

Análise comparativa dos modelos de precificação de ativos Capital Asset Pricing Model e Downside Capital Asset Pricing Model

Comparative analysis of both Capital Asset Pricing Model and Downside Capital Asset Pricing Model

Adriana Moreira Bastos de Faria*
Lucas Maia dos Santos**

Resumo

Neste estudo discutiremos dois modelos de equilíbrio: o CAPM convencional e uma de suas variações, o *Downside Capital Asset Pricing Model*. Foram utilizados dados secundários obtidos da base de dados Economática Software para Investimentos Ltda. Utilizaram-se o preço de fechamento das cotações diárias de 21 ações escolhidas aleatoriamente negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo, correspondendo ao período entre 01/09/2006 a 21/06/2010, com 935 observações de rentabilidade. Utilizou-se como *proxy* da carteira de mercado o índice Ibovespa e quanto ao ativo livre de risco, a taxa Selic. No geral, percebeu-se que o *downside* beta foi inferior ao beta tradicional indicando que a análise a partir da semi-covariância e semi-variância possibilitou a redução do risco sistêmico do ativo, o que foi corroborado pela redução dos retornos esperados para os mesmos ativos. No entanto realizando o teste *t* de *student*, verificou-se que não existe diferença significativa entre os betas. Concluindo, pode-se observar que a volatilidade negativa dos ativos é bastante significativa na composição do risco do ativo, o que mostra a importância do *downside* beta como fator explicativo do verdadeiro risco sistêmico.

Palavras-chaves: CAPM; DCAPM; Finanças.

Abstract

In this study we discuss two models of balance: the conventional CAPM and its variations, the Downside Capital Asset Pricing Model. Secondary data were obtained from the database Economática Software Investimentos Ltda. We used the closing daily prices of 21 randomly selected stocks traded on the Bolsa de Valores de São Paulo, corresponding to the period from 01/09/2006 to 21/06/2010, with 935 observations. It was used as a proxy of market the Ibovespa index and as a risk free asset the Selic rate. The downside beta was lower than the traditional beta indicating that the analysis from the semi-variance and semi-covariance allowed for the reduction of systemic risk of the assets, which was corroborated by the reduction of the expected returns for the same assets. However performing the *t* test, it was found that there is no significant difference between the betas. In conclusion, we can observe that the negative volatility of assets is quite significant in the composition of risk assets, which shows the importance of downside beta as an explanatory factor of the real systemic risk.

Keywords: CAPM; DCAPM; Finance;

- * Mestranda em Administração com ênfase em Finanças pela Universidade Federal de Minas Gerais, . Analista do Banco Central do Brasil, com atuação na área de Planejamento, Orçamento e Custos. Brasília - Distrito Federal. E-mail: adrianambf@gmail.com
- ** Mestrando em Administração com ênfase em Finanças pela Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte - Minas Gerais. E-mail: admlucasmaia@hotmail.com

Introdução

O desenvolvimento de modelos de previsão de retorno de ativos financeiros tem sido alvo de grandes discussões pelos teóricos da administração financeira. Entre os vários modelos desenvolvidos, os trabalhos de Markowitz (1952), Tobin (1958), Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossin (1966) resultaram no modelo mais utilizado tanto no meio acadêmico quanto no meio empresarial. Este foi denominado *Capital Asset Pricing Model* (CAPM). Sua simplicidade teórica e prática é a principal razão de seu sucesso.

Investimentos financeiros podem ser previstos a partir de uma relação linear com o fator de mercado. Para isso, supõe-se que todos os investidores possuam um mesmo conjunto de informações; por conseguinte, todos eles desenhariam um mesmo conjunto eficiente de ativos com risco. Em tal situação, o mercado atingiria o que se chamou de equilíbrio entre cada risco e retorno. Este é o principal pressuposto da teoria do CAPM: o equilíbrio do mercado. Autores como Damodaran (2002), Ross, Westerfield e Jaffe (2002), Damodaran (2007) e Assaf Neto *et al.* (2008) argumentam sobre o assunto.

Nas últimas duas décadas evidenciou-se o crescimento do número de estudos empíricos que examinam a capacidade preditiva da versão estática do CAPM (BONOMO, 2002; RIBENBOIM, 2002; PAIVA, 2005; TAMBOSI FILHO *et al.*, 2010). Os resultados obtidos nesses estudos mostram que a versão estática é incapaz de explicar razoavelmente a variação *cross-sectional* do retorno médio dos portfólios analisados. Para tentar explicar essas e outras questões, surgem então adaptações mais complexas ao modelo CAPM. A partir das limitações encontradas no CAPM, passaram a ser desenvolvidas novas modelagens, tendo muitas delas tido como base

o próprio CAPM, representando, na verdade, variações do mesmo.

Neste estudo discutiremos dois modelos: o CAPM convencional e uma de suas variações, o *Downside Capital Asset Pricing Model* ou D-CAPM. Este segundo veio como uma alternativa que visa propor adaptações ao tradicional CAPM, com a finalidade de corrigir imperfeições provocadas pela falta de liquidez e a alta volatilidade do mercado de capitais dos países emergentes. O modelo D-CAPM propõe-se estimar o retorno requerido utilizando uma medida de *downside risk*, a fim de corrigir vieses na mensuração da medida de risco, provocados especialmente pela assimetria dos retornos das ações. Assim, usa como alternativa o *downside beta*, que utiliza a semivariância no lugar da variância como medida de dispersão. Desta forma, tentaremos responder a seguinte pergunta: Existem diferenças significativas entre os modelos CAPM e DCAPM para precificação e medida de risco das ações do mercado brasileiro?

Uma das vantagens da semivariância é que ela considera indesejável apenas os retornos que estão abaixo do esperado, enquanto a variância considera igualmente indesejáveis todos os extremos dos retornos. Segundo Elton *et al.* (2003), o D-CAPM é um modelo que centra seu foco unicamente no risco não desejado, ou seja, analisa apenas os retornos que estão abaixo do retorno esperado (desvio negativo), pois, de acordo com Estrada (2000), os investidores se preocupam apenas com a parte negativa do risco, uma vez que esta é indesejável para os investidores.

