

MENSURAÇÃO DO PREÇO DAS AÇÕES NO MERCADO FINANCEIRO NACIONAL

Alexandre Silva de Oliveira
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

Luis Felipe dias Lopes
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

RESUMO

O tema de pesquisa é a mensuração do preço das ações no mercado financeiro nacional. Como questões se investigam qual a influência do terceiro e quarto momento na precificação de ativos, a influência da coassimetria na correlação da *proxy* IBOV com as ações, a influência da cocurtose na correlação da *proxy* IBOV com as ações, a influência conjunta da coassimetria e cocurtose na correlação entre a *proxy* IBOV e as ações, o seu desempenho comparado com o modelo *CAPM* e o aumento ou não da precisão. No momento da compra ou venda de uma ação se faz necessário verificar se o preço é justo para o mercado, se este está sob ou sub valorizado. O modelo de apreçamento de ativos, *CAPM* (*Capital Asset Price Model*) proposto por Sharpe (1964) é o modelo mais comumente utilizado para determinar o valor das ações. Porém, evidências apontam ineficiência nesta mensuração. Estudos em vários mercados estão sendo desenvolvidos para identificar a influência da assimetria e da curtose neste modelo. No mercado brasileiro, no entanto, não foi identificado nenhum estudo buscando evidenciar esta tendência. Como método de pesquisa desenvolveu-se pesquisas bibliográficas e estudo das séries temporais das ações que compunham o índice Ibovespa em 30 de Maio de 2008, tratadas com o uso de regressões múltiplas tendo como variáveis a volatilidade sistemática, a assimetria sistemática e a curtose sistemática. Como resultados o trabalho permite afirmar conclusivamente que a coassimetria e a cocurtose não melhoram o desempenho do modelo de precificação de ativos.

Palavras-Chaves: Mercado Financeiro, Formação do Preço, Momentos Superiores.

INTRODUÇÃO

Desde suas origens, os preços de negociação das ações tentam ser estimadas no mercado financeiro. A negociação de ativos vem sofrendo modificações com a inserção de sistemas eletrônicos de solicitação de compra e venda, tornando os mercados mais dinâmicos.

Todas essas mudanças têm permitido o crescimento e desenvolvimento desses mercados, fornecendo-lhes maior liquidez e capacidade de cumprir com sua função. A função básica pela quais investidores buscam o mercado financeiro é a manutenção da liquidez dos recursos casada como a maximização da remuneração dos ativos.

Dada a relevância da estimativa do preço das ações para atendimento a esse fim, este estudo apresenta uma proposta de mensuração do preço das ações no mercado financeiro nacional.

Em função do exposto, pretende-se verificar se existe significância à introdução do terceiro e quarto momento, conhecidos como coassimetria e cocurtose ao tradicional modelo de precificação de ativos.

No momento da compra ou venda de uma ação se faz necessário verificar se o preço é justo para o mercado, se este está sob ou sub valorizado.

O modelo de apreçamento de ativos, *CAPM* (*Capital Asset Price Model*) proposto por Sharpe (1964) é o modelo mais comumente utilizado para determinar o valor das ações. Porém, evidências apontam ineficiência nesta mensuração. Estudos em vários mercados estão sendo desenvolvidos para identificar a influência da assimetria e da curtose neste modelo. No mercado brasileiro, no entanto, não foi identificado nenhum estudo buscando evidenciar esta tendência. Dada essa lacuna existente, somada ao fato de que o preço de ativos brasileiros pode apresentar características peculiares e diferentes das dos outros países, toma-se como problema proposto para estudo a seguinte questão:

Como mensurar o preço das ações no mercado financeiro nacional?

O objetivo geral deste trabalho é mensurar o preço das ações no mercado financeiro nacional com a inclusão da coassimetria e da cocurtose. Os objetivos específicos são: a) Aplicar o terceiro e quarto momento na precificação de ativos; b) Verificar a influência da coassimetria na correlação da *proxy*ⁱ IBOV com as ações; c) Verificar a influência da cocurtose na correlação da *proxy* IBOV com as ações; d) Verificar a influência conjunta da coassimetria e cocurtose na correlação entre a *proxy* IBOV e as ações; e) Comparar com o tradicional modelo *CAPM* e; f) Verificar o aumento ou não da precisão.

O modelo *CAPM* tem sérias dificuldades para explicar a performance passada da maioria das ações do mercado financeiro. Esta particular teoria de trabalho restringe o risco-retorno a uma relação simples variância-média e/ou a uma função utilitária quadrática. Porém, empíricas evidências mostram que a hipótese de normalidade tem sido rejeitada por muitos retornos de ações. Além do mais, a utilização de uma função quadrática por um investidor implica em um incremento a aversão ao risco. Ao invés disso, é mais razoável assumir que a aversão ao risco decresce com um incremento do tempo. Neste trabalho, serão consideradas algumas extensões do tradicional modelo *CAPM* que conta com momentos condicionais mais fortes e uma maior variedade estrutural do conceito de prêmio pelo risco. Em particular, será examinado o papel da coassimetria e da cocurtose na precificação de ativos

Neste estágio, a pesquisa investiga se a assimetria e a curtose tem alguma relevância na explanação dos retornos. A assimetria caracteriza o grau da não normalidade da distribuição em volta da média e seu sinal positiva (negativa) assimetria indica uma anormalidade positiva ou negativa da distribuição. A curtose forte ou fraca indica uma distribuição mais íngreme ou achatada. A assimetria e a curtose podem ser conjuntamente analisadas na referência do mercado. Similarmente como o desvio-padrão ou o beta da carteira é chamado de risco sistemático na precificação de ativos, pode ser examinado se existe uma assimetria e curtose sistemática, ambas conhecidas como coassimetria e cocurtose, de acordo com Christie-David & Chaudry (2001).

