

Estudo Empírico sobre Metodologias Alternativas de Aplicação do CAPM no Mercado de Ações Brasileiro

Autores

WILSON TOSHIRO NAKAMURA

Universidade Presbiteriana Mackenzie

JOSÉ MATIAS FILHO

Universidade Presbiteriana Mackenzie

Resumo

Inúmeros estudos têm sido feitos procurando mensurar o componente de risco envolvido no retorno esperado em investimentos de capital, cuja busca já remonta várias décadas e tem tido o envolvimento dos principais autores mundiais em teoria financeira, além de ser atividade obrigatória nas mesas de operações das instituições financeiras e demais participantes do mercado. O objetivo deste trabalho é de contribuir com essa busca, através da avaliação de metodologias alternativas de cálculo do CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) quando submetidas às condições do mercado de ações brasileiro, através da aplicação de quatro metodologias de determinação do índice beta e três metodologias de cálculo do CAPM diferentes, em 8 cenários macro-econômicos distintos. Busca-se dessa forma determinar relações de igualdade entre o conjunto dos diversos retornos esperados obtidos e o efetivo comportamento de retornos dos ativos estudados em períodos diversos de medição. Foi utilizado o método estatístico conhecido como Teste de Hipóteses de Diferença de Médias de duas Populações para comparar as diversas séries de retornos esperados obtidos com os respectivos retornos efetivos, obtendo resultados que sugerem a indicação de algumas metodologias e cenários como ferramentas válidas na predição de retornos futuros de alguns ativos financeiros de nosso mercado.

1. Introdução

A busca por um preço justo dos ativos financeiros negociados nos diversos mercados tem sido nas últimas décadas um dos pilares centrais dos estudos em administração financeira, tanto a nível acadêmico quanto pelos profissionais do mercado financeiro.

Notadamente em uma economia como a brasileira, onde a taxa básica efetiva de juros figura como uma das mais altas do mundo atualmente, a necessidade de uma correta precificação dos ativos financeiros tem importância capital, pois o retorno obtido pode facilmente ficar abaixo da taxa *Selic*, considerada a taxa básica de juros de nosso mercado. Neste cenário, a mensuração do risco envolvido no retorno esperado do ativo tem importância capital nos processos de tomada de decisão a nível financeiro.

O presente estudo visa contribuir para a compreensão da formação de preços de alguns ativos de nossa economia e conseqüentemente o risco envolvido nesses processos, através da aplicação do modelo de precificação de ativos financeiros (CAPM – *Capital Asset Pricing Model*) introduzido por Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossin (1966), e largamente

revisitado por diversos autores tais como: Brealey & Myers (1992), Ross, Westerfield e Jaffe (2002), Damodaran (2004), Grinblatt e Titman (2002), Merton e Bodie (2002), Sanvicente (1988), Securato (1993), entre muitos outros.

Como base para este estudo foram utilizados os ativos (ações) negociados na Bolsa de Valores de São Paulo no período de jan/2000 a dez/2004, cujos retornos efetivos foram comparados com os retornos esperados obtidos através do uso de ferramentas de cálculo de volatilidade, conhecido como “beta” dos ativos, e “retorno esperado” dos ativos, através da aplicação da fórmula do CAPM e algumas metodologias alternativas.

Esta análise comparativa foi feita tanto no mesmo período de coleta de dados quanto também através de comparações com períodos posteriores ao período de estudo, ou seja, os resultados obtidos foram comparados com retornos efetivos de seis, nove e doze meses posteriores ao período inicial.

As formulações do CAPM foram utilizadas tanto no seu formato original proposto por Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossin (1966), quanto alteradas, ou seja, com variações de indicadores e conceitos, conforme Damodaran (2004) e Godfrey e Espinosa (1996).

Ao final do estudo procurou-se verificar, através das matrizes de resultados obtidas, quais formas de cálculo e/ou conceitos se aproximaram do retorno efetivo verificado no conjunto de ativos estudados no período, utilizando-se cálculos matemáticos e o método estatístico denominado “teste de hipóteses de diferença entre médias de duas populações”, presente em Anderson, Sweeney e Williams (2003).

Procurou-se dessa forma observar tendências na utilização de um ou mais conceitos para o grupo de ativos estudados que mais se aproximassem da realidade dos preços praticados no mercado, nos diversos períodos escolhidos.

2. Objetivo

Este estudo tratou de aplicar metodologias de precificação de ativos financeiros com base nos conceitos do modelo CAPM proposto por Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossin (1966) e algumas metodologias alternativas.

Para a formação dos diversos cenários foram utilizados parâmetros alternativos para os índices: ativo livre de risco e carteira de mercado, além de períodos de 2 e 5 anos, o que resultou em 8 versões de cenários.

O objetivo final é comparar esses retornos esperados com os retornos efetivos apurados por esses ativos em diversos períodos, buscando identificar similaridades que possam validar ou não cada uma das metodologias alternativas propostas.

3. Fundamentação Teórica

3.1. Risco e Retorno em Investimentos de Capital

Binômio amplamente discutido no mundo financeiro, tanto acadêmico como no mercado de capitais, o estudo do risco inerente a um investimento, que por sua vez irá influenciar o retorno deste mesmo investimento, é uma das bases da moderna administração financeira.

Securato (1993, p. 27) afirma que embora todos os dias as pessoas se deparem com situações que envolvam riscos nas suas mais variadas formas, sua conceituação é muito difícil. Além disso, existe também a dificuldade de mensuração do grau de risco envolvido, pois uma situação que para um indivíduo pode ser considerada de alto risco, para outra pode ter um risco aceitável, sendo muitas vezes esse o motivo que permite a realização de negócios.

