

# CAPM TEÓRICO *VERSUS* CAPM EMPÍRICO: SUGESTÃO PARA ESTIMATIVA DO BETA NAS DECISÕES FINANCEIRAS

**Pablo Rogers**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO / UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

**José Roberto Securato**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

## Resumo

O cálculo do retorno esperado de um ativo tem papel crucial na área de finanças. Modelos que embasam esse cálculo, como o *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), têm sido consistentemente criticados, essencialmente devido suas invalidades empíricas. No entanto, alguns teóricos advogam que o problema não está na teoria do CAPM, mas nas estimativas, principalmente do beta, que utilizamos para calcular o retorno esperado. Ou seja, a questão está no empirismo que empregamos para calcular o retorno esperado dos ativos através do CAPM. Pois bem, nesse trabalho se propõem utilizarmos a lógica inversa: dado que o CAPM é verdadeiro, qual seria a melhor estimativa do beta? Em essência, sugere-se um método alternativo para estimar os retornos esperados, coadunando os preceitos teóricos do CAPM e o empirismo da *Arbitrage Pricing Theory* (APT). Essa metodologia, livremente denominada de Beta Prêmio, foi avaliada empiricamente em comparação ao CAPM e outro famoso modelo na área de finanças: 3-Fatores de Fama e French. A metodologia do Beta Prêmio passou facilmente no “clássico” teste em duas etapas (estimativas por regressões de séries temporais e posterior validação em regressões *cross section*), e apresentou-se consistentemente superior na análise de robustez desenvolvida adiante. O resultado desse trabalho tem implicação contundente nas principais funções da área de finanças, fundamentalmente porque nos faz meditar sobre a estimativa do custo de oportunidade empregada nas decisões financeiras e a avaliação dos preços dos ativos.

## 1. Introdução

O *Capital Asset Pricing Modelo* (CAPM), desenvolvido por Sharpe (1964), Litner (1965) e Mossin (1966) a partir das conclusões do trabalho de Markowitz (1959), é um dos paradigmas do campo de finanças: de um lado é um modelo lógico e intuitivo baseado numa sólida fundamentação teórica, de outro lado as hipóteses subjacentes para sua construção apresentam-se muito restritivas e tem sido rejeitadas ao longo dos anos. O modelo propõe, basicamente, que o único fator de risco que afeta o retorno esperado dos ativos está relacionado ao risco de mercado (risco sistêmico), capturado pelo beta do ativo.

No entanto, alguns pesquisadores encontraram evidências empíricas mostrando que existem outros fatores de risco que estão associados aos retornos observados nas ações (FAMA e FRENCH, 1992). A inclusão de novos fatores, exceto o mercado, para explicar o retorno das ações, é justificada pela *Arbitrage Pricing Theory* (APT), desenvolvida inicialmente por Ross (1976). A APT não estabelece quais ou quantos fatores são necessários para explicar o retorno esperado, sendo seus modelos construídos empiricamente.

De acordo com Grinblatt e Titman (2005, p.181), existem três maneiras de estimar os fatores de risco em um modelo APT: i) utilizar um procedimento puramente estatístico, como uma análise fatorial, para estimar fatores e a sensibilidade dos retornos a eles; ii) utilizar séries temporais de variáveis macroeconômicas, como mudanças na taxas de juros e mudanças na atividade econômica, na condição de aproximações para os fatores comuns; iii)

utilizar características da empresa, como o tamanho, sabendo de seu relacionamento com os retornos acionários, para formar carteiras de fator.

As características das empresas que explicam o excesso de retorno das ações são denominadas anomalias de mercado e vão de encontro à fundamentação teórica do CAPM. Fama e French (1992, 1993 e 1996) explicam a existência de anomalias relacionadas ao tamanho da firma (*size effect*) e relação valor contábil / valor de mercado (*book-to-market effect*) e documentam que estratégias de valor – investir em ações que possuem baixos preços com relação aos preços históricos e valor patrimonial – produzem sistematicamente maiores retornos que estratégias de crescimento – investir em ações que possuem alto valor de mercado (tamanho) e baixa relação valor contábil / valor de mercado. Nesse sentido, Fama e French (1992) propuseram e testaram um modelo multi-fatorial que capta três fontes de risco simultaneamente: i) o mercado (*market effect*); ii) o tamanho (BE); e iii) a relação valor contábil / valor de mercado (BE/ME). De acordo com os autores, esses três fatores explicariam grande parte dos retornos esperados que não podem ser determinados pelo CAPM.

A despeito de fortes evidências empíricas a favor do modelo 3-Fatores de Fama e French, Bornholt (2007, p.70) coloca que existem dois principais problemas com esse modelo. Primeiro, o método usado por Fama e French (1993) para construção dos fatores que mensuram o efeito tamanho e o efeito *book-to-market* é conduzido empiricamente e devem ser conhecidos *ad-hoc*. Como resultado, todos os esforços são fundamentados na observação do comportamento de variáveis utilizadas por analistas de investimentos, e pecam pela falta de fundamentação teórica que suporte a utilização de tais variáveis. Segundo, a atração prática do modelo é limitada pela necessidade de encontrar uma estimação segura das três sensibilidades dos fatores e os três prêmios de risco dos fatores.

Adicionalmente, coloca-se que ativos selecionados com base nas anomalias de retorno do passado, que só são fatores porque explicam acidentes históricos, podem não ser boas explicações de retornos esperados no futuro. Segundo Grinblatt e Titman (2005, p.168), existem evidências que sugerem que anomalias desaparecem a cada ano, à medida que os participantes dos mercados financeiros se tornam mais sofisticados. Como exemplo, os autores citam o fato que pequenas empresas não superaram o desempenho das grandes empresas nos 20 anos desde que o efeito tamanho tornou-se publicamente conhecido, no final da década de 80 e no começo da década de 1990.

Dada as deficiências do CAPM e do modelo 3-Fatores de Fama e French, os participantes do mercado financeiro necessitam de uma melhor metodologia para estimar os retornos esperados. Esse trabalho discute a metodologia do Beta Prêmio, originalmente apresentado por Bornholt (2007). O Beta Prêmio estimado é usado com uma mudança no CAPM e encontra-se sob a linha de mercado de título. A justificativa teórica da metodologia do Beta Prêmio é consistente com uma ampla variedade de modelos APT, incluindo o CAPM. Esse modelo inclui o risco-médio na precificação de ativos de capital e difere do CAPM pela forma de calcular o beta. Entretanto, qualquer que seja o modelo correto o Beta Prêmio tem o mesmo valor que o beta de risco-médio. Dessa forma, evita-se na metodologia do Beta Prêmio usar o beta do modelo errado. Em termos práticos, no cálculo do Beta Prêmio parte-se da hipótese inicial que o CAPM é verdadeiro, e dessa forma, estima empiricamente seu valor.

Considerações devem ser feitas ao efeito tamanho e *book-to-market* sobre o retorno esperado, encontrados por Fama e French (1993). No presente trabalho também são incorporados esses dois efeitos na análise e confrontados com a metodologia Beta Prêmio e o CAPM. A avaliação empírica dos modelos é feita para carteiras de ações com dados de bolsas norte-americanas no período Julho de 1967 a Dezembro de 2006. Duas justificativas

principais se destacam por essa pesquisa ter sido feita no mercado de capitais dos EUA: 1) é um mercado maduro e possui menos “imperfeições de mercado”: condição essa que causa grande impacto no CAPM; 2) possui um histórico de retornos bem maior do que qualquer outro mercado emergente: amostra grande é uma condição primordial no cômputo do Beta Prêmio.

Como procedimento de teste dos modelos utiliza-se a metodologia clássica em dois passos para modelos de equilíbrio geral. O primeiro passo consiste estimar o Beta do CAPM, o Beta Prêmio e as sensibilidades dos fatores de Fama e French por meio de uma regressão de séries temporais. Em um segundo passo, os betas e as sensibilidades aos fatores estimados, são utilizados como variáveis explicativas em uma regressão *cross section*. Os dois passos são procedidos em amostras de retornos em diferentes datas (amostra *ex-ante* / amostra *ex-post*) que em essência visa identificar qual modelo explica melhor retornos futuros.