Provando-se que existe uma assimetria positiva dos retornos, investidores irão preferir ativos com negativa coassimetria. A cocurtose mensura a probabilidade dos retornos extremos ocorrerem simultaneamente em um dado ativo e no mercado. As características comuns dos modelos contabilizados pela coassimetria e a cocurtose é incorporar fortes momentos no trabalho de precificação de ativos.

É comum encontrarmos na literatura a investigação do terceiro e do quarto momento *CAPM*. A especificação teórica do terceiro momento *CAPM* é desenvolvida por Kraus & Litzenberger (1976), Ingersoll (1975), Gamba & Rossi (1998), Jurcensko & Maillet (2002), e por Rinaldo (2003). Harvey & Siddique (2000) encontraram que a sistemática assimetria requer uma média anual de prêmio pelo risco de 3,6% para as ações dos Estados Unidos. Eles

também encontraram que os portfólios com forte assimetria sistemática são compostas por ações de destaque. Os mesmos Harvey & Siddique (2000), demonstraram que a assimetria, a cocurtose e a curtose são precificadas em mercados emergentes individuais, mas não em mercados desenvolvidos, o que é mais uma evidência que instiga a aplicação do modelo ao mercado brasileiro. Ele observou que a volatilidade e o retorno em mercados emergentes são significativamente positivamente relacionados, mas eles desaparecem quando a coassimetria, a assimetria, e a curtose são consideradas. Harvey acredita que a causa para isso é o baixo grau de integração dos mercados emergentes. Hwang & Satchell (1999), Chung, Johnson e Schill (2001) e Berenyi (2002), propuseram o uso do modelo cúbico como um teste para a coassimetria e a cocurtose. Hwang & Satchell (1999), investigaram a coassimetria e a cocurtose em mercados emergentes. Eles demonstraram que a curtose sistemática explica melhor os retornos dos mercados emergentes do que a assimetria sistemática.

Christie-David & Chaudry (2001), empregaram o quarto momento *CAPM* em mercados futuros. E Berenyi (2002) aplicou o quarto momento ao estudo de fundos de investimento.

Neste trabalho se investigou a contribuição dos terceiro e quarto momento precificação das ações brasileira.

A seguir é apresentada a revisão bibliográfica, a metodologia, os resultados e discussão e a conclusão do estudo.

2 COASSIMETRIA E COCURTOSE

Este capítulo do projeto busca apresentar o referencial teórico utilizado inicialmente como suporte ao tema a ser pesquisado. Trata-se de uma revisão da literatura disponível, a fim de se tomar conhecimento do que já existe sobre o assunto e oferecer contextualização e consistência à investigação.

2.1 A existência da coassimetria e da cocurtose no mercado financeiro

A existência da coassimetria e a cocurtose na distribuição dos retornos é conhecida em alguns mercados. Como coassimetria, Arditti (1967), entende-se como sendo a esperança da riqueza, a assimetria conjunta entre o mercado e o ativo estudado. Como cocurtose entende-se a curtose conjunta entre o retorno do mercado e o ativo analisado, também chamado de esperança do resto de Taylor.

A pesquisa sobre elas no retorno na distribuição de retornos é duplamente essencial. Por um lado, os padrões de distribuição de retorno podem ser originárias das estratégias específicas dos *traders*. Os administradores de ativos procuram uma variedade de ativos e estratégias que gerem perfis de *pay-offs* extremamente diferentes dos ativos tradicionais. Por outro lado, a inclinação e o achatamento da distribuição de retornos podem ser vistas como uma expressão estatística da ineficiência de mercado. Especialmente, a não-normalidade do retorno das distribuições pode ser devido à iliquidez, à falta de divisibilidade e ao baixo nível de transparência das informações. Todos estes fatores contrastam com a suposição de que o modelo *CAPM* suporta estas variáveis. Por meio da revisão de literatura é apresentado o modelo *CAPM* e como e porque estes fatores representam dados elegíveis da coassimetria e da cocurtose entre as ações dos mercados.

2.2 O modelo de precificação de ativos

O modelo de risco e retornoⁱⁱ ainda usado e que é o padrão na maior parte das análises de finanças é o modelo de precificação de ativos de capital, dado pela equação:

$$E(R_j) - R_f = \beta_j [E(R_m) - R_f], \quad [1]$$

onde:

$E(R_j)$ = Retorno esperado da ação j ;

R_f = Ativo sem risco – é aquele no qual o retorno real é sempre o esperado - Como exemplo o Título do Tesouro Nacional;

$E(R_m)$ = Retorno esperado do mercado m ;

β_j = Beta da ação j .

O modelo é sustentado pelas seguintes premissas:

- supõe que não existem custos de transações;
- que todos os títulos são negociáveis e são infinitamente divisíveis;
- ao tomarem decisões sobre suas carteiras, os investidores o fazem levando em conta apenas as condições de risco e retorno.

Um dos aspectos investigados na literatura tem sido a forma de como devem ser relacionados o risco e o retorno de um título.

O *CAPM*, entre outros modelos, consegue dimensionar esses dois componentes e seus reflexos sobre a taxa de retorno esperada de um título, conforme Ross e Westerfield (1995). Na teoria, a preocupação com o cálculo de um ativo, conhecido como valor intrínseco ou valor justo, tem sido constante.

A determinação desses dois componentes, risco e retorno, é também uma das tarefas primordiais dos investidores, e o resultado dessa mensuração é ingrediente crucial na construção e formação das carteiras de títulos.

A dificuldade em medir esses componentes, risco e retorno, pode ser entendida se for imaginado um investidor tentando delinear cada evento possível (preço de uma ação, por exemplo) e estimar a sua probabilidade de ocorrência e o efeito de cada um desses preços sobre suas alternativas de investimento, o qual seria impraticável. Na realidade, isso pode ser evitado se os retornos médios ou retornos esperados forem diretamente estimados, e a seu lado, a divergência provável de cada retorno com relação a sua média ou ao seu valor esperado. Dessa forma, é usada a média ponderada como retorno esperado e os desvios dessa média (variância e desvio padrão).

