-0.02381	-0.00531	0.01850	0.00034
15	4/10/98	83.875	1.01054	0.01049	-0.00531	-0.01580	0.00025
16	4/17/98	83.75	0.99851	-0.00149	-0.00531	-0.00382	0.00001
17	4/24/98	82.875	0.98955	-0.01050	-0.00531	0.00519	0.00003
18	5/1/98	83	1.00151	0.00151	-0.00531	-0.00682	0.00005
19	5/8/98	81.375	0.98042	-0.01977	-0.00531	0.01446	0.00021
20	5/15/98	80.875	0.99386	-0.00616	-0.00531	0.00085	0.00000
21	5/22/98	78.875	0.97527	-0.02504	-0.00531	0.01973	0.00039

22	5/29/98	77	0.97623	-0.02406	-0.00531	0.01874	0.00035
23	6/5/98	78.25	1.01623	0.01610	-0.00531	-0.02142	0.00046
24	6/12/98	75.25	0.96166	-0.03909	-0.00531	0.03378	0.00114
25	6/19/98	75.625	1.00498	0.00497	-0.00531	-0.01029	0.00011
26	6/26/98	72.375	0.95702	-0.04393	-0.00531	0.03861	0.00149
27	7/3/98	74.375	1.02763	0.02726	-0.00531	-0.03257	0.00106
28	7/10/98	75.875	1.02017	0.01997	-0.00531	-0.02528	0.00064
29	7/17/98	78.125	1.02965	0.02922	-0.00531	-0.03454	0.00119
30	7/24/98	76.625	0.98080	-0.01939	-0.00531	0.01407	0.00020
31	7/31/98	76.375	0.99674	-0.00327	-0.00531	-0.00205	0.00000
32	8/7/98	70	0.91653	-0.08716	-0.00531	0.08185	0.00670
33	8/14/98	69.75	0.99643	-0.00358	-0.00531	-0.00174	0.00000
34	8/21/98	55.75	0.79928	-0.22404	-0.00531	0.21873	0.04784
35	8/28/98	53.375	0.95740	-0.04353	-0.00531	0.03822	0.00146
36	9/4/98	58	1.08665	0.08310	-0.00531	-0.08842	0.00782
37	9/11/98	55.25	0.95259	-0.04857	-0.00531	0.04326	0.00187
38	9/18/98	61.25	1.10860	0.10310	-0.00531	-0.10841	0.01175
39	9/25/98	63	1.02857	0.02817	-0.00531	-0.03349	0.00112
40	10/2/98	61.125	0.97024	-0.03021	-0.00531	0.02490	0.00062
41	10/9/98	61.75	1.01022	0.01017	-0.00531	-0.01549	0.00024
42	10/16/98	64.625	1.04656	0.04551	-0.00531	-0.05082	0.00258
43	10/23/98	64.5	0.99807	-0.00194	-0.00531	-0.00338	0.00001
44	10/30/98	62.25	0.96512	-0.03551	-0.00531	0.03019	0.00091
45	11/6/98	66.5	1.06827	0.06604	-0.00531	-0.07136	0.00509
46	11/13/98	62.5	0.93985	-0.06204	-0.00531	0.05672	0.00322
47	11/20/98	67.75	1.08400	0.08066	-0.00531	-0.08597	0.00739
48	11/27/98	68	1.00369	0.00368	-0.00531	-0.00900	0.00008
49	12/4/98	61.625	0.90625	-0.09844	-0.00531	0.09313	0.00867
50	12/11/98	60.5	0.98174	-0.01842	-0.00531	0.01311	0.00017
51	12/18/98	58.75	0.97107	-0.02935	-0.00531	0.02404	0.00058
52	12/25/98	60.625	1.03191	0.03142	-0.00531	-0.03673	0.00135
TOTAL							0.12622

Tabela 5.7 - Volatilidade do *Cbond*
Elaborada pelo autor

Calculando o desvio padrão para a série apresentada anteriormente chega-se a:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{51} \times 0.12622} = 0,04974$$

Basta então multiplicar a volatilidade semanal pela raiz quadrada de 52:

$$\sigma_{Ações\ (anual)} = \sigma * \sqrt{52}$$

$$\sigma_{Ações\ (anual)} = 0,4974 * 7,1111$$

$$\sigma_{Ações\ (anual)} = 0,3587 \quad (5.13)$$

Portanto, a volatilidade dos títulos de dívida externa brasileira, pode ser estimada em 35,87% ao ano. Calculadas as volatilidades das ações e dos títulos, é possível determinar o valor do fator f. De acordo com a equação 5.10:

$$f = \left(\frac{\sigma_{Ações}}{\sigma_{Título}} \right)$$

$$f = (54,20 / 35,87) = 1,523 \quad (5.14)$$

Finalmente, uma vez conhecendo-se o PRM (6,10%), o PRP (5%) e o fator f (1,52), é possível determinar o prêmio de risco para o mercado brasileiro de ações. Voltando a equação 5.9:

$$PRMA = PMM + PRP * f$$

$$PRMA = 6,10\% + 5\% * 1,52$$

$$PRMA = 13,6\% \quad (5.15)$$

Portanto, o prêmio de risco para o mercado brasileiro de ações em novembro de 1999 (época da realização do cálculo) era estimado em 13,6%.

Fazendo uma rápida análise da sensibilidade deste prêmio às oscilações das variáveis que o compõem, é possível afirmar que, dentre as três variáveis que formam o

prêmio, a que mais tende a variar com o passar do tempo é o PRP, o prêmio para o risco país. Na maior parte das vezes, uma deterioração das condições econômicas ou políticas de um determinado país vai, automaticamente, impulsionar o mercado a exigir um prêmio maior para adquirir os seus títulos elevando, portanto o *spread over treasury* e consequentemente, o prêmio para o mercado de ações como um todo. A figura abaixo, extraída do Bloomberg, ilustra a evolução do *spread* entre o *Discount 24* e o *Tbond* de 30 anos ao longo de 1999. Verifica-se que desde o início do ano a diferença caiu praticamente 3%, o que certamente tem um impacto (neste caso positivo) significativo no prêmio de risco.