Esse artigo está organizado da seguinte forma, além dessa introdução: a próxima seção apresenta a metodologia do Beta Prêmio e como ela coaduna com o CAPM e a APT. A seção três apresenta os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa, que em essência faz uma discussão do método de teste dos modelos. A análise dos resultados, discutidos na seção quatro, divide-se em duas subseções: i) a primeira, os testes dos modelos; e iii) a segunda, a robustez dos modelos, que se resume em testes das hipóteses clássicas de estimativa por mínimos quadrados ordinários e critério de informação para escolha de modelos. Por fim, na seção cinco são feitas algumas considerações finais a título de conclusão.

## 2. Metodologia do Beta Prêmio

Se existe  $i$  ativos de risco no mercado, a versão Sharpe-Litner-Mossin do CAPM pode ser escrita como na equação 1.

$$E(R_i) = R_F + \beta_i [E(R_M) - R_F] \quad [1]$$

Onde  $R_F$  denota a taxa livre de risco,  $E(R_i)$  e  $E(R_M)$  o retorno esperado do ativo e do mercado, respectivamente, e onde  $\beta_i = \text{cov}[E(R_i), E(R_M)] / \text{var}[E(R_M)]$  é o Beta do CAPM.

Note que o CAPM na sua versão original é expresso em termos de expectativas. Todas as variáveis estão escritas em termos de valores futuros. O beta relevante é o beta futuro do ativo.

Elton *et. al.* (2004, p. 296) colocam que como não existem dados sistematizados de expectativas em larga escala, quase todos os testes do CAPM têm sido feitos com valores passados ou observados das variáveis. Por isso, testar o modelo CAPM com dados passados é testar simultaneamente três hipóteses: i) o modelo de mercado é válido em todos os períodos; ii) o CAPM é válido em todos os períodos; e iii) o beta é estável. O modelo de mercado pode ser escrito como na equação 2.

$$\tilde{R}_{it} = \alpha_i + \beta_i \tilde{R}_{Mt} + \tilde{\epsilon}_{it} \quad [2]$$

O til sobre uma variável indica que a variável é aleatória. A suposição é de que os retornos dos ativos estão linearmente relacionados ao retorno de uma carteira de mercado. Nesse sentido, o valor esperado do retorno do ativo  $i$  é:

$$E(R_i) = \alpha_i + \beta_i E(R_M) \quad [3]$$

Onde  $E(\epsilon_{it}) = 0$ .

Portanto,

$$E(R_i) - \alpha_i + \beta_i E(R_M) = 0 \quad [3B]$$

Somando essa equação ao lado direito da equação 2 temos:

$$\tilde{R}_{it} = \alpha_i + \beta_i \tilde{R}_{Mt} + \tilde{\epsilon}_{it} + E(R_i) - \alpha_i - \beta_i E(R_M) \quad [3C]$$

$$\tilde{R}_{it} = E(R_i) + \beta_i [\tilde{R}_{Mt} - E(R_M)] + \tilde{\epsilon}_{it} \quad [4]$$

A equação 4 apresenta que o retorno de um ativo é composto por uma parte esperada [ $E(R_i)$ ] e por outra parte inesperada. Em relação à parte inesperada, o único fator que causa variação na taxa de retorno do ativo é o mercado. Note entretanto, que apenas as variações inesperadas no retorno do mercado [ $\tilde{R}_{Mt} - E(R_M)$ ] causa variação no retorno do ativo. Essa lógica intuitiva sobre explicação do preço de equilíbrio dos ativos com risco em relação à um fator é desenvolvida por Ross (1976), onde o mesmo lança a base teórica da APT. Substituindo o valor  $E(R_i)$  dado pela equação 1 do CAPM na equação 4, temos:

$$\tilde{R}_{it} = R_F + \beta_i [E(R_M) - R_F] + \beta_i [\tilde{R}_{Mt} - E(R_M)] + \tilde{\epsilon}_{it} \quad [4B]$$

$$\tilde{R}_{it} = R_F + \beta_i [E(R_M) - R_F + \tilde{R}_{Mt} - E(R_M)] + \tilde{\epsilon}_{it} \quad [4C]$$

$$\tilde{R}_{it} = R_F + \beta_i (\tilde{R}_{Mt} - R_F) + \tilde{\epsilon}_{it} \quad [5]$$

O desmembramento da equação 5 apresenta que na verdade, o CAPM, que é um modelo de expectativa, é usado/estimado em termos de realizações. Seus defensores argumentam que as expectativas são, em média, e em seu todo, corretas. Portanto, em períodos longos, os eventos reais correspondem bem as expectativas (ELTON *et. al.*, 2004, p.296). Entretanto, como colocado, testar o CAPM com dados passados corresponde, na verdade, a testar simultaneamente, se o modelo de mercado e o CAPM são válidos em todos os períodos e se o beta é estável.

A despeito dessas hipóteses por trás do modelo, no seu desenvolvimento, o CAPM assume ainda que todos os investidores escolhem portfólios eficientes com base na média-variância (ver por exemplo: ROSS, WESTERFIELD e JAFFE, 1995; REILLY e NORTON, 2003; COPELAND, WESTON e SHASTRI, 2005). Autores como Bawa e Lindenberg (1977), Kaplanski (2004) e Bornholt (2007) criticam a premissa da média-variância e apresentam alternativas de risco-médio baseados na APT. Bornholt (2006) estende essas alternativas, derivando uma classe de medidas de risco-médio baseados na APT, incluindo o CAPM como caso especial. O autor prova que essas medidas são consistentes com a teoria da utilidade esperada e com a hipótese de aversão ao risco. De acordo com Bornholt (2007), a medida de risco que os investidores assumem determina o valor do beta, devendo esse ser reescrito em forma de risco-médio. O beta de risco-médio, de acordo com o autor, pode ser escrito na hipótese do CAPM ser verdadeiro. Reescrevendo a equação 1, temos:

$$\beta_i = \frac{E(R_i) - R_F}{E(R_M) - R_F} \quad \text{ou} \quad \beta_{r_i} = \frac{E(R_i) - R_F}{E(R_M) - R_F} \quad [6]$$

Onde o subscrito  $r$  diferencia a medida convencional do beta do beta de risco-médio.

Pode-se ver, segundo Bornholt (2007), que o beta correto é o de risco-médio, dado pela taxa do prêmio pelo risco do ativo em relação ao prêmio pelo risco do mercado. Devido o prêmio pelo risco ser considerado em finanças a recompensa por assumir mais risco, a medida (taxa) apresentada na equação 6 pode ser chamada de Beta Prêmio (*Reward Beta*). Embora a

diferente definição de beta, os modelos de risco-médio estão sobre a linha de mercado de título, como o CAPM:

$$E(R_i) = R_F + \beta_i [E(R_M) - R_F] \quad [7]$$

De acordo com a metodologia do Beta Prêmio, o retorno esperado de um ativo envolve a estimação do lado direito da equação 7. A medida de sensibilidade  $B_{r_i} = [E(R_i) - R_F] / [E(R_M) - R_F]$  em relação ao fator mercado, diferente da convencional  $B_i = \text{cov}[E(R_i), E(R_M)] / \text{var}[E(R_M)]$  incluída no modelo da equação 7, é justificada pelo arcabouço teórico da APT (BORNHOLT, 2006). Todavia, antes de estimar e testar a metodologia do Beta Prêmio, sua versão deve ser compatível com a versão do modelo de mercado. Substituindo o valor  $E(R_i)$  dado pela equação 7 na equação 4, temos:

$$\tilde{R}_{it} = R_F + \beta_{r_i} [E(R_M) - R_F] + \beta_i [\tilde{R}_{Mt} - E(R_M)] + \tilde{\epsilon}_{it} \quad [8]$$

Nesse modelo, chamado por Bornholt (2007) de *reward beta model*, o retorno esperado do ativo  $i$  é determinado pelo Beta Prêmio, a taxa livre de risco e o prêmio pelo risco de mercado. O erro de especificação desse modelo implica que  $\beta_i$  na equação 8 é igual ao Beta do CAPM. O coeficiente  $\beta_i$  no *reward beta model* contribui com a volatilidade do retorno do ativo  $i$  e controla a covariância entre o retorno do ativo e do mercado, mas não afeta o valor esperado (exceto se  $\beta_i = \beta_{r_i}$ ). Isso significa que, embora o valor do Beta do CAPM pode ser usado *ex-post* para ajustar os dados ao modelo, não é relevante *ex-ante* para estimar os retornos esperados. Se o CAPM dominar, então  $\beta_i = \beta_{r_i}$  e o *reward beta model* pode ser reduzido à versão padrão do CAPM (equação 5).