A maior vantagem do modelo de avaliação de ativos (*CAPM*) é que ele considera a volatilidade, permitindo estudar o impacto duplo e simultâneo da lucratividade e do risco sobre a ação.

Além dos pressupostos do mercado eficiente, o modelo pressupõe também que o investidor é avesso ao risco e se utiliza dos conceitos de média e variância na escolha das alternativas.

Dessa forma, todo investidor pode ser caracterizado pelo maior ou menor grau de aversão ao risco, de tal modo que existem investidores neutros em relação ao risco, aqueles investidores avessos ao risco e aqueles investidores que preferem o risco a qualquer alternativa.

O retorno excedente de uma aplicação em ativo, acima de uma aplicação livre de risco (título do Tesouro Nacional) é considerado como recompensa pelo risco assumido, chamado “prêmio por risco”. Na equação do *CAPM*, visto em [1] o beta de ação é dado por:

$$\beta_j = \frac{Cov(R_j - R_m)}{\sigma^2 R_m} . \quad [2]$$

O beta na fórmula acima, de acordo com Gropelli & Nikbakht (2005), é definido como a covariância do título dividida pela variância da carteira de títulos do mercado (Índice BOVESPA), que é a medida de volatilidade dos retornos dos títulos com relação aos retornos do mercado como um todo, partindo do princípio de que todos os títulos tendem a ter os seus preços alterados com maior ou menor proporção às alterações do mercado como um todo.

Em equilíbrio, todos os ativos com risco devem cair ao longo da linha reta conhecida como a reta de mercados de títulos. Assim, o beta será igual a um, $\beta_{R_m}=1$, isto porque a covariância do mercado é igual à variância do mercado, ou seja, uma carteira média tem beta igual a 1,0 em relação a ela mesma, sendo que um título com beta = 1 é considerado neutro. À medida que o mercado como um todo suba hipoteticamente 3% (Índice BOVESPA) aquele título tende a subir também 3%; à medida que o mercado como um todo (Índice BOVESPA) cai hipoteticamente 5%, aquele título tenderá a cair 5%.

Um título com beta > 1,0, por exemplo, uma ação com $\beta = 1,15$, significa que se o mercado (Índice BOVESPA) como um todo apresentar uma queda de 10%, aquela ação deverá sofrer uma baixa de 11,50% no seu preço.

Um título com beta < 1,0, por exemplo, uma ação com $\beta = 0,5$, significa que se o mercado cair 6%, a ação deverá sofrer uma baixa de somente 3%.

É importante lembrar que o retorno esperado e, portanto, o prêmio de risco de um ativo, depende apenas do risco sistemático e como ativos com betas maiores têm riscos sistemáticos mais altos, têm também retornos esperados maiores.

Dessa forma, conhecendo-se as características de risco (beta) de uma ação, é possível estimar-se o preço justo (ou valor intrínseco), tendo-se a indicação se o título é ou não uma boa opção de compra.

2.3 A introdução de mais momentos no modelo

É a ênfase das estratégias de mercado aplicadas por administradores de ativos que geram típicas tendências de mercado, conforme Christie-David & Chaudry (2001). A sensibilidade dos *traders* aos acontecimentos globais geram comportamentos que influenciam nas tendências de alta ou baixa no retorno dos ativos.

A iliquidez de ativos, segundo Gamba & Rossi (1997), também faz com que o volume de negociações em uma imediata execução aconteçam sem que impactem sobre o preço, como é o que acontece com mercado emergente. Caso aconteça algo no mercado americano, instantaneamente o preço das ações no mercado brasileiro sofrem altas variações devido a baixa liquidez dos ativos negociados. A iliquidez dos ativos é uma das principais suposições do modelo *CAPM* e um baixo nível de liquidez exige que exista um prêmio. Lo (2001) deriva o prêmio pela liquidez ao assumir que a autocorrelação é uma *proxy* para os custos de iliquidez.

Outra suposição do *CAPM*, segundo Berenyi (2002), é que os ativos são infinitamente divisíveis, o que pressupõe que o investidor irá escolher um determinado tipo de ativo independentemente do tamanho do investimento.

A ineficiência de mercado pode ser também devido à opaca ou assimétrica informação. O baixo grau de transparência das informações é particularmente justificada pela pequena posição e arbítrio de estratégias empreendidas pelos administradores de ativos. Este tipo de estratégias de mercado implica em uma posição disfarçada especialmente em mercados ilíquidos. De fato, uma completa e transparente informação revela e arrisca oportunidades de negócios.

2.3.1 Coassimetria e cocurtose

De maneira a incluir a influência da assimetria do mercado sobre o modelo de precificação de ativos, Rubinstein (1973) e Kraus e Lintzenberger (1976) desenvolveram o *CAPM* com o terceiro momento. A hipótese básica que sustenta a idéias dos autores é que a distribuição de frequência das taxas de retorno não são simétricas, o que induziria a preferência dos investidores por assimetria negativa. Um modelo de precificação coerente com as idéias de Kraus e Lintzenberger que inclui o terceiro momento difere do modelo tradicional do *CAPM* pela adição da terceira parte da equação, razão entre a covariância dos retornos do portfólio com o quadrado do retorno do mercado e o terceiro momento em torno da média do mercado que multiplica o quadrado do retorno do mercado.

