CAPM e o mercado brasileiro

MARCELO SCHERER PERLIN
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA -RS

PAULO SERGIO CERETTA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

Resumo: A abordagem quantitativa, principalmente na mensuração de risco e retorno, surgiu primordialmente por Markowitz (1952) na otimização de carteiras e, em seguida, por Sharpe (1964) e Lintner (1965) no teórico equilíbrio entre risco e retorno, teoria CAPM. Ambas abstrações dos autores formam o pilar central da teoria avançada de finanças. Dando maior importância a CAPM, esse trabalho destaca os principais aspectos teóricos envolvendo esse modelo e também as metodologias existentes para seu teste empírico, Fama e Macbeth (1973) e Pettengill, Sundaram e Mathur (1995). Além desses pontos, também foi evidenciado, com base nas principais bibliografias nacionais, as pecularieda des encontradas no mercado de ações brasileiro para os parâmetros do modelo CAPM, tais como a definição da carteira de mercado e também a definição brasileira para o ativo livre de risco. As principais conclusões da pesquisa são: impossibilidade na utilização dos ativos livres de risco indicados em Silveira, Barros e Famá (2003) para períodos anteriores ao ano de 1995, assim como também a superioridade encontrada para o teste empírico de Pettengill, Sundaram e Mathur (1995) em comparação com a metodologia incondicional de Fama e Macbeth (1973).

1. Introdução

O mercado de ações é, indiscutivelmente, o coração financeiro do país onde o mesmo se encontra. A partir da década de 60, as academias de finanças e economia começaram a voltar seus olhares para o comportamento desse sistema. As contribuições da matemática se mostraram bastante elegantes dentro da necessidade básica de se entender que forças poderiam reger o comportamento de uma ação.

A abordagem quantitativa, principalmente na mensuração do risco, surgiu primordialmente por Markowitz (1952) na otimização de carteiras e, em seguida, por Sharpe (1964) e Lintner (1965) no teórico equilíbrio entre risco e retorno, teoria CAPM. Ambas abstrações dos autores formam o pilar central da teoria avançada de finanças.

O objetivo deste trabalho é explorar conceitualmente os modelos matemáticos propostos por Sharpe (1964), Lintner (1965) e Markowitz (1952) e, dando maior ênfase para a teoria CAPM, busca-se evidenciar as pecularieda des existentes quando se aplica a mesma no mercado de capitais brasileiro.

O estudo está estruturado da seguinte forma: inicialmente é apresentada a teoria circundante a Markowitz (1952) e CAPM, em seguida são evidenciadas as metodologias para o teste empírico da CAPM, após são explanadas as pecularieda des dos parâmetros da CAPM para o mercado brasileiro e, na última parte, conclui-se o trabalho.

2. Markowitz (1952) e Sharpe (1964)

A teoria CAPM e também o princípio de otimização de carteiras, Markowitz (1952), de forma geral, buscaram subsídios matemáticos para explicar aquilo que já era familiar à teoria de investimentos, ou seja, a diversificação reduz o risco e um risco elevado deve oferecer um ganho elevado. O trabalho dos autores foi, dentro da estrutura do mercado de capitais, quantificar algebricamente a relação entre risco e retorno.

Primeiramente por Markowitz (1952), o risco é definido como sendo o desvio padrão dos rendimentos dos ativos e o retorno esperado é a média desses mesmos rendimentos. Devido a essas bases, geralmente se indica o teorema de Markowitz (1952) como sendo o modelo média/variância.

