

Influência da Liquidez sobre o Apreçamento de Ativos com Risco no Mercado Acionário Brasileiro

Sabrina Soares da
Silva¹
sabrinasosil@yahoo.com.br

German Torres
Salazar¹
criacao_valor@ufla.br

Cristina Lelis Leal
Calegario¹
ccalegario@ufla.br

Lélis Pedro de
Andrade¹
lelispedro@yahoo.com.br

¹ Universidade Federal de Lavras, Departamento de Administração e Economia, Lavras, MG.

RESUMO

Os modelos de apreçamento de ativos com risco buscam auxiliar na avaliação correta dos investimentos, assim como na compreensão da relação entre o retorno esperado dos ativos e seu risco. Desses modelos, o Capital Asset Pricing Model (CAPM) é ainda hoje o mais utilizado no meio acadêmico, sendo que atualmente existem várias variações desse modelo, como o Downside Capital Asset Pricing Modelo (D-CAPM), e o Conditional Capital Asset Pricing Modelo (C-CAPM). Porém, esses modelos possuem pressupostos que, muitas vezes, não são observáveis na realidade, fazendo com que os resultados obtidos com a utilização desses modelos sejam limitados. Assim, buscou-se nesse estudo, com base no trabalho de Silva (2007) verificar se a liquidez de uma carteira pode influenciar nos resultados obtidos com o CAPM e suas variantes. Para tanto, utilizaram-se, como amostra, 100 títulos, selecionados na Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa), no período de fevereiro de 1999 a dezembro de 2005, agrupados, segundo sua liquidez, em 14 carteiras, com 7 ou 8 títulos cada uma. Os resultados indicam a liquidez da carteira analisada influencia nos resultados obtidos com esses modelos.

Palavras-chave: Apreçamento de ativos. Liquidez. CAPM. D-CAPM. C-CAPM.

1. INTRODUÇÃO

A taxa de retorno oferecida por determinado investimento, que depende, segundo Markowitz (1952), de seu risco, é fundamental para que ele seja selecionado ou não pelos investidores. Apesar das inúmeras discussões acerca da taxa que deve ser exigida, não há consenso, entre os pesquisadores, sobre como os investidores avaliam o risco de um investimento e como eles determinam o prêmio exigido pela exposição a esse risco.

Os modelos de apreçamento de ativos financeiros auxiliam na determinação do preço de mercado do risco e o relacionamento entre o retorno esperado e o risco para qualquer ativo. Desses modelos, o primeiro a ser desenvolvido e, ainda hoje, mais utilizado no meio acadêmico, é o *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), que foi desenvolvido, de maneira independente, por Lintner (1965), Mossin (1966) e Sharpe (1964).

A pressuposição básica do CAPM é o relacionamento linear entre o retorno de um ativo e seu risco, sendo esse último mensurado, unicamente, pelo beta, que mede a sensibilidade dos retornos de um ativo às variações nos retornos da carteira de mercado. Desde sua formulação, vários estudos empíricos analisaram a consistência do CAPM, e muitos outros buscaram apresentar variantes desse modelo, como o *Conditional Capital Asset Pricing Model* (C-CAPM) e o *Downside Capital Asset Pricing Modelo* (D-CAPM).

A idéia principal do C-CAPM é a de que o risco sistemático, medido pelo beta, não é estável ao longo do tempo, conforme pressupõe o CAPM. Já o D-CAPM utiliza o *downside-beta* que, no lugar da variância utilizada pelo beta, utiliza a semivariância como medida de dispersão. 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.

Utilizar um modelo de apreçamento bem dimensionado evita problemas como a superestimação ou subestimação das taxas de retornos requeridas pelos investidores. A correta especificação do modelo permite o apropriado apreçamento dos ativos e a adequação das taxas de retornos exigidas ao seu risco. Assim, a avaliação dos investimentos torna-se mais confiável, favorecendo a transparência na tomada de decisão dos investidores e os modelos de apreçamento se tornam importantes ferramentas de previsão financeira, que contribuem para que indivíduos e empresas encontrem maneiras mais seguras de se proteger dos riscos, inerentes aos investimentos.

Porém, o CAPM, assim como seus variantes, não consideram que os critérios utilizados para selecionar os ativos e/ou formar as carteiras de ativos podem influenciar nos resultados obtidos com a aplicação desses modelos. Assim, esse estudo buscou avaliar se as características de uma carteira podem influenciar nos resultados para ela obtidos, na aplicação dos modelos CAPM e D-CAPM, em suas formas estática e condicional. Para tanto, comparou-se os resultados obtidos com carteiras de diferentes níveis de liquidez.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CAPITAL ASSET PRICING MODEL (CAPM)

Diante das incertezas do mercado, todos os possíveis resultados do investimento em um ativo devem ser considerados, assim como devem ser analisadas todas as diversas opções de ativos. Porém, as escolhas dos ativos e suas combinações não são fáceis, o que é chamado de problema de seleção de carteira.

Uma importante contribuição na solução desse problema foi a de Markowitz (1952), quando desenvolveu sua teoria de carteira, cujas suposições básicas são: (1) quando duas carteiras de ativos tiverem o mesmo desvio padrão, o investidor irá optar por aquela que tenha o maior retorno; e (2) quando duas carteiras possuírem o mesmo padrão de retornos, o investidor irá escolher aquela de menor risco.

Com base nessa teoria, Sharpe (1964) desenvolveu a hipótese de que todos os investidores selecionariam apenas as carteiras que estivessem localizadas sobre a linha de mercado de capitais, que é onde seria otimizada a relação risco/retorno. A equação da linha de mercado de capitais, que relaciona os ativos com risco aos ativos sem risco, é a seguinte:

$$\bar{R}_p = R_F + \left(\frac{\bar{R}_M - R_F}{\sigma_M} \right) \sigma_p$$

em que:

\bar{R}_p é o retorno esperado carteira p ;

R_F é o retorno do ativo livre de risco, indicando o ponto de intercepto da reta;

\bar{R}_M é o retorno esperado da carteira de mercado;

σ_M é o desvio padrão do retorno da carteira de mercado;

σ_p é o risco da combinação entre o ativo livre de risco e uma carteira p com risco.