A coassimetria e a cocurtose, segundo Lim (1989), são representadas pela introdução do terceiro e do quarto momento *CAPM*. O quarto momento é acrescentado para incorporar os efeitos da curtose, de acordo com Fang & Lai (1999), representando a inclusão da quarta parte ou da razão entre a covariância do retorno do portfólio com o cubo do retorno do mercado pelo quarto momento em torno da média do mercado. Estes representam um modelo de precificação com beta, assimetria e curtose sistemática. O índice i denota uma ação genérica e m o mercado de referência (mercado brasileiro). R_i e R_m denotam os respectivos retornos. O problema de investimento de um investidor é maximizar a expectativa de ganhos no final do período, o qual espera que o ganho possa ser representado, estatisticamente, pelo terceiro e quarto momento padronizados, respectivamente, para o cubo da volatilidade e a volatilidade elevada na quarta potência, conforme Catarina, Ceretta & Muller (2007).

$$E(R_i) - R_f = \alpha_1 \beta_{i,m} + \alpha_2 S_{i,m} + \alpha_3 K_{i,m} \quad [3]$$

com:

Risco Sistemático:

$$\beta_{i,m} = \frac{E\left[\left(R_i - \bar{R}_i\right)\left(R_m - \bar{R}_m\right)\right]}{E\left[\left(R_m - \bar{R}_m\right)^2\right]}, \quad [4]$$

Assimetria Sistemática:

$$S_{i,m} = \frac{E\left[\left(R_i - \bar{R}_i\right)\left(R_m - \bar{R}_m\right)^2\right]}{E\left[\left(R_m - \bar{R}_m\right)^3\right]}, \quad [5]$$

Curtose Sistemática:

$$K_{i,m} = \frac{E\left[\left(R_i - \bar{R}_i\right)\left(R_m - \bar{R}_m\right)^3\right]}{E\left[\left(R_m - \bar{R}_m\right)^4\right]}, \quad [6]$$

onde: a) R_i é o retorno do ativo, \bar{R}_i é a expectativa de retorno do ativo i , R_m é o retorno do mercado, \bar{R}_m é a expectativa de retorno do mercado m , S é o terceiro momento e K é o quarto momento;

b) α_1 , α_2 e α_3 , Harvey & Siddique (2000), são, respectivamente, o incremento pelo risco β , o decréscimo em função da assimetria sistemática S e o incremento em função da curtose sistemática K . Estes três alfas são dados por:

$$\alpha_1 = \frac{dE(R_i)}{d\sigma^2(R_i)} \sigma^2(R_m) = (R_{m,t} - R_{f,i}) \quad , \quad [7]$$

$$\alpha_2 = \frac{dE(R_i)}{dS^3(R_i)} S^3(R_m) = (R_{m,t} - E(R_m))^2 \quad , \quad [8]$$

$$\alpha_3 = \frac{dE(R_i)}{d\sigma^2(R_i)} K^4(R_m) = (R_{m,t} - E(R_m))^3 \quad . \quad [9]$$

E assim, o modelo cúbico ou de quarto momento do *CAPM* fica:

$$E(R_i) - R_f = \alpha + \beta_{i,m} (R_{m,t} - R_{f,i}) + S_{i,m} (R_{m,t} - E(R_m))^2 + K_{i,m} (R_{m,t} - E(R_m))^3 \quad [10]$$

onde, $\beta_{i,m}$ é uma *proxy* do risco sistemático, $S_{i,m}$ é uma *proxy* da assimetria sistemática e $K_{i,m}$ é uma *proxy* da curtose sistemática.

Fang & Lai (1999) demonstram que, na presença de curtose, a taxa de retorno esperada em excesso deverá estar relacionada não somente com a variância e assimetria sistemáticas, mas também com a curtose sistemática. Portanto, o retorno esperado em excesso deverá ser maior com o aumento da variância e da curtose sistemática e, de forma contrária, deverá ser menor com o aumento da assimetria sistemática.

Em estudos anteriores, Kraus e Litzenberger (1976), ao testar o modelo *CAPM* com a inclusão do terceiro momento, confirmaram a argüição de Arditi (1967) de que a aversão ao risco diminui com o aumento da riqueza, ou seja, o prêmio pela assimetria tem sinal oposto à assimetria do mercado. Lim (1989) obteve resultados que sustentam a idéia de que os investidores preferem a co-assimetria quando as taxas de retorno do mercado apresentam assimetria positiva e são avessos a co-assimetria quando as taxas de retorno possuem assimetria negativa.

Fang e Lai (1999) incorporaram os efeitos da assimetria e da curtose no modelo de precificação de ativos ao estudarem 27 portfólios compostos por ações listadas na *NYSE - New York Stock Exchange*, que abrangeu três sub-períodos de tempo compreendidos entre 1974 e 1988. Os resultados sustentam a afirmação de que a assimetria e a curtose estão relacionadas ao retorno, não somente à variância sistemática.

Cunhachinda et al. (1997) ao analisar a assimetria, obteve como resultados que a incorporação do terceiro momento no processo de precificação dos ativos gera uma grande alteração na construção do mesmo e que os investidores trocam retorno esperado por assimetria. Estes resultados são condizentes com os de Peiró (1999) que demonstrou que a preferência por assimetria é um fator extremamente importante e não deve ser ignorada no processo de avaliação de ativos arriscados.

Harvey & Siddique (2000), ao estudar os efeitos da assimetria, obtiveram como resultados, ao analisar portfólios de ações da *NYSE*, evidências que a co-assimetria é importante e ajuda a explicar a variação contemporânea dos retornos dos ativos, incorporar aos mesmos um prêmio de 3,6% ao ano.

A seguir é apresentada a metodologia utilizada para a realização do trabalho, além dos resultados obtidos e das conclusões.

3 METODOLOGIA

Nesta seção estão apresentadas as características do estudo proposto, bem como os procedimentos que serão efetuados para o teste das hipóteses pré-estabelecidas.