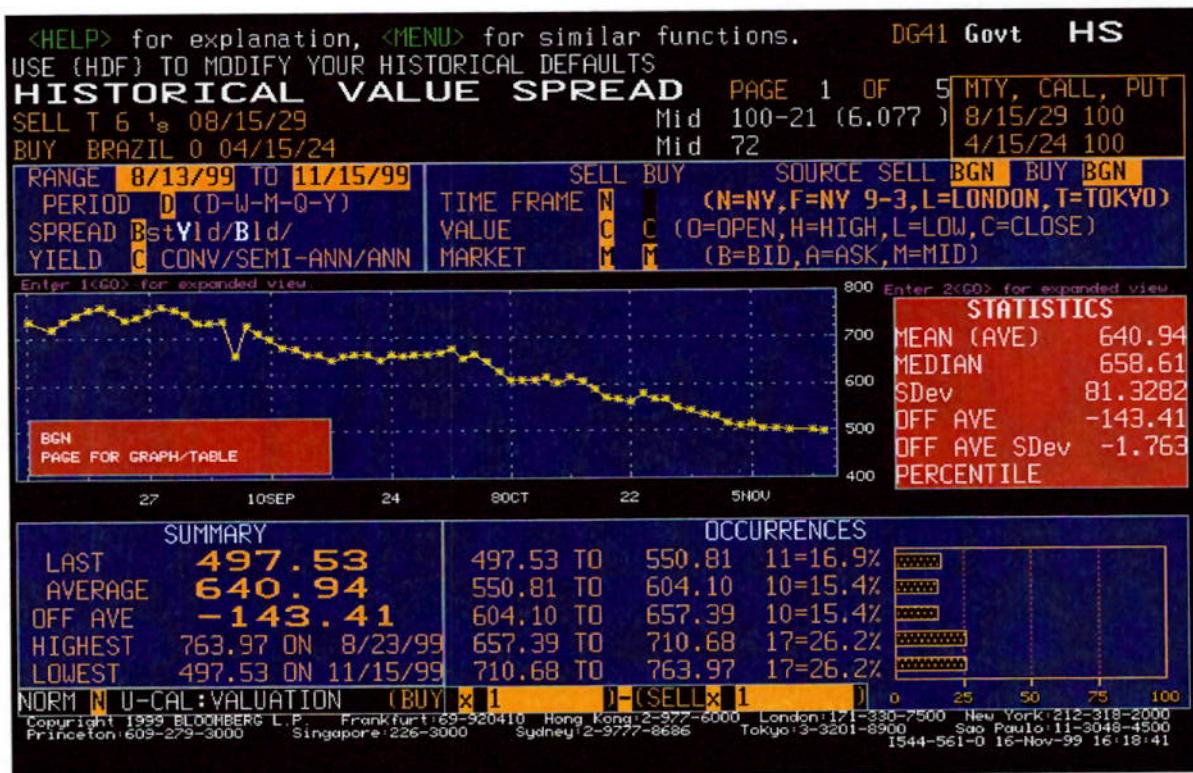


Figura 5.3 – Evolução do *Spread Over treasury*
Elaborada pelo autor

O comportamento do fator f , por sua vez, deverá ser mais estável. Apesar de as volatilidades terem uma tendência de alteração ao longo do tempo e serem sensíveis a qualquer tipo de instabilidade, a relação entre a volatilidade do mercado de ações e dos títulos não deve variar muito, considerando o alto grau de correlação entre essas duas

classes de ativos. O gráfico 5.1, que mostra o comportamento do Ibovespa e do *Cbond* nos últimos dois anos, ajuda a constatar o fato:

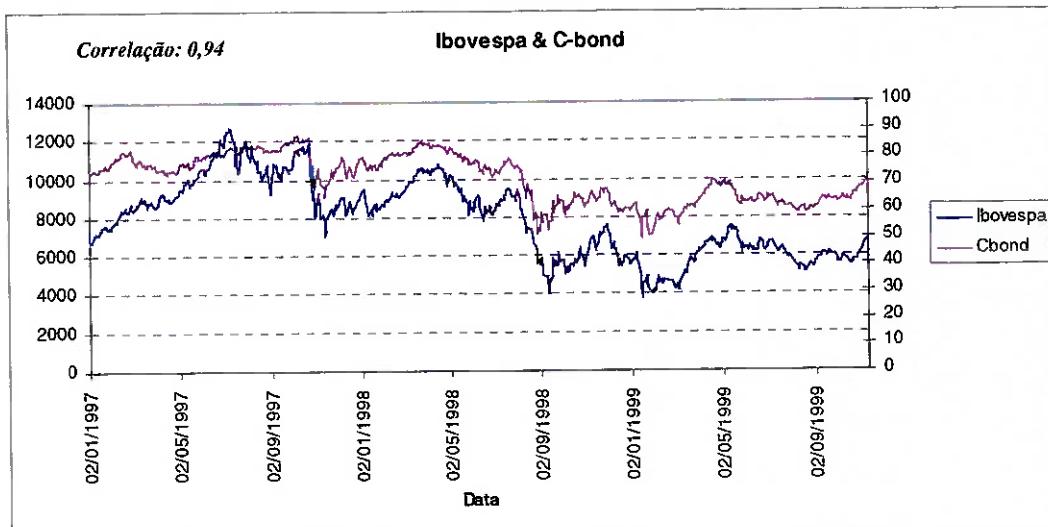


Gráfico 5.1 – Ibovespa e *Cbond*
Elaborado pelo autor

Calculando-se as volatilidades históricas anuais de ambos os instrumentos desde 1997 e dividindo a volatilidade do Ibovespa pela volatilidade do *Cbond* (o que automaticamente dá o fator f), verifica-se que a não ser em períodos extraordinários (crise asiática em 1997, por exemplo) a relação entre as volatilidades se mantém constante (próxima à 1,5). A evolução histórica deste relação pode ser observada no gráfico à seguir:

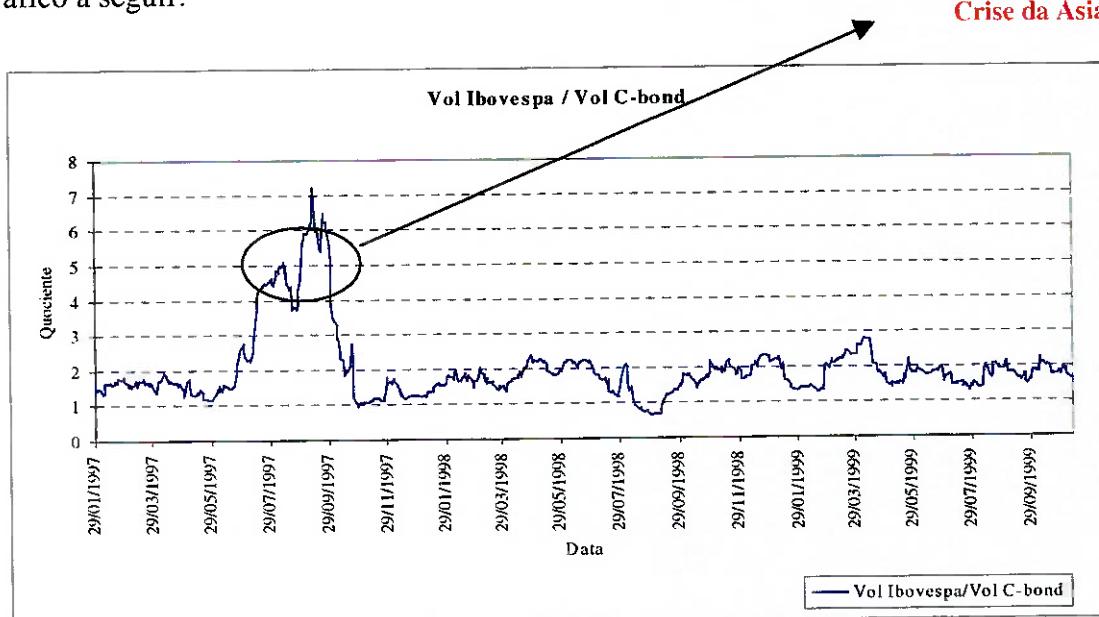


Gráfico 5.2 – Evolução do Fator f
Elaborado pelo autor

5.3.3 Avaliação da exposição de cada Companhia / Projeto ao Risco País

Uma vez determinado o prêmio de risco para o país, é importante avaliar o quanto cada empresa, investimento ou projeto avaliado está de fato exposto a esse risco. As possibilidades são as seguintes:

1. *Assumir que todas as empresas, investimentos ou projetos avaliados estejam igualmente expostos ao risco país.*
2. *Assumir que todas as empresas, investimentos ou projetos avaliados estejam expostos ao risco país na mesma proporção que a sua exposição ao risco de mercado medido pelo beta.*
3. *Assumir que cada empresa ou projeto de investimento tenha uma exposição particular ao risco do mercado de ações dependente de fatores como o seu tipo de negócio e a natureza de suas receitas*

Na situação 1, a equação do retorno esperado do CAPM poderia ser escrita da seguinte forma .

$$R_j = R_f + \beta * PMM + f * PRP \quad (5.16)$$

onde:

- R_j é o retorno esperado de um investimento em um título j qualquer;
- β é o beta da ação (projeto ou investimento) em relação a algum índice local de ações;
- PMM é o prêmio de risco para o mercado maduro;
- PRP é o prêmio de risco para o país,
- f é o fator que ajusta o PRP à volatilidade (risco) do mercado local de ações;
- R_f é a taxa livre de risco.

Suponha-se que se queira calcular o custo de capital próprio de uma empresa brasileira, por exemplo, a Petrobrás. As variáveis de entrada para o CAPM “adaptado” seriam:

Variável	Fonte	Valor
β	Neste caso, a fim de simplificar o exemplo, será utilizado o beta obtido diretamente através da regressão do retorno da ação em relação ao Ibovespa. Os retornos são computados entre novembro de 1997 e novembro de 1999.	0,99
PMM	É a diferença entre o retorno das ações e dos títulos do governo americano medidos através do S&P 500 e do <i>Tbond</i>	6,10%
R _f	Conceitualmente, a taxa livre de risco é o retorno que será obtido por um investidor qualquer quando aplicar em um título sem risco. É por este motivo que a utilização de um título da dívida externa, o <i>Tbond</i> por exemplo, não é indicada, uma vez que estes papéis embutem algum risco, o chamado risco soberano. Idealmente, a taxa que mais se aproxima da taxa sem risco é o título da dívida externa do governo americano. Portanto, a taxa do <i>Tbond</i> será admitida como a taxa adequada.	6%
PRP	O prêmio para o risco país (Retorno <i>Discount 24</i> – Retorno <i>Tbond</i>)	5%
f	É a relação entre as volatilidades dos mercados de ações e títulos do país. Calculado através da seguinte relação: $\left(\frac{\sigma_{Ações}}{\sigma_{Título}} \right)$	1,5

Tabela 5.8 – Prêmio de risco & custo de capital próprio
Elaborada pelo autor

Substituindo os valores apresentados na equação 5.16:

$$R_j = 6\% + 0,99 * 6,10\% + 5\% * 1,5$$

$$R_j = 19,539 \%$$

Na segunda situação, a equação do CAPM poderia ser escrita da seguinte forma:

$$R_j = R_f + \beta * [PMM + (PRP * f)] \quad (5.17)$$

Como os valores das variáveis são exatamente os mesmos, basta simplesmente substituir os dados na equação 5.17:

$$R_j = 6\% + 0,99 * [6,10\% + (5\% * 1,5)]$$

$$R_j = 19,464 \%$$

Percebe-se que, neste caso o custo de capital obtido é um pouco inferior àquele da primeira situação. O motivo para tanto é que o beta calculado para esta empresa vale 0,99 implicando uma redução de cerca de 1% no risco país, e portanto diminuindo o retorno esperado para a ação. Naturalmente, um valor para o beta superior a 1 aumentaria o custo de capital próprio.

Finalmente, a terceira maneira de determinar o quanto cada companhia (ou projeto) está exposta ao risco país é um pouco mais subjetiva que as anteriores. Empresas, por exemplo, cujo volume de vendas para o exterior seja grande, e que portanto tenham uma parcela substancial de suas receitas anexadas a moedas estrangeiras (normalmente o dólar), estarão claramente menos expostas aos riscos do país aonde estão instaladas e, consequentemente, deverão apresentar custos de capital ou taxas de retorno esperado inferiores. Este pode não ser o caso das empresas (exportadoras) instaladas em países como o Japão, cuja moeda vem se apreciando em relação ao dólar nos últimos tempos. Porém, em se falando de economias mais frágeis, como aquelas dos chamados países emergentes, fica difícil negar que receitas anexadas ao dólar representem uma situação de risco inferior. Um episódio recente na economia brasileira reflete muito bem este fato. Quando da desvalorização do Real em janeiro de 1999, observou-se que a maioria das empresas cujas obrigações estavam ligadas a moedas estrangeiras (importadoras) tiveram depreciações substanciais no valor de suas ações, provavelmente pelos investidores terem assumido que as receitas obtidas com as vendas de seus produtos (em Reais) não seriam mais suficientes para cobrir as despesas. O efeito contrário foi verificado nas empresas exportadoras. De uma maneira

mais simples, é possível dizer que beneficiaram-se as empresas cujas receitas estivessem anexadas ao dólar e as despesas em reais e que foram prejudicadas as empresas na situação inversa: receitas em reais e despesas em dólares (ou outra moeda qualquer). Na tentativa de adaptar a idéia à fórmula do CAPM, Damodaran (1999b) propõe a introdução de um fator λ , específico para cada companhia. Este fator funciona como um “redutor” para o risco país e varia de empresa para empresa (projeto para projeto). Neste caso, a fórmula do CAPM seria escrita como segue:

$$R_j = R_f + \beta^*(PMM) + \lambda^* (PRP) \quad (5.18)$$

O fator λ seria portanto, determinado para cada empresa, para cada projeto e dependeria da avaliação do analista. Damodaran (1999b), propõe, por exemplo, que a Aracruz, uma empresa brasileira do setor de papel e celulose tenha um λ de 25% - em função dos substanciais volumes de receitas atreladas ao dólar da empresa, o que automaticamente neutraliza uma parcela do risco país associada às variações na cotação do Real frente ao Dólar. A inexistência, até agora, de um método para o cálculo dessa variável impede, portanto, que tal alternativa seja escolhida como a mais indicada.