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). O retorno esperado pode também ser definido pela soma entre o preço do tempo e o produto entre o preço do risco e a quantidade de risco. 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. O beta é, segundo Brigham (2001), a tendência de uma ação se mover para cima ou para baixo, com o mercado e pode ser calculado pela seguinte fórmula:

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

em que:

β_i é o beta do ativo i ;

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

$Var(R_M)$ 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. Logo, as únicas dimensões do ativo necessárias para tomada de decisão são os retornos esperados e o beta.

Testes empíricos com o CAPM devem seguir os seguintes pressupostos (Copeland & Weston, 1992):

- o intercepto não pode ser significativamente diferente de zero;
- o beta deve ser o único fator que explica a taxa de retorno do ativo com risco;
- o relacionamento entre o retorno e o beta deve ser linear;
- a taxa de retorno da carteira de mercado deve ser maior do que a taxa livre de risco.

2.2 DOWNSIDE CAPITAL ASSET PRICING MODEL (D-CAPM)

Markowitz (1959), em sua discussão sobre a medida de dispersão adequada para os retornos dos títulos, apresentou a semivariância como uma alternativa à variância, principalmente nos casos em que a distribuição dos retornos fosse assimétrica. Nesse casos, a distribuição dos retornos dos ativos influencia na escolha do investimento, principalmente em mercado pouco líquidos. Nesses casos, o grau de dispersão dos retornos em torno da média é variável, e a semivariância torna-se mais recomendável como medida de dispersão.

A semivariância difere da variância por essa última considerar igualmente indesejáveis todos os extremos dos retornos, ou seja, tanto aqueles que são positivos como os negativos. Já a semivariância considera os retornos acima do esperado positivos para os investidores, pois representam ganhos acima do esperado, e considera que o risco encontrar-se nos retornos abaixo do esperado. Markowitz (1959) acrescenta também que quando a distribuição dos retornos é simétrica, os usos da variância e da semivariância produzem o mesmo resultado.

A semivariância pode ser expressa da seguinte forma:

$$S^2 = E\{Min[(R_x - T), 0]^2\}$$

em que:

S^2 é a semivariância;

R_x é o retorno da carteira x ;

T é o ponto arbitrado.

Como ponto arbitrado T utiliza-se, geralmente, a média dos retornos observados como ponto arbitrado. Além disso, tem-se que:

$$R_x - T = \begin{cases} R_x - T, & \text{se } R_x - T \leq 0; \\ 0, & \text{se } R_x - T > 0. \end{cases}$$

Segundo Paiva (2003), no desenvolvimento de seu modelo de média-semivariância, Hogan & Warren (1974) redefiniram a medida de sensibilidade do ativo, a qual eles denominaram de *downside* beta. A co-semivariância desse modelo, que mesclava desvio e semidesvio, pode ser obtida pela fórmula:

$$S_{iM} = E\{(R_i - R_F) \cdot \text{Min}[(R_M - R_F), 0]\}$$

Sendo a semivariância representada do seguinte modo:

$$S_{iM} = E\{\text{Min}[(R_M - R_F), 0]^2\}$$

Estrada (2000), a partir desse conceito, desenvolveu o modelo *Downside Capital Asset Pricing Model* (D-CAPM), que se diferenciava do CAPM pela sua medida de sensibilidade dos retornos dos títulos às variações nos retornos do mercado, o *downside* beta. Esta medida é obtida a partir da razão entre o semidesvio dos retornos do ativo e o semidesvio dos retornos do mercado, ou seja, a razão entre a co-semivariância entre os retornos do ativo e os do mercado e a semivariância dos retornos do mercado. O *downside*-beta auxilia na explicação da razão pela qual o mercado é mais integrado quando há perdas e mais segmentado em caso de ganhos. E corrobora com estudos como o de Kahneman & Tversky (1979) que propõem que perdas de dada magnitude têm impactos maiores do que ganhos dessa mesma intensidade.

2.3 CONDITIONAL CAPITAL ASSET PRICING MODEL (C-CAPM)

Uma das principais críticas ao CAPM é que ele não considera a variação dos betas dos ativos ao longo do tempo, o que também acontece com o D-CAPM. Essa críticas são fundamentadas por estudos como os de Ferson & Harvey (1991) e Ferson & Korajczyk (1995), que comprovaram que a distribuição dos retornos dos ativos varia ao longo do tempo e, por isso, as expectativas de retorno também variam.

A partir dessa idéia, foi desenvolvido o *Conditional Capital Asset Pricing Model* (C-CAPM), que pode ser expresso da seguinte maneira:

$$E[r_{it} | I_{t-1}] = \beta_{it} E[r_{Mt} | I_{t-1}]$$

em que:

I_{t-1} representa as informações comuns disponíveis ao conjunto de investidores no final do período $t-1$;

β_{it} é o beta condicional do ativo i .

Considerando-se que também os betas dos ativos são influenciados pelas informações disponíveis em dado momento, o beta condicional pode ser expresso pela relação:

$$\beta_{it} = \frac{\text{cov}(r_{it}, r_{Mt} | \Omega_{t-1})}{\text{var}(r_{Mt} | \Omega_{t-1})}$$

Na versão condicional do CAPM, todos os momentos são condicionados pelas informações disponíveis ao final do tempo $t-1$. Assim, tanto o beta dos ativos como o preço do risco variam no tempo. E isto é ainda mais essencial, segundo Bonomo & Garcia (1997), em mercados emergentes, nos quais a instabilidade macroeconômica causam consideráveis variações nesses fatores. Jagannathan & Wang (1996) acrescentam também que se a covariância entre o beta condicional do ativo i e o prêmio pelo risco de mercado condicional for zero, haverá uma função linear entre o beta esperado e seu retorno, que é o próprio CAPM. Assim, o teste do C-CAPM teria o mesmo resultado que o CAPM.