A Figura 1 evidencia um pouco da discussão levantada no título desse artigo: CAPM Teórico *versus* CAPM Empírico. A parte (a) da figura mostra graficamente que na sua formulação teórica, o CAPM, é desenvolvido em termos de expectativas: sendo essas corretas, esperamos que o retorno futuro de um ativo esteja positivamente e linearmente relacionado com o retorno futuro do mercado, dado seu risco sistemático (lembre ainda que o beta relevante é o beta futuro do ativo).

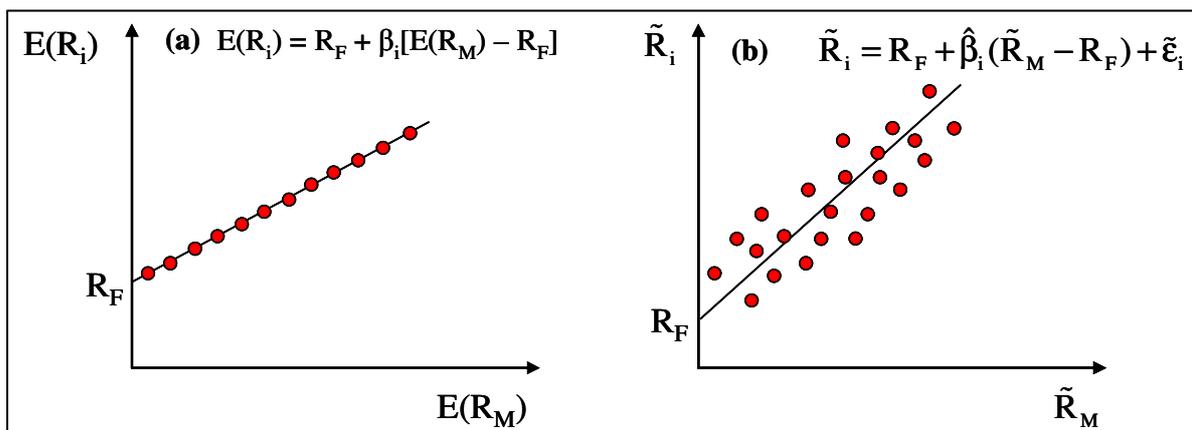


Figura 1 – CAPM Teórico *versus* CAPM Empírico

- (a) Gráfico que apresenta a formulação teórica do CAPM
- (b) Gráfico que apresenta a estimação empírica do CAPM

Entretanto, por não termos dados sistematizados de expectativas, utilizamos valores passados ou observados das variáveis para estimar o retorno esperado a partir do CAPM

Empírico. Logicamente, os pontos dispersos no plano retorno passado do ativo  $X$  retorno passado do mercado, nunca ajustarão perfeitamente a uma reta. Os métodos disponíveis para ajuste da reta, como os Mínimos Quadrados Ordinários, embutem erros de estimativas que podem super-avaliar ou sub-avaliar a estimativa de inclinação da reta (beta). Dessa forma, se a linha empírica realmente representar as oportunidades em termos de risco e retorno disponíveis no mercado, então, os diferenciais de retorno deveriam ser calculados em relação à linha empírica. Do contrário, o uso da linha empírica em lugar da linha teórica faria com que ativos cujos betas fossem menores do que um tivessem diferenciais de retornos menores (se os diferenciais fossem positivos), e os ativos com betas maiores do que um teriam diferenciais de retorno elevados.

Ora, se assumirmos que as expectativas são, em média, e em seu todo, corretas em períodos longos, os eventos reais correspondem bem as expectativas, e a equação básica do CAPM (equação 1) torna-se válida. Desse modo, o verdadeiro beta deve ser igual ao calculado na equação 6, e a melhor estimativa do seu valor esperado é dada pela média do prêmio pelo risco dividido pela média do prêmio pelo risco de mercado (equação 10). Em essência, são essas premissas adotadas na metodologia do Beta Prêmio.

### 3. Procedimentos Empíricos

O presente estudo compara o CAPM, a metodologia do Beta Prêmio e o modelo 3-Fatores de Fama e French. Os dois primeiros são discutidos na seção precedente e apresentados na equação 1 e 8, respectivamente. Fama e French (1993), baseados no arcabouço empírico da APT, investigaram o poder de explicação dos retornos de alguns fatores associados a características das empresas, tais como: tamanho (ME), relação valor contábil/valor de mercado (BE/ME), alavancagem, relação lucro/preço da ação. Eles constataram que tais variáveis conseguiam capturar uma parcela relevante do retorno das carteiras não explicado pelo Beta do CAPM.

Baseados nesses resultados, Fama e French (1993) propuseram o uso de um modelo de três fatores para explicar o retorno das ações: i) o excesso de retorno em relação ao mercado (fator mercado); ii) a diferença entre os retornos de carteiras de ações de empresas pequenas e grandes (fator tamanho = SMB, denotado por “*small minus big*”); e iii) a diferença entre os retornos de carteiras de ações de empresas de alta capitalização e baixa capitalização (fator relação valor contábil/valor de mercado = HML, denotado por “*high minus low*”). A equação do modelo apresenta-se como segue:

$$R_{jt} - R_{Ft} = \alpha_j + b_j(R_{Mt} - R_{Ft}) + s_jSMB_t + h_jHML_t + \varepsilon_{jt} \quad [9]$$

Onde,  $b_j$ ,  $s_j$  e  $h_j$  representam as sensibilidades em relação aos fatores mercado, tamanho e valor contábil/valor de mercado, respectivamente. O subscrito  $j$  na equação 9 denota que o modelo é estimado para carteiras, e o subscrito  $t$  apresenta que os coeficientes são estimados por uma regressão de séries temporais.

Em essência, Fama e French (1993) transformaram características relevantes das empresas em retornos. Grinblatt e Titman (2005, p. 198) discorrem que o modelo de 3-Fatores de Fama e French é composto por três carteiras de custo zero (ou seja, que se autofinanciam). De acordo com os autores, esses fatores representam: i) uma posição comprada em carteira de índice de valores ponderados e uma posição vendida em letras do Tesouro – a diferença entre o retorno realizado do índice de valores ponderados e o retorno dos títulos do Tesouro; ii) uma posição comprada em uma carteira de ações de baixo ME e uma posição vendida em uma carteira de ações de alto ME; e iii) uma posição comprada em uma carteira de ações de baixo BE/ME e uma posição vendida em ações de alto BE/ME.

Os fatores de Fama e French (1993) são construídos usando 6 carteiras ponderadas pelo tamanho e *book-to-market* (relação valor contábil/valor de mercado). As carteiras, construídas a cada final de Junho, são as intercessões das 2 carteiras formadas pelo ME e as 3 formadas pela taxa BE/ME. O ponto de corte das duas primeiras carteiras são baseados na mediana do ME em cada ano  $t$  da *New York Stock Exchange* (NYSE), e o ponto de corte das três últimas baseados no 30° e 70° percentil BE/ME do último ano fiscal (BE em Dezembro de  $t-1$  dividido por ME em Dezembro de  $t-1$  também da NYSE). O esquema representado na Figura 2 demonstra a formação das 6 carteiras.