3.1 Classificação da Pesquisa

Vergara (2000) apresenta uma taxonomia para a tipificação de pesquisas considerando basicamente dois aspectos: fins e meios. Tomando-se por base esta classificação, pode-se dizer que a pesquisa proposta é descritiva quanto aos fins, e documental e de séries temporais quanto aos meios. Descritiva porque busca expor algumas características do mercado à vista financeiro do Brasil, estabelecendo correlações entre variáveis. Documental, pois utiliza materiais publicados em livros, revistas, jornais, redes eletrônicas, registros, anais, a fim de dar suporte ao referencial teórico; e de análise de séries temporais, pois utiliza os dados reais passados das ações que compõem o índice Bovespa.

3.2 Série Temporal

A série temporal será composta pelo preço de fechamento das 66 ações de maior liquidez da Bolsa de Valores de São Paulo, e que compunham o índice Bovespa em maio de 2008. A análise de dados considera observações diárias de 2 de janeiro de 1996 até 30 de maio de 2008 totalizando 3072 observações.

3.3 Tratamento dos Dados

O tratamento dos dados consiste na aplicação do software “R” na análise quantitativa, estatística, com o uso de modelos de regressão múltipla que avaliam a influência do desvio-padrão, assimetria e curtose das 66 observações (papéis que compõem o IBOVESPA); e que avaliam a influência da variância sistemática (beta), da assimetria sistemática (coassimetria) e da curtose sistemática (cocurtose), também para as 66 observações.

Na análise estatística, para o teste de estacionariedade do modelo, aplicar-se-á o teste da raiz unitária *ADF* de Dickey-Fuller, (GUJARATI, 2006). Também serão aplicados a análise gráfica, o teste de correlograma e o teste *F*. O teste *ADF* tem por base a regressão [11]:

$$\Delta y_t = \alpha + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \delta \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t, \quad [11]$$

em que y é o retorno da ação ou o volume negociado no dia t , α , γ e δ são parâmetros do modelo, p é a ordem dos regressores, e ε_t representa o ruído branco do modelo que, conforme Gujarati (2006), é um termo de erro aleatório não correlacionado com média zero e variância constante σ^2 . O teste de raiz unitária verifica se a hipótese nula de uma única raiz na geração do processo estocástico ($\gamma=0$) é para apenas a alternativa de lado único ($\gamma<0$). A equação do teste *ADF*, de acordo com Tsay (2005), é [12]:

$$ADF - Test = \frac{\gamma}{std(\gamma)}, \quad [12]$$

em que $std(\gamma)$ é o desvio padrão do parâmetro γ para um modelo *AR(p)* (Autoregressivo de ordem p), e $\gamma = Y - 1$, sendo Y o parâmetro para um modelo *ARIMA(p,d,q)* (Autoregressive Integrated Moving-Average), em que d é a primeira diferença e q é a ordem do choque da média móvel.

O teste *ADF* é realizado em cada uma das 66 ações da série temporal amostrada. Gujarati apresenta também outros métodos que poderiam ser utilizados para o teste da raiz unitária, como o de significância de mais de um coeficiente - o teste de Phillips-Perron, o teste de Perron e Ng, o teste de Elliot, o teste de Rothenberg e Stock, e o teste de Fuller e Leybourne; diferindo apenas no tamanho e na potência do testeⁱⁱⁱ.

O teste de Phillips-Perron utiliza a própria regressão de Dickey-Fuller, semelhante a um autoregressivo de ordem 1 (*AR(1)*), propondo um método não-paramétrico de controle para autocorrelações seriais de ordens elevadas. Perron e Ng (1996) propuseram testes de raízes unitárias modificados que têm propriedades em amostras finitas muito melhores na presença de raízes negativas elevadas no componente da média móvel de processos *ARMA*.

Para confirmação da raiz unitária, o teste *KPSS* é empregado. O teste *KPSS* apresenta como hipótese nula a estacionaridade, de acordo com Kwiatkowski et al. (1992), ao contrário do teste *ADF*, que apresenta a raiz unitária como hipótese nula. De acordo com Mendonça e Pires (2006), o teste *KPSS* é um teste confirmatório dos testes que têm a hipótese de raízes unitárias como nula. Dado que as hipóteses nulas são opostas, a ocorrência de resultados opostos, ou seja, a rejeição da hipótese nula em um teste e não rejeição no outro confirmariam as conclusões acerca da presença de raízes unitárias na série temporal.

Caso a série não seja estacionária, é preciso transformá-la. O método de transformação da série depende de a série ser estacionária em diferenças ou estacionária em tendência (GUJARATI, 2006).

Para avaliação das regressões faz-se uso do teste de significância t de Student, do teste de significância F de Snedecor para a regressão e do valor p , além da análise do coeficiente de determinação ajustado (R^2 Ajustado).

De acordo com Sartoris (2003), o F estatístico é calculado como [13]:

$$F = \frac{SSE_0 - SSE}{SSE} * \frac{N - 2p - 1}{p}. \quad [13]$$

Em [13], SSE_0 denota o somatório do quadrado do resíduo do modelo de regressão, restringido por $\beta_i = 0$ ($i = 1, \dots, p$); SSE é o somatório do quadrado dos resíduos da equação irrestrita, e N é o número de observações.

Ainda de acordo com Sartoris (2003), o coeficiente de determinação, R^2 , é a porcentagem da variação da variável dependente explicada pelas variáveis independentes. O R^2 Ajustado é uma alternativa a utilização do R^2 e é menor que ou igual a este (“igual a” somente quando o número de parâmetros for igual a 1). Adicionando variáveis independentes ao modelo o R^2 aumentará. Adicionar variáveis independentes ao modelo pode aumentar ou diminuir o R^2 Ajustado (Podendo ser até negativo), o que permite verificar qual é o incremento no poder de explicação a inclusão de mais uma variável independente.

3.4 Hipóteses

O estudo foca basicamente seis hipóteses para a mensuração do preço das ações. São elas:

A primeira, H1, pressupõe que tanto a coassimetria como a cocurtose não são significativas. Esta hipótese será testada contra a hipótese alternativa de que eles, sistematicamente, apresentam significância, H2.