Assim, este estudo terá como objetivo principal comparar os modelos de precificação CAPM e DCAPM para um mesmo grupo de ações do mercado brasileiro. Para isso este estudo está dividido em cinco partes, incluindo esta Introdução. Na segunda parte faremos uma breve revisão da literatura para explicar a construção dos dois mo-

delos de equilíbrio. Essa parte será seguida pelos métodos e procedimentos aplicados e pela análise dos resultados com informações de uma amostra de ações negociadas na BMF & Bovespa. Por fim, tem-se a conclusão com as principais comparações entre os modelos, buscando identificar a maior correlação com o retorno dos ativos e o que obteve melhor desempenho para as ações analisadas.

1 Referencial teórico

1.1 Capital Asset Pricing Model

O estudo da relação risco e retorno em finanças teve um de seus trabalhos seminais representado pelo artigo de Sharpe (1964). O autor, através desse trabalho, deu um passo 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. Seu modelo ficou conhecido pela sigla CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) e até hoje tem sido muito utilizado nos estudos sobre estratégias de investimento nos mercados financeiros. No caso do mercado acionário brasileiro, a fim de testar a aplicabilidade do CAPM, muitos estudos recentes têm sido realizados, destacando-se os de autores como: Costa Jr. e Neves (2000), Ribenboim (2002), Hagler (2003), Paiva (2005), Mussa, Rogers e Securato (2008) e Tambosi *et al.* (2010).

Sharpe (1964) manifestou à época a dificuldade existente de prever o comportamento do mercado de capitais devido à ausência de conceito microeconômicos 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.

Baseado nas ideias de Markowitz (1952), Sharpe (1964) desenvolveu o CAPM, atualmente consagrado um dos modelos mais utilizados para avaliação de ativos financeiros, dado sua simplicidade e reduzido número de cálculos. As premissas assumidas por Sharpe (1964) na construção deste modelo foram as seguintes:

- Os investidores são indivíduos que tem aversão ao risco. Eles compõem seus portfólios segundo o critério de maximização do retorno e de minimização da variância das rentabilidades;

- Todos os investidores são tomadores de preços e possuem expectativas homogêneas em relação aos rendimentos dos ativos;
- Existência de um ativo livre de risco. Os investidores podem tomar empréstimos e emprestar sem limites e à mesma taxa;
- Todos os ativos são perfeitamente divisíveis;
- Não há custo de transação nem impostos;
- As quantidades de todos os ativos são dadas e fixas e a informação está ao alcance de todos os investidores.

Consideradas essas premissas, o modelo de Sharpe (1964) estabelece que o retorno médio esperado de um ativo é função apenas do seu risco não diversificável (também conhecido como risco sistemático) relacionado às flutuações do sistema econômico como um todo, já que o risco não sistemático depende de fatores que podem afetar o desempenho da empresa, como estrutura de capital, performance da administração, campo de atuação entre outros, e que, por sua vez, pode ser eliminado por meio da diversificação da carteira proposta por Markowitz (1952). Desta forma, o relacionamento entre o risco sistemático e o retorno de títulos é dado por uma relação linear, e esta pode ser explicada por um índice de mercado.

A forma básica do CAPM pode ser escrita como:

$$E(R_i) = R_f + \beta [E(R_M) - R_f] \quad (1)$$

Onde:

$E(R_i)$: taxa de retorno esperado de um ativo qualquer em situação de equilíbrio;

R_f : taxa livre de risco;

β : coeficiente beta ou risco sistemático;

$E(R_M)$: taxa de retorno esperado a ser paga pelo mercado.

Essa relação supõe que o retorno esperado de qualquer ativo com risco seja igual à taxa de retorno do ativo livre de risco, mais um prêmio pelo risco, que é o segundo termo da equação. O prêmio pelo risco é o retorno que os investidores exigem pelo risco e é obtido pelo preço de mercado do risco multiplicado pela quantidade de risco (ELTON *et al.*, 2003). Segundo Silva (2007), essa relação também pode ser escrita da seguinte forma:

$$\text{Retorno esperado} = \text{Preço do tempo} + \text{Quantidade de risco} * \text{Preço do risco} \quad (2)$$

O preço do risco é a diferença entre a taxa de retorno esperada na carteira de mercado e a taxa de retorno livre de risco. A quantidade de risco é chamada de beta (β). O beta é, segundo Brigham *et al.* (2001), a tendência de uma ação se mover para cima ou para baixo, com o mercado e pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$\beta_i = \frac{\sigma_{iM}}{\sigma_M^2} = \frac{\text{Cov}(R_i, R_M)}{\text{Var}(R_M)} \quad (3)$$

em que:

β_i é o beta do ativo i ;

$\text{Cov}(R_i, R_M)$ é a covariância entre o retorno do ativo i e o retorno do mercado;

$\text{Var}(R_M)$ é a variância do retorno do mercado.

Assim, quanto mais elevada a covariância entre o retorno de um ativo e o retorno do mercado, maior será o beta deste ativo e, conseqüentemente, maior será seu risco.

Nas carteiras diversificadas, o beta torna-se a medida correta do risco dos ativos. Nesses casos, segundo Elton *et al.* (2003), o risco não-sistemático tende a zero e o único risco relevante é o medido pelo beta. Então supondo-se as expectativas homogêneas e uma possibilidade limitada de empréstimos, todo investidor irá

optar pela carteira de mercado, pois sua opção será por uma carteira muito bem diversificada. Logo, assumindo-se que o investidor tem interesse apenas nos retornos e riscos esperados, as únicas dimensões do ativo necessárias para tomada de decisão são os retornos esperados e o beta (ELTON *et al.*, 2003).