Alexander, Sharpe e Bailey (1993, p. 846) definem risco como “a incerteza associada com o valor final de um investimento em um ativo ou uma carteira de ativos”.

Damodaran (2002, p. 56) afirma que o risco aparece quando os retornos esperados pelos investidores em um determinado horizonte de tempo sofrem variação. De acordo com Gitman (2003, p. 214) risco pode ser definido, no sentido mais básico, como a possibilidade de perda, e mais formalmente como uma medida de mensuração da variabilidade de retornos esperados.

3.2. Tipos de Risco

O risco de um investimento de capital pode ser dividido em duas categorias: diversificável e não-diversificável, sendo a soma dessas duas categorias denominado risco total. Damodaran (2004, p. 144) afirma que alguns riscos surgem de condições específicas do emissor do título, normalmente empresas, enquanto que outros surgem em função do mercado, afetando muitos ou todos os investimentos.

O risco diversificável, também chamado de específico ou não sistemático, é aquele inerente a uma empresa ou grupo de empresas específicas. Já o risco não-diversificável, também chamado de sistemático ou de mercado é muito mais difuso, afetando todos ou quase todos os ativos.

Na visão de Ross, Westerfield e Jaffe (2002, p. 242): “Um risco sistemático é qualquer risco que afeta um grande número de ativos, cada um com maior ou menor intensidade. Um risco não sistemático é um risco que afeta especificamente um único ativo ou um pequeno grupo de ativos”.

A incerteza que existe a respeito de condições econômicas gerais, tais como a taxa de câmbio, a inflação ou a própria taxa de juros, são exemplos de risco sistemático, pois essas condições afetam praticamente todos os ativos de uma mesma maneira. Em contrapartida, o anúncio de resultados abaixo das expectativas, uma nova regulamentação governamental específica ou um passivo desconhecido que emerge no balanço de uma empresa são exemplos claros de riscos não sistemáticos, os quais certamente não irão afetar significativamente os demais ativos do mercado. O autor também se refere a esse tipo de risco como idiossincrático.

Uma diversificação possível do risco não sistemático é através da adoção de carteiras de ativos. Dessa forma, as ocorrências possíveis em empresas ou setores específicos podem ser diversificadas, ou seja, diluídas através da adoção de carteiras de ativos que contenham empresas representativas de diversos setores da economia, além de diferentes tipos de ativos.

3.3. Variância e Desvio Padrão como Medidas de Mensuração de Risco.

Brealey e Myers (1992, p. 132) colocam que a variância da rentabilidade dos ativos no mercado é o valor esperado do quadrado dos desvios relativamente à rentabilidade esperada, dados pela equação:

$$\sigma^2(R^*m) = E(R^*m - Rm)^2 \quad (1)$$

onde: R^*m é a rentabilidade efetiva e Rm é a rentabilidade esperada.

Para uma carteira de ativos, a variância será representada pela média dos quadrados das diferenças. O desvio-padrão é, simplesmente, a raiz quadrada da variância:

$$\sigma R^*m = \sqrt{\sigma^2 (R^*m)} \quad (2)$$

A mensuração do risco deve, portanto, levar em conta tanto a média como o desvio-padrão da distribuição.

3.4. Carteira de Ativos: A Importância da Covariância e Correlação

Uma das formas de evitar a parcela do risco denominado específico é trabalhando com uma carteira de ativos ao invés de um único. De acordo com Ross, Westerfield e Jaffe (2002, p. 206), a variância e o desvio padrão medem a variabilidade de ativos individuais. Para que seja possível relacionar o retorno e/ou risco de dois ou mais ativos é necessário a adoção de duas outras medidas estatísticas denominadas covariância e correlação, as quais medem a intensidade com a qual duas variáveis estão associadas.

No caso de uma carteira, por exemplo de dois ativos A e B, o cálculo da variância segue a seguinte equação:

$$\sigma^2 \text{ carteira} = X^2A \text{ Var}A + 2 XA XB \text{ Cov}A,B + X^2B \text{ Var}B \quad (3)$$

onde: X representa o percentual da carteira aplicado no ativo.

Vale ressaltar que a variância de uma carteira depende das variâncias dos retornos dos ativos individuais e da covariância entre os retornos dos dois ativos. Sendo assim, uma covariância positiva aumenta a variância da carteira, enquanto que uma covariância negativa reduz a variância da carteira.

O cálculo da covariância para dois ativos é dado pela equação:

$$\text{Cov} (AB) = (RAT - R^*A) (RBT - R^*B) \quad (4)$$

onde: RAT e RBT são os retornos dos ativos A e B no tempo T, e R^*A e R^*B são os retornos esperados dos ativos A e B.

O número obtido representa a covariância entre os dois ativos estudados.

Para que essa representação numérica faça sentido, deve-se levar em conta qual é a intuição por trás da covariância. Ross, Westerfield e Jaffe (2002, p. 209) afirmam que se houver uma relação direta entre o retorno de dois ativos, sua covariância será positiva; ao contrário, se houver uma relação inversa, a covariância será negativa. Existe ainda o caso de não haver relação entre os dois ativos, onde a covariância deverá ser nula.