- Hipótese um (H1): não há uma melhoria na precificação das ações brasileiras com o uso da coassimetria e da cocurtose. Este valor será obtido com o cálculo do teste F , com F menor que 1,96,
- Hipótese dois (H2): há significância estatística da coassimetria e da cocurtose, medido com o teste de significância F , com F maior que 1,96,
- Hipótese três (H3): não há significância estatística da coassimetria, medida com o teste de significância t de Student, com t menor que 1,96,
- Hipótese quatro (H4): há significância estatística da coassimetria, medida com o teste de significância t de Student, com t maior que 1,96,
- Hipótese cinco (H5): não há significância estatística da cocurtose, medida com o teste de significância t de Student, com t menor que 1,96,
- Hipótese seis (H6): há significância estatística da cocurtose, medida com o teste de significância t de Student, com t maior que 1,96.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos resultados está dividida em 6 seções que são: apresentação das ações que compõem o índice Ibovespa, análise descritiva das variáveis, análise da estacionariedade das variáveis, medidas de dispersão das ações, coeficientes estimados no relacionamento entre retorno esperado e suas medidas de dispersão, coeficientes estimados para os modelos de mercado no período estudado e resumo dos resultados obtidos.

4.1 Carteira do Ibovespa

Na carteira do Ibovespa em 30 de maio de 2008, somente 10 papéis são responsáveis por mais 50% da participação do índice Ibovespa: Petrobrás PN - PETR4, Vale PN- VALE5, Bradesco PN - BBDC4, Vale ON -VALE3, Itaú PN - ITAU4, Usiminas PN - USIM5, Unibanco UNT - UBBR11, Companhia Siderúrgica Nacional ON - CSNA3, Petrobrás ON - PETR3 e Gerdau PN - GGBR4. E mais de 50% dos papéis que compõem o índice possuem participação menor do que 1%. A maior concentração de ações é do tipo preferencial – 40 papéis, e 27 papéis do tipo ordinária.

Essa constatação mostra que, em sua maioria, os papéis mais líquidos são as de ações que possuem preferência nos dividendos mas que não dão poder dentro das corporações, como as ações ordinárias, o que indica uma preferência pelo mercado em atuar de forma especulativa e não com o intuito de obter poder dentro das empresas.

Entre as dez corporações de maior participação no índice Ibovespa, que representa mais de 80% da liquidez dos papéis negociados na bolsa de São Paulo, estão empresas ligadas ao setor de minas e energia, siderurgia e metalurgia e instituições financeiras: a Petrobrás, Vale e Usiminas do setor de minas e energia, a Siderúrgica Nacional e a Gerdau do setor de siderurgia e metalurgia; e o Bradesco, Itaú e Unibanco do setor financeiro.

4.2 Estatística descritiva das variáveis

Pode-se observar a análise descritiva da variável retorno das ações que compõem o índice Bovespa. São apresentadas as médias, variâncias, assimetrias e curtoses. As variáveis possuem em sua totalidade característica platicúrtica, curtose maior que 0,263, sendo de com caudas longas e achatadas.

O retorno das ações possui assimetria negativa em 20 papéis e assimetria positiva em 47, o que significa que, em sua grande maioria, a moda e mediana do retorno são menores do que a média, havendo retorno normalmente menor do que o esperado.

Entre as dez ações mais líquidas do índice, a PETR4, BBDC4, USIM5, UBBR11, PETR3 e GGBR4 possuem assimetria negativa, ou seja, são interessantes investimentos porque possuem moda e mediana maiores do que o retorno esperado.

4.3 Análise da estacionariedade das variáveis

A análise da estacionariedade das variáveis, isto é, se elas possuem mais de uma raiz, pelo teste *ADF* e *KPSS*.

No teste *ADF* a hipótese nula é de raiz unitária, sendo a série estacionária se houver rejeição da hipótese nula, ou seja, o *p*-valor menor do que 5% para 95% de confiança.

A maioria das ações possui estacionariedade do retorno, com exceção da série das ações da ELET3, CPFE3, USIM3 e CCPR3.

No teste confirmatório *KPSS*, que possui como hipótese nula a estacionariedade, portanto, para que a série seja estacionária é preciso *p*-valor maior do que 5% para uma confiança de 95%. Com o teste de confirmação *KPSS*, mais robusto, apenas as séries dos papéis da BRAP4 e da GOLL4 não são estacionárias.

4.4 Medidas de dispersão das ações

As medidas de dispersão das ações em relação a *proxy* de mercado. Os valores de beta maiores do que 2,0 significa que a ação movimenta-se duas vezes com maior reação ou risco que o mercado. Se for 1,0 significa que se movimenta na mesma direção, ou seja, significa que possui a mesma reação ou risco que o mercado (isto é, risco médio). Se o valor é de 0,5 quer dizer que possui apenas a metade da reação ou risco que o mercado. Zero se não é afetada pelos movimentos dos mercados, -0,5 a ação movimenta-se em apenas a metade da reação ou risco que o mercado, -1,0 o título movimenta-se na direção oposta ao mercado, apresentando a mesma reação ou risco que o mercado (isto é, risco médio) e -2,0 indica que o papel possui reação ou visão duas vezes maior que o mercado.

Como se observa, a PETR4 é a ação mais sensível às variações de mercado, seguido da VALE5, ELET6, VIVO4 e CSNA3.

Na análise da assimetria, se esta for positiva, significa que possui uma moda e mediana menores do que o valor esperado, e portanto, há uma frequência maior de valores menores do que o valor esperado; e se negativa possui moda e mediana maiores do que a média. Como se observa, a PETR4 e a VALE5 são as que possuem maior assimetria positiva.

Na análise da curtose se a ação possui curtose maior que 0,263, chama-se platicúrtica, portanto com caudas longas e achatadas, se menor do que 0,263 chama-se leptocúrtica, ou seja, com caudas curtas e ponteguda. As variáveis possuem, em sua totalidade, característica platicúrtica, mais uma vez apresentando maior sensibilidade as ações da PETR4 e da VALE5.