		Mediana ME	
		Small Value	Big Value
70° BE/ME percentil	—	Small Neutral	Big Neutral
30° BE/ME percentil	—	Small Growth	Big Growth

Figura 2 – Esquema de formação das 6 carteiras baseadas no tamanho e *book-to-market* para construção dos Fatores SMB e HML

As carteiras de Julho a Junho de cada ano  $t+1$  incluem todas as ações da NYSE, *American Stock Exchange* (AMEX) e *National Association of Securities Dealers Automated Quotation System* (NASDAQ) com dados disponíveis para ME em Dezembro de  $t-1$  e Junho do ano  $t$ , e valores positivos de BE/ME em  $t-1$ . O fator SMB é a média do retorno das três carteiras de ações de empresas pequenas menos a média do retorno das três carteiras de ações de empresas grandes:  $SMB = 1/3 (Small Value + Small Neutral + Small Growth) - 1/3 (Big Value + Big Neutral + Big Growth)$ . O fator HML é a média do retorno das duas carteiras de ações de empresas com alto BE/ME menos o retorno das duas carteiras de ações de empresas com baixo BE/ME:  $HML = 1/2 (Small Value + Big Value) - 1/2 (Small Growth + Big Growth)$ . O retorno de mercado e a taxa livre de risco utilizada para formar o fator  $R_{Mt} - R_{Ft}$  foram, respectivamente: o índice CRSP (carteira formada por todas as ações da NYSE, AMEX e NASDAQ e ponderadas pelo valor de mercado) e o *T-bond* de 1 mês.

Posteriormente à construção dos fatores, Fama e French (1993) formaram 25 carteiras que foram usadas para testar seu modelo e evidenciar o efeito tamanho e *book-to-market* sobre o retorno das carteiras. Como discute Grinblatt e Titman (2005, p. 174-198), modelos desenvolvidos com base na APT, são melhores ajustados se aplicados em carteiras bem diversificadas do que retornos de ativos individuais. Além do mais, Elton *et. al.* (2004, p. 301) ressaltam que os retornos estimados a partir de carteiras tendem a atenuar o problema de independência e normalidade dos resíduos ( $\varepsilon_{it}, \varepsilon_{jt}$ ). Segundo os autores, “uma das maneiras de reduzir substancialmente o erro na estimação de beta é medir betas de carteiras, e não de títulos individuais” (ELTON *et. al.*, 2004, p.302). Black, Jensen e Sholes (1972) provam que caso os erros de mensuração dos betas sejam aleatórios, eles tendem a se cancelar e o erro agregado torna-se pequeno, quando os betas são estimados para carteiras.

A metodologia de formação das 25 carteiras é praticamente a mesma usada na formação das 6 carteiras para construção dos três fatores, exceto que se usa como ponto de corte os quintiles das variáveis ME e BE/ME. As 25 carteiras são construídas pela intercessão das 5 carteiras formadas baseadas em ME e 5 carteiras baseadas em BE/ME. No site de Kenneth R. French ([http://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french/Data\\_Library/](http://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french/Data_Library/)) são apresentados os dados das séries históricas dos três fatores e dos retornos das 25 carteiras no período Julho de 1926 a Dezembro de 2006.

Os testes desenvolvidos para comparar o CAPM, a metodologia do Beta Prêmio e o modelo 3-Fatores de Fama e French, são procedidos sobre as 25 carteiras de Fama e French (1993). De acordo com Bornholt (2007, p.72), a eficiência das estimativas da metodologia do Beta Prêmio e do CAPM depende de quão similar são os riscos entre as carteiras. Fama e French (1993 e 1996) argumentam que se os preços das ações são racionais, então o efeito tamanho e *book-to-market* devem ser fatores de risco oculto. Se aceitarmos a explicação do risco baseados nesses dois efeitos, então as carteiras formadas baseadas no ME e BE/ME são compostas de ações com riscos similares, e poderão ser tratadas para estimar o Beta Prêmio e o Beta do CAPM (BORNHOLT, 2007, p.73).

A maior parte dos testes do CAPM e seus variantes envolvem o uso de uma regressão com séries temporais (primeiro passo) para estimação dos betas, e o uso de uma regressão em *cross section* (segundo passo) para testar as hipóteses resultantes dos modelos. Nesse caso, os betas (sensibilidades) estimados no primeiro passo são usados como variáveis explicativas nas regressões *cross section* de segundo passo. Essa pesquisa, seguindo a mesma metodologia de Bornholt (2007), utiliza desse procedimento para comparar os três modelos: CAPM, Beta Prêmio e 3-Fatores de Fama e French. No primeiro passo o beta e as sensibilidades dos outros dois fatores de Fama e French (1993) são estimados de acordo com a equação 9, e o Beta do CAPM e Prêmio são estimados de acordo com as equações 10 e 11.

$$\bar{\beta}_{r_j} = \frac{(\bar{R}_j - \bar{R}_F)}{(\bar{R}_M - \bar{R}_F)} \quad [10]$$

$$\tilde{R}_{jt} - R_{Ft} = \beta_j(\tilde{R}_{Mt} - R_{Ft}) + \tilde{\epsilon}_{jt} \quad [11]$$

Onde o subscrito  $j$  indica que os retornos são calculados para carteiras e não ativos, o subscrito  $t$  evidencia que o parâmetro  $\beta_j$  é estimado a partir de uma regressão de séries temporais, e o traço sobre as variáveis a média do período em análise.

No segundo passo, os parâmetros  $b_j$ ,  $s_j$ ,  $h_j$ ,  $\bar{\beta}_{r_j}$  e  $\beta_j$  são usados como variáveis explicativas nas regressões *cross section*, estimadas de acordo com as equações 12 a 14.

$$\text{CAPM: } \bar{R}_j - \bar{R}_F = \bar{\alpha}_j + \beta_j(\bar{R}_M - \bar{R}_F) + \bar{\epsilon}_j \quad [12]$$

$$\text{Beta Prêmio: } \bar{R}_j - \bar{R}_F = \bar{\alpha}_j + \bar{\beta}_{r_j}[E(\bar{R}_M) - \bar{R}_F] + \beta_j[\bar{R}_M - E(R_M)] + \bar{\epsilon}_j \quad [13]$$

$$\text{Três Fatores: } \bar{R}_j - \bar{R}_F = \bar{\alpha}_j + b_j(\bar{R}_M - \bar{R}_F) + s_j\overline{\text{SMB}} + h_j\overline{\text{HML}} + \bar{\epsilon}_j \quad [14]$$

Algumas hipóteses que podem ser formuladas devem ser válidas quer se acredite na versão básica do CAPM ou nos modelos de Beta Prêmio e 3-Fatores de Fama e French. Caso algum modelo seja verdadeiro, espera-se que nas equações 12 a 14 o valor do coeficiente  $\bar{\alpha}_j$  seja zero, ou seja, não se espera retorno adicional em cada modelo. Ademais, se o modelo for verdadeiro nenhuma outra variável adicional seria relevante para explicar o retorno das carteiras. Em relação ao CAPM, ressalta-se ainda que o valor do coeficiente angular deve ser  $\bar{R}_M - \bar{R}_F$ . Ademais, comenta-se ainda em relação a esse último modelo, que quanto maior o risco (beta) maior deve ser o nível de retorno. O retorno está relacionado de maneira linear ao beta, e um dos testes dessa hipótese equivaleria adicionar o valor do beta ao quadrado na equação 12.