Já a correlação deve ser obtida dividindo a covariância pelo produto dos desvios-padrão dos títulos:

$$\text{Corr}(AB) = \frac{\text{Cov}(AB)}{\sigma(A) \sigma(B)} \quad (5)$$

Como o sinal do desvio-padrão é sempre positivo, o sinal da correlação entre dois ativos será sempre o mesmo da covariância.

Os resultados da correlação entre ativos estão limitados a: $1 \geq \text{correlação} \geq -1$, ou seja, variando de uma correlação positiva perfeita, resultado igual a 1, a uma correlação negativa perfeita, resultado igual a -1 . As teorias de seleção de carteiras de ativos e precificação de ativos de capital utilizam essas ferramentas na busca de condições ótimas de investimento em ativos de capital.

3.5. A Teoria da Carteira de Ativos

As bases para a construção de uma carteira eficiente de ativos foram dadas através de Markowitz (1952) que chamou a atenção para a possibilidade da diversificação do risco de ativos em uma carteira, mostrando como um investidor poderia reduzir o desvio-padrão dos retornos da carteira procurando escolher ativos que não tivessem volatilidades exatamente paralelas. Brealey e Myers (1992, p. 155) afirmam que os princípios contidos na teoria da seleção de carteiras de Markowitz (1952) formam a base para a maior parte dos estudos sobre a relação entre risco e retorno. Sharpe (1967) é enfático ao considerar Markowitz como o pai da análise de carteiras, considerando este trabalho como um dos pontos centrais da teoria financeira.

A formação de uma carteira de ativos já é possível a partir do uso de dois ativos diferentes, calculando-se a correlação entre eles. É possível imaginar um grande número de carteiras utilizando-se apenas dois ativos, bastando para tanto apenas modificar o percentual de participação de cada ativo no total da carteira. Para carteiras com mais ativos, existe uma complexidade muito maior, visto que devemos correlacionar todos os ativos da carteira entre si, considerando inclusive proporções diferentes entre eles.

3.6. Combinação de investimentos entre ativos sem risco e ativos com risco

Ross, Westerfield e Jaffe (2002, p. 225) discutem a possibilidade de se combinar um ativo sem risco com um ativo e/ou uma carteira de ativos com risco (ativos de mercado). O primeiro não apresentará variabilidade no retorno, logo seu desvio-padrão e variância serão iguais a zero, ficando o risco dessa carteira representado somente pelos componentes de risco do ativo de mercado.

De acordo com Ross, Westerfield e Jaffe (2002, p. 226), se um investidor conseguir combinar um investimento contendo um ativo sem risco com uma carteira situada na fronteira eficiente da nuvem de possibilidades, tangenciando-a, terá formado a chamada carteira ótima, sendo que a reta formada entre o ativo sem risco e esta carteira, tangenciando a nuvem, é conhecida por Linha de Mercado de Capitais, conforme figura abaixo:

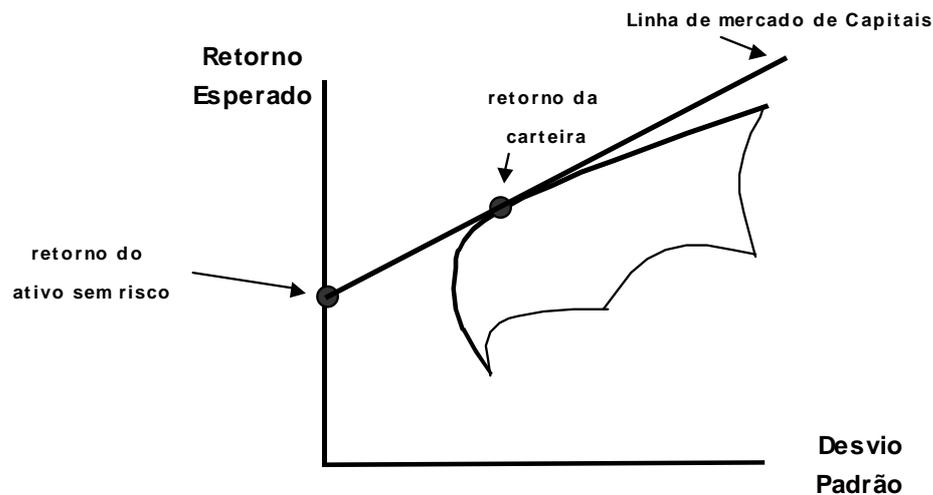


Figura 1: curva de possibilidades de investimento entre um ativo sem risco e uma carteira com ativos de risco.

3.7. O Modelo de Precificação de Ativos Financeiros

O estudo da relação retorno x risco em finanças teve um de seus trabalhos seminais representado pelo artigo de Sharpe (1964). O autor, através desse trabalho, deu um passo muito importante na busca da compreensão do comportamento dos retornos dos ativos financeiros em condições de risco, tornando-se um dos pilares da moderna administração financeira.

Este modelo ficou conhecido pela sigla em inglês CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) e tem sido matéria obrigatória em todos os estudos e textos a respeito de estratégias de investimentos nos mercados financeiros. Sharpe (1964) manifestou à época a dificuldade existente de prever o comportamento do mercado de capitais devido à ausência de conceitos micro-econômicos adequados. Mas devido à influência do risco nos mercados, os administradores eram obrigados a adotar modelos de comportamento de preços que significavam apenas um pouco mais que afirmações. A sua preocupação era que não existia realmente um meio significativo de relacionar retorno e risco.