4.5 Coeficientes estimados no relacionamento entre retorno esperado e suas medidas de dispersão

A análise da relevância ou não dos indicadores de assimetria e curtose para entendimento dos dados dos ativos é inicialmente investigada em relação aos seus próprios valores. Na Tabela 1 são apresentados os parâmetros estimados e seus respectivos testes de significância estatística. Na parte superior da Tabela é apresentado o prêmio pelo desvio-padrão quando este é utilizado como única variável explicativa. Nessa situação o modelo não ajuda a explicar o comportamento do retorno das ações. A inclusão da assimetria melhora a explicação do modelo, atuando a favor do aumento da rentabilidade, da mesma forma que a inclusão do prêmio pela curtose. No entanto, o R^2 ajustado em todos os modelos é muito baixo, o que significa que as medidas de dispersão não são bons parâmetros para explicar o retorno das ações em relação ao mercado.

TABELA 1- Coeficientes estimados no relacionamento entre retorno esperado e suas medidas de dispersão.

Modelo de Mercado	Constante b_0	Prêmio pelo Desvio Padrão b_1	Prêmio pela Assimetria b_2	Prêmio pela Curtose b_3	R^2 Ajustado	F de Snedecor
Modelo 1	0.00732 ** (0.0007430)	0.82540 (0.0012482)	-	-	-0.01462	0.8254
Modelo 2	0.376 (3.459e-04)	0.814 (1.322e-03)	0.164 (1.193e-05)	-	0.0005215	0.3674
Modelo 3	0.998 (1.308e-06)	0.772 (1.623e-03)	0.184 (1.134e-05)	0.226 (1.054e-05)	0.008233	0.3235

Modelo 1 $r_i = b_0 + b_1\sigma_i + \varepsilon_i, i = 1, \dots, 66;$

Modelo 2 $r_i = b_0 + b_1\sigma_i + b_2S_i + \varepsilon_i, i = 1, \dots, 66;$

Modelo 3 $r_i = b_0 + b_1\sigma_i + b_2S_i + b_3k_i + \varepsilon_i, i = 1, \dots, 66.$

4.6 Coeficientes estimados para os modelos de mercado no período estudado

Na Tabela 2 são apresentados os coeficiente estimados pelos três modelos de mercado. Os coeficientes estimados são os prêmios associados pelos modelos para a variância, assimetria e curtose sistemática. Agora, procuram-se evidências de relacionamento entre retorno médio e suas co-oscilações com a *proxy* de mercado. Os coeficientes estimados pelos modelos que incorporam o terceiro e o quarto momento (Modelos 2 e 3), não identificam nenhuma associação significativa com o retorno médio, variância, assimetria e curtose sistemática.

TABELA 2- Coeficientes estimados para os modelos de mercado no período estudado.

Modelo de Mercado	Constante b_0	Prêmio pela variância sistemática b_1	Prêmio pela Assimetria sistemática b_2	Prêmio pela Curtose sistemática b_3	R^2 Ajustado	F de Snedecor
Modelo 1	0.140 (5.031e-04)	0.334 (8.658e-06)	-	-	-0.0008123	0.3341

Modelo 2	0.263 (4.427e-04)	0.443 (7.502e-06)	0.760 (2.954e-06)	-	-0.01518	0.6005
Modelo 3	0.256 (4.534e-04)	0.811 (3.416e-06)	0.964 (-6.048e-07)	0.693 (7.343e-06)	-0.02893	0.7600

Modelo 1 $r_i = b_0 + b_1\beta_i + \varepsilon_i, i = 1, \dots, 66;$

Modelo 2 $r_i = b_0 + b_1\beta_i + b_2Y_i + \varepsilon_i, i = 1, \dots, 66;$

Modelo 3 $r_i = b_0 + b_1\beta_i + b_2Y_i + b_3\delta_i + \varepsilon_i, i = 1, \dots, 66.$

No entanto, o coeficiente de determinação ajustado melhora em mais de 20 vezes com a inserção da assimetria sistemática (0.01518 é aproximadamente 20 vezes 0.0008123) e 40 vezes com a inserção simultânea da assimetria sistemática e da curtose sistemática (0.02893 é aproximadamente 40 vezes 0.0008123).

A inclusão do terceiro e quarto momento no modelo básico de precificação não contribuem, de maneira relevante (valores extremamente baixos), para o entendimento de relacionamento entre as variáveis, risco e retorno, no processo de identificação do retorno médio das ações que compõem o índice Ibovespa.

5 CONCLUSÃO

Neste estudo foi investigada a relevância da inclusão de informações de momentos superiores no modelo básico de precificação de ativos - *CAPM*. Isto significa a inclusão de informações sobre a coassimetria e a cocurtose no processo de formação de retornos médios das ações que compõem o índice Ibovespa, considerando-se um índice igualmente ponderado dos 66 ativos que formaram o índice em 30 de maio de 2008 como *proxy* de mercado.

Os resultados obtidos identificaram que existe excesso de curtose entre as variáveis, que possuem características platicúrticas, comparadas a uma distribuição normal, ou seja, as distribuições possuem caudas pesadas como é comum em séries de ativos financeiros.

Os testes *ADF* e *KPSS* apontaram comportamento estacionário para as variáveis. Esse resultado torna confiável a inferência sobre os parâmetros estudados com base nos testes *t*, *F* e no coeficiente de determinação. Os parâmetros estimados para o desvio-padrão, assimetria e curtose não foram significativos. O modelo, que inclui todos os fatores é o que se apresenta mais significativo em relação à rentabilidade média das ações. No entanto, apesar dos prêmios pelo desvio-padrão, assimetria e curtose serem positivos, o coeficiente de determinação ajustado possui um valor muito baixo para os paradigmas econômicos.