Terminada a discussão do prêmio de risco, o capítulo será finalizado com uma breve análise da última variável necessária para o emprego do CAPM: a taxa livre de risco.

5.4 A Taxa Livre de Risco

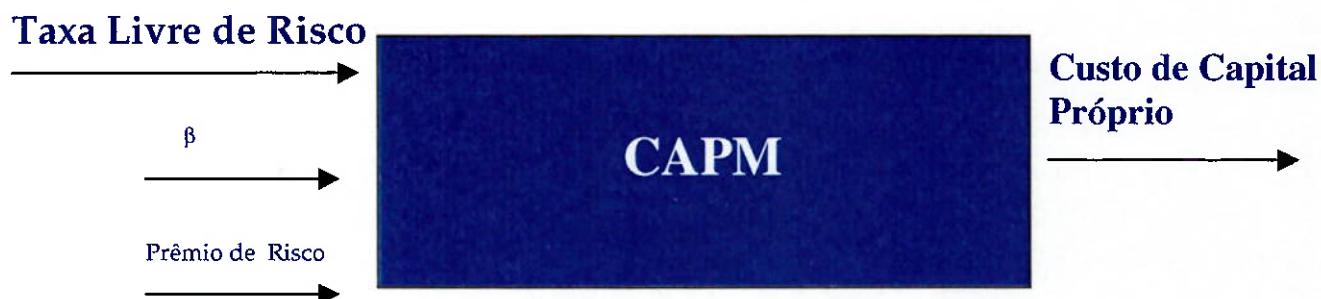


Figura 5.4 –Prêmio de Risco para o Mercado de Ações
Elaborada pelo autor

Conforme se pode constatar no capítulo 3, o CAPM (e os outros modelos de risco e retorno) tem como uma de suas hipóteses principais a existência de uma taxa livre de risco, na qual é possível captar e emprestar recursos. A grande maioria dos autores argumenta que a taxa a ser utilizada como taxa livre de risco é aquela de um título do governo cujo vencimento seja o mais próximo possível do intervalo de tempo associado aos fluxos de caixa analisados. Desta forma, se uma empresa analisa a possibilidade de um investimento, cujos fluxos de caixa esperados compreendem um período de 20 anos, o ideal seria, para empregar o CAPM, utilizar como a taxa livre de risco um título do governo que vença num período de 20 anos.

Entretanto, no caso do Brasil e dos outros países emergentes, a utilização de um título do governo não é a alternativa mais indicada. Via de regra, as taxas embutidas nestes títulos carregam um prêmio extra associado ao chamado risco país. Este risco vem basicamente das suas instabilidades sociais, políticas e econômicas e não deve ser considerado, uma vez que a idéia é empregar justamente uma taxa *livre* de risco. Nestas situações, a alternativa seria utilizar a taxa relacionada a um título do governo americano de prazo semelhante ao do fluxo de caixa descontado. As taxas associadas a esses títulos estão logicamente sujeitas aos diversos fatores que interferem no mercado como um todo, e portanto devem ser obtidas no momento da realização da análise. Uma das formas de obtê-las seria novamente utilizar os serviços de empresas especializadas

como a Bloomberg. No início do mês de novembro, as taxas dos *Tbonds* americanos (os títulos de prazo mais longo) eram as seguintes:

Prazo	Taxa Anual
2	5,788%
5	5,908%
10	5,981%
30	6,086%

Tabela 5.9 – Taxas Livres de Risco
Elaborada pelo autor

A diferença entre essas taxas e aquelas pagas por títulos dos países emergentes é bastante grande. Se fosse considerado o título de dívida externa brasileiro com vencimento em 2006 (aproximadamente 10 anos), o chamado *EI Bond*, a taxa de retorno associada seria de 13,38%, um valor que embute o chamado “risco país” e que não deve ser considerado uma vez que o objetivo aqui é justamente obter uma taxa livre de qualquer tipo de risco. Portanto, a taxa mais adequada para ser utilizada nesta situação é a taxa dos títulos de longo prazo emitidos pelo tesouro americano.

Capítulo 6

CONCLUSÃO

6.1 O Modelo Alternativo

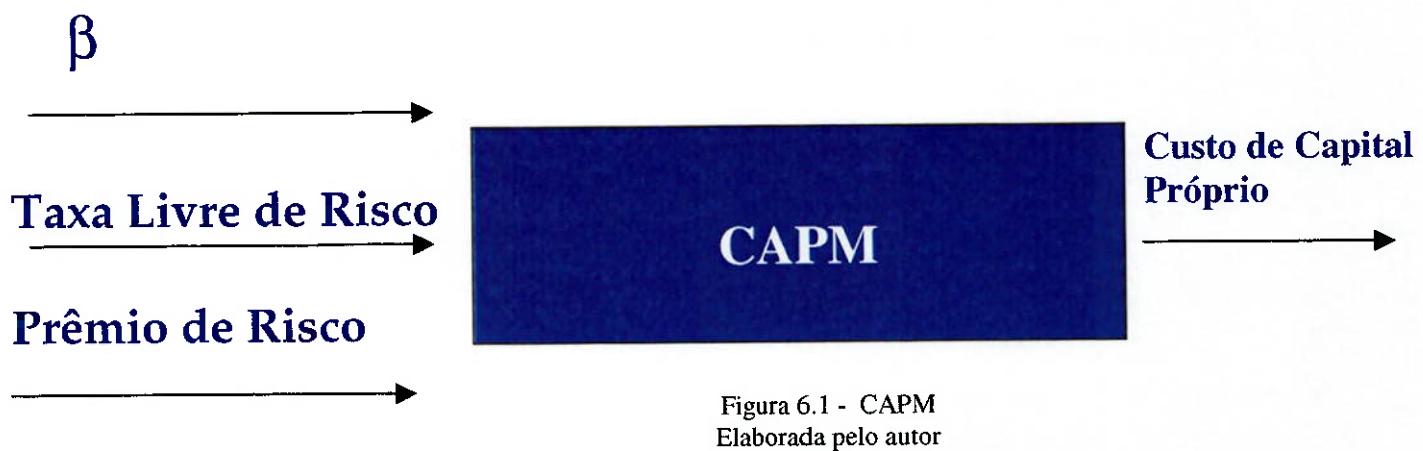


Figura 6.1 - CAPM
Elaborada pelo autor

No capítulo anterior foram apresentadas alternativas para o cálculo de cada uma das variáveis requeridas pelo CAPM para determinar o custo de capital próprio de empresas localizadas em países como o Brasil. Desta forma, a conclusão do presente trabalho será iniciada com a reunião das alternativas apresentadas no capítulo anterior de forma a se chegar a uma equação adaptada do CAPM a ser empregada no Brasil ou em outros mercados emergentes.