Sobre os procedimentos empíricos utilizados na presente pesquisa, comenta-se ainda sobre o tamanho da amostra utilizada para os testes. Bornholt (2007, p.72) coloca que a

estimativa  $\bar{\beta}_j$  do Beta Prêmio pode ser viesada em pequenas amostras. Além do mais, uma das linhas de defesa dos pesquisadores que advogam a favor do CAPM e modelos correlatos, é que as expectativas são, em média, e em seu todo, corretas e portanto, em períodos longos, os eventos reais correspondem bem as expectativas. Isso posto, deduz-se que os testes do CAPM devem ser feito em grandes amostras (ELTON *et. al.*, 2004, p. 296). Bornholt (2007, p.72) acrescenta ainda que devido as carteiras utilizadas para testar o CAPM e Beta Prêmio serem atualizadas a cada ano, os betas podem ser calculados para períodos mais longos além dos 5 anos usualmente considerados para ativos individuais.

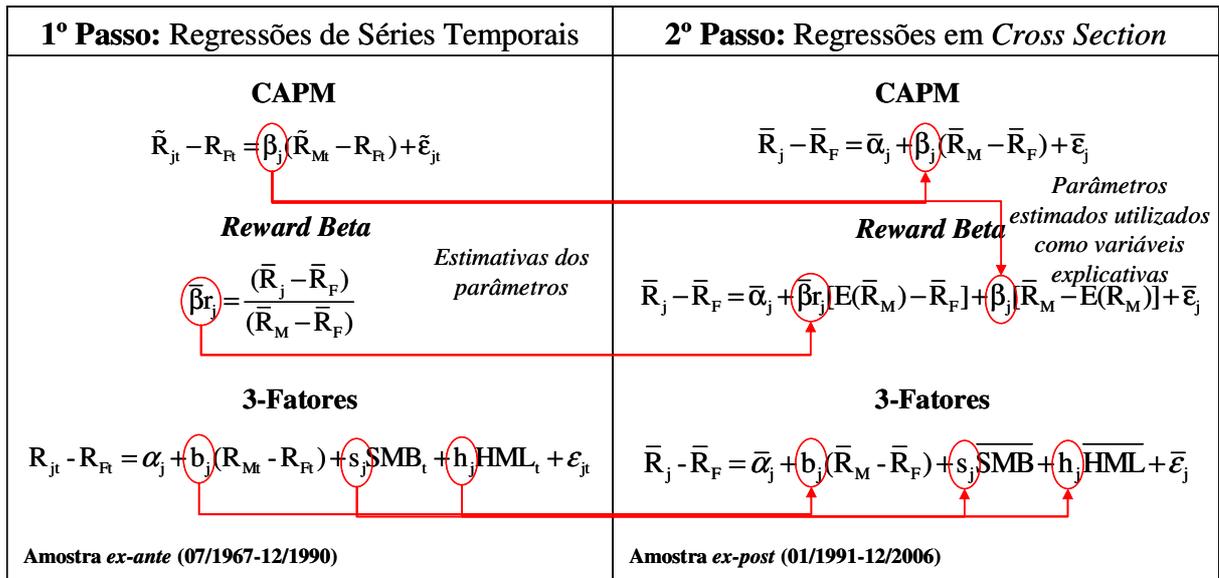


Figura 3 – Esquema do procedimento de teste em dois passos para testes dos modelos CAPM, 3-Fatores de Fama e French e metodologia Beta Prêmio.

Nessa pesquisa a amostra *ex-ante*, partir da qual por meio de regressões em séries temporais estima-se os betas e as sensibilidades dos fatores nos três modelos, é composta por 282 observações: 282 meses compreendidos entre Julho de 1967 a Dezembro de 1990. Nesse sentido, considera-se que o tamanho da amostra *ex-ante* é grande suficiente para eliminar qualquer viés. A amostra *ex-post* compreende o período Janeiro de 1991 a Dezembro de 2006. Nessa amostra, os betas e as sensibilidades dos fatores são regredidos em *cross section* contra o prêmio pelo risco das carteiras nesse período.

Assim como coloca Bornholt (2007, p.75), o final de 1990 parece ser natural como ponto de corte entre as amostras *ex-ante* e *ex-post*. Esse procedimento se justifica, pois após 1990 começou uma grande discussão sobre o efeito tamanho e *book-to-market*. Com a publicação do estudo de Fama e French (1992), onde os mesmos usaram dados cobrindo o período de Julho de 1963 a Dezembro de 1990, começou uma considerável discussão se seus resultados foram devido ao período de análise, e também se essas anomalias do CAPM persistiriam subsequentemente com o conhecimento da causa. O argumento é de que carteiras selecionadas com base nas anomalias de retorno passado, que só são fatores porque explicam “acidentes” históricos, podem não ser boas para explicar retornos esperados no futuro (GRINBLATT e TITMAN, 2005, p. 181).

## 4. Resultados

### 4.1. Testes dos Modelos

A Figura 4 apresenta uma comparação preliminar do desempenho do beta prêmio e o beta do CAPM em discriminar retornos futuros. Nessa figura são mostrados dois gráficos de

dispersão, onde são plotados nos eixos X o beta do CAPM e o Beta Prêmio e no eixo Y o prêmio pelo risco de cada uma das 25 carteiras calculados a partir da amostra *ex-post*. Note que o beta prêmio apresenta um conjunto de pontos mais denso e mais próximo de uma relação linear do que o beta do CAPM. Nesse teste informal o beta do CAPM parece ter pior desempenho, pois se espera do modelo correto discriminar que quanto maior o risco (beta) maior o nível de retorno. Ademais, no limite esperaria do modelo correto o ajuste perfeito a uma linha reta passando pelos pontos do gráfico, de forma a evidenciar a relação linear entre risco e retorno.

A Tabela 1 apresenta as regressões *cross section* (segundo passo) dos prêmios pelo risco na amostra *ex-post* sobre os parâmetros dos modelos estimados na amostra *ex-ante*. Os três modelos que competem para explicar o prêmio pelo risco das carteiras são estimados alternativamente sem e com intercepto, conforme equação 12, 13 ou 14. Nessas equações, o beta do CAPM, o beta prêmio e as três sensibilidades em relação aos fatores de Fama e French são usadas como variáveis explicativas, e o prêmio pelo risco de cada uma das 25 carteiras formadas a partir do tamanho (*size*) e *book-to-market* são as variáveis dependentes.

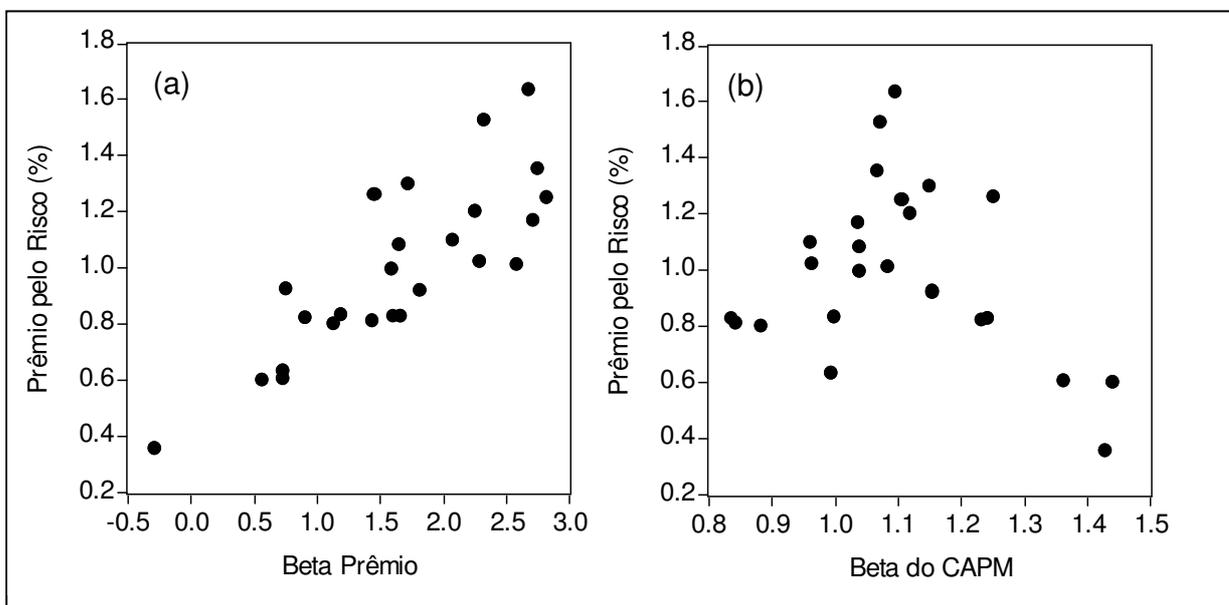


Figura 4 – Comparação do desempenho do Beta do CAPM e Beta Prêmio na amostra *ex-post*.