Outro trabalho na mesma linha foi o publicado por Lintner (1965), também sobre a mensuração do risco envolvido nos retornos de ativos de capital. Este trabalho expunha o problema de se selecionar uma carteira ótima de ativos por investidores com aversão a risco, os quais tinham a alternativa de investir em ativos livres de risco com retorno positivo. Lintner (1965), do mesmo modo que Sharpe (1964) também baseou seu estudo em diferentes expressões contendo elementos de desvio-padrão, variância e covariância dos retornos dos ativos, de modo a obter diferentes combinações de expectativa de resultados, tal como no modelo CAPM, que será utilizado como base para o presente estudo.

Uma terceira abordagem independente e contemporânea sobre precificação de ativos foi feita por Mossin (1966) que se propôs a investigar as propriedades dos ativos de risco de mercado baseado no modelo simples de equilíbrio geral de câmbio. Baseou sua teoria na existência de uma linha de equilíbrio de mercado, onde discutiu o conceito de prêmio de risco em termos da inclinação desta linha.

Sharpe (1964) discute no modelo CAPM basicamente o acompanhamento de preços para um investimento individual sob condições de risco. A idéia básica é combinar um ativo livre de risco, que tem um retorno mínimo mas garantido, com um ativo de risco específico, além de uma carteira formada pelos diversos ativos presentes na economia, chamado de ativo de mercado.

Considerando a premissa que os investidores são racionais e trabalham buscando a melhor opção de investimento, os mesmos diversificam seus investimentos afim de evitarem o risco não sistemático (inerente às empresas/ativos individuais), exigindo retorno adicional apenas pelo risco sistemático. Dessa forma, o risco sistemático deve ser mensurado de modo a auxiliar a busca desse prêmio de risco adicional.

3.7.1. Cálculo do Beta Histórico ou Corrente

A equação para cálculo do beta é a seguinte:

$$\beta = \frac{\text{Cov}(R_i, R_m)}{\sigma^2(R_m)} \quad (6)$$

onde: R_i é a taxa de retorno do ativo i e R_m a taxa de retorno do ativo de mercado m .

O cenário de estimação do índice beta deve levar em conta três decisões importantes: a amplitude do período de estimativa; o intervalo de retornos considerado; e o índice representativo do ativo de mercado a ser escolhido.

Por ser uma medida de volatilidade, o índice beta mostra quanto será a variabilidade provável do ativo individual frente à oscilação do ativo de mercado.

3.7.2. Variações na Determinação do Beta

Damodaran (2004) propõe três variações no cálculo do beta: beta não-alavancado, beta ascendente e beta contábil.

3.7.2.1. Beta Não Alavancado

Originalmente proposto por Hamada (1972), o beta não alavancado se propôs a minimizar o efeito da alavancagem financeira presente no beta histórico.

A equação proposta para reduzir o efeito da alavancagem financeira do beta corrente é a seguinte:

$$\beta_{\text{Não-Alavancado}} = \frac{\beta_{\text{Corrente}}}{1 + (1 - \text{alíquota I.R.}) (\text{média da dívida} / \text{patrimônio líquido})} \quad (7)$$

3.7.2.2. Beta Ascendente

Damodaran (2004, p. 185) comenta a possibilidade de se dividir betas em seus componentes de risco de setor e de alavancagem financeira, fornecendo assim uma forma alternativa de cálculo de beta sem a necessidade de se obter preços passados da empresa ou

valor de seus ativos. Utiliza para tanto uma propriedade dos betas que é a de que “o beta de dois ativos somados é uma média ponderada do beta de cada um deles, com os pesos baseados em seu valor de mercado”.

O autor propõe o cálculo do beta em quatro etapas: identificar o setor de atuação da empresa, estimar o beta não alavancado de outras empresas desse setor negociadas publicamente, obter uma média ponderada dos betas não alavancados usando a proporção do valor do patrimônio líquido das empresas, determinar o valor médio do patrimônio líquido e de dívida das empresas de forma a obter o índice dívida/patrimônio líquido, utilizado para estimar um novo beta alavancado.

Esse processo de estimação de betas é chamado de beta ascendente, utilizando, portanto, a expressão a seguir:

$$\beta_{ascendente} = \beta_{n\grave{a}o-alavancado} * [1 + (1 - Aliq. IR) (d\grave{e}vida /patrim\^o{n}io l\acute{ı}quido)] \quad (8)$$

onde: beta não-alavancado* é obtido com dados do setor de atuação da empresa, assim como o índice dívida/patrimônio líquido.

3.7.2.3. Beta Contábil

Este método utiliza-se de uma comparação entre as mudanças nos lucros das empresas e as mudanças no lucro do mercado, num mesmo período, deduzindo-se o retorno do ativo livre de risco, resultando no beta contábil. Famá e Ribeiro Neto (2001) testaram este modelo no Brasil em alguns setores da economia no período de 1995 a 1999, obtendo resultados julgados satisfatórios, apesar do grande distanciamento verificado entre os índices encontrados e os calculados pelo método tradicional, ou seja, o beta histórico.