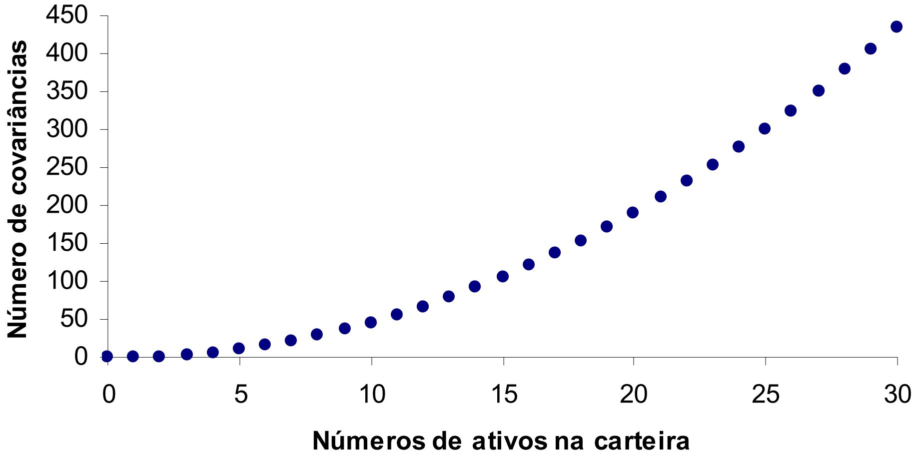
O princípio por trás dessa atribuição de Markowitz (1952) é que quanto maior a probabilidade dos rendimentos futuros serem distantes do retorno esperado (média dos rendimentos), maior a probabilidade de um retorno negativo, aumentando, deste modo, o risco da ação ou carteira. Essa afirmativa baseia-se na premissa de que os rendimentos dos ativos seguem uma distribuição normal, onde seu comportamento passado serve como base para o comportamento futuro, portanto, os primeiros e segundos momentos estatísticos são suficientes para caracterizar essa respectiva ação ou carteira.

Dentro das contribuições de Markowitz (1952), a de maior importância foi na otimização de carteiras. Atribuindo uma reta tangente à fronteira eficientes dos ativos, assim como também a utilização de multiplicadores de lagrange, permitiram que Markowitz (1952) chegasse na equação algébrica que minimizasse o risco (desvio padrão dos rendimentos) na carteira montada, em função dos pesos dos ativos participantes. As funções algébricas referentes às afirmações anteriores não serão destacadas no trabalho, podendo ser encontradas em Securato (1993).

Um ponto interessante para o mercado brasileiro, dentro da modelação de Markowitz (1952), é determinar qual o número de ações que se deve possuir para usufruir o máximo dos benefícios na redução da volatibilidade. Para Brasil, indica-se o estudo de Ceretta e Costa Jr. (2000), onde foi verificado que, para o mercado brasileiro, o investimento em 12 ações é suficiente para usufruir de boa parte dos benefícios da diversificação.

Para a época de origem, uma das fragilidades práticas do modelo de Markowitz (1952), foi que, sem ajuda de computadores, o número de cálculos de covariâncias necessários aumentava exponencialmente em função do número de ativos da carteira. Este fato pode é ilustrado a seguir, na Figura 1.

Figura 1 – Necessidade de Cálculos de covariâncias para teoria de Markowitz(1952)