A equação clássica do CAPM, como já foi apresentado anteriormente, é escrita como:

$$R_i = R_f + \beta \times R_m \quad (6.1)$$

onde:

- R_i é o retorno esperado do título;
- R_f é a taxa livre de risco;
- β é o beta do ativo;
- R_m é o prêmio de risco do mercado.

Considerando o que foi apresentado no capítulo anterior, uma das adaptações possíveis dessa equação, que pode ser considerada adequada para a realidade dos países emergentes, seria a seguinte:

$$R_i = R_f + \beta \times PMM + PRP \times f \quad (6.2)$$

onde:

- R_i é o retorno esperado do título;
- R_f é a taxa de um título de longo prazo emitido pelo governo americano, cujo vencimento deve ser semelhante ao número de períodos do fluxo de caixa analisado;
- β é o beta da empresa corrigido pelos tipos de negócio da empresa e sua alavancagem financeira;

- PMM é o prêmio para o mercado de ações maduro, medido através da média das diferenças entre os retornos do mercado acionário e do título sem risco - S&P500 e $Tbond$;
- PRP é o prêmio para o risco país, determinado pelo *spread over treasury* de algum título de dívida externa de longo prazo;
- f é o fator que relaciona as volatilidades do mercado de ações ($\sigma_{ações}$) e dos título de renda fixa ($\sigma_{títulos}$)

O termo “uma das adaptações” foi usado anteriormente pois, como pôde ser constatado na capítulo 5, as alternativas para o cálculo de cada uma das variáveis (taxa livre de risco, beta e prêmio do mercado de ações) acabam sempre se desdobrando em mais de uma possibilidade. No caso do prêmio para o mercado de ações, por exemplo, existem as três variações quanto à exposição da empresa (ou projeto) ao risco país ou, no caso do beta, existe a possibilidade de a empresa (ou projeto) avaliada não ter suas ações negociadas em bolsa e portanto ser necessária a utilização de graus de alavancagem financeira estabelecidos pela gerência, por exemplo. No caso da utilização do CAPM para a avaliação de um fluxo de caixa, a própria R_f vai depender do número de períodos considerados para a análise deste fluxo. Portanto, é possível afirmar que a equação 6.2 em si não é tão relevante. O que é relevante são os detalhes escondidos em cada uma de suas parcelas, os quais foram cuidadosamente apresentados ao longo do capítulo 5 e, por que não, ao longo de toda esta dissertação.

Em se tratando de projetos de investimento, a idéia por trás do uso do CAPM é que o risco associado ao projeto seja aproximado pelo risco de empresas cuja natureza é

semelhante ao projeto analisado. É interessante neste momento voltar ao exemplo apresentado no início deste trabalho.

6.2 Decisões de investimento

Recordando o exemplo apresentado na introdução desta dissertação, o engenheiro de produção da hipotética multinacional que analisava a implantação de uma nova planta para produzir faróis deparou-se com o dilema de aceitar ou rejeitar o projeto de investir na planta. A fim de tentar obter uma possível resposta para o problema, o engenheiro resolveu agora empregar o método apresentado anteriormente para calcular a taxa a que devem ser descontados os fluxos de caixa por ele projetados.

As variáveis requeridas pelo modelo foram obtidas da seguinte forma:

1. Taxa Livre de Risco (R_f)

Como o fluxo de caixa montado para avaliar o projeto tem um período de 10 anos, o engenheiro resolveu utilizar como sua taxa livre de risco a taxa atualmente paga por um título de 10 anos emitido pelo tesouro dos EUA. Consultando o terminal Bloomberg da sua empresa, o engenheiro chegou a conclusão de que a R_f a ser utilizada seria 5,9%

2. Beta (β)

Para obter o beta correto a ser empregado no modelo, o engenheiro iniciou o processo consultando uma tabela divulgada por uma empresa de consultoria que prestava serviços para a multinacional em que ele trabalhava, contendo betas para empresas de diversos setores da economia americana (o que também poderia ser feito através da consulta do anexo deste trabalho de formatura). O engenheiro descobriu as seguintes informações relacionadas ao setor de autopeças:

Indústria	Número de Empresas na amostra	Beta Médio (Alavancado)	Dívidas / Capital Próprio	Beta Médio (Não-Alavancado)
Autopeças	34	0,73	54,89%	0,54

Tabela 6.1 – Betas do Setor de Autopeças
Elaborada pelo autor

Como o projeto de construção da nova planta é voltado somente para um tipo de negócio (produção e comercialização de faróis), o engenheiro não precisou calcular um beta que considerasse os diversos tipos de negócio do projeto.

O passo seguinte foi ajustar o beta não alavancado do setor ao grau de alavancagem financeira em que a planta irá operar. Em discussões com o diretor financeiro e outros membros da gerência da empresa, chegou-se a um consenso de que a relação entre as dívidas e o capital próprio da nova empresa seria de 45%. Considerando que o alíquota de imposto de renda de pessoa jurídica incidente sobre o projeto será próxima de 35%, o engenheiro obteve o seguinte valor para a variável (através de uma equação semelhante à equação 5.3):

$$\beta_A = 0,54 \times (1 + (1 - 0,35) \times (0,45))$$

$$\beta_A = 0,698 \quad (6.3)$$

3. Prêmio de Risco do Mercado de Ações

Para calcular o prêmio de risco associado ao mercado de ações no Brasil o engenheiro utilizou-se: (1) da taxa livre de risco medida pelo retorno anual do *Tbond* (6%), do prêmio de risco histórico para o mercado de ações americano (PMM de 6,10%), do chamado “risco Brasil”, medido pelo PRP (calculado através do spread do *Discount 24* e do *Tbond*) e das volatilidades dos mercado de ações e de renda fixa no Brasil, cuja relação encontrada (fator *f*) foi de 1,5.

O valor obtido foi de 17,75%. Os cálculos feitos pelo engenheiro são aqueles indicados na equação 5.16. Conclui-se portanto que o engenheiro assumiu que o projeto estaria exposto ao risco país, independentemente do risco associado ao projeto - medido pelo beta. A equação para obtenção do valor acima pode ser escrita desta forma:

$$\begin{aligned}
 R_{novaplanta} &= R_f + \beta \times PMM + PRP \times f \\
 R_{novaplanta} &= 6\% + 0,698 \times 6,10\% + 5\% \times 1,5 \\
 R_{novaplanta} &= 17,75\%
 \end{aligned} \quad (6.4)$$

Portanto, considerando uma taxa de 17,75% a.a. como a taxa de retorno adequada para o projeto, i.e., a taxa que considera, de fato, o risco envolvido no empreendimento e,

reflete este risco num retorno esperado, é possível descontar o fluxo de caixa originalmente apresentado no capítulo 1. O fluxo de caixa a ser analisado é o seguinte:

Ano	Fluxo de Caixa
0	-3500
1	-2500
2	500
3	1000
4	1500
5	1500
6	2000
7	2000
8	2000
9	2000
10	2000

Tabela 6.2 – Fluxo de Caixa Projetado
Elaborada pelo autor

Calculando o valor presente, desta vez utilizando a taxa de desconto calculada através do CAPM “adaptado” de 17,75%, o engenheiro obteve o seguinte resultado:

$$VP = -428,38$$

Portanto, a atitude certa a ser tomada pelo engenheiro, levando-se em conta o risco embutido no projeto (captado principalmente pelo beta) e as receitas projetadas, seria rejeitar a construção da nova planta. A idéia básica por trás desta decisão consiste no fato de que as receitas geradas pelo projeto simplesmente não compensam o risco embutido na sua implantação. Outra forma de abordar o problema seria simplesmente calcular a taxa interna de retorno implícita no fluxo de caixa projetado. Se a taxa de retorno fosse maior que a taxa de corte calculada através do CAPM dever-se-ia aceitar o projeto, caso contrário, rejeitá-lo.

6.3 Limitações e Futuros Estudos

Dentre os diversos tópicos abordados ao longo deste trabalho de formatura, existe um em particular que merece mais atenção e, certamente, deveria ser objeto de estudos futuros: a determinação do fator λ apresentado no item 5.3.3 do capítulo anterior. Recordando rapidamente, o fator λ é um mecanismo que permite de uma certa forma “individualizar” a exposição de cada empresa ou projeto ao risco país. De fato, a crescente integração dos mercados tem como um dos principais efeitos o estabelecimento de uma percepção mundial a respeito do risco de empresas nacionais, risco este que certamente deverá variar na medida em que a empresa esteja menos ou mais exposta ao mercado externo, tanto no que tange à captação de recursos quanto à sua exposição comercial. Isso pode ser observado nas empresas subsidiárias de empresas multinacionais. O seu custo de dívidas, por exemplo, deve espelhar o risco da matriz, e não ser objeto de ajustes locais conforme sua localização. Atualmente este fato pode ser claramente observado no Brasil, onde tem-se subsidiárias atuando em diversos setores e se financiando com recursos captados de suas matrizes no exterior à taxas que refletem o risco da corporação (obviamente tais captações têm representado uma vantagem competitiva na concorrência com empresas domésticas). Portanto, muitas vezes, a utilização direta do modelo apresentado acima, pode levar à taxas de corte muito altas, muitas vezes inviabilizando bons projetos que deveriam ser aceitos. É exatamente por este motivo que um estudo mais detalhado para encontrar este fator “individualizador” seria muito bem vindo, permitindo uma avaliação mais precisa do risco envolvido no projeto ou ação e, portanto, levando à tomada de decisões mais precisas.

6.4 Considerações finais

Após a realização de toda esta análise a respeito de como determinar o custo de capital próprio de uma empresa ou de um projeto de investimento, é gratificante perceber que o CAPM constitui de fato uma ferramenta útil para que decisões de investimento sejam tomadas de uma forma racional.

Conforme foi possível constar ao longo das páginas deste trabalho, a aplicação do CAPM da maneira originalmente proposta por Sharpe mostrou-se claramente inadequada na maioria das situações, principalmente no contexto dos chamados mercados emergentes. Entretanto, o estudo detalhado do modelo foi o passo fundamental que permitiu a construção de todo um raciocínio, concluído com uma alternativa simples e viável para determinar taxas de retorno esperado para investimentos de empresas, coerentes com o risco de cada investimento.

Apesar de todo o trabalho ter sido construído com o intuito de chegar-se a uma alternativa viável para aplicar o CAPM em países como o Brasil, a mensagem que deve permanecer é que toda e qualquer decisão de investimento tomada pelos administradores de empresas e, até mesmo, investidores individuais deve ter, como um primeiro e decisivo passo, a análise do risco associado ao investimento (seja ele a compra de uma ação, a construção de uma nova planta ou a troca de um equipamento). A adoção desta postura infelizmente não livrará o tomador de decisão de cometer erros. Erros sempre ocorrerão. A idéia é usar da razão e do maior número de ferramentas disponíveis no intuito de sempre tomar decisões que, no limite, acabem por gerar mais riquezas para empresas e pessoas do que destruí-las. Num país de escassos recursos financeiros e reduzida poupança interna como o Brasil esta racionalização é

particularmente importante, mas ainda se for considerada a acirrada competição entre as empresas e a globalização dos mercados.

BIBLIOGRAFIA

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, M.C.C. **Introdução à teoria econômica.** São Paulo, McGraw-Hill, 1976.

ARAÚJO, L. **Opções: do tradicional ao exótico.** 2 ed., São Paulo, Atlas, 1996.

BEAVER, W.; MANEGOLD, J. The association between market determined and accounting determined measures of systemativ risk: Some further evidence. **Journal of Financial and Quantitative Analysis.** , p. 231-84, June, 1975.

BERNSTEIN, P.L. **Desafio aos deuses - A fascinante história do risco.** Trad. de Ivo Korytowski. Rio de Janeiro, editora Campus Itda., 1997.

BLACK, F.; JENSEN, M.; SCHOLES M. The capital asset pricing model: some empirical tests. Ed. M. Jensen: **Studies in the theory of Capital Markets (Praeger)**

CHAN, L.; LAKONISHOK, J. Are the reports of Beta's death Premature? **University of Illinois working paper.** December, 1992.

DAMODARAN, A. **Applied Corporate Finance: a user's manual.** 1 ed. New York, John Wiley & Son's, 1999 d.

DAMODARAN, A. **Damodaran on Valuation.** 1 ed. New York, John Wiley & Son's, 1994.

WESTON,J.F.; COPELAND,T.E. **Managerial Finance.** 8 ed. New York, Dryden, 1986.

FAMA, F.; FRENCH, K. The Cross-section of expected stock returns. **Journal of Finance**, v.47. n. 2, p. 427-65, June, 1992.

FAMA, F.; FRENCH, K. Industry Cost of Equity. **Journal of Financial Economics.** n. 43, p. 153-93, 1997.

FAMA, F.; MAC BETH, J. Risk Return and Equilibrium: Empirical Tests. **Journal of Political Economy.** n. 81, p. 607-636, 1976.

GITMAN, L.J. **Princípios de Administração Financeira.** 3 ed. Trad. de Jacob Ancelevicz e Francisco J. S. Braga. São Paulo, Harbra, 1987.

GORDON, J.; GORDON, M. The finite horizon expected return model. **Financial Analysts Journal**, p. 52-61, May/June, 1997.

HACKING, I. The emergence of probability: A philosophical study of early ideas about probability, induction, and statistical inference. **Londres, Cambridge**, 1975.

HAMILTON, LAWRENCE. **Regression with Graphics.** Ed. Duxbury, 1992.