A equação básica para cálculo do beta contábil é dada por:

$$\beta_{Cont\acute{a}bil} = \frac{Varia\c{c}\tilde{a}o\ no\ Lucro\ da\ Empresa - Taxa\ Livre\ de\ Risco}{Varia\c{c}\tilde{a}o\ no\ Lucro\ do\ mercado - Taxa\ Livre\ de\ Risco} \quad (9)$$

3.8. Cálculo do CAPM

A taxa requerida de retorno de um investimento relaciona-se ao seu beta através da seguinte expressão:

$$R_s = R_f + \beta (R_m - R_f) \quad (10)$$

onde: R_s = taxa requerida de retorno para o título; R_f = taxa de retorno do ativo livre de risco; R_m = taxa de retorno da carteira de mercado; $(R_m - R_f)$ = prêmio de risco de mercado

O CAPM, a nível de teoria, mostra que o risco de um ativo depende de sua relação com o mercado, que por definição sustenta todo o agregado de riscos gerados por todos os ativos presentes nesse mesmo mercado. Entende-se que o prêmio de risco exigido pelo mercado passa a ser, em última instância, o próprio beta do ativo.

3.9. Variações nos conceitos do CAPM

Merton (1973) propôs um método alternativo denominado *Intertemporal Capital Asset Pricing Model*, que ficou conhecido pela sigla ICAPM, o qual tem uma característica multifator, por considerar que o prêmio de risco vem de diversas dimensões de risco, não apenas aquelas observadas na volatilidade ou beta dos ativos, mas também relativo a mudanças nas taxas de juros, mudanças nos retornos esperados sobre ativos ou nos preços de bens de consumo, possibilitando um conjunto de regras de proteção aos títulos mais eficaz do que a carteira de mercado local.

Outra contribuição importante ao estudo original de Sharpe (1964) foi feito por Ross (1976) cujo modelo ficou conhecido como *APT – Arbitrage Pricing Theory*. Este modelo, também multifator, estabelece a mesma relação entre um ativo de mercado e o ativo livre de risco, introduzindo, porém, uma série de outros fatores que podem influenciar o retorno esperado, como comportamento de certos setores da economia, taxa de juros, câmbio etc. Este modelo foi testado no Brasil por Nakamura e Camargo Jr. (2003) com 31 variáveis macroeconômicas e um conjunto de 60 ações negociadas na Bovespa, no período de 1996 a 2000, com resultados considerados satisfatórios pelos autores quanto aos retornos excedentes esperados utilizando o modelo *APT*.

Fama e French (1995) desenvolveram um modelo que levou em conta, além da volatilidade do ativo frente ao mercado, outros dois fatores de risco para cálculo do retorno esperado: tamanho da empresa e o índice preço de mercado / valor contábil (*book-to-market ratio*), ficando conhecido como modelo de três fatores. Procuraram os autores dessa forma capturar outras variáveis importantes na definição de um modelo de precificação de ativos, além do normalmente encontrado no modelo CAPM tradicional.

Brealey e Myers (1998, p. 188) discutem um modelo alternativo baseado na sensibilidade às alterações no consumo dos investidores, que foi proposto por Breeden (apud Brealey e Myers, 1998, p. 189) na década de 1970. Este modelo faz uma relação direta entre a incerteza dos retornos dos ativos com a incerteza do consumo futuro.

3.9.1. Metodologias Alternativas Aplicadas no Cálculo do CAPM

Neste estudo estão sendo examinadas duas variações do modelo de cálculo original do CAPM, apresentadas por Damodaran (2004, p. 176) e Godfrey e Espinosa (1996).

No caso de países onde ocorrem mudanças muito substanciais na economia em curtos períodos de tempo, não sendo, portanto, confiáveis para fins de projeção os retornos históricos ocorridos, Damodaran (2004, p. 177) propõe alterações na fórmula original do CAPM, onde o ativo livre de risco doméstico é substituído pela taxa do ativo livre de risco norte-americano, representado pelos títulos do Tesouro, além de substituir o prêmio de risco do mercado pelo prêmio de risco de patrimônio líquido norte-americano mais o prêmio de risco do país estudado.

A equação do CAPM passa então a ter a seguinte configuração:

$$R_s = R_{Fna} + \beta(PR_{na} + PR_p) \quad (11)$$

onde: R_{Fna} é a taxa de retorno do título do Tesouro norte-americano,

PR_{na} é o prêmio de risco de patrimônio líquido norte-americano,

PRp o prêmio de risco do país.

Outra proposta alternativa para o cálculo do CAPM desenvolvida no presente estudo foi a discutida em Godfrey e Espinosa (1996). Esses autores fizeram um estudo baseado na afirmação de que apesar dos economistas concordarem que as corporações multinacionais devem refletir nas taxas de desconto de investimentos em outros países somente o risco sistemático, muitos gestores dessas empresas não concordam com essa premissa básica do CAPM, utilizando taxas de desconto que procuram refletir o risco total de investimentos em mercados emergentes. Godfrey e Espinosa (1996) defendem essa posição devido principalmente a esses países estarem geralmente no centro de profundas transformações econômicas e políticas.

Dessa forma, a equação se apresenta como:

$$R_s = (R_{fna} + PR_p) + \beta [PR_{na} (VAR_p / VAR_{na})] \quad (12)$$

onde: VAR_p é a variação dos retornos dos títulos do país, VAR_{na} a variação dos retornos dos títulos norte americanos.

Nos conjuntos de resultados obtidos foram aplicados testes estatísticos que buscaram verificar se as médias das duas populações são iguais. Cabe salientar que o estudo estatístico foi baseado nas médias dos conjuntos totais de dados obtidos, e não nos resultados individuais de cada ativo/empresa.

O teste de diferença de médias de duas populações com amostras independentes, utilizado no presente estudo, deve ser calculado levando-se em conta principalmente o tamanho da amostra. Anderson, Sweeney e Williams (2003, p.370) afirmam que quando o tamanho da amostra for menor que 30 sujeitos, o método estatístico utilizado dever ser baseado na distribuição t para pequenas amostras. Para casos em que o tamanho da amostra é maior que 30 sujeitos, o método estatístico utilizado é o da distribuição Z, o qual foi aplicado na presente pesquisa.