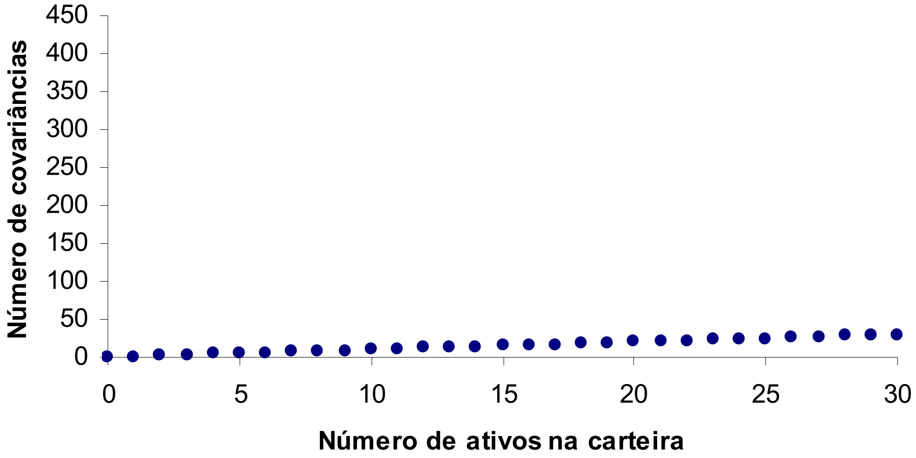


Os pontos do gráfico na Figura 1 foram plotados com base na equação $y = (n^2-n)/2$, ou seja, a necessidade de cálculos de covariância é equivalente a uma progressão aritmética com n-1 elementos, sendo o primeiro elemento 1 e o último é n-1, com uma razão de 1, onde n representa o número de ativos na carteira. O princípio por trás da soma de uma PA é que existem m/2 somas iguais do último com o primeiro elemento, onde m é denotado como a quantidade de elementos na progressão aritmética. Para essa situação, o valor de m é equivalente a n-1. A prova matemática por trás disto não será apresentada, uma vez que apresenta baixa relevância com os objetivos do trabalho.

Conforme pode ser visualizado na Figura 1, o número de covariâncias é bastante alto para um pequeno número de ativos participantes na carteira, onde o cálculo manual, até para pequenas quantidades de ativos na carteira, seria bastante desgastante. Por exemplo, para se aproveitar o máximo dos benefícios da diversificação no mercado brasileiro, ou seja, carteira formada por 12 ativos, Ceretta e Costa Jr. (2000), seria necessário um total de 66 cálculos de covariâncias, os quais, sem ajuda computacional, não seriam nada prazerosos.

Com o intuito de minimizar os cálculos, Sharpe (1964), juntamente com outros autores, tais como Lintner (1965) e Mossim (1966), desenvolveram a teoria CAPM. Primeiramente, o objetivo de minimização de cálculos foi alcançado, conforme pode ser visto a seguir, na Figura 2.

Figura 2 – Necessidades de cálculos de covariância para teoria CAPM



Observando a Figura 2 e, comparando-a com a Figura 1, pode concluir que, para a época, a teoria CAPM se mostrava a mais adequada do ponto de vista prático, uma vez que a necessidade de cálculos de covariâncias é igual ao número de ativos da carteira, ou seja, a covariância de cada ativo com a carteira de mercado.

Teorizando a equação da CAPM, o ponto básico do modelo é que os ativos se comportam de acordo com os movimentos do mercado (*up* e *down market*). Diferenciando ativos em função de sua aderência ao comportamento de mercado, é possível quantificar o retorno exigido em função de seu risco sistêmico (não-diversificável). Dentro da CAPM, define-se o valor da sensibilidade aos movimentos do mercado como sendo indicativo do grau de risco sistemático do ativo ou carteira.

Tal propriedade é medida pela covariância do ativo com a carteira de mercado dividido pela variância da carteira representante do mercado, popularmente conhecido por índice beta.. Exemplificando, se o mercado render 10% e o ativo possuir beta igual a 0,2, o rendimento do papel será de 2%. A seguir, Equação [1], apresenta-se o modelo de precificação de ativos CAPM.

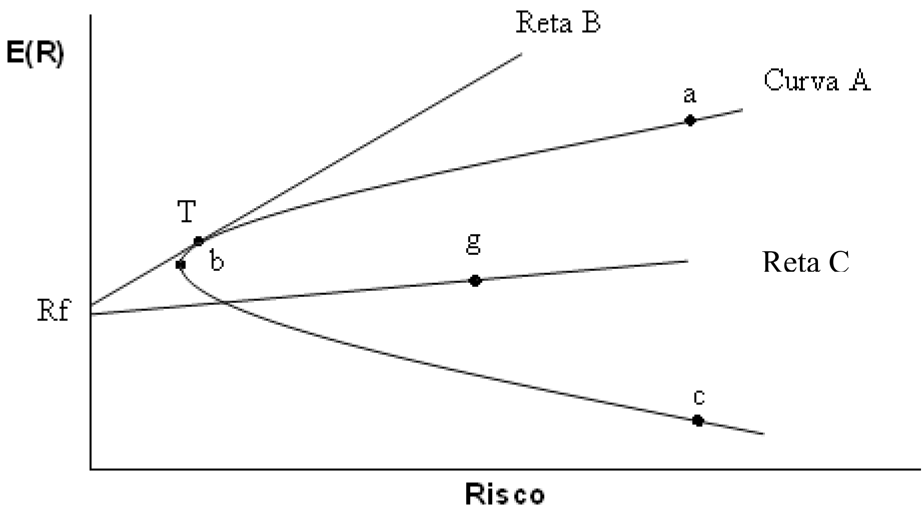
$$R_I = R_f + \beta(R_M - R_f) \qquad [1]$$