Na análise dos resultados da relação entre os retornos médios com as variáveis variância, assimetria e curtose sistemáticas pode-se afirmar que a inclusão das variáveis de momentos superiores melhora o desempenho do modelo básico que considera apenas a variância sistemática, em mais de 20 vezes com a inserção da assimetria sistemática e 40 vezes com a inserção simultânea da assimetria sistemática e da curtose sistemática. Porém, o R^2 ajustado continua apresentando valores muito baixos para sua aplicação econômica, o que sustenta a teoria do modelo de índice único de Sharpe (1964).

Como sugestão, deixa-se a possibilidade de incluir mais variáveis na regressão a fim de buscar desenvolver uma forma de precificação mais precisa que o modelo de Sharpe (1964).

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARDITI, F. D. Risk and the required return on equity. **Journal of Finance**. v. 22, n. 1, p. 19-36, 1967.
- BERENYI, Z. **Measuring hedge fund risk with multi-moment risk measures**, working paper, 2002.
- CATARINA, S. F. G.; CERETTA, P. S.; MULLER, I. Precificação de ativos incorporando momentos superiores. **ESTE 2007 - XII Escola de Séries Temporais e Econometria**, 2007.
- CHRISTIE-DAVID, R.; CHAUDRY, M. **Coskewness and cokurtosis in futures markets**, *Journal of Empirical Finance*, vol.8, p. 55-81, 2001.
- CHUNG, P.; JOHNSON, H.; SCHILL, M. **Asset pricing when returns are non normal: Fama- French factors vs higher order systematic co-moments**, working paper, 2001.
- CUNHACHINDA, P.; DANDAPANI, K.; HAMID, S.; PRAKASH, A. J. Portfólio selection and skewness: evidence from international stock markets. **Journal of Banking and Finance**. v. 21, p. 143-343, 1997.
- FANG, H. LAI, T. Y. Cokurtose and Capital Asset Pricing. **The Financial Review**. v. 32, n. 2, p. 427-465, 1999.
- GAMBA, A.; ROSSI, F. A. **A three-moment based capital asset pricing model. Proceeding of the Workshop on Convexity and Parallel Computing**. University of Verona, Verona, p. 113-129, 1997.
- GAMBA, A.; ROSSI, F. **Mean-variance-skewness analysis in portfolio choice and capital markets**, working paper, 1998.
- GOLEC, J., TAMARKIN, M. Bettors love skewness not risk at the horse tracks, **Journal of Political Economy**, volume 106, 1998, p. 205-225.
- GROPELLI, A. A.; NIKBAKHT, E. **Administração Financeira**. 2 ed. São Paulo: Ed. Saraiva, 2005.
- GUJARATI, D. N. **Econometria Básica**. São Paulo: Bookman, 2006.
- HARVEY, C. The drivers of expected returns in international markets, working paper, 2000.
- HARVEY, C.; SIDDIQUE, A. Conditional skewness in asset pricing tests, **Journal of Finance**, vol.3, Junho de 2000, p.1263-1295.
- Hwang, S., Satchell, S., 1999, Modeling **emerging market risk premia using higher moments**, working paper.
- INGERSOLL, J.; Multidimensional security pricing, **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, volume 10, 1975, p. 785-798.
- JURCENZKO, E.; MAILLET, B., 2002, **The four-moment Capital Asset Pricing Model: some basic results**, working paper, 2002.
- KRAUS, A.; LITZENBERGER, R. Skewness preference and the valuation of risky assets, **Journal of Finance**, volume 31, p. 1085-1100, 1976.
- KWIATKOWKI, D. Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root. How sure are we that economic time series have a unit root? **Journal of Econometrics**, 54, 1992, p. 159-178. North-Holland. Disponível em: <<http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catmetec/material/KPSS.pdf>>. Acesso em: 10 Novembro, 2008.

LIM, K. G. A new test of the three moment capital asset pricing model. **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, v. 31, p. 205-216, June, 1989.

LO, A. **Risk management for hedge funds: introduction and overview**, working paper, 2001.

MENDONÇA, H. F.; PIRES, M. C. Liberalização da Conta de Capitais e Inflação: A Experiência Brasileira no Período Pós-Real. **Estudos Econômicos**. São Paulo, v. 36, n. 1, p. 149-179, Janeiro-Março, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ee/v36n1/v36n1a07.pdf>>. Acesso em: 06 Abr 2008.

PEIRÓ, A. Skewness in financial returns. **Journal of Banking and Finance**. v. 23, p. 847-862, 1999.

RANALDO, A.; FAVRE, L. How to Price Hedge Funds: From Two- to Four-Moment CAPM. **Edhec Risk And Asset Management Research Center**. Disponível em: <http://www.fmpm.ch/docs/7th/Papers_SGF_2004/SGF720.pdf> Acesso em: 18 Junh 2007.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J. F. **Administração Financeira**. Corporate Finance. São Paulo: Atlas, 1995.

RUBINSTEIN, M. The fundamental theorem of parameter preference security valuation. **Journal of Financial and Quantitative Analysis**. v. 8, p. 61-69, January, 1973.

SARTORIS, A. **Estatística e Introdução à Econometria**. São Paulo: Ed, Saraiva, 2003.

SHARPE, W. 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.

TSAY, R. S. **Analysis of Financial Time Series**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2005.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 2000.

ⁱ Termo utilizado para um índice que representa o mercado, no caso o Índice IBOVESPA.

ⁱⁱ Retorno é o aumento do preço no tempo t relativamente ao tempo $t-1$.

ⁱⁱⁱ Potência do teste, para Gujarati (2006), é a capacidade de rejeitar a hipótese nula da raiz unitária, sendo ela falsa, diminuindo o risco de erro Tipo I (Rejeitar H_0 sendo H_0 verdadeira).