Partindo do princípio que a hipótese nula do estudo afirma que as médias das duas amostras são iguais, ou seja, $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$, o teste Z, como é conhecido, focaliza a diferença relativa entre as médias de duas amostras, cuja estatística de teste é a seguinte:

$$Z_{teste} = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\sigma_1^2/n_1 + \sigma_2^2/n_2}} \quad (13)$$

onde: X₁ e X₂ representam as médias, σ_1^2 e σ_2^2 as variâncias e n₁ e n₂ as quantidades de cada amostra.

O valor de Z encontrado pela equação pode ser interpretado como o número de desvios-padrão que X₁ - X₂ está distante do valor de $\mu_1 - \mu_2$.

O teste possui uma tabela de índices para cada valor de Z encontrado. Os autores concordam na adoção de uma variação casual de 5% para mais ou para menos para esse tipo de teste, representado por $\alpha = 0,05$.

Sendo assim, uma hipótese com distribuição bi-caudal equivale a: $Z_{\alpha/2} = Z_{0,025} = 1,96$.

Este valor crítico para Z implica rejeitar H_0 se: $Z < -1,96$ ou se $Z > +1,96$.

4. Análise de Resultados

O cenário-base concebido para o estudo utilizou os indicadores Selic para a taxa livre de risco doméstico, Ibovespa para o índice de retorno de mercado doméstico e período de 5 anos. Além deste cenário-base, foram também considerados cenários alternativos com índices/períodos diferentes para cada um dos indicadores, sendo: TJLP em substituição à Selic, FGV100 em substituição ao Ibovespa e período de 2 anos. Com a distribuição de cenários acima foram obtidas 8 matrizes de dados contendo cada uma 12 retornos esperados do ativo para cada empresa pesquisada.

O estudo constatou que a maioria dos resultados de índices beta, em todas as modalidades, ficaram abaixo de 1, o que sugere um comportamento de volatilidade em geral menor que o do ativo de mercado. Também foi observado que os percentuais de betas maiores do que 1 da modalidade beta não alavancado diminuem significativamente em relação ao beta histórico, sugerindo que as empresas pesquisadas apresentam significativo grau de alavancagem financeira em seus balanços. Os resultados de beta ascendente ficaram ligeiramente acima dos betas históricos, devido principalmente aos componentes de beta não alavancado e índice dívida/patrimônio líquido setoriais utilizados. A modalidade beta contábil, por trabalhar essencialmente com dados contábeis das empresas, apresentou resultados significativamente diferentes dos encontrados nas outras modalidades de beta.

A análise setorial mostrou que o setor que apresenta o menor índice beta é o de Construção e Transporte com beta médio de 0,19, seguido pelo setor Financeiro com beta médio 0,52. De outro lado o setor que apresenta o maior índice beta é o setor de Utilidade Pública com beta médio de 1,10 seguido pelo setor de Petróleo e Gás com beta médio de 0,80, conforme tabela 01 abaixo:

Tabela 01: Média geral dos índices beta nas diversas metodologias, por setor econômico.

Setor Econômico	Média Geral	Cenários							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Construção e Transporte	0,19	-0,04	0,18	0,06	0,26	0,12	0,31	0,22	0,39
Financeiro e Outros	0,52	0,64	0,34	0,66	0,24	0,71	0,49	0,73	0,38
Consumo Cíclico	0,58	0,57	0,50	0,65	0,52	0,62	0,52	0,70	0,54
Telecomunicações	0,65	0,41	0,49	0,80	0,54	0,78	0,63	0,90	0,63
Consumo Não Cíclico	0,72	0,63	0,77	0,71	0,78	0,64	0,75	0,72	0,76
Materiais Básicos	0,71	0,37	0,72	0,73	0,91	0,61	0,70	0,76	0,89
Bens Industriais	0,74	0,52	0,82	0,61	0,93	0,58	0,84	0,67	0,95
Petróleo e Gás	0,80	0,20	1,36	0,25	1,48	0,35	1,13	0,39	1,25
Utilidade Pública	1,10	0,72	1,49	0,77	1,46	0,78	1,40	0,83	1,37

Análises individuais e setoriais dos resultados das diversas modalidades de retornos esperados obtidos não conseguiram explicar o comportamento dos retornos efetivos verificados nos diversos períodos de estudo. Observações coincidentes entre retorno esperado e retorno efetivo tiveram percentual máximo de 2% no caso das empresas individuais e 3% no caso da análise setorial, não justificando a indicação de qualquer das metodologias e/ou cenários como recomendável para explicar o comportamento de retornos do mercado.

Baseado no princípio de que os investidores trabalham com carteiras de ativo afim de diversificarem o risco não-sistemático, este estudo se concentrou na análise do conjunto total de resultados, pois que uma análise dessa natureza simula com mais proximidade a realidade do mercado. Esta comparação utilizou a ferramenta estatística denominada teste de diferença de médias, aplicando-a para todas as modalidades de cálculo.

As comparações efetuadas com a data-base 30/dez/2004 mostraram resultados satisfatórios nas modalidades de cálculo de CAPM baseadas em Sharp/Lintner/Mossin, não sendo obtidos resultados positivos nas modalidades de cálculo alternativas baseadas em Damodaran (2004) e Godfrey e Espinosa (1996), conforme tabela abaixo:

Tabela 02: Retornos esperados para a data-base 30/dez/2004 para a metodologia baseada em Sharp/Lintner/Mossin.