IBBOTSON ASSOCIATES, INC., Cost of Capital Quarterly. 1996 Yearbook, Chicago IL.

Internet: GOETZMANN, W.N. **An introduction to investment theory.** Yale School of Management.
<http://viking.som.yale.edu/will/finman540/classnotes>, 1997.

Internet: DAMODARAN, A. Estimating risk parameters. **Stern School of Business working paper.** January, 1999 a. http: www.stern.nyu.edu/~adamodar/

Internet: DAMODARAN, A. Estimating equity risk premiums. **Stern School of Business working paper.** January, 1999 b. http: www.stern.nyu.edu/~adamodar/

Internet: DAMODARAN, A. Estimating risk free rates. **Stern School of Business working paper.** January, 1999 c. http: www.stern.nyu.edu/~adamodar/

Internet: IBBOTSON ASSOCIATES. Industry betas. http:// www.ibbotson.com

KETTLER, P.; SCHOLES, M. The association between market determined and accounting determined risk measures. **Accounting Review.** p.654-82, October, 1970.

KHAN, A.M.; FIORINO, D.P. The Capital Asset Pricing Model in Project Selection: A Case Study. **The Engineering Economist.** v.37, n.2, p.145-60, Winter, 1992.

KOTHARI, S.P.; SHANKIN, J.; SLOAN, R. Another look at the Cross-section of expected returns. **Journal of Finance.** n. 1, Mar, 1995.

LAKONISHOK, J.; SHAPIRO, A. Systematic Risk, total Risk and size as determinants of stock market returns. **Journal of Banking and Finance.** n. 10 p.115-132, 1986.

LUCE, F.B.; MORAES JR., J.Q. O Modelo de Formação de Preços de Ativos (Capital Asset Pricing Model) Teoria e Evidência. **Revista de Administração de Empresa.** v.4, n.19, p.31-8, Rio de Janeiro, out./dez., 1979.

LUEHRMAN, T.A. What's it worth? A general manager's guide to valuation. **Harvard Business Review.** p.132-42, May-June, 1997.

MACINNES, J.M.; CARLETON, W.J. Theory, Models and Implementation in Financial Management. **Management Science.** p. 957-78. September, 1982.

MARKOWITZ, H. Portfolio selection. **Journal of Finance.** p.44-58, March, 1952.

PRATT, S. **Cost of Capital.** 1 ed. John Wiley & Son's 1998. New York, NY.

REIGANUM, M. A new empirical perspective perspective on the CAPM. **Journal of Finance and Quantitative Analysis.** n. 16, p.439-462, 1981.

Risk and rates of return. In: KEOWN, A.J. et al. **Basic Financial Management.** 7 ed. Englewood Cliffs, Prentice Hall International Editions, 1996. p.206-50.

ROLL, R.; ROSS, S.A. On the Cross-Sectional relation between expected returns and betas. University of California (UCLA) - working paper. Los Angeles. July, 1992.

ROSS, S.A.; ROLL, R. The Arbitrage Pricing Theory Approach to Strategic Portfolio Planning. **Financial Analysts Journal.** p.14-26, May-June, 1984.

ROSS, S.A.; WESTERFIELD, R.W.; JORDAN, B.D. **Princípios de Administração**

Financeira: Essentials of Corporate Finance. Trad. de Antonio Z. Sanvicente. São Paulo, Atlas, 1998.

SHARPE, W.F. Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. **The Journal of Finance.** v. XIX, n.3, p.425-42, Sept., 1964.

SHARPE, W.F. Factor models, CAPMs, and the ABT: Linking them together provides a valuable framework. **The Journal of Portfolio Management.** p.21-5, Fall, 1984.

STEIN, J. Rational Capital Budgeting in an Irrational World. **Journal of Business** n. 4, p.429-455, 1996.

STEVENSON, WILLIAM. **Estatística aplicada à Administração**, Ed. Habra, 1986.

US DEPARTMENT OF COMMERCE. *Bureau of Economic Analysis Website. Summary National Income and Product Series, 1929-96.* <http://www.bea.doc.gov/bea/scb/0597nip1.pdf>. May, 1997.

WESTON,J.F.; COPELAND,T.E. **Managerial Finance.** 8 ed. New York, Dryden Press, 1986.

WESTON, J.F.; BRIGHAM, E.F. **Managerial Finance.** 5 ed. Los Angeles, Dryden Press, 1975. Cap.19, apêndice C, p.657-86: The Capital Asset Pricing Model.

I

ANEXOS

I.1 Retornos Anuais

Retornos Anuais			
Ano	Ações	T.Bills	T.Bonds
1926	11.62%	3.27%	7.77%
1927	37.49%	3.12%	8.93%
1928	43.61%	3.24%	0.10%
1929	-8.42%	4.75%	3.42%
1930	-24.90%	2.41%	4.66%
1931	-43.34%	1.07%	-5.31%
1932	-8.19%	0.96%	16.84%
1933	53.99%	0.30%	-0.08%
1934	-1.44%	0.16%	10.02%
1935	47.67%	0.17%	4.98%
1936	33.92%	0.18%	7.51%
1937	-35.03%	0.31%	0.23%
1938	31.12%	-0.02%	5.53%
1939	-0.41%	0.02%	5.94%
1940	-9.78%	0.04%	6.09%
1941	-11.59%	0.06%	0.93%
1942	20.34%	0.27%	3.22%
1943	25.90%	0.35%	2.08%
1944	19.75%	0.33%	2.81%
1945	36.44%	0.33%	10.73%
1946	-8.07%	0.35%	-0.10%
1947	5.71%	0.50%	-2.63%
1948	5.50%	0.81%	3.40%
1949	18.79%	1.10%	6.45%
1950	31.71%	1.20%	0.06%
1951	24.02%	1.49%	-3.94%
1952	18.37%	1.66%	1.16%
1953	-0.99%	1.82%	3.63%
1954	52.62%	0.86%	7.19%
1955	31.56%	1.57%	-1.30%