O C-CAPM pode ser formulado de diversas formas. Uma maneira simples é a proposta por Lewellen & Negel (2003), em que são utilizadas *short window regressions*. A regressão do CAPM pode ser realizada em períodos que variam de mensal a anual, utilizando dados de diários a mensais. Essa maneira de se testar o C-CAPM supera seu principal problema, que é conhecer todas as informações disponíveis em cada período de tempo. Na versão desses autores, os testes com dados mensais utiliza a seguinte equação:

$$r_{it} = \alpha_i + \beta_{i0}r_{Mt} + \beta_{i1}r_{Mt-1} + \varepsilon_{it}$$

em que:

β_{i0} é o beta do ativo i no período t ;

β_{i1} é o beta do ativo i no período $t-1$;

R_{Mt-1} é o prêmio do retorno de mercado no período $t-1$.

Considerando-se esse modelo, o beta da carteira é dado pela seguinte fórmula:

$$\beta_i = \beta_{i0} + \beta_{i1}$$

Assim, o retorno dos ativos no momento t será influenciado pelo retorno do mercado tanto no período t , como no período $t-1$. Isso porque a informação passada influencia o resultado presente. Porém, caso não seja observada tal influência, β_{i1} tenderá a zero.

2.4 LIQUIDEZ

O termo liquidez foi utilizado por Keynes (1930), quando este afirmava que um ativo possui liquidez somente se existisse a certeza de realizar a sua venda a qualquer momento e sem nenhum prejuízo. Posteriormente, diversos autores desenvolveram trabalhos abordando esse tema e acrescentaram que existe liquidez quando os ativos podem ser negociados continuamente e em qualquer quantidade. Dentre esses estudos, destacam-se os de Merton (1969), Black e Scholes (1973) e Merton (1973).

Sharpe et al. (1999) corroboram com a definição de liquidez afirmando que esta é a estadia relacionada à capacidade dos investidores de negociarem seus ativos, sejam ações ou títulos de dívida, por preços semelhantes aos quais os ativos foram recentemente negociados. Assim, pressupõe-se que um ativo líquido seja mais facilmente negociado, a um preço semelhante àquele pelo qual se adquiriu esse ativo, do que outro, menos líquido.

A falta de liquidez é vista por Baum (2004) como uma limitação ou, até mesmo, uma restrição à negociação dos ativos, independente do seu preço. Neste conceito, a liquidez estaria mais associada à quantidade de interessados em negociar determinado ativo do que

propriamente com o custo de transação. Além disso, os modelos tradicionais de apreçamento de ativos baseiam-se na premissa de que os mercados financeiros são sempre líquidos e que seus agentes podem negociar a qualquer momento e na quantidade que quiserem. No entanto, isso não é sempre válido. Apesar disso, o tema liquidez têm sido pouco explorado na literatura quando comparado com outros temas relacionados, por exemplo, a otimização de carteiras.

Dessa forma, o risco de liquidez também deve ser considerado como um dos componentes do risco de mercado. Bangia (1998) e Shamroukh (2000) classificam o risco de liquidez em duas vertentes: risco de liquidez exógeno e endógeno. A primeira ocorre em função das características do mercado no qual o ativo é negociado, e por isso não é possível exercer nenhum tipo de controle já que todo o mercado pode ser afetado. O segundo refere-se ao efeito que a posição mantida em carteira e a ser negociada pode exercer sobre os preços vigentes no mercado, ou seja, trata-se de um tipo de risco que pode ser gerenciado. Contudo, não há ainda uma maneira clara de se mensurar a influência da liquidez sobre o risco dos ativos e, conseqüentemente, sobre seus retornos.

3 METODOLOGIA

3.1 AMOSTRA E FORMAÇÃO DAS CARTEIRAS

O período de análise escolhido foi entre 1º de fevereiro de 1999 e 31 de dezembro de 2005 por ser considerado, por Silva (2007), como o mais adequado para realização de testes com o CAPM e suas variantes. Como muitas empresas negociam vários tipos de títulos e eles, quando de uma mesma empresa, estão, geralmente, correlacionados, selecionou-se apenas uma única ação de cada empresa. Essa seleção foi feita com base nos seguintes critérios, sugeridos por Vaihekoski (2004): séries mais longas e maior número de negociações.

Exclui-se também da amostra todos os títulos que possuíam mais de dez períodos de quatro semanas sem negociação, considerando-se todo o período do estudo. Tal medida foi tomada para que se evitasse que empresas que ficassem longos períodos sem negociação permanecessem na carteira, visto que isso causa grandes variações em seu retorno, o que poderia caracterizar um retorno anormal. Permaneceram, na amostra, 100 empresas, que foram, então, reunidas em carteiras.

A opção por reunir os dados em carteiras se deu pelas seguintes vantagens, apontadas por Vaihekoski (2004): as carteiras reduzem as oscilações das séries de ativos individuais e seu risco não sistemático; ela torna mais fácil estimar a matriz de covariância dos termos residuais, assim como os termos residuais são menores; e as carteiras tornam os resultados mais facilmente explicáveis. Dentre essas vantagens, a redução do risco não sistemático dos ativos é uma das mais convenientes, pois permite que o modelo mensure mais objetivamente o que propõe – o risco sistemático.

Na formação das carteiras, observaram-se critérios sugeridos por Carhart et al. (1996), de que os títulos incluídos em cada carteira devem possuir baixa correlação cruzada e ser economicamente interessantes e viáveis. A divisão dos títulos entre as carteiras foi feita pelo critério de liquidez dos títulos negociados, para verificar se essa teria influência sobre os resultados obtidos. Utilizou-se como *proxy* da liquidez o número de negociações realizadas no período de análise, obtido pela soma das negociações diárias. A opção pelo número de negociações, em vez do volume das negociações, foi feita com o intuito de se minimizar os efeitos de negociações que envolvem a transferência de um grande número de títulos.