Cenário	CAPM (Sharp/Lintner/Mossin)			
	Beta Histórico	Beta Não Alav.	Beta Ascendente	Beta Contábil
1	6,16	5,87	6,20	5,49
2	4,05	5,75	3,43	2,03
3	1,68	3,09	1,60	3,84
4	2,20	4,67	1,78	1,20
5	6,71	7,14	6,67	7,10
6	4,18	6,27	3,44	2,27
7	1,82	4,08	1,72	3,98
8	2,23	5,14	1,76	1,36

Quando se analisam os resultados para os períodos de seis, nove e doze meses posteriores, nota-se que a metodologia de CAPM proposta por Sharpe/Lintner/Mossin perde consistência em apresentar resultados positivos (em termos de teste Z), dando lugar às modalidades alternativas, que passam a apresentar inclusive 100% de resultados positivos a partir de comparações com os períodos de nove e doze meses posteriores, conforme demonstrado nas tabelas a seguir:

Tabela 03: Retornos esperados para a data-base 30/set/2005 para a metodologia baseada em Damodaran

Cenário	CAPM (Damodaran)			
	Beta Histórico	Beta Não Alav.	Beta Ascendente	Beta Contábil
1	-0,12	0,51	-0,19	1,07
2	-0,56	0,29	-0,92	-0,60
3	-0,24	0,43	-0,28	1,11
4	-0,73	0,22	-0,94	-0,49
5	-0,12	0,51	-0,19	0,58
6	-0,56	0,29	-0,92	-0,68
7	-0,24	0,43	-0,28	0,67
8	-0,73	0,22	-0,94	-0,57

Tabela 04: Retornos esperados para a data-base 30/dez/2005 para a metodologia baseada em Godfrey e Espinosa.

Cenário	CAPM (Godfrey e Espinosa)			
	Beta Histórico	Beta Não Alav.	Beta Ascendente	Beta Contábil
1	-0,28	0,31	-0,34	0,88
2	-0,72	0,06	-1,06	-0,74
3	-0,28	0,31	-0,30	0,95
4	-0,80	0,04	-0,99	-0,58
5	-0,28	0,31	-0,34	0,41
6	-0,72	0,06	-1,06	-0,82
7	-0,28	0,31	-0,30	0,54
8	-0,80	0,04	-0,99	-0,66

5. Conclusões

Este estudo procurou analisar a viabilidade de utilização de metodologias alternativas de cálculo do CAPM no mercado de ações brasileiro, através da aplicação dessas diversas metodologias em uma amostra de 71 ações listadas na Bovespa (35% de uma população composta de 202 ações), representando 99% do volume negociado em dez/2004.

A escolha de diversos períodos de retornos efetivos utilizados como base de comparação com os retornos esperados procurou observar se as metodologias poderiam ser aplicadas não só concomitantemente ao período de estudo, mas também buscou verificar a possibilidade de seu uso em períodos posteriores ao utilizado nos cálculos.

Com relação aos índices beta apurados nos diversos cálculos, constatou-se que em geral esses índices tiveram um comportamento de volatilidade menor que a volatilidade dos ativos de mercado Ibovespa e FGV100, utilizados no estudo, para todas as modalidades de beta calculados.

A análise dos resultados dos retornos esperados efetuados por empresa ou por setor econômico não conseguiram indicar quaisquer das metodologias alternativas utilizadas como adequada na explicação dos retornos efetivos verificados nos diversos períodos escolhidos.

Por outro lado, as análises efetuadas com o conjunto total dos resultados da amostra demonstraram que os modelos utilizados tendem a gerar uma explicação favorável dos retornos efetivos utilizados no estudo.

A análise efetuada na data-base 30/dez/2004 demonstrou, através do método estatístico aplicado, que o modelo proposto por Sharpe/Lintner/Mossin utilizando o beta histórico apresentou resultados satisfatórios em alguns cenários, notadamente quando se utilizou como taxa livre de risco a Selic e o índice FGV100 como ativo de mercado, conforme tabela 02. Também observou-se resultados favoráveis quando foram utilizados os índices alternativos beta ascendente e contábil. Nesta data-base as metodologias alternativas de CAPM não resultaram positivas segundo o teste aplicado.

Na análise efetuada para seis meses posteriores notou-se que a metodologia de CAPM proposta por Sharpe/Lintner/Mossin perdeu sua eficácia, não apresentando mais resultados satisfatórios. Porém, as metodologias alternativas de cálculo do CAPM passaram a apresentar resultados dentro do limite estabelecido pelo teste, passando a ser passíveis de indicação como ferramentas de previsão de retorno esperado, limitando essa recomendação às premissas deste estudo. Na metodologia proposta por Damodaran (2004) houve um destaque para a

utilização do beta não alavancado e beta contábil, enquanto que na metodologia proposta por Godfrey e Espinosa (1996) o beta contábil foi o responsável pelos resultados favoráveis.

Nos períodos seguintes de comparação, nove meses e doze meses posteriores ao período de cálculo, as três metodologias de cálculo do CAPM resultaram favoráveis, sendo que as metodologias propostas por Damodaran (2004) e Godfrey e Espinosa (1996) tiveram praticamente 100% de resultados favoráveis em todos os cenários e metodologias de beta utilizados, conforme tabelas 03 e 04.