1.2 Downside Capital Asset Pricing Model (D-CAPM)

O modelo de mensuração de ativos financeiros CAPM, como visto anteriormente, foi criado na década de 1960 e, deste então, vem sendo protagonista de fervorosos embates teóricos em todo o mundo. Um dos questionamentos mais usuais é se a medida de risco beta é a ferramenta mais apropriada para mensurar o risco.

Segundo Estrada (2002), porém, a discussão sobre a validade do CAPM não deve girar em torno do beta, e sim, da base de sustentação teórica do beta. Em outras palavras, investidores procuram maximizar sua função de utilidade, que, por sua vez, depende da média e da variância dos retornos de seu portfólio. Ou seja, a utilização da variância como medida de risco é passível de ser questionada, principalmente em mercados emergentes, em razão da assimetria dos retornos das ações.

Segundo Markowitz (1959), a definição sobre qual medida de dispersão adotar na análise de portfólio dependerá do formato da distribuição dos retornos das ações. Se esta possuir um formato simétrico, ou se todos os ativos possuírem o mesmo grau de desvio, sugere-se utilizar a variância como medida de risco. Porém, se o formato da distribuição dos retornos dos ativos for assimétrico ou se os ativos possuírem graus de dispersão diferentes uns dos outros, Markowitz (1959) sugere que se utilize uma medida de *downside risk*

como alternativa para superar as limitações da variância, indicando a semivariância como medida apropriada nesses casos.

De acordo com López e Garcia (2010), se a distribuição das rentabilidades dos ativos é simétrica, não há problema algum em medir o risco pelo desvio-padrão e pela variância, pois, quando a distribuição é simétrica, a probabilidade de ocorrerem desvios negativos e positivos da média é a mesma. Mas, se a distribuição é assimétrica, como ocorre normalmente nos mercados emergentes, em virtude da alta volatilidade de seus mercados, o desvio-padrão e a variância deixam então de ser medidas eficazes de risco, pois a probabilidade de se obter um rendimento acima da média é diferente da probabilidade de se atingir um rendimento abaixo da média (ou vice-versa). Em substituição, adotam-se a semivariância e o semidesvio-padrão como medidas de dispersão ideais.

Para Hogan e Warren (1974), o principal fator que motiva o uso da semivariância no lugar da variância é que a minimização da semivariância se concentra na redução das perdas, ao passo que a variância identifica como indesejáveis tanto ganhos extremos como perdas extremas. Ou seja, o retorno esperado talvez seja sacrificado na eliminação de ambos os extremos.

A medida de risco semivariância pode ser expressa da seguinte forma:

$$S_s = E(\text{Min}((R_x - T), 0)^2) \quad (3)$$

Onde:

$$\text{Se } (R_x - T) > 0, (R_x - T) = 0$$

$$\text{Se } (R_x - T) < 0, (R_x - T) < 0$$

Recentemente, Estrada (2000) desenvolveu um modelo para substituir o tradicional CAPM. Esse modelo foi nomeado de *Downside Capital Asset Pricing Model* (D-CAPM). O que difere o modelo criado por Estrada do convencional CAPM é a medida de sensibilidade, que aqui é denominada *downside beta*.

Contudo, não se trata da mesma medida desenvolvida por Hogan e Warren (1974). O D-CAPM pode ser calculado pela razão entre o semidesvio dos retornos do ativo e o semidesvio dos retornos do mercado, ou seja, pela co-semivariância dividida pela semivariância dos retornos do mercado. De acordo com Estrada (2000), essa medida de *downside risk* possui um maior poder de explicação dos retornos dos ativos em mercados emergentes que o tradicional beta do CAPM.

Estrada apoiou-se nas mesmas suposições do CAPM para construir seu modelo de precificação de ativos financeiros. Segundo Elton *et al.* (2003), o D-CAPM é um modelo que centra seu foco unicamente no risco não desejado, ou seja, analisa apenas os retornos que estão abaixo do retorno esperado (desvio negativo), pois, de acordo com Estrada (2000), os investidores se preocupam apenas com a parte negativa do risco, uma vez que esta é indesejável para os investidores.

Sendo assim, o D-CAPM consegue estimar melhor o retorno que o investidor efetivamente espera por estar investindo seu capital em ativos de um país emergente. O cálculo do retorno esperado pelo D-CAPM é dado pela seguinte fórmula:

$$r_i = r_f + (r_M - r_f) \beta^D \quad (4)$$

O cálculo do beta é revelado pela seguinte equação,

$$\beta^D = \frac{E(\text{Min}((r_i - \bar{r}_i), 0)) \times E(\text{Min}((r_M - \bar{r}_M), 0))}{E(\text{Min}((r_i - \bar{r}_i), 0)^2)}$$

No mercado brasileiro, caracterizado por grande volatilidade dos ativos torna-se interessante utilizar o D-CAPM como medida alternativa de risco sistêmico, considerando apenas as variações dos retornos negativos. Ademais, os retornos negativos são as verdadeiras possibilidades de perda para um investidor, tornando o modelo ainda mais interessante no uso prático de análise de mercado.

2 Metodologia

Para execução deste estudo foram utilizados somente dados secundários obtidos da base de dados Economatica Software para Investimentos Ltda. Utilizaram-se o preço de fechamento das cotações diárias de 21 ações escolhidas aleatoriamente negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo (BOVESPA), correspondendo ao período compreendido entre 01 de setembro de 2006 a 21 de junho de 2010. Este período possibilitou analisar 935 observações de rentabilidade. O retorno das ações foram calculados pelo regime de capitalização contínua de acordo com a seguinte equação:

$$\frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \quad (6)$$

Onde:

P_t - preço da ação no período t

P_{t-1} - preço da ação no período t-1

Utilizou-se como *proxy* da carteira de mercado o índice da Bolsa de Valores de São Paulo (Ibovespa). O Ibovespa é o principal índice do mercado brasileiro de ações e sua determinação baseia-se no volume de negócios de uma cesta de títulos de empresas com alto valor agregado,

o que o torna, portanto, representativo do comportamento geral do mercado acionário brasileiro. Cabe ressaltar que alguns dos artigos citados anteriormente como Paiva (2005) e Tambosi *et al.* (2010), também usaram o Ibovespa como *proxy*.