Buscou-se compor o maior número de carteiras, porém, sem alocar em cada uma delas um número muito reduzido de ativos. Formaram-se, então, 14 carteiras, com 8 títulos, nas carteiras 12 e 14, e 7 títulos, nas demais. Essa quantidade é adequada ao mercado acionário

brasileiro, já que uma maior diversificação de títulos não traria grandes alterações no retorno ou no risco da carteira. Além disso, como o mercado de ações brasileiro é pequeno e muito concentrado, a opção por alocar mais títulos em cada carteira reduziria o número de carteiras.

Os ativos foram alocados dos mais líquidos aos menos líquidos. Assim, a carteira 1 constituiu-se dos títulos mais líquidos da amostra, e a carteira 14, dos menos líquidos. Foram atribuídos pesos iguais a todos os títulos nas carteiras, para que não houvesse predominância do retorno de um título sobre os outros, o que ocorre, principalmente, em mercados emergentes, nos quais poucos títulos são responsáveis por grande parte das negociações.

Todos os dados utilizados são secundários e foram coletados da base de dados da Economática. Coletaram-se séries temporais diárias de todos eles, deflacionadas pelo IGP-DI. As pontuações e os preços dos títulos utilizados foram sempre os de fechamento. Embora todos os dados tenham sido coletados em séries diárias, trabalhou-se com períodos de quatro semanas, utilizando-se, como ponto de corte sempre as quartas-feiras. Essa escolha foi feita para se evitar os chamados efeitos dia de semana, já identificados na economia brasileira por autores como Bone & Ribeiro (2002).

Os dados foram tabulados no Software Microsoft Excel, no qual também foram feitos os cálculos dos retornos, prêmios, betas e *downside*-betas. Posteriormente, as análises de regressão e demais testes e análises estatísticas foram realizadas no software SAS.

3.2 VARIÁVEIS UTILIZADAS

As variáveis utilizadas neste estudo foram: o retorno da carteira de mercado, o retorno do ativo livre de risco e o retorno das carteiras utilizadas.

A carteira de mercado é a carteira que abrange todos os títulos de um mercado, porém, segundo Roll (1977), ela não é observável, sendo, portanto, uma carteira teórica. Então, utilizou-se, como sua *proxy*, o índice da Bolsa de Valores de São Paulo (Ibovespa). Esse índice foi escolhido por representar mais de 80% do número de negócios e do volume financeiro verificado no mercado à vista, além de representar não somente a variação no preço das ações que o compõem, como também o impacto da distribuição dos proventos, representando o retorno que, de fato, esses títulos proporcionaram (BOVESPA, 2006).

Esse critério de seleção de títulos para composição de uma carteira teórica, que representasse a carteira de mercado, foi considerado suficiente, visto que o estudo de Stanbaugh (1982), envolvendo uma série de carteiras testadas como *proxies* para a carteira de mercado, demonstrou que os resultados obtidos são similares. Também Shanken (1987) obteve resultados similares, demonstrando que, quando existe uma correlação acima de 70% entre a *proxy* para a carteira de mercado e ela própria, os resultados com a *proxy* serão os mesmos que com a própria carteira de mercado.

O retorno da carteira de mercado (R_M) pode ser obtido pela seguinte fórmula:

$$R_{M_t} = \left(\frac{P_{M_t}}{P_{M_{t-1}}} - 1 \right) * 100$$

em que:

R_{M_t} é o retorno do Ibovespa no tempo t ;

P_{M_t} é a pontuação do Ibovespa no final do período t ;

$P_{M_{t-1}}$ é a pontuação do Ibovespa no final do período $t-1$.

O ativo livre de risco é, para Nakamura (1998), aquele que possui retornos com desvio padrão igual a zero. Porém, não existe consenso entre os pesquisadores sobre qual seria a taxa livre de risco apropriada na economia brasileira, visto não existir ativo com tal padrão de desvios. Assim, Barros et al. (2003) buscaram identificar quais taxas mais se aproximavam dessa condição e sugeriram, como *proxies* coerentes para esta taxa, o retorno da caderneta de poupança e o retorno do certificado de depósito interbancário (CDI). Optou-se pelo retorno da caderneta de poupança, por ser uma aplicação cujos retornos históricos possuem desvio padrão menores do que os do CDI, o que a aproxima mais do conceito de ativo livre de risco.

O retorno do investimento na ação i é obtido por:

$$R_{it} = \left[\left(\frac{P_{it} + Div_{it}}{P_{it-1}} \right) - 1 \right] * 100$$

em que:

R_{it} é o retorno do ativo i no tempo t ;

P_{it} é o preço do ativo i ao final do período t ;

P_{it-1} é o preço do ativo i ao final do período $t-1$;

Div_{it} é a soma dos proventos pagos para o ativo i no período t .

O software Economática ajusta automaticamente todas as cotações anteriores a qualquer provento, de modo que essas cotações sejam comparáveis às posteriores, refletindo apenas as valorizações e as desvalorizações genuínas de cada período. Esses ajustes são feitos sempre que há pagamentos de dividendos ou bonificações, desdobramentos, reduções de capital, grupamentos, subscrições e cisões. Assim, a fórmula anterior pode ser simplificada para a seguinte expressão:

$$R_{it} = \left(\frac{P_{it}}{P_{it-1}} - 1 \right) * 100$$

em que:

P_{it} é o preço do ativo i , ajustado a proventos do período t , ao final do período t ;

P_{it-1} é o preço do ativo i , ajustado a proventos do período $t-1$, ao final do período $t-1$.