Para Equação [1], o símbolo R_I denota o retorno efetivo exigido para a ação I, o valor de R_f entende-se como o rendimento do ativo livre de risco, o símbolo β é o índice beta e o valor de R_M indica-se como o rendimento da carteira de mercado. Como pode ser visto, a Equação [1] é linear, portanto, analisando um determinado período t, ou seja, mantendo-se constante os valores de R_f e R_M, afirma-se que um ativo com maior valor de beta, quando comparado com ações de pequenos betas, deve apresentar maior retorno positivo ou, em caso de *down market*, um rendimento negativo extremo.

Outro ponto a ser levantado para a Equação [1] é que a mesma leva em conta, também, o custo de oportunidade para a operação no mercado financeiro. Essa propriedade financeira é interpretada pelos valores de R_f, ou seja, a taxa de juros para um investimento livre de risco.

Para toda ciência, a introdução de um modelo para as relações quantitativas requere o desenvolvimento de uma série de premissas ao fenômeno complexo estudado, as quais devem, no mínimo, simplificar o fenômeno e contribuir para a coerência do modelo matemático com o evento que será observado. Para ilustrar a base teórica da teoria CAPM, assim como também um modo intuitivo de derivar a Equação [1], apresenta-se, a seguir, a Figura 3.

Figura 3 – Oportunidades de investimentos no mercado



A Figura 3 apresenta as oportunidades de investimentos existentes no mercado. Na teoria de Markowitz (1952) e CAPM, a curva A indica as relações entre risco e retorno para o mercado como um todo. Um investidor avesso ao risco, por exemplo, investiria no ponto b, uma vez que o mesmo oferece a menor taxa de risco dentre as relações risco/retorno. Um investimento no ponto c, por exemplo, é ilógico, uma vez que o ponto a, o qual está no mesmo nível de risco, está oferecendo maior valor de retorno.

A teoria CAPM vai além dos princípios de Markowitz (1952), inserindo, na modelação do mercado, duas premissas bastante importantes. A primeira diz respeito à liberdade total dos investidores em tomadas e investimentos de recursos nos ativos livres de risco, assim como também total acordo dos investidores sobre as distribuições dos ativos, ou seja, todos participantes do mercado, além de serem otimizadores do retorno/risco, possuem iguais expectativas sobre os rendimentos de todas ações. Os mesmos se importam apenas com a média e o desvio padrão dos rendimentos dos ativos, excluindo da análise quaisquer outras variáveis estatísticas, Tang e Shum (2003), ou fundamentalistas, Fama e French (1992).

As conseqüências matemáticas dessas premissas são bastante elegantes. Primeiramente, deve-se entender que as oportunidades de investimentos, para uma carteira com parcela 1-w no ativo livre de risco e peso w para ativos de risco, têm a forma de uma reta. Por exemplo, observando a reta C da Figura 3, o ponto R_f indicaria um investimento de 100% no ativo livre de risco (w=0). O ponto g indica-se como sendo um ativo qualquer, o qual está oferecendo um certo nível de retorno para um determinado risco, sem se encontrar na fronteira eficiente para risco e retorno.

Um investimento de 100% no ativo T (w=1), encontra-se na fronteira eficiente de investimentos. A reta entre Rf e o ponto T refere-se aos resultados da relação entre risco e retorno da carteira para diferentes valores de w, ou seja, do montante total disponível, quanto será investido no ativo de risco. Os valores à direita do ponto T referem-se a carteiras alavancadas, ou seja, tomar emprestado do ativo livre de risco e aplicar no ativo T.

Depois de entendido o conceito de investimento no mercado de capitais incorporando ativos livres de risco, parte-se para as conseqüências teóricas para a segunda nova premissa da teoria CAPM.

Se todos os investidores importam-se apenas com os primeiros e segundos momentos das distribuições, onde, com o objetivo de otimizar suas carteiras, usam a ferramenta de Markowitz (1952) para minimizar risco e maximizar retorno, todos participantes do mercado investem no ponto T, ou seja, todos vêem as mesmas oportunidades de investimentos baseadas nas distribuições dos ativos e, levando em conta os retornos do ativo livre de risco, todos alocam seus recursos no ponto T, o qual fica na fronteira eficiente de investimentos (melhor relação entre retorno e risco).

Se o ponto T é onde todos investidores colocam seu dinheiro, então o mesmo corresponde ao mercado. Esse ponto é denotado como a carteira de mercado, onde o peso de cada ativo é definido de acordo com a participação do valor do mesmo em relação ao valor total do mercado. Para o Brasil, usualmente se utiliza o índice bovespa para se denotar a carteira de mercado, porém, para ações brasileiras, essa metodologia apresenta inconsistências teóricas, as quais podem ser observadas em Penteado e Famá (2002). No desenvolvimento do artigo será destacada essa divergência teórica para a atribuição do índice bovespa como carteira de mercado.

Intuitivamente, pode-se chegar à Equação [1] de forma bastante simples. Teorizando o risco total como sendo a soma entre risco sistêmico (não diversificável) e risco não-sistêmico (diversificável) e, assumindo que os participantes do mercado diversificam eficientemente suas carteiras, ou seja, eliminam o risco diversificável, o único componente que sobra para a análise do risco total é o risco sistemático. Se o mercado está em equilíbrio para a relação risco e retorno, ou seja, a dinâmica do retorno é unidimensional, então o risco sistemático de um ativo é suficiente para quantificar seu retorno exigido.

A forma de quantificar o risco sistêmico é entender qual a sensibilidade da ação ou carteira em relação aos movimentos do mercado, o qual atinge todas os ativos e por isso não é diversificável. Essa sensibilidade é indicada pelo coeficiente da regressão dos rendimentos excessivos do ativo (rendimentos efetivos menos taxa livre de risco) com os rendimentos excessivos do mercado, ou seja, qual a quantidade do retorno superior do mercado, em comparação com o ativo livre de risco, que explica os retornos excessivos do ativo ou carteira. Esse coeficiente resultante da regressão é o beta, indicado pelo símbolo β.

O último passo é reconhecer o custo de oportunidade, indicado pelos valores de R_f, o qual representa o rendimento para um investimento em ativo livre de risco. Verifica-se que o retorno exigido para um investimento deve ser superior ao rendimento livre de risco, ou seja, deve possuir atratividade financeira, caso contrário seria mais interessante investir apenas no ativo livre de risco. Um retorno maior que a taxa de R_f deve ser medido em relação ao risco sistemático que o ativo ou carteira representa, uma vez que o mercado está em equilíbrio para risco e retorno. Somando-se os dois fatores de retorno, custo de oportunidade e risco sistêmico, chega-se à quantificação básica do modelo CAPM, indicada pela Equação [1].

É importante salientar que a maneira com a qual foi explicada a origem da Equação [1] é intuitiva, ou seja, não foi baseada nos aspectos puramente matemáticos. A derivação real da fórmula CAPM envolve matemática aplicada, podendo ser encontrada em Securato (1993).

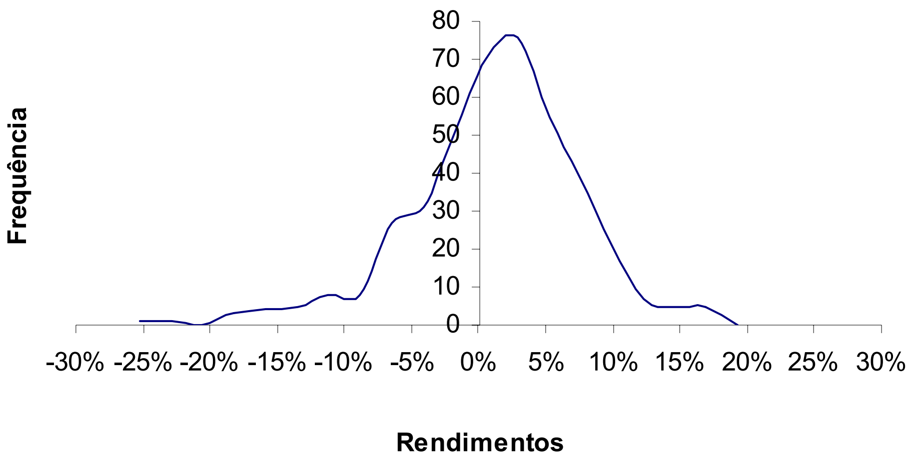
2.1 Críticas às bases teóricas do modelo CAPM

Para CAPM, apesar da elegância do modelo algébrico, as premissas apresentadas tornam-se bastante irrealistas e supersimplificadoras quando comparadas com o comportamento real do mercado de ações.

Umas das principais premissas do modelo CAPM, é de que os rendimentos das ações se comportam de acordo com uma distribuição normal, ou seja, a probabilidade de rendimentos abaixo ou acima da média é igual, uma vez que a distribuição normal é simétrica. Essa atribuição da normalidade parte da premissa de que a média e a respectiva variância dos rendimentos são os únicos componentes estatísticos que importam para os investidores. Duas distribuições normais com mesma variância e média são simétricas.

Sabe-se que o mercado de capitais não se comporta como uma distribuição normal, possuindo, em maiorias das ocasiões, valores representativos de excesso de curtose e assimetria nas distribuições. Para o mercado brasileiro, ilustra-se esse fato com base no histograma dos rendimentos mensais do índice bovespa tomado em dólares, Figura 3, no período de 1994 até 2002.

Figura 3 – Histograma dos rendimentos do índice bovespa (1994-2002)



É importante observar que os rendimentos da Figura 3 foram calculados com base na metodologia de cálculo geométrico através de logaritmos leperianos, a qual torna a distribuição dos rendimentos mais aproximada à normal, além de, quando comparado com a metodologia aritmética, ser mais coerente empiricamente, uma vez que impossibilita o aparecimento de preço negativo para as ações. Maiores detalhes sobre essa questão podem ser encontrados em Jorion (1999).

A média dos rendimentos apresentados na Figura 3 foi de 0,157%, com um excesso de curtose em 1,5 e um grau de assimetria de -0,44 unidades. Uma análise visual da Figura 3 mostra que existe um maior número de observações acima da média, apresentando picos em aproximadamente 3%. Observa-se que o eixo y, indicado pela freqüência dos rendimentos, está cruzando o eixo x na média dos rendimentos do índice bovespa. Essa abordagem mostra, de forma clara, a assimetria encontrada na distribuição. Buscando subsídios quantitativos para a afirmação anterior, apresentam-se, a seguir, os resultados do teste para normalidade Shapiro-Wilk na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados do teste Shapiro-Wilk

	W	Prob.	Decisão
Ibovespa	0,865	2,31E-46	Não normal, em 5%

Os resultados da Tabela 1 indicam uma falta de normalidade para os rendimentos do índice bovespa, dentro do respectivo período. Juntando-se os resultados quantitativos, Tabela 1, com a análise visual do histograma, Figura 3, verifica-se um exemplo da falta de normalidade encontrada nas distribuições oriundas do mercado de capitais.

Outra interpretação, dentro do modelo CAPM, é de que os participantes do mercado são investidores racionais, ou seja, desejam o maior retorno pelo menor risco. Essa preferência geral é chamada de princípio da dominância.

Sabe-se que os investidores, na maioria das ocasiões, não apresentam comportamentos racionais na análise de alternativas financeiras, assumindo, em boa parte das vezes, riscos expressivos para pequenas porções de retorno. Essa porção da teoria financeira avançada é chamada de finanças comportamentais, possuindo forte congruência com a psicologia. Para o território brasileiro, tal fato é evidenciado através do trabalho de Castro e Famá (2002).

O ponto, dentro da teoria CAPM, que apresenta maior divergência é a definição do que seria a carteira de mercado. Por Sharpe (1964), ela seria a representante de todas as possibilidades de investimentos constituintes do mercado de risco, abrangendo, também, investimentos fora do mercado de capitais, tais como mercados imobiliários, em empresas não participantes da bolsa, etc, ou seja, envolveria a totalidade de relações entre risco e retorno nas oportunidades financeiras disponíveis.

O problema surge devido à impossibilidade de observação do valor de mercado para certos investimentos existentes no mercado de risco. Tal fato pode ser verificado, por exemplo, para o mercado imobiliário. Essa qualidade encontrada é umas das principais críticas de Roll (1977) para o teste empírico da teoria CAPM.

Apesar da elegância, a proposta de Sharpe (1964) de que o risco de todas as ações é unidimensional, ou seja, relativo apenas ao seu beta, foi bastante inquietante. Uma empresa de exportação, por exemplo, poderia apresentar maior covariância de seus rendimentos com as oscilações do câmbio, em comparação com as oscilações do mercado. Essa oscilação do câmbio afetaria, principalmente, empresas que operam com importações e exportações, ou seja, afetaria apenas uma parte do mercado.

Essa é a lógica por trás do modelo APT, Ross (1976), onde o risco de um ativo é quantificado não somente em relação aos movimentos do mercado, mas também em relações a outros fatores, os quais possuem relação às qualidades próprias de cada ação.

De forma simples, o que o modelo APT explicita é que a utilização dos rendimentos do mercado como proxy de sensibilidade é uma excessiva generalização, ou seja, existem fatores que podem afetar um certo grupo de ativos e outros não. Devido a isso, os mesmos devem ser usados, juntamente com o beta, para medir o retorno exigido do investimento frente à tomada de risco sistêmico, o qual, dentro da APT, é multidimensional.

Para economizar espaço, outros modelos de generalização da CAPM, tais como I-CAPM de Merton (1973) e D-CAPM de Estrada (2000), não serão apresentados neste trabalho, podendo ser encontrados em suas respectivas bibliografias.

2.2 Testando CAPM

Apesar das divergências empíricas para a teoria CAPM, um passo lógico para verificar a coerência do modelo é testar se a relação sugerida entre retorno e risco mantém-se frente a dados reais.

O primeiro teste de CAPM foi executado por Fama e Macbeth (1973). A manipulação dos dados sugerida pelos autores tornou-se bastante conhecida, podendo ser encontrada em Shum e Tang (2004), Ocampo (2003) entre outras obras.

A base matemática do teste incondicional de Fama e Macbeth (1973) é apresentada a seguir, na Equação [2].

$$R_{jt} = a_{jt} + b_{jt}\beta_{jt} + e_{jt} \qquad [2]$$

Na Equação [2], o símbolo de R_{jt} é designado como sendo o retorno excessivo (rendimento efetivo menos taxa livre de risco) da carteira j no tempo t, os valores de a_{jt} são as constantes da equação, os valores de b_{jt} indicam a relação do retorno com o valor do beta (β_{jt}) da carteira j no tempo t, e os valores de e_{jt} denotam o erro randômico do modelo.

Conforme pode ser visualizado na Equação [2], uma análise superficial desse modelo indica que o mesmo é coerente com a CAPM, isto é, verificar se o retorno excessivo das carteiras representantes do mercado pode ser explicado por seus respectivos betas. No decorrer da pesquisa será demonstrada a fragilidade desse modelo para testar CAPM.

A conclusão da pesquisa de Fama e Macbeth (1973), com base nos testes estatísticos dos coeficientes, foi de que o risco sistêmico (beta) é insuficiente para explicar os retornos excessivos do mercado. A afirmação normalmente referida a esse trabalho é de que o beta está morto.

Posteriormente, no trabalho seminal de Fama e French (1992), foi analisado 50 anos de retornos para as ações americanas e, utilizando variáveis fundamentalistas para estender a Equação [2], foi verificado que esses parâmetros adicionais explicam melhor os retornos dos ativos em comparação com o uso do beta. As variáveis fundamentalistas testadas nesse estudo foram valor de mercado, índice valor patrimonial/preço, índice lucro por ação/preço e alavancagem financeira.

A conclusão deste trabalho de Fama e French (1992) foi de que a diferença de retorno entre um ativo e outro possui caráter multidimensional, e não unidimensional com base no risco sistêmico. Para o teste de variáveis fundamentalistas no mercado brasileiro, indica-se a obra de Costa Jr. e Neves (2000).

Em Pettengill, Sundaram e Mathur (1995), é sugerida uma nova modelação matemática para testar a teoria CAPM. Essa abordagem utiliza a mesma metodologia de formação de carteiras em Fama e French (1992), porém, para as regressões *cross section*, é utilizado uma abordagem condicional. Nas conclusões de Pettengill, Sundaram e Mathur (1995), verifica-se uma corroboração com a teoria CAPM no mercado americano.

A seguir, na Equação [3], apresenta-se a equação condicional de Pettengill, Sundaram e Mathur (1995).

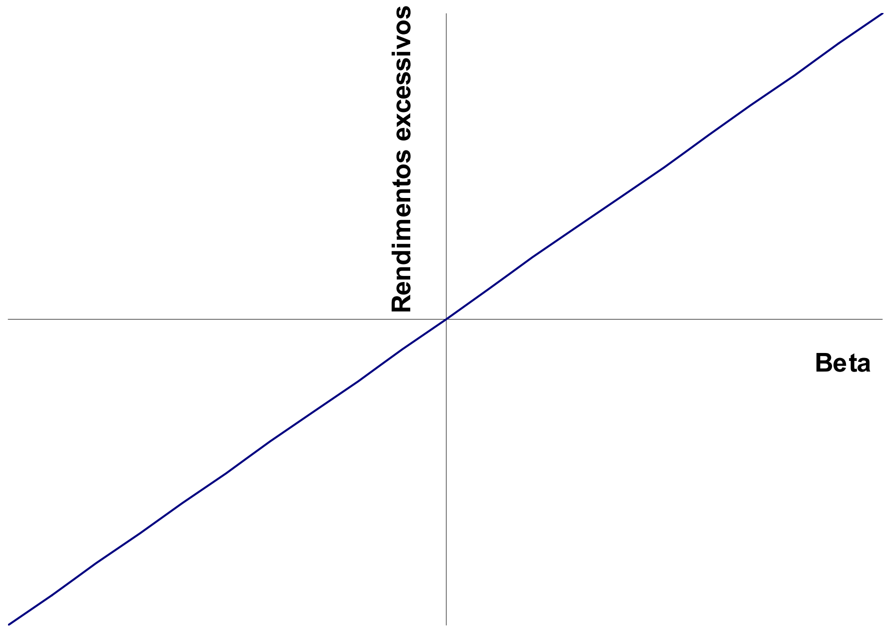
$$R_{jt} = a_{jt} + mb_{1jt}\beta_{jt} + (1-m)b_{2jt}\beta_{jt} + e_{jt} \qquad [3]$$

A Equação [3] é bastante similar à Equação [2], porém adiciona-se um fator condicional, indicado pela variável *m*. O símbolo *m* toma valor 1 (um) quando o rendimento