Quanto ao ativo livre de risco, na literatura ele é aquele que possui retornos com desvio padrão igual a zero. Entretanto, não existe consenso entre os pesquisadores sobre qual seria a taxa livre de risco apropriada na economia brasileira, visto que não existe ativo com tal padrão de desvios no País. Neste estudo optou-se por utilizar a taxa Selic.

A utilização da Selic, como aproximação da taxa livre de riscos, é corroborada por Hull¹ (1995), citado por Fraletti (2004), que sugere o rendimento de operações compromissadas com prazo de um dia como equivalente à taxa livre de todos os riscos (crédito, liquidez e mercado, dado o curtíssimo prazo). No âmbito doméstico, pode-se, portanto, adotar a remuneração da poupança e a taxa Selic como aproximações da taxa livre de riscos ou, pelo menos, como parâmetro de “taxa de retorno de mínimo risco da economia”, conforme proposto por Fraletti (2004). Além disso, a taxa Selic tem um *spread* praticamente nulo para emprestar e tomar emprestado, o que a aproxima de uma das premissas colocadas por Sharpe (1964) ao pressupor a existência de uma taxa de juros pura, disponível aos investidores para tomar e emprestar recursos.

A Taxa Selic foi transformada para seu valor diário segundo a seguinte equação:

$$\text{Selic diária} = \text{Selic anual}^{1/360} \quad (7)$$

Com as variáveis apostas partiu-se para a construção dos modelos de precificação. Para o cálculo dos modelos utilizou da ferramenta de regressão linear univariada para o cálculo do beta de risco sistêmico. A equação 3 exibe a regressão utilizada

$$R_i - R_f = \alpha + \beta \times (R_m - R_f) \quad (8)$$

$R_i - R_f$ - excesso de risco do ativo *i*

$R_m - R_f$ - excesso de risco do mercado

α - Coeficiente linear

β - beta representativo do risco sistêmico

No cálculo do D-CAPM, os excessos de retorno do ativo e de mercado foram calculados de acordo com a seguinte equação:

$$R_i - R_f = \alpha + \beta^D \times (R_m - R_f) \quad (9)$$

Onde β^D representa o *downside* beta sob as seguintes condições:

$$\text{Se } R_i - R_f > 0 \rightarrow R_i - R_f = 0 \text{ ou}$$

$$\text{Se } R_i - R_f < 0 \rightarrow R_i - R_f = R_i - R_f e;$$

$$\text{Se } R_m - R_f > 0 \rightarrow R_m - R_f = 0 \text{ ou;}$$

$$\text{Se } R_m - R_f < 0 \rightarrow R_m - R_f = R_m - R_f$$

Este estudo teve caráter exploratório, pois as informações necessárias para o conhecimento das características dos modelos de precificação foram obtidas pela coleta secundária. Também pode ser considerado descritivo, visto que mostrou as estatísticas das rentabilidades deste ativos possibilitando caracterizá-los e compará-los de acordo com a relação risco e retorno. Quanto à abordagem do problema e operacionalização das variáveis, a pesquisa foi quantitativa no levantamento e tabulação dos dados e qualitativa na

¹ HULL, J. *Introdução ao mercado de futuros e de opções*. 2.ed. São Paulo: BMF, 1995.

análise e comparação desses dados para identificar as especificidades do objeto de pesquisa, bem como comparar os dois modelos de equilíbrios demonstrados neste estudo: CAPM e D-CAPM.

3 Resultados

Para iniciar a discussão dos resultados, exibe-se na tabela 01 as estatísticas descritivas dos retornos das ações utilizadas na amostra em análise. Observa-se que as ações escolhidas provêm de setores heterogêneos, pressupondo menor

dependência dos riscos sistemáticos encontrados. Como característica do mercado de ações brasileiro, observa-se pelo coeficiente de variação e desvio padrão das ações, a grande volatilidade, tanto destas ações como da *proxy* de mercado, ou seja, o IBOVESPA. Mesmo a *proxy* de *risk free* utilizada neste trabalho possui uma volatilidade de aproximadamente 15% para cada unidade média de retorno. No geral observa-se pelo coeficiente de variação que a volatilidade destas ações corresponde a mais de 1000 vezes o valor de cada unidade do retorno médio, sugerindo um alto risco de investimento.

TABELA 01 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS RENTABILIDADES DAS AÇÕES

	Tipo	Empresa	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-padrão	Coefficiente de variação
AMBV4	PN	Ambev	-11,2750	11,5233	0,1099	2,1425	19,5018
ITUB4	PN	Itaubanco	-12,1399	23,3727	0,0987	2,9257	29,6418
BRAP4	PN	Bradespar	-0,1901	2,7157	0,0042	0,0944	22,2811
BRKM5	PN	Braskem	-0,1184	0,7258	0,0011	0,0380	33,3227
ELPL6	PN	Eletropaulo	-0,1333	1,4203	0,0029	0,0530	18,5211
GOAU4	PN	Gerdau Met	-0,1475	0,1933	0,0013	0,0324	24,1828
TBLE3	ON	Tractebel	-0,6188	0,1619	-0,0001	0,0312	480,4370
VIVO4	PN	Vivo	-1,7647	0,1381	-0,0006	0,0657	104,6354
VALE3	ON	Vale	-0,1858	3,1277	0,0047	0,1068	22,7956
UGPA4	PN	Ultrapar	-0,0893	1,1960	0,0025	0,0456	18,2994
CMIG3	ON	Cemig	-0,8205	0,1236	-0,0003	0,0345	114,9162
TCSL4	PN	Tim Part S/A	-0,8147	0,2479	-0,0005	0,0410	81,5366
LIGT3	ON	Light S/A	-0,1145	2,2170	0,0035	0,0770	22,3059
GOLL4	PN	Gol	-1,3339	0,2432	-0,0019	0,0571	29,8367
NATU3	ON	Natura	-0,1374	2,2500	0,0033	0,0778	23,2685
PSSA3	ON	Porto Seguro	-0,1134	1,0989	0,0017	0,0413	24,1317
USIM3	ON	Usiminas	-0,1297	0,9772	0,0021	0,0463	22,1945
BBAS3	ON	Brasil	-0,1537	3,5636	0,0051	0,1204	23,7987
RENT3	ON	Localiza	-1,4118	0,2725	-0,0004	0,0579	137,5865
EMBR3	ON	Embraer	-0,1108	1,1236	0,0008	0,0453	53,9059
SBSP3	ON	Sabesp	-0,1492	1,0860	0,0019	0,0460	24,2551
IBOVESPA	-	-	-11,3931	14,6592	0,0878	2,2623	25,7630
SELIC	-	-	0,0230	0,0368	0,0298	0,0045	0,1505