Após o cálculo dos retornos para cada título, esses foram reunidos em retornos das carteiras, tendo todos eles recebido pesos iguais. O retorno, a cada quatro semanas, de cada carteira de ativos, pode ser representado pela fórmula:

$$R_{pt} = \sum_{i=1}^n R_{it} * \frac{1}{n}$$

A opção por atribuir pesos iguais a cada um dos títulos que compunham as carteiras, conforme observado na fórmula acima, foi devido à grande concentração do mercado de ações brasileiro. Assim, caso a ponderação fosse feita por outro critério, como, por exemplo, a representatividade do título dentro do mercado, poder-se-ia favorecer os títulos que são muito negociados, podendo fazer com que as carteiras fossem constituídas, em grande parte, por um ou apenas poucos títulos.

3.3 TESTES REALIZADOS

Para a realização de teste com séries temporais, foi calculado, para cada carteira formada, o prêmio pelo risco no tempo t (r_{pt}), dado pela diferença entre o retorno da carteira no tempo t (R_{pt}) e o retorno do ativo livre de risco nesse mesmo período (R_{ft}). Em seguida, de forma similar, foi calculado o prêmio de mercado no tempo t (r_{Mt}), obtido pela diferença entre o retorno da carteira de mercado no tempo t (R_{Mt}) e o retorno do ativo livre de risco no tempo t (R_{ft}).

Os valores assim obtidos foram regressionados para se obter o intercepto e o coeficiente angular do modelo, conforme modelo abaixo:

$$r_{pt} = \alpha + \beta r_{Mt} + \varepsilon_{pt}$$

em que:

α é a interseção;

β é a inclinação da reta, ou o coeficiente beta estimado;

ε_{pt} é o erro aleatório.

O procedimento de estimação adotado foi, inicialmente, o dos mínimos quadrados ordinários, por ser um estimador não tendencioso. A presença de autocorrelação nos resíduos foi testada pelo teste de Durbin-Watson (dw). Foi avaliada também a presença de heterocedasticidade para verificar alguma tendência nos termos de erros através do teste Chi-Square.

Quando identificados problemas de auto-correlação ou heterocedasticidade, foram realizadas novas regressões com modelos auto-regressivos (AR), para atenuar a influência de valores passados sobre os valores no tempo t . A escolha da ordem que deveria ser utilizada em cada modelo AR foi feita utilizando o procedimento *stepwise*, pelo método de Yule-Walker. Os modelos AR foram, então, montados e regressionados, com as devidas correções, utilizando-se o método da máxima verossimilhança, que define a melhor estrutura gráfica que representa a distribuição das variáveis, por meio da verossimilhança dos parâmetros.

Foram analisados o coeficiente de determinação R^2 e R^2 ajustado, que mostraram o ajuste da reta estimada aos dados, o teste F de Snedocor, como uma medida da significância geral da regressão estimada e da significância do R^2 , e o teste t , de Student, para avaliar se os parâmetros estimados são significativos.

Para testar o D-CAPM, foram feitas regressões lineares, conforme descrito por Estrada (2002a, 2002b), seguindo a seguinte equação:

$$y_{pt} = \alpha + d\beta x_{Mt} + \varepsilon_{pt}$$

em que:

$d\beta$ é a inclinação da reta ou o coeficiente *downside*-beta estimado;

$$y_{pt} = \text{Min}[(R_{pt} - \mu_p), 0]; \quad x_{Mt} = \text{Min}[(R_{Mt} - \mu_M), 0].$$

Foram analisados os mesmos parâmetros do modelo anterior, assim como foram realizados os mesmos testes estatísticos e, quando necessário, realizados os mesmos tipos de correções. Esses procedimentos também foram seguidos para os modelos C-CAPM e D-CAPM Condicional.

Os testes realizados com o C-CAPM utilizaram a seguinte fórmula:

$$r_{pt} = \alpha + \beta_0 r_{Mt} + \beta_1 r_{Mt-1} + \varepsilon_{pt}$$

em que:

r_{Mt-1} é o prêmio de mercado no tempo $t-1$;

β_0 é o beta parcial estimado para o tempo t ;

β_1 é o beta parcial estimado para o tempo $t-1$.

Já para o modelo D-CAPM Condicional, baseado no modelo D-CAPM de Estrada (2000), utilizou-se a fórmula a seguir.

$$y_{pt} = \alpha + d\beta_0 x_{Mt} + d\beta_1 x_{Mt-1} + \varepsilon_{pt}$$

em que:

$d\beta_0$ é *downside*-beta parcial estimado para o tempo t ;

$d\beta_1$ é *downside*-beta parcial estimado para o tempo $t-1$;

$$x_{Mt-1} = \text{Min}[(R_{Mt-1} - \mu_M), 0].$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os testes realizados com o CAPM e D-CAPM, a partir das 90 observações, têm seus resultados sumarizados na Tabela 1. Os parâmetros estimados para o intercepto do CAPM foram significativos a, pelo menos, 10%, nas carteiras 1, 5, 6, 10, 11 e 12. Embora se esperasse que seus valores ficassem próximos de zero, eles chegaram a 2,34, na carteira 11. Uma das medidas que se pode tomar para evitar tal viés, causado, muitas vezes, por um período contínuo de retornos mais elevados, é aumentar o número de observações. Porém, o aumento do volume de negociações e de títulos no mercado de capitais brasileiro é recente, sendo essa medida possível apenas utilizando-se poucas ações, ou retornos em intervalos menores, como semanais.

Ainda na Tabela 1, observa-se que os valores estimados para os betas do CAPM foram significativos a 1%, em todas as carteiras. Percebe-se certa concentração de betas com valores mais reduzidos entre as carteiras menos líquidas, enquanto os betas mais elevados são observados nas carteiras de maior liquidez. Nenhum dos betas estimados teve valor superior a um, ou seja, nenhuma carteira foi mais volátil que a carteira de mercado, e nenhum deles foi negativo, corroborando com a literatura que afirma ser difícil encontrar títulos ou carteiras com betas negativos.