1956	6.56%	2.46%	-5.59%
1957	-10.78%	3.14%	7.45%
1958	43.36%	1.54%	-6.10%
1959	11.96%	2.95%	-2.26%
1960	-0.47%	2.66%	13.78%
1961	26.89%	2.13%	0.97%
1962	-8.73%	2.73%	6.89%
1963	22.80%	3.12%	1.21%
1964	16.48%	3.54%	3.51%
1965	12.45%	3.93%	0.71%
1966	-10.06%	4.76%	3.65%
1967	23.98%	4.21%	-9.19%
1968	11.06%	5.21%	-0.26%
1969	-8.50%	6.58%	-5.08%
1970	4.01%	6.53%	12.10%
1971	14.31%	4.39%	13.23%
1972	18.98%	3.84%	5.68%
1973	-14.66%	6.93%	-1.11%
1974	-26.47%	8.00%	4.35%
1975	37.20%	5.80%	9.19%
1976	23.84%	5.08%	16.75%
1977	-7.18%	5.12%	-0.67%
1978	6.56%	7.18%	-1.16%
1979	18.44%	10.38%	-1.22%
1980	32.42%	11.24%	-3.95%
1981	-4.91%	14.71%	1.85%
1982	21.41%	10.54%	40.35%
1983	22.51%	8.80%	0.68%
1984	6.27%	9.85%	15.43%
1985	32.16%	7.72%	30.97%
1986	18.47%	6.16%	24.44%
1987	5.23%	5.47%	-2.69%
1988	16.81%	6.35%	9.67%
1989	31.49%	8.37%	18.11%
1990	-3.17%	7.81%	6.18%
1991	30.57%	7.00%	9.03%
1992	7.58%	5.30%	12.44%
1993	10.36%	3.50%	8.30%
1994	2.55%	5.00%	3.10%
1995	37.57%	3.50%	8.30%
1996	22.68%	5.00%	3.10%
1997	33.10%	5.35%	9.16%
1998	28.32%	4.89%	9.77%

I. 2 Betas das Indústrias

Indústria	Número de Empresas	Beta Alavancado	Dívidas / Capital Próprio	Beta Não Alavancado
Advertising	28	1,07	10,93%	1,01
Aerospace/Defense	48	0,93	36,52%	0,75
Air Transport	42	1,11	53,08%	0,83
Alternate Energy	5	0,69	93,76%	0,41
Aluminum	9	0,89	28,30%	0,75
Apparel	60	0,87	22,25%	0,76
Auto & Truck	21	0,95	102,22%	0,57
Auto Parts	34	0,73	54,89%	0,54
Bank	189	0,81	36,02%	0,66
Bank (Canadian)	7	0,98	35,71%	0,80
Bank (Foreign)	2	1,18	22,14%	1,00
Bank (Midwest)	37	0,83	29,08%	0,69
Beverage (Alcoholic)	20	0,64	17,50%	0,58
Beverage (Soft Drink)	15	0,80	13,92%	0,73
Building Materials	57	0,85	34,16%	0,70
Cable TV	21	1,01	61,57%	0,63
Canadian Energy	15	0,78	50,66%	0,61
Cement & Aggregates	15	0,81	14,70%	0,74
Chemical (Basic)	16	0,87	25,55%	0,75
Chemical (Diversified)	34	0,81	31,00%	0,67
Chemical (Specialty)	88	0,83	29,91%	0,69
Computer & Peripherals	161	1,14	4,95%	1,11
Computer Software & Svcs	368	1,22	2,45%	1,20
Copper	7	0,84	85,22%	0,59
Diversified Co.	107	0,83	19,51%	0,74
Drug	239	1,06	3,68%	1,04
Drugstore	10	0,94	11,59%	0,88
Educational Services	21	0,90	4,87%	0,88
Electric Util. (Central)	36	0,53	95,88%	0,33
Electric Utility (East)	39	0,54	65,96%	0,38
Electric Utility (West)	19	0,56	80,58%	0,37
Electrical Equipment	103	0,99	5,36%	0,95
Electronics	144	1,05	15,11%	0,96
Entertainment	73	0,95	19,26%	0,86
Environmental	57	0,81	38,36%	0,67
Financial Services	120	1,07	70,37%	0,73
Food Processing	97	0,72	21,12%	0,63
Food Wholesalers	22	0,79	32,89%	0,66
Foreign Electron/Entertn	13	0,86	29,99%	0,74
Foreign Telecom.	16	1,07	14,92%	0,97
Furn./Home Furnishings	41	0,90	17,62%	0,82
Gold/Silver Mining	32	0,53	14,60%	0,49
Grocery	26	0,72	22,34%	0,63
Healthcare Info Systems	32	0,95	6,92%	0,91
Home Appliance	13	0,88	24,81%	0,76

Homebuilding	64	0.87	79,82%	0,57
Hotel/Gaming	58	0,93	67,13%	0,66
Household Products	31	0,84	11,67%	0,78
Industrial Services	175	0,99	22,68%	0,86
Insurance (Diversified)	64	0,84	13,60%	0,76
Insurance (Life)	33	0,92	13,62%	0,84
Insurance (Prop/Casualty)	65	0,80	5,95%	0,77
Internet	79	1,51	0,69%	1,50
Investment (Domestic)	7	0,59	78,25%	0,34
Investment Co.	20	0,63	0,00%	0,63
Investment Co. (Foreign)	21	1,02	3,94%	0,99
Machinery	136	0,86	36,81%	0,70
Manuf. Housing/Rec Veh	21	0,83	26,59%	0,71
Maritime	22	0,88	122,68%	0,47
Medical Services	194	1,01	38,64%	0,82
Medical Supplies	203	0,95	7,42%	0,90
Metal Fabricating	41	0,90	18,23%	0,80
Metals & Mining (Div.)	28	0,77	37,17%	0,63
Natural Gas (Distrib.)	52	0,59	74,62%	0,41
Natural Gas (Diversified)	38	0,82	50,40%	0,61
Newspaper	20	0,83	20,76%	0,73
Office Equip & Supplies	30	0,96	29,66%	0,80
Oilfield Services/Equip.	84	1,08	21,22%	0,94
Packaging & Container	33	0,82	82,30%	0,55
Paper & Forest Products	59	0,83	48,92%	0,64
Petroleum (Integrated)	46	0,78	13,46%	0,71
Petroleum (Producing)	92	0,80	47,25%	0,69
Precision Instrument	99	0,98	13,19%	0,91
Publishing	54	0,89	20,65%	0,79
R.E.I.T.	161	0,74	7,74%	0,69
Railroad	17	0,87	48,46%	0,65
Recreation	91	0,88	18,02%	0,78
Restaurant	96	0,86	19,10%	0,77
Retail (Special Lines)	177	1,02	9,14%	0,97
Retail Building Supply	13	0,93	3,27%	0,91
Retail Store	48	1,05	18,34%	0,95
Securities Brokerage	32	1,28	106,84%	0,76
Semiconductor	81	1,34	3,54%	1,31
Semiconductor Cap Equip	7	1,53	1,65%	1,51
Shoe	25	0,82	14,38%	0,75
Steel (General)	30	0,85	46,55%	0,64
Steel (Integrated)	19	0,84	50,31%	0,64
Telecom. Equipment	106	1,21	5,21%	1,17
Telecom. Services	151	1,11	17,57%	1,02
Textile	27	0,82	109,06%	0,49
Thrift	131	0,84	183,40%	0,37
Tire & Rubber	10	0,93	22,63%	0,81
Tobacco	13	0,75	18,54%	0,68
Toiletries/Cosmetics	24	0,88	8,94%	0,83
Trucking/Transp. Leasing	51	0,85	100,69%	0,53
Utility (Foreign)	2	0,95	52,10%	0,71
Water Utility	17	0,55	76,73%	0,36