FONTE: Os autores (2010)

Para validade dos modelos de regressão, todos as pressuposições foram analisadas e verificadas para que os próximos resultados possam ser significativamente interpretados. Porém é importante ressaltar que, segundo Corrar, Paulo e Dias Filho (2007), a análise de regressão requer testes de suposições para as variáveis separadas e em conjunto e cada técnica apresenta seu conjunto de suposições e pressupostos. Os principais pressupostos aqui testados serão os de normalidade dos resíduos, homocedasticidade dos resíduos e correlação entre os resíduos.

Para testar a normalidade dos resíduos foi utilizado o teste Kolmogorov-Smirnov, que examina se determinada série está conforme a distribuição esperada. Inicialmente os resíduos não apresentaram normalidade (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007). Após utilização da padronização (escores z) de todos os resíduos obteve-se significâncias superiores a 5% para o teste, assim, não rejeitando a hipótese nula de normalidade da distribuição.

Para testar se a variância dos resíduos mantém-se em todo o espectro das variáveis independentes, ou seja, examinar a existência de homocedasticidade dos resíduos, foi utilizado o

teste Pesarán-Pesarán. Sua forma, segundo Corrar, Paulo e Dias Filho (2007) consiste em regredir os quadrados dos resíduos padronizados em função do quadrado dos valores estimados padronizados. Como os valores padronizados apresentaram significância superior a 5% o modelo é considerado homocedástico, ou seja, as variâncias dos resíduos não se alteram ao longo da distribuição das variáveis dependentes predictoras.

Pela simplicidade da exibição das estatísticas, o teste de Durbin Watson foi o único exibido nas tabelas. Este teste possibilita identificar a existência de correlação entre a distribuição dos resíduos. É pressuposição na regressão que não existem correlações entre os resíduos.

Após verificados a maioria dos pressupostos da regressão é possível analisar de forma válida os resultados e estatísticas. A tabela 02 fornece a correlação entre o excesso de retorno do ativo e excesso de retorno do mercado. Ademais pode-se conferir nesta tabela o R^2 e R^2 ajustado, os coeficientes de Durbin Watson e o teste F. Mais relevante para esta análise, os testes F foram significativos a 5%, podendo afirmar que os coeficientes de correlação (R) não são iguais a 0.

TABELA 02 - REGRESSÃO DO MODELO CAPM

Continua

Ações	Correlação	R ²	R ² ajustado	Desvio padrão	Durbin-Watson	F	Sig.
AMBV4	0,5941	0,3529	0,3522	1,7245	2,113	508,303	0,000
ITUB4	0,8342	0,6958	0,6955	1,6145	2,003	2131,911	0,000
BRAP4	0,3041	0,0925	0,0915	0,0902	1,927	95,004	0,000
BRKM5	0,4795	0,2299	0,2291	0,0338	1,973	278,265	0,000
ELPL6	0,2879	0,0829	0,0819	0,0510	1,842	84,205	0,000
GOAU4	0,4283	0,1835	0,1826	0,0549	2,098	209,428	0,000
TBLE3	0,3386	0,1147	0,1137	0,0296	1,617	120,727	0,000
VIVO4	0,2857	0,0816	0,0806	0,0631	1,760	82,807	0,000
VALE3	0,3086	0,0952	0,0943	0,0437	1,869	98,104	0,000
UGPA4	0,2636	0,0695	0,0685	0,1033	1,620	69,581	0,000
CMIG3	0,3212	0,1032	0,1022	0,0329	1,946	107,205	0,000
TCSL4	0,4774	0,2279	0,2271	0,0363	1,863	275,107	0,000
LIGT3	0,2053	0,0421	0,0411	0,0755	1,791	41,000	0,000

TABELA 02 - REGRESSÃO DO MODELO CAPM

Conclusão

Ações	Correlação	R ²	R ² ajustado	Desvio padrão	Durbin-Watson	F	Sig.
GOLL4	0,3088	0,0954	0,0944	0,0546	1,729	98,237	0,000
NATU3	0,1592	0,0253	0,0243	0,0770	1,982	22,227	0,000
PSSA3	0,2723	0,0741	0,0731	0,0401	1,760	74,623	0,000
USIM3	0,5580	0,3114	0,3106	0,0388	1,662	421,438	0,000
BBAS3	0,2022	0,0409	0,0398	0,1182	1,823	39,718	0,000
RENT3	0,3415	0,1166	0,1157	0,0546	1,977	123,040	0,000
EMBR3	0,3044	0,0926	0,0917	0,0435	1,859	95,147	0,000
SBSP3	0,4158	0,1729	0,1720	0,0421	1,663	194,860	0,00

FONTE: Os autores (2010)

A tabela 03 mostra os testes t para os coeficientes da regressão bem como o cálculo do retorno esperado para cada ativo em valores diários. Observa-se que o teste t para todos os betas foram significativos, mostrando que este coeficiente é diferente de zero. Com relação ao valor absoluto

dos betas, apenas o β do ativo ITUB4 foi maior que 1. Todos os outros apresentaram valores abaixo de 1, mostrando que essas ações possuem risco inferior ao mercado. Assim, uma variação brusca no mercado não influenciaria com a mesma força esses ativos, exceto o ativo ITUB4.