Os coeficientes de determinação do CAPM, apesar de todos os modelos serem significativos a 0,01%, pelo teste F , tiveram valores variáveis para o CAPM no período da análise. Observa-se na Tabela 1 que esses valores decresceram na medida em que a liquidez das carteiras diminuía, podendo-se inferir que existe certa relação entre os prêmios das carteiras e sua liquidez, embora esta não seja vislumbrada pelo CAPM, ou seus variantes.

Os testes realizados com o D-CAPM, também dispostos na Tabela 1, teve resultados médios ligeiramente melhores, quando comparado ao CAPM, no mesmo subperíodo. Observa-se que o valor estimado para o intercepto foi negativo para todas as carteiras, o que condiz com o modelo D-CAPM, cujo enfoque são os retornos negativos. Apenas na primeira carteira este parâmetro não foi significativo a, pelo menos, 10%. Os *downside*-betas estimados foram significativos a 1% para todas as carteiras, sendo em todos os casos menores que um e positivos. Observou-se, também nesse modelo, que os *downside*-betas tiveram valores mais

elevados nas carteiras mais líquidas, enquanto os valores menos elevados se concentraram nas carteiras menos líquidas.

TABELA 1 Parâmetros estimados, teste *t* e coeficientes de determinação para o CAPM e D-CAPM, de fevereiro de 1999 a dezembro de 2005

Cart.	CAPM				D-CAPM			
	α	β	R ²	R ² adj	α	d β	R ²	R ² adj
1	0,8174***	0,8992*	74,82	74,53	-0,2798	0,9295*	82,06	83,80
2	0,7071	0,9602*	74,82	74,54	-0,7587**	0,8911*	74,67	75,16
3	0,6296	0,7806*	70,12	69,78	-0,4680**	0,7485*	79,14	79,62
4	-0,3180	0,8188*	66,85	66,48	-0,8071*	0,7475*	70,19	71,24
5	1,6212*	0,9038*	66,17	65,79	-1,1645*	0,7753*	60,68	60,24
6	0,9936**	0,7154*	63,64	63,23	-1,1479*	0,5753*	58,10	55,83
7	0,5236	0,5683*	51,39	50,84	-0,7597*	0,5565*	62,61	62,33
8	0,4055	0,5863*	26,58	25,74	-1,8726*	0,5489*	44,20	40,51
9	0,9584	0,5295*	34,62	33,88	-1,4079*	0,4439*	53,84	47,15
10	1,9956***	0,9041*	33,68	32,93	-3,0297*	0,6329*	38,12	35,82
11	2,3443**	0,6355*	23,82	22,96	-1,6164*	0,7167*	56,64	57,37
12	1,0163***	0,4800*	33,74	32,99	-1,3803*	0,3813*	36,46	35,56
13	-0,2971	0,4935*	32,64	31,87	-1,4003*	0,4533*	36,13	34,21
14	0,5798	0,2633*	18,62	17,70	-1,3528*	0,1783*	15,97	12,56

* Significativo a 1%; ** Significativo a 5%; *** Significativo a 10%.

Os coeficientes de determinação obtidos para o D-CAPM não tiveram comportamento diferente aos obtidos nos testes com o CAPM: os valores mais elevados se concentraram nas carteiras mais líquidas e os valores menos elevados nas carteiras menos líquidas. Os testes *F* mostraram que os modelos, assim como os coeficientes de determinação, de todas as carteiras foram significativos a 1%. Esses resultados mostraram que o modelo teve um bom grau de ajuste, embora nem sempre tenha um elevado poder de explicação.

Na Tabela 2 estão os resultados obtidos com as versões condicionais do CAPM e do D-CAPM, onde observam-se resultados ligeiramente superiores aos anteriores para o modelo D-CAPM Condicional. Os parâmetros estimados para os interceptos do C-CAPM foram significativos apenas nas carteiras 5 (a 5%) e 12 (a 10%), nas quais os valores foram positivos, embora se esperasse que eles ficassem mais próximos a zero. Em todas as demais carteiras, os valores estimados não foram significativos, indicando que o intercepto, nesses casos, não poderia ter seu valor avaliado.

Ainda nesta Tabela, nota-se que os β_0 estimados para o C-CAPM foram significativos a 1%, em todas as carteiras. Todos os valores foram positivos, porém, nenhum deles foi superior ao beta da carteira de mercado (1,0). Os valores mais elevados foram os das carteiras 1 e 2, enquanto os mais reduzidos foram os das carteiras 13 e 14, indicando certa concentração dos maiores valores entre as carteiras mais líquidas, enquanto os menores valores são mais comuns nas carteiras menos líquidas. Já os β_1 do C-CAPM foram significativos apenas nas carteiras 5, 8, 10, 12 e 14, ao nível de 1%. Nessas carteiras, os β_1 foram positivos e os mais elevados dentre os estimados para este modelo. Assim, pode-se dizer que, nelas, a influência do período *t-1* foi bastante representativa, enquanto nas demais carteiras ele não foi significativo.

Os coeficientes de determinação para o C-CAPM, apresentados na Tabela 2, mostraram-se coerentes com os resultados obtidos para o CAPM e D-CAPM: há certa tendência de redução na medida em que a liquidez das carteiras diminui. Embora os

coeficientes de determinação das carteiras demonstrem que há grandes diferenças no seu poder de explicação, o teste F demonstrou que o modelo foi significativo, 1%, em todas elas.