- (a) Gráfico de dispersão que apresenta a porcentagem do prêmio pelo risco calculado na amostra *ex-post* (Y) contra o Beta Prêmio estimado na amostra *ex-ante* (X).
- (b) Gráfico de dispersão que apresenta a porcentagem do prêmio pelo risco calculado na amostra *ex-post* (Y) contra o Beta do CAPM estimado na amostra *ex-ante* (X).

A amostra *ex-ante* compreende o período Julho de 1967 a Dezembro de 1990 e a amostra *ex-post* compreende o período Janeiro de 1991 a Dezembro de 2006. O prêmio pelo risco (% média mensal) é a média mensal do prêmio pelo risco calculados a partir das 25 carteiras baseadas no tamanho (*size*) e *book-to-market* de acordo com a metodologia de Fama e French (1993). O beta do CAPM das carteiras é obtido pela regressão em séries temporais dos prêmios pelo risco mensais regredindo os prêmios pelo risco mensais sobre o excesso mensal de retorno do mercado. O beta prêmio das carteiras é a razão entre o prêmio pelo risco (média mensal) e a média do excesso de retorno do mercado.

Na Tabela 1 são evidenciados os coeficientes de cada modelo e entre parênteses o valor do *t*-estatístico. Bornholt (2007) calculou os valores do *t*-estatístico em cada modelo conforme metodologia de cálculo dos erros-padrão apresentada em Fama e Macbeth (1973). Nessa pesquisa foi utilizada a metodologia clássica de cálculo dos erros-padrão, e quando rejeitada a hipótese de heterocedasticidade, os erros-padrão foram estimados consistente à heterocedasticidade conforme White (1980). As diferenças de cálculo nos erros-padrão

parecem não afetar fortemente os resultados, visto que os mesmos são consistentemente significativos.

Os resultados da Tabela 1 mostram que os interceptos foram significativamente diferentes de zero a nível de 1% nos modelos CAPM e 3-Fatores de Fama e French. Isso posto, conclui-se que esses modelos não são capazes de explicar o excesso de retorno das carteiras. Entretanto, acrescenta-se o importante fato que as três sensibilidades do modelo de Fama e French foram significativas em explicar os retornos em *cross section*. Apesar de não passar no teste de significância do intercepto, o modelo de 3-Fatores de Fama e French parece ser superior ao CAPM, visto que esse se quer apresentou o coeficiente beta significativo.

A metodologia do beta prêmio não apresentou intercepto significativo, ou seja, aceita que o intercepto seja zero. O valor do coeficiente do beta prêmio foi altamente significativo. O coeficiente beta do CAPM colocado na metodologia do beta prêmio para controlar a covariância com o mercado não foi significativo, mas sua estimativa (0,204% a.m.) apresentou-se compatível com o retorno do mercado inesperado. A média do retorno do mercado na amostra *ex-ante* foi igual a 0,883% a.m. e o valor da média do retorno do mercado na amostra *ex-post* igual a 1,038% a.m.

Quando se testa a hipótese nula, pelo teste *Wald*, que o valor do coeficiente beta do CAPM na metodologia beta prêmio seja igual ao retorno inesperado do mercado:  $1,038 - 0,883 = 0,155\%$  a.m.; não há evidência para sua rejeição ( $F$  estatístico = 0,039 e significativo à 1%). Ademais, acrescenta-se que o valor da estimativa do coeficiente beta prêmio (0,326% a.m.) foi inteiramente razoável com o excesso de retorno de mercado estimado na amostra *ex-post* (0,361% a.m.). Pelo teste *Wald* não foi possível rejeitar a hipótese nula que o valor do coeficiente beta prêmio seja igual a 0,361% a.m. ( $F$  estatístico = 0,515 e significativo à 1%).

Tabela 1

Regressões *cross-section* dos prêmios mensais pelo risco das carteiras ( $\bar{R}_j - \bar{R}_f$ ), calculados a partir da amostra *ex-post*, sobre os betas do CAPM, os betas prêmios e as sensibilidades dos três fatores de Fama e French para as 25 carteiras formadas a partir do tamanho (*size*) e *book-to-market*, e calculadas a partir da regressão em séries temporais da amostra *ex-ante*.

Modelo	Intercepto	Beta Prêmio	CAPM Beta	<i>b</i>	<i>s</i>	<i>h</i>
<b>CAPM + Intercepto</b>	1,560 (3,721)***		-0,509 (-1,352)			
<b>3-Fatores + Intercepto</b>	2,275 (3,403)***			-1,461 (-2,271)**	0,211 (2,694)**	0,466 (4,768)***
<b>Beta Prêmio + Intercepto</b>	0,241 (0,457)	0,326 (6,619)***	0,204 (0,824)			
<b>CAPM</b>			0,879 (11,768)***			
<b>3-Fatores</b>				0,719 (11,348)***	0,266 (2,199)**	0,539 (4,052)***
<b>Beta Prêmio</b>		0,349 (9,188)***	0,385 (6,202)***			
<b>Beta Prêmio Aumentado</b>		0,316 (4,273)***	0,382 (3,961)***		0,072 (0,883)	0,081 (0,590)

A amostra *ex-post* compreende o período Janeiro de 1991 a Dezembro de 2006. O beta do CAPM, o beta prêmio e as sensibilidades dos três fatores de Fama e French para as 25 carteiras formadas a partir do tamanho (*size*) e *book-to-market*, são usadas como variáveis explicativas nas regressões *cross-section*. Nessas regressões as variáveis dependentes são as médias mensais dos prêmios pelo risco das carteiras calculados no período Janeiro de 1991 a Dezembro de 2006. Na tabela são reportados os coeficientes das regressões e entre parênteses o valor do *t*-estatístico. \*\*\* indica que o coeficiente é significativo a 1% e \*\* significativo a 5%.

A Tabela 1 também mostra os mesmos modelos estimados sem o intercepto. Apesar do coeficiente beta do CAPM ser muito significativo, ele não apresenta uma estimativa razoável do excesso de retorno do mercado estimado na amostra *ex-post*. Quando se testa a hipótese nula que o coeficiente beta do CAPM é igual a 0,361% a.m. pelo teste *Wald*, rejeita-se ao nível de 1% ( $F$  estatístico = 48,094). As sensibilidades dos três fatores do modelo de Fama e French permanecem muito significativas, entretanto nota-se que com a exclusão do intercepto a estimativa do fator mercado altera substancialmente: no modelo com intercepto a estimativa é -1,461% a.m. e sem intercepto 0,719% a.m. O teste do hipótese nula que o valor do coeficiente do fator mercado seja igual a 0,361% a.m. é rejeitada ao nível de 1% ( $F$  estatístico do Teste *Wald* = 38,989). O fator *SML* e *HML* parece não sofre grandes alterações com a exclusão do intercepto.