TABELA 03 - BETAS DO MODELO CAPM

	Coefficiente linear	Valor t	Sig.	Beta	Valor t	Sig.	Retorno esperado do ativo
AMBV4	0,0470	0,8400	0,4010	0,5630	22,5460	0,0000	0,0625
ITUB4	0,0063	0,1196	0,9047	1,0787	46,1726	0,0000	0,0924
BRAP4	-0,0263	-8,9232	0,0000	0,0127	9,7470	0,0000	0,0306
BRKM5	-0,0292	-26,3366	0,0000	0,0082	16,6813	0,0000	0,0303
ELPL6	-0,0274	-16,3823	0,0000	0,0068	9,1764	0,0000	0,0302
GOAU4	-0,0004	-0,2421	0,8087	0,0115	14,4716	0,0000	0,0305
TBLE3	-0,0302	-31,0928	0,0000	0,0047	10,9876	0,0000	0,0301
VIVO4	-0,0309	-14,9881	0,0000	0,0083	9,0999	0,0000	0,0303
VALE3	-0,0277	-19,3915	0,0000	0,0063	9,9048	0,0000	0,0302
UGPA4	-0,0259	-7,6523	0,0000	0,0125	8,3415	0,0000	0,0306
CMIG3	-0,0304	-28,2929	0,0000	0,0049	10,3540	0,0000	0,0301
TCSL4	-0,0308	-25,9799	0,0000	0,0087	16,5864	0,0000	0,0303
LIGT3	-0,0268	-10,8370	0,0000	0,0070	6,4032	0,0000	0,0302
GOLL4	-0,0322	-18,0265	0,0000	0,0078	9,9115	0,0000	0,0303
NATU3	-0,0268	-10,6326	0,0000	0,0055	4,9221	0,0000	0,0302
PSSA3	-0,0284	-21,6691	0,0000	0,0050	8,6385	0,0000	0,0301
USIM3	-0,0284	-22,3974	0,0000	0,0115	20,5290	0,0000	0,0305
BBAS3	-0,0254	-6,5648	0,0000	0,0108	6,3022	0,0000	0,0305
RENT3	-0,0308	-17,2055	0,0000	0,0088	11,0923	0,0000	0,0303
EMBR3	-0,0294	-20,6007	0,0000	0,0061	9,7543	0,0000	0,0302
SBSP3	-0,0284	-20,6190	0,0000	0,0085	13,9592	0,0000	0,0303

FONTE: Os autores (2010)

Realizadas as etapas de preparação dos dados para efetivação dos testes empíricos dos modelos de precificação de ativos, procedeu-se ao teste para verificar o formato da distribuição dos prêmios esperados de risco das ações, comparando-se a média com a mediana, e comprovou-se que todas as distribuições dos retornos das ações

são assimétricas, o que reforça a utilização do D-CAPM.

Analisando a tabela 04 pode-se verificar que os testes F também foram significativos. Valores de Durbin Watson próximos de 2 indicam a inexistência de correlação entre os resíduos.

TABELA 04 - ESTATÍSTICAS DA REGRESSÃO DO MODELO D-CAPM

	Correlação	R ²	R ² ajustado	Desvio padrão das estimativas	Durbin-Watson	F	Sig
AMBV4	0,5635	0,3175	0,3168	1,0052	1,9906	433,600	0,000
ITUB4	0,7979	0,6367	0,6363	0,9717	1,8467	1,633,479	0,000
BRAP4	0,8152	0,6646	0,6642	0,0156	1,8815	1846,392	0,000
BRKM5	0,5806	0,3371	0,3364	0,0196	1,8608	473,920	0,000
ELPL6	0,5255	0,2762	0,2754	0,0184	2,0331	355,615	0,000
GOAU4	0,4286	0,1837	0,1828	0,0286	1,9462	209,766	0,000
TBLE3	0,3101	0,0961	0,0952	0,0276	1,4926	99,132	0,000
VIVO4	0,2185	0,0477	0,0467	0,0617	1,9200	46,716	0,000
VALE3	0,5147	0,2649	0,2642	0,0168	1,8798	335,939	0,000
UGPA4	0,8106	0,6571	0,6567	0,0153	1,9127	1785,600	0,000
CMIG3	0,2850	0,0812	0,0803	0,0318	1,8090	82,415	0,000
TCSL4	0,3969	0,1576	0,1566	0,0339	1,7849	174,299	0,000
LIGT3	0,5240	0,2746	0,2738	0,0192	2,0418	352,824	0,000
GOLL4	0,2777	0,0771	0,0761	0,0505	1,8510	77,871	0,000
NATU3	0,3903	0,1523	0,1514	0,0206	2,0233	167,501	0,000
PSSA3	0,5340	0,2852	0,2844	0,0159	1,7532	371,823	0,000
USIM3	0,6995	0,4893	0,4887	0,0199	1,7851	829,863	0,000
BBAS3	0,6910	0,4775	0,4769	0,0184	1,8739	851,685	0,000
RENT3	0,2650	0,0702	0,0692	0,0520	1,2009	70,406	0,000
EMBR3	0,4600	0,2116	0,2108	0,0201	1,9342	250,138	0,000
SBSP3	0,5943	0,3532	0,3526	0,0200	1,8414	509,038	0,000

FONTE: Os autores (2010)

A tabela 05 mostra os downside betas, diferentes de zero conforme resultados do teste Z. Nesta Tabela também é possível verificar as

esperanças de retorno para as ações a partir do modelo de precificação D-CAPM. Neste caso, não houve nenhum *downside* beta superior a 1.