TABELA 2 Parâmetros estimados, teste t e coeficientes de determinação para o C-CAPM e o D-CAPM Condicional, de fevereiro de 1999 a dezembro de 2005

Cart.	CAPM					D-CAPM Condicional				
	α	β_0	β_1	R^2	R^2_{adj}	α	β_0	β_1	R^2	R^2_{adj}
1	0,6521	0,9115*	-0,0027	81,16	80,71	-0,1094	0,9340*	0,0345	0,8201	0,8383
2	0,6673	0,9780*	-0,0171	76,57	77,03	-1,0853*	0,8913*	-0,0735	0,7607	0,7789
3	0,7343	0,8030*	-0,0697	70,35	69,63	-0,3943	0,7659*	0,0088	0,7780	0,7726
4	-0,3044	0,8295*	-0,0205	68,07	69,08	-1,1465*	0,7477*	-0,0862***	0,7057	0,7141
5	1,4835**	0,8865*	0,1856*	70,56	68,06	-1,1304**	0,7674*	0,0323	0,6001	0,5905
6	0,7895	0,6521*	0,0750	65,60	61,80	-0,9595**	0,5781*	0,0662	0,5799	0,5584
7	0,6771	0,5536*	-0,0440	58,06	54,03	-1,0402*	0,5641*	-0,0887***	0,6414	0,6337
8	0,2174	0,5698*	0,3267*	36,37	35,05	-1,5661*	0,5410*	0,0984	0,4501	0,4060
9	0,9489	0,5795*	0,0395	51,18	49,03	-1,3021*	0,4455*	0,0129	0,5937	0,5156
10	1,9317	0,8771*	0,3197*	40,76	39,91	-2,7383*	0,6676*	0,0139	0,3815	0,3666
11	2,6364	0,5680*	0,0464	30,59	22,66	-1,5594*	0,7127*	0,0309	0,5681	0,5736
12	0,8371***	0,4826*	0,2199*	45,25	44,05	-1,1006*	0,3834*	0,1023***	0,3801	0,3661
13	-0,2771	0,5198*	0,0669	36,29	34,76	-1,1955*	0,4531*	0,0584	0,3776	0,3555
14	0,4834	0,2626*	0,1507*	25,54	23,75	-1,0623*	0,1711*	0,0900***	0,2248	0,1649

* Significativo a 1%; ** Significativo a 5%; *** Significativo a 10%.

Os resultados obtidos para os testes com a versão condicional do D-CAPM, também dispostos na Tabela 2, mostram que os interceptos estimados não foram significativos apenas nas carteiras 1 e 3, tendo, em todas as demais, sido significativo a, pelo menos, 5%. Todos os valores foram negativos, condizendo com o que era esperado. Os valores estimados para os β_0 foram significativos em todos os casos. Todos os valores foram positivos tendo, na maior parte das carteiras, os valores mais elevados se concentrado entre as carteiras mais líquidas. Quanto aos β_1 estimados para a versão condicional do D-CAPM, foram significativos apenas para as carteiras 4, 7, 12 e 14, todas a 10%. Nas demais carteiras, esse parâmetro não se mostrou significativo.

Já os coeficientes de determinação, também na Tabela 2, tiveram valores similares aos do C-CAPM, embora um pouco superiores. Novamente, os valores tenderam a ser menores entre as carteiras menos líquidas e maiores entre as mais líquidas. Assim, infere-se que, apesar de o D-CAPM condicional demonstrar considerável aderência ao mercado de ações brasileiro, pelo seu elevado coeficiente de determinação, não apresentou o parâmetro β_1 significativo em muitos casos, o que pode indicar que esses resultados positivos refletiram mais a influência do período t sobre os retornos das carteiras do que aqueles provenientes do período $t-1$. Também para este modelos os testes F obtidos foram todos significativos a 1%.

5 CONCLUSÕES

Os modelos de apreçamento de ativos têm sua importância ligada à dificuldade de avaliação correta dos investimentos, assim como do risco inerente a eles. Eles buscam auxiliar, principalmente, na compreensão da relação entre o retorno esperado e o risco dos ativos. Dentre esses modelos, o CAPM é o mais utilizado no meio acadêmico, porém, as críticas a ele levaram ao desenvolvimento de novos modelos, muitos deles variações do próprio CAPM. Neste estudo, buscou-se avaliar o CAPM e o D-CAPM, em suas versões

estáticas e condicionais, buscando identificar a influência da formação das carteiras sobre os resultados obtidos com esses modelos.

Concluiu-se que a seleção de investimentos pode ser feita com base na utilização dos modelos CAPM, D-CAPM, C-CAPM e D-CAPM Condicional. Isso porque a relação entre retorno e risco, importante na escolha de qualquer investimento, é explicada por esses modelos. Entretanto, os critérios utilizados na formação das carteiras mostraram ter grande influência sobre os resultados obtidos com eles.

A liquidez do título ou da carteira analisada, aqui representada por sua *proxy*, número de títulos negociados no período, demonstrou ter relação com os retornos dos ativos, embora não se tenha explorado, neste artigo, como essa relação se dá. Observou-se que as carteiras mais líquidas apresentam comportamento diferente das menos líquidas. Enquanto os retornos das carteiras mais líquidas respondem mais rapidamente às variações nos retornos da carteira de mercado, os retornos das carteiras menos líquidas tendem a ter respostas mais lentas, sendo, neste caso, relevantes os retornos da carteira de mercado em períodos anteriores.

Contudo, conclui-se também que, no período de fevereiro de 1999 a dezembro de 2005, os melhores resultados médios foram obtidos para a versão condicional do D-CAPM, seguido pelo D-CAPM. Embora o *downside*-beta obtido para o período $t-1$ não tenha se mostrado significativo para grande parte das carteiras, principalmente para as mais líquidas, foram com esse modelo que se obteve os maiores coeficientes de determinação, comparando-se a média obtida para cada modelo.

Esse estudo contribui com futuras pesquisas, apontando novos fatores como relevantes na determinação do retorno de um título ou carteira, assim como dando importância ao D-CAPM, pouco utilizado tanto na academia como no mercado, na explicação dos retornos no mercado acionário brasileiro. Assim, busca-se contribuir para que os retornos dos investimentos sejam mais bem compreendidos e explicados, favorecendo a transparência no mercado de capitais.