Em relação à metodologia beta prêmio, note que ao excluir o intercepto o valor do coeficiente beta do CAPM passa a ser altamente significativo. Além do mais, as estimativas 0,349% a.m. e 0,385% a.m. parecem ser razoáveis para o excesso de retorno do mercado e o retorno inesperado do mercado, respectivamente. O último modelo testado na Tabela 1, beta prêmio aumentado, busca verificar se alguma outra variável contribui para explicar o excesso de retorno das carteiras além do beta prêmio e beta do CAPM. Os resultados apresentados na tabela evidenciam que o fator *SML* e *HML* quando colocados em conjunto com o beta prêmio e o beta do CAPM não são relevantes para explicar os excessos de retornos em *cross section* das carteiras. Torna-se importante ressaltar que as estimativas dos coeficientes beta prêmio permanecem praticamente a mesma nos três diferentes modelos testados.

As conclusões dos testes em dois passos procedidos até o momento são fortemente favoráveis à metodologia beta prêmio e desfavoráveis ao CAPM. A metodologia beta prêmio passou em todos os testes de hipóteses requeridos para validade do modelo. Os fatores do modelo de Fama e French mostraram-se significativos em explicar o excesso de retornos das carteiras, entretanto quando colocados em confronto com o beta prêmio, esse se apresenta significativamente superior aos três fatores. A próxima seção discute melhor a robustez dos modelos discutidos na Tabela 1.

## 4.2. Robustez dos Modelos

Nessa seção os modelos do segundo passo são postos em prova quanto à aderência às hipóteses clássicas de estimativa por mínimos quadrados ordinários: multicolinearidade, heterocedasticidade e normalidade. Adicionalmente, apresentam-se três importantes medidas de grau de ajuste que ajuda selecionar entre modelos alternativos: coeficiente de determinação ajustado (*Adj. R<sup>2</sup>*), critério de informação de Schwarz (SIC) e critério de informação de Akaike (AIC). Na Tabela 2 são apresentados os testes de robustez e as medidas de grau de ajuste dos modelos.

As estatísticas  $F$  do teste *Wald* apresentadas na Tabela 2, onde são testadas as hipóteses nulas que todos os coeficientes, excetos os interceptos, são iguais a zero, mostram que apenas o modelo CAPM com intercepto não foi significativo no seu conjunto. Na verdade, o teste *Wald* é um teste de significância do *Adj. R<sup>2</sup>*, sendo que pela magnitude dos valores pode-se inferir que o modelo beta prêmio foi o mais significativo. Os modelos: beta prêmio + intercepto, beta prêmio e beta prêmio aumentado; foram os que apresentaram maiores e parecidos valores do *Adj. R<sup>2</sup>* (0,662, 0,668 e 0,652 respectivamente). Note que o valor *Adj. R<sup>2</sup>* para o modelo CAPM foi negativo. Altos valores *Adj. R<sup>2</sup>* para os modelos beta prêmio e negativo para o modelo CAPM também foram obtidos por Bornholt (2007).

A hipótese de heterocedasticidade foi aceita pelo teste White nos modelos CAPM, 3 fatores e beta prêmio aumentado. Dessa forma, os erros-padrão desses modelos na Tabela 1

são estimados consistentes à heterocedasticidade conforme White (1980). Apenas no modelo 3-Fatores com intercepto foi rejeitada a hipótese de normalidade dos resíduos, pelo teste Jarque-Bera (J-B). Entretanto, a não evidência de normalidade nesse modelo parece não ser um problema sério, uma vez que esse resultado foi influenciado por um único *outlier*: com a exclusão desse *outlier* é possível aceitar a hipótese de normalidade, e as conclusões para esse modelo permanecem constantes.

Sobre as estatísticas SIC e AIC o ideal é que sejam menores que zero: deve-se escolher o modelo que minimiza esses critérios, pois quanto menor melhor o grau de ajuste condicionado às propriedades dos resíduos. Apenas os modelos variantes do beta prêmio e o modelo 3-Fatores com intercepto apresentaram SIC e AIC menores que zero. De acordo com esses critérios de informação, os melhores modelos são os da metodologia beta prêmio. O melhor modelo é o beta prêmio sem intercepto, com SIC = -0,493 e AIC = -0,590, e o segundo melhor o beta prêmio com intercepto, com SIC = -0,389 e AIC = -0,536.

Tabela 2

Testes de robustez das regressões *cross-section* dos prêmios mensais pelo risco (amostra *ex-post*) sobre o beta do CAPM, o beta prêmio e as sensibilidades dos três fatores de Fama e French para as 25 carteiras formadas a partir do tamanho (*size*) e *book-to-market* (amostra *ex-ante*).

Modelo	Adj. R <sup>2</sup>	Teste Wald	Teste White	Teste J-B	SIC	AIC
<b>CAPM + Intercepto</b>	0,033	1,828	0,120	1,036	0,577	0,479
<b>3-Fatores + Intercepto</b>	0,607	13,333***	1,391	7,529**	-0,155	-0,350
<b>Beta Prêmio + Intercepto</b>	0,662	24,518***	1,390	1,817	-0,389	-0,536
<b>CAPM</b>	-0,484	138,503***	11,573***	2,543	0,919	0,871
<b>3-Fatores</b>	0,417	202,802***	2,215*	2,703	0,155	0,009
<b>Beta Prêmio</b>	0,668	439,763***	1,760	1,062	-0,493	-0,590
<b>Beta Prêmio Aumentado</b>	0,652	219,648***	3,924**	1,299	-0,278	-0,473

Os modelos estimados na Tabela 1 são examinados quanto seus ajustes e aderência às hipóteses clássicas de regressão linear múltipla. *Adj. R<sup>2</sup>* indica o coeficiente de determinação ajustado. Os valores do *Teste Wald* representam a estatística *F* de significância conjunta dos coeficientes, exceto o intercepto. O teste de heterocedasticidade dos resíduos *White* foi procedido com *cross-terms*, e os valores na tabela indicam a estatística *F* do teste ( $H_0$  = não há heterocedasticidade). *J-B* representa o Teste Jarque-Bera de normalidade dos resíduos, sendo o número apresentado, o valor da estatística  $X^2$  ( $H_0$  = os resíduos provêm de uma população normal). *SIC* e *AIC*, representam dois critérios de informação: *Schwarz Informarion Criteria* e *Akaike Information Criteria*, respectivamente (para uma mesma variável dependente, deve-se priorizar o modelo que minimiza esses critérios). \*\*\* teste significativo a 1% e \*\* significativo a 5%. No caso de aceite da heterocedasticidade, os modelos na Tabela 1 são estimados com erros-padrão consistente à heterocedasticidade conforme White (1980). Apesar da rejeição de normalidade no modelo 3 Fatores + Intercepto, a estimação desse modelo com a exclusão de apenas 1 (um) *outlier* mostrou-se muito robusta.

Os resultados da estatística *Adj. R<sup>2</sup>* também coadunam com esses critérios de informação. De acordo com a medida *Adj. R<sup>2</sup>*, 66,8% dos excessos de retornos em *cross section* das carteiras podem ser explicados pela metodologia beta prêmio. A robustez do modelo beta prêmio apresentada nessa seção e sua aprovação nos testes procedidos na seção anterior corrobora sua superioridade em explicar os retornos esperados. Bornholt (2007) prova ainda, que a superioridade da metodologia beta prêmio é insensível em relação ao final da amostra *ex-ante*. O autor simula o procedimento de teste em dois passos com a amostra *ex-ante* terminando em 1987, 1988, 1989, 1991, 1992 e 1993 e encontra resultados que levam a

conclusões idênticas. Acrescenta-se que não houve sérios problemas de multicolinearidade entre as variáveis explicativas colocadas no mesmo modelo (teste não apresentado).

## 5. Conclusão

O construto de uma teoria requer simplificação ou redução dos fenômenos estudados. Para compreender e modelar qualquer processo econômico, os elementos existentes na vida real são simplificados ou ignorados por hipótese. Embora um modelo baseado em hipóteses simplórias sempre possa ser questionado por causa dessas hipóteses, o teste relevante do prejuízo resultante da simplificação ou redução consiste em examinar a relação entre as estimativas do modelo e os fenômenos observados na realidade. Em nosso artigo, o teste relevante foi saber se o CAPM na sua versão Sharpe-Litner-Mossin, o modelo de 3-Fatores de Fama e French e o modelo do Beta Prêmio apresentado por Bornholt (2007), descreve o comportamento existente dos mercados de capitais. Esses três modelos foram comparados pela metodologia clássica de teste em dois passos para modelos de equilíbrio geral.