TABELA 05 - DOWNSIDE BETAS

Ações	Coefficiente linear	Valor t	Sig.	D-Beta	Valor t	Sig.	Retorno esperado do ativo
AMBV4	-0,3610	-9,6418	0,0000	0,4962	20,8231	0,0000	0,4022
ITUB4	-0,2699	-7,4568	0,0000	0,9311	40,4163	0,0000	0,7284
BRAP4	-0,0196	-33,6959	0,0000	0,0159	42,9697	0,0000	0,0418
BRKM5	-0,0248	-33,9328	0,0000	0,0101	21,7697	0,0000	0,0374
ELPL6	-0,0240	-35,0483	0,0000	0,0082	18,8578	0,0000	0,0360
GOAU4	-0,0159	-14,8811	0,0000	0,0098	14,4833	0,0000	0,0372
TBLE3	-0,0265	-25,7209	0,0000	0,0065	9,9565	0,0000	0,0347
VIVO4	-0,0263	-11,4271	0,0000	0,0100	6,8349	0,0000	0,0373
VALE3	-0,0244	-38,9063	0,0000	0,0073	18,3286	0,0000	0,0353
UGPA4	-0,0196	-34,2394	0,0000	0,0154	42,2564	0,0000	0,0414
CMIG3	-0,0260	-21,9518	0,0000	0,0069	9,0783	0,0000	0,0350
TCSL4	-0,0253	-20,0345	0,0000	0,0106	13,2022	0,0000	0,0378
LIGT3	-0,0242	-33,8570	0,0000	0,0085	18,7836	0,0000	0,0362
GOLL4	-0,0280	-14,8945	0,0000	0,0106	8,8244	0,0000	0,0378
NATU3	-0,0258	-33,5873	0,0000	0,0063	12,9422	0,0000	0,0346
PSSA3	-0,0247	-41,7735	0,0000	0,0073	19,2827	0,0000	0,0353
USIM3	-0,0218	-29,3552	0,0000	0,0141	29,8808	0,0000	0,0404
BBAS3	-0,0217	-31,6585	0,0000	0,0127	29,1836	0,0000	0,0394
RENT3	-0,0262	-13,5219	0,0000	0,0103	8,3908	0,0000	0,0376
EMBR3	-0,0264	-35,3450	0,0000	0,0075	15,8158	0,0000	0,0355
SBSP3	-0,0234	-31,4231	0,0000	0,0107	22,5619	0,0000	0,0379

FONTE: Os autores (2010)

De acordo com a Tabela 6, a variação dos betas mostrou-se negativa, exceto para os ativos AMBV4 e ITUB4. Para todos os outros ativos percebe-se que o downside beta foi inferior ao beta tradicional indicando que a análise a partir

da semi-covariância e semi-variância possibilitou a redução do risco sistêmico do ativo, o que foi corroborado pela redução dos retornos esperados para os mesmos ativos.

TABELA 06 - VARIAÇÃO DO DOWNSIDE BETA

Continua

	Beta	D-beta	Retorno CAPM	Retorno DCAPM	Variação Betas	Variações Retornos
AMBV4	0,5630	0,4962	0,062476942	0,4022	0,0668	-0,3397
ITUB4	1,0787	0,9311	0,092374794	0,7284	0,1476	-0,6360
BRAP4	0,0127	0,0159	0,030574235	0,0418	-0,0032	-0,0112
BRKM5	0,0082	0,0101	0,030310412	0,0374	-0,0019	-0,0071
ELPL6	0,0068	0,0082	0,030229802	0,0360	-0,0014	-0,0058
GOAU4	0,0115	0,0098	0,030503243	0,0372	0,0017	-0,0067
TBLE3	0,0047	0,0065	0,030110169	0,0347	-0,0018	-0,0046
VIVO4	0,0083	0,0100	0,030318437	0,0373	-0,0017	-0,0070

TABELA 06 - VARIAÇÃO DO DOWNSIDE BETA

Conclusão

	Beta	D-beta	Retorno CAPM	Retorno DCAPM	Variação Betas	Variações Retornos
VALE3	0,0063	0,0073	0,030199614	0,0353	-0,0011	-0,0051
UGPA4	0,0125	0,0154	0,030559738	0,0414	-0,0029	-0,0108
CMIG3	0,0049	0,0069	0,030122212	0,0350	-0,0019	-0,0049
TCSL4	0,0087	0,0106	0,030341593	0,0378	-0,0019	-0,0075
LIGT3	0,0070	0,0085	0,030242608	0,0362	-0,0015	-0,0060
GOLL4	0,0078	0,0106	0,030290689	0,0378	-0,0027	-0,0075
NATU3	0,0055	0,0063	0,030155005	0,0346	-0,0008	-0,0044
PSSA3	0,0050	0,0073	0,030127225	0,0353	-0,0023	-0,0052
USIM3	0,0115	0,0141	0,030504473	0,0404	-0,0026	-0,0099
BBAS3	0,0108	0,0127	0,03046187	0,0394	-0,0020	-0,0089
RENT3	0,0088	0,0103	0,030345244	0,0376	-0,0016	-0,0072
EMBR3	0,0061	0,0075	0,030193087	0,0355	-0,0014	-0,0053
SBSP3	0,0085	0,0107	0,030330267	0,0379	-0,0022	-0,0075

FONTE: Os autores (2010)

No entanto realizando o teste *t* de *student*, indicado para amostras pequenas, abaixo de 25 indivíduos (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007), verificou-se que não existe diferença significativa entre os betas, ou seja, não se rejeita a hipótese de que os betas são iguais. Obteve-se um valor *t* 1,12 e o valor *p* 0,274.

Conclusão

O presente trabalho teve como objetivo principal de estudo avaliar qual dos modelos de precificação de ativos financeiros, o *Capital Asset Pricing Model* ou o *Downside Capital Asset Pricing Model*, comporta-se como o melhor preditor de retornos dos ativos do mercado brasileiro. Diante disso, chegou-se a algumas conclusões relevantes.