Como sugestões para futuros estudos, recomenda-se que os testes realizados com modelos condicionais utilizem retornos para períodos inferiores aos aqui utilizados, como, por exemplo, semanais. Isso pode contribuir na redução das diferenças obtidas, nesse tipo de teste, entre carteiras mais líquidas e carteiras menos líquidas. Também a influência da liquidez de um título ou carteira sobre seu retorno, assim como a suscetibilidade desses retornos a mudanças macroeconômicas, deve ser analisada com mais cuidado, já que foram encontradas evidências de que esses fatores podem influenciar no comportamento dos retornos dos ativos e carteiras, assim como na relação entre risco e retorno.

6 REFERÊNCIAS

BANGIA, A. et alii. Modeling Liquidity Risk, With Implications For Tradicional market risk measurement and management”. Unviversity of Penssylvania, The Wharton Financial Institutions Center. 1998

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.

BAUM, Maurício. **Modelagem de Liquidez por Opções**. 2004. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

BLACK, F.; SHOLES, M. The pricing of Options and Corporate Liabilities, **Journal of Political Economy**, New York, v.81, p. 637-654, 1973.

BONE, R. B.; RIBEIRO, E. P. Eficiência fraca, efeito dia da semana e efeito feriado no mercado acionário brasileiro: uma análise empírica, sistemática e robusta. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 19-37, jan./abr. 2002.

BONOMO, M. A. C.; GARCIA, R. A Conditional Two-Factor Model for the Brazilian Stock Market. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMETRIA, 19., 1997, Recife. **Anais...** Recife, 1997.

BOVESPA – Bolsa de Valores de São Paulo. **Índice BOVESPA definição e metodologia**. São Paulo: BOVESPA, 2006.

BRIGHAM, E. F.; GAPENSKI, L. C.; EHRHARDT, M. C. **Administração financeira: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2001.

CARHART, M. M.; KRAIL, R. J.; STEVENS, R. L.; WELCH, K. D. **Testing the conditional CAPM**. California: University of Southern California, 1996. (Working paper).

COPELAND, T. E.; WESTON, F. J. **Financial theory and corporate policy**. 3. ed. Massachusetts: Addison-Wesley, 1992.

ELTON, E. J.; GRUBER, M. J.; BROWN, S. J.; GOETZMANN, W. N. **Modern portfolio theory and investment analysis**. 6. ed. Danvers: John Wiley, 2003.

ESTRADA, J. **Mean-semivariance behavior (II): the D-CAPM**. IESE Business School, 2002a. (Working Paper).

ESTRADA, J. Systematic risk in emerging markets: the D-CAPM. **Emerging Markets Review**, New York, v. 3, p. 365-379, Dec. 2002b.

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.

FERSON, W.; HARVEY, C. The variation of economic risk premiums. **Journal of Political Economy**, New York, v. 99, p. 385-415, 1991.

FERSON, W.; KORAJCZYK, R. Do arbitrage pricing models explain the predictability or stock returns?, **Journal of Business**, Chicago, v. 68, n. 3, p. 309-349, July 1995.

KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. Prospect theory: an analysis of decision under risk. **Econometrica**, Oxford, v. 47, n. 2, p. 263-291, 1979.

KEYNES, J. A Treatise on Money, Vol. II, Macmillan, London, 1930.

LEWELLEN, J.; NEGEL, S. **The conditional CAPM does not explain asset-pricing anomalies**. 2003. (Working Paper, 9974). Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w9974>>. Acesso em: 15 set. 2006.

- 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.
- MARKOWITZ, H. M. Portfolio selection. **Journal of Finance**, New York, v. 7, n. 1, p. 77-91, Mar. 1952.
- MARKOWITZ, H. M. **Portfolio selection**: efficient diversification of investments. New York: Wiley, 1959.
- MERTON, R. Lifetime Portfolio Selection under Uncertainty: The Continuous Time Model, **Review of Economics and Statistics** 51, 1969, p. 247-257.
- MERTON, R. The Theory of Rational Option Pricing, **Bell Journal of Economics and Management Science** 4, 1973, p. 141-183.
- MOSSIN, J. Equilibrium in a capital asset market. **Econometrica**, Oxford, v. 34, n. 4, p. 768-783, Oct. 1966.
- NAKAMURA, W. **Eficiência da carteira teórica do índice BOVESPA no contexto da moderna teoria de carteiras**. 1998. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- PAIVA, F. D. **Criação de valor econômico e suas implicações em empresas brasileiras de capital aberto**: uma análise dos modelos de precificação de ativos e financeiros. 2003. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- ROLL, R. A critique of the asset pricing theory's tests, **Journal of Financial Economics**, Lausanne, v. 4, n. 2, p. 129-176, 1977.
- SHAMROUKH, N. Modeling liquidity risk in VaR models. Algorithmics UK, 2000
- SHANKEN, J. Nonsynchronous data and the covariance-factor structure of returns. **The Journal of Finance**, New York, v. 42, n. 2, p. 221-231, June 1987.
- SHARPE, W. F. Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. **Journal of Finance**, New York, v. 19, n. 3, p. 425-442, Sept. 1964.
- SARPE, W.; ALEXANDER, G.; BAILEY, J. **Investments**. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 1999.
- SILVA, S. S. da. **Precificação de ativos com risco no mercado acionário brasileiro**: aplicação do modelo CAPM e variantes. 2007. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- STANBAUGH, R. **The impact of political and economic events on stock behavior**. 1982. Dissertation (Doctoral) - IIM, Ahmedabad.
- VAIHEKOSKI, M. Portfolio Construction for Testes of Asset Pricing Models. **Financial Markets, Institutions & Instruments**, New York, v. 13, n. 1, Feb. 2004.