Ao analisar-se a questão em termos de proximidade dos resultados à igualdade entre as médias, que equivale a $Z=zero$, conclui-se que as metodologias que utilizaram os índices beta não alavancado e contábil apresentam os resultados mais próximos dessa igualdade.

Estes resultados reforçam a indicação de que os métodos estudados são eficazes como ferramentas de predição de retornos esperados quando aplicados nas condições do presente estudo.

Em termos de parâmetros utilizados nos diversos cenários, concluiu-se que tanto a Selic quanto a TJLP funcionaram adequadamente como indicadores da taxa livre de risco da economia, obtendo-se em ambos os casos resultados favoráveis. Da mesma forma as *proxies* do ativo de mercado testadas, Ibovespa e FGV100, também alcançaram resultados positivos em alguns de seus respectivos cenários. Com relação ao período de cálculo, observou-se uma leve tendência na utilização do período de 5 anos para as metodologias baseadas no CAPM proposto por Sharpe/Lintner/Mossin, em que pese os dois períodos terem obtidos resultados favoráveis na pesquisa. Para as demais metodologias alternativas os dois períodos tiveram comportamento similar.

A mudança de eficácia ocorrida entre as metodologias quando se altera o período de comparação sugere a indicação que as metodologias alternativas de CAPM utilizadas no presente estudo constituem importantes contribuições ao modelo original, podendo ser de grande valia quando utilizadas para previsão de retornos futuros, o que do ponto de vista de investimento faz todo o sentido.

Devido às limitações impostas a este estudo, novas pesquisas são necessárias para melhorar a compreensão sobre o assunto, inclusive com a adoção de outras metodologias de precificação alternativas não contempladas nesta pesquisa, com o fim de ampliar e disseminar o conhecimento científico, objetivo final do presente texto.

6. Referências Bibliográficas

ALEXANDER, G. J.; SHARPE, W. F.; BAILEY, J. V. Fundamentals of Investments. New Jersey: Prentice Hall, 1993.

ANDERSON, D.R.; SWEENEY, D. J.; WILLIAMS, T. A.; Estatística aplicada à administração e economia. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

BREALEY, R. A.; MYERS, S. C. Princípios de finanças empresariais. 3a.Ed. Lisboa: Editora McGraw-Hill de Portugal, 1992.

_____. Princípios de finanças empresariais. 5a. Ed. Lisboa: Editora McGraw-Hill de Portugal, 1998.

DAMODARAN, A. Finanças corporativas aplicadas: manual do usuário. Porto Alegre: Bookman, 2002.

_____ Finanças corporativas: teoria e prática. Porto Alegre: Bookman, 2004.

FAMA, E.F.; FRENCH, K.R. Size and boot-to-market factors in earnings and returns. *The Journal of Finance*. V.50, N.1, p. 131-155, mar/1995.

FAMÁ, R.; Ribeiro Neto, R. M. Beta contabilístico – uma aplicação no mercado financeiro brasileiro. *Anais do V SEMEAD*. Junho/2001. Disponível em <http://fia.com.br/labfin/pequisa/artigos>. Acesso em 10/jun/2005.

GITMAN, L. J. *Principles of Managerial Finance – 10th ed.* Boston: Addison Wesley, 2003.

GODFREY, S.; ESPINOSA, R. A practical approach to calculating costs of equity for investments in emerging markets. *Journal of Applied Corporate Finance*. V.9, I.3, p.80, Fall/1996.

GRINBLATT, M.; TITMAN, S. *Financial markets and corporate strategy*. New York: McGraw-Hill Companies Inc., 2002.

HAMADA, R. S. The effect of the firm's capital structure on the systematic risk of common stocks. *The Journal of Finance*. V. 27, N. 1, p. 435-452, 1972.

LINTNER, J. The valuation of risk assets and the selection of risk investmendes in stock portfolios and capital budgets. *Review of Economic and Statistics*. V. 47, P. 13-37, 1965.

MARKOWITZ, H. Portfolio Selection. *The Journal of Finance*. p. 77-91, mar/1952.

MERTON, R. C. An Intertemporal Capital Asset Pricing Model. *Econometrica*. V. 41, N.5, 1973.

MERTON, R. C.; BODIE, Z. *Finanças*. Porto Alegre: Bookman Editora, 2002.

MOSSIN, J. Equilibrium in a capital asset market. *Econometrica*, V.34, N.4, p.768-783. Oct/1966.

NAKAMURA, W.T.; Camargo Jr, A.S. Análise da validade dos modelos CAPM e APT no mercado brasileiro de ações. *Working Paper Investsul*. P. 1-10, 2003. Disponível em <http://www.investsul.com.br>. Acesso em 09-ago-2005.

ROSS, S. The arbitrage theory of capital asset pricing. *Journal of Economic Theory*. V. 13, I.3, p.341-360, dec/1976.

ROSS, S.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J. E. *Administração financeira*. São Paulo: Atlas, 2002.

SANVICENTE, A. Z.; MELLAGI, A. Filho. *Mercado de capitais e estratégias de investimentos*. São Paulo: Atlas, 1988.

SECURATO, J. R. *Decisões financeiras em condições de risco*. São Paulo: Atlas, 1993.

SHARPE, W. A simplified model for portfolio analysis. *Management Science*. V.9, N. 2, p.277-293, 1963

_____ Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. *The Journal of Finance*. V. 19, N. 3, p. 425-442, sep. 1964.

_____ Portfolio Analysis. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*. V. 2, N. 2, p. 76-84, jun. 1967.