Primeiramente, os resultados obtidos na pesquisa indicam que no mercado acionário da Bolsa de Valores de São Paulo uma boa parte da variabilidade média dos ativos não está relacionada aos riscos sistemáticos dos mesmos, em razão da ineficiência e pouca liquidez do mercado de capitais brasileiro. Outros fatores macroeconômicos podem contribuir para a explicação dos retornos,

tais como: taxa de câmbio, balança comercial, reservas internacionais, taxa Selic, índices de preços, inflação, nível de desemprego, etc.

Observou-se relativa diferença absoluta entre o beta tradicional do modelo CAPM e o downside beta do modelo D-CAPM. Observa-se que os valores para o downside beta foram inferiores ao beta tradicional. No entanto, pelo teste *t*, verificou-se que não é possível rejeitar a hipótese de igualdade das médias. A partir desses resultados pode-se observar que a volatilidade negativa dos ativos é bastante significativa na composição do risco do ativo, o que mostra a importância do *downside* beta como fator explicativo do verdadeiro risco sistêmico.

Julga-se que este trabalho teve como principal limitação, um número pequeno de observações considerando todo mercado de ações. Contudo, como as ações foram escolhidas aleatoriamente, encontraram-se ações com lançamento relativamente recente no mercado. Sugere-se que para futuros estudos a utilização de uma amostra maior, com um espaço temporal superior ao obtido e com valores mensais para que as diferenças dos retornos esperados possam ser mais captadas.

• Recebido em: 12/08/2010

• Aprovado em: 04/11/2010

Referências

- ASSAF NETO, A. et al. Uma proposta metodológica para o cálculo do custo de capital no Brasil. **RAUSP - Revista de Administração**, São Paulo, v.43, n.1, p.72-83, 2008.
- BARROS, L. de C.; FAMÁ, R.; SILVEIRA, H. P. Aspectos da teoria de portfólio em mercados emergentes: uma análise de aproximação para a taxa livre de risco no Brasil. In: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO, 6., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SEMAD, 2003.
- BONOMO, M. **Finanças aplicadas ao Brasil**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2002.
- BRIGHAM, E. F.; GAPENSKI, L. C.; EHRHARDT, M. C. **Administração financeira: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2001.
- CORRAR, L. J., PAULO, E., DIAS FILHO, J. M. **Análise multivariada: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia**. São Paulo: Atlas, 2007.
- COSTA JR, N. A.; NEVES, M. B. E. Variáveis fundamentalistas e os retornos das Ações. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v.54, p.123-137, 2000.
- DAMODARAN, A. **Finanças corporativas aplicadas: manual do usuário**. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- _____. **Avaliação de investimentos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Pearson Prentice Hall, 2007.
- ELTON, E. J. et al. **Modern portfolio theory and investment analysis**. 6.ed. USA: John Wiley, 2003.
- ESTRADA, J. The cost of equity in emerging markets: a downside risk approach. **Emerging Markets Quarterly**, New York, v.13, n.1, p.19-30, Fall 2000.
- _____. Systematic risk in emerging markets: the D-CAPM. **Emerging Markets Quarterly**, New York, v. 14, n.6, p.365-379, Spring 2002.
- FRALETTI, P. B. **Ensaio sobre taxas de juros em reais e sua aplicação na análise financeira**. 2004. 171p. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- HAGLER, C. **Testando a eficiência dos índices de ações brasileiros**. Rio de Janeiro: Departamento de Economia, Ibmec, 2003.
- HOGAN, W. W.; WARREN, J. M. Toward the development of an equilibrium capital-market model based on semivariance. **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, Seattle, v.9, n.1, p.1- 11, Jan. 1974.
- LINTNER, J. The valuation of risk assets and the selection of risk investments in stock portfolios and capital budgets. **Review of Economics and Statistics**, Cambridge, v.47, n.1, p.13-37, Feb. 1965.
- LÓPEZ, O. C.; GARCIA, F. J. H. **D-CAPM en México: un modelo alternativo para estimar el costo de capital**. Disponível em: <<http://www.ipade.mx>>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- MARKOWITZ, H. M. Portfólio selection. **Journal of Finance**, Oxford, v.7, n.1, p.77-91, Mar. 1952.

MARKOWITZ, H. M. **Portfolio selection**: efficient diversification of investments. New York: John Wiley, 1959.

MOSSIN, J. Equilibrium in a capital asset market. **Econometrica**, Chicago, v.34, p.768-783, Oct. 1966.

MUSSA, A.; ROGERS, P.; SECURATO, J. R. Modelos de retornos esperados no mercado brasileiro: testes empíricos utilizando metodologia preditiva. In: CONGRESSO USP DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE, 8., 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2008.

PAIVA, F. Modelos de precificação de ativos financeiros de fator único: um teste empírico dos modelos CAPM e D-CAPM. REGE-USP. **Revista de Gestão**, São Paulo, v.12, n.2, p.49-65, 2005.

RIBENBOIM, G. Testes de versões do modelo CAPM no Brasil. In M. Bonomo (Ed.) **Finanças aplicadas ao Brasil**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2002. p.17-40.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J. F. **Administração financeira**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SHARPE, W. F. Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. **The Journal of Finance**, Oxford, v.19, n.3, p.425-442, Sept. 1964.

SILVA, S. S. da. **Precificação de ativos com risco no mercado acionário brasileiro**: aplicação do modelo CAPM e variantes. 2007. 144p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

TAMBOSI FILHO, E. et al. Teste do CAPM condicional dos retornos de carteiras dos mercados brasileiro, argentino e chileno, comparando-os com o mercado norte-americano. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v.50, p.60-74, 2010.

TOBIN, J. Liquidity preference as a behavior toward risk. **Review of Economic Studies**, Oxford, v.25, n.66, p.65-86, Feb. 1958.