O CAPM sempre foi muito criticado devido às hipóteses restritivas que faz da realidade, entre elas, que os investidores possuem expectativas homogêneas e usam como parâmetro de decisão, apenas a média e variância dos retornos para escolher seus portfólios eficientes. Na década de 60, logo após o desenvolvimento do modelo, uma vasta literatura acadêmica reportou evidências favoráveis ao CAPM, corroborando a eficiência em média e variância do portfólio de mercado. Entretanto, no final dos anos 70 as evidências contrárias ao CAPM começaram a aparecer. Logo os defensores do CAPM denominaram essas evidências de “anomalias de mercado”, denotando algo anormal e passageiro. As anomalias são entendidas como características específicas das ações que podem ser utilizadas para agrupá-las em portfólios, de maneira a conseguir retornos superiores ao retorno de mercado. Alternativamente, e contrário à fundamentação teórica do CAPM, as características das empresas, inseridas em modelos de explicação de retornos, poderia ter poder explanatório superiores ao próprio beta do CAPM.

Um dos principais e mais discutidos modelos que inserem características específicas das ações para explicar o excesso de retorno das carteiras foi proposto por Fama e French (1993). A partir de evidências empíricas anteriores, esses autores incluíram dois fatores relacionados com as características das empresas, além do beta do CAPM, que ajudam explicar o retorno das ações: i) o tamanho da firma, mensurado pelo valor de mercado das ações; e ii) a relação valor contábil / valor de mercado, mensurado pelo índice *book-to-market*. Apesar de evidências empíricas posteriores favoráveis ao modelo 3-Fatores de Fama e French discutem-se sérios problemas a seu respeito. Primeiro, a construção dos fatores que mensuram o efeito tamanho e o efeito *book-to-market* é conduzido empiricamente e devem ser conhecidos *ad-hoc*, como resultado esse modelo peca pela falta de fundamentação teórica. Segundo, a atração prática do modelo é limitada pela necessidade de ter estimativas fidedignas das sensibilidades e prêmios de risco dos fatores. Terceiro, ativos selecionados com base nas anomalias de retorno do passado, que só são fatores porque explicam acidentes históricos, podem não ser boas explicações de retornos esperados no futuro.

Dada as deficiências do CAPM e o modelo 3-Fatores de Fama e French, o presente artigo apresenta uma metodologia alternativa para estimar os retornos esperados: a metodologia do Beta Prêmio. O modelo de Beta Prêmio coaduna os preceitos teóricos do CAPM e o empirismo da APT: sua justificativa teórica é consistente com uma ampla variedade de modelos APT, incluindo o CAPM. Como apresentado no corpo do artigo, a metodologia do Beta Prêmio é derivada de uma classe de medidas de risco-médio baseadas na APT, e é consistente com a teoria da utilidade esperada e com a hipótese de aversão ao risco. Na verdade, o Beta Prêmio estimado é usado com uma mudança no CAPM e encontra-se sob

a linha de mercado de título. Esse modelo inclui o risco-médio na precificação de ativos de capital e difere do CAPM pela forma de calcular o beta.

A avaliação empírica procedida na pesquisa, a partir de todas as ações com dados disponíveis nas bolsas americanas no período Julho de 1967 a Dezembro de 2006, suportou fortes evidências a favor da metodologia Beta Prêmio e contra a versão Sharpe-Litner-Mossin do CAPM e o modelo 3-Fatores de Fama e French. Os modelos Beta Prêmio transpuseram facilmente os testes em dois passos e foram consistentemente superiores na análise de robustez dos modelos.

O ponto focal desse artigo não residiu na rejeição definitiva do CAPM ou modelo 3-Fatores de Fama e French. Não podemos decretar a “morte” do beta, até porque sua inclusão na metodologia Beta Prêmio para controlar a covariância do mercado mostrou-se fortemente significativa. Entretanto, existem problemas na estimação do CAPM, e as evidências empíricas encontradas no estudo das anomalias reforçam essa percepção: o modelo 3-Fatores de Fama e French mostrou-se superior a versão básica do CAPM.

Dessa forma, se acreditamos que as expectativas são em média corretas em períodos longos e os eventos reais correspondem bem as expectativas, sugere-se que o beta empírico (futuro) deva ser estimado pela razão média do prêmio pelo risco / média do prêmio pelo risco de mercado. Nesse caso, de posse de uma amostra grande de retornos a melhor estimativa do risco sistemático de um ativo será o Beta Prêmio, como comprovado pelas evidências apresentadas nesse artigo. Fundamentações teóricas à parte, a implicação prática dos argumentos levantados consiste em examinar a relação entre as predições do modelo e os fenômenos observados na realidade.

## 6. Referências Bibliográficas

- BAWA, V. S.; LINDENBERG, E. B. Capital market equilibrium in a mean-lower partial moment framework. *Journal of Financial Economics*, v. 5, p. 189-200, 1977.
- BLACK, F.; JENSEN, M. C.; SCHOLES, M. The capital asset pricing model: some empirical results . In: JENSEN, M.C., ed. *Studies in the theory of capital markets*. New York: Praeger, p.79-121, 1972.
- BORNHOLT, G. N. Expected utility and mean-risk asset pricing models. *Working paper*, Griffith University – Department of Accounting, Finance and Economics, Australia. Available at *Social Science Research Network (SSRN)*: <http://ssrn.com/abstract=921323>. Access on June of 2007.
- BORNHOLT, G. N. Extending the capital asset pricing model: the reward beta approach. *Journal of Accounting and Finance*, v. 47, p. 69-83, 2007.
- COPELAND, T. E.; WESTON, J. F.; SHASTRI, K. *Financial Theory and Corporate Policy*. 4ª. ed. EUA: Addison Wiley Publishing Company, 2005.
- ELTON, E. J.; GRUBER, M. J.; BROWN, S. J.; GOETZMANN, W. N. *Moderna teoria de carteiras e análise de investimentos*. São Paulo: Atlas, 2004.
- FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of Financial Economics*, v.33, p.3-56, 1993.
- FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. Multifactor explanation of asset prices anomalies. *Journal of Finance* , v.51, p.55-84, 1996.
- FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. The cross-section of expected stock returns. *Journal of Finance*, v.47, p.427-465, 1992.
- FAMA, E. F.; MACBETH, J. Risk, return, and equilibrium empirical test. *Journal of Political Economic*, v. 71, p. 607-636, May/June 1973.
- GRINBLATT, M.; TITMAN, S. *Mercados financeiros e estratégia Corporativa*. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- KAPLANSKI, G. Traditional beta, downside risk beta and market risk premiums. *Quarterly Reviews of Economics and Finance*, v. 44, p. 636-653, 2004.
- LINTNER, J. The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. *Review of Economics and Statistics*. v.47, p. 13-37, Fev. 1965.
- MARKOWITZ, H. *Portfolio Selection: Efficient diversification of investments*. New York: Wiley, 1959.
- MOSSIN, J. Equilibrium in a capital asset market. *Econometrica*, p. 768-783, Out. 1966.
- REILLY, F. K.; NORTON, E. A. *Investments*. 6º ed. Mason, Ohio: Thomson South-Western, 2003.

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

ROSS, S. The Arbitrage theory of capital asset pricing. *Journal of Economic Theory*, v. 13 (3), p. 341-360, Dez. 1976.

SHARPE, W. F. Capital Assets prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. *Journal of Finance*, v.19, p.425-442, Set. 1964.

WHITE, H. A heteroscedasticity consistent covariance matrix estimator and a direct test of heteroscedasticity. *Econometrica*, vol. 48, p. 817-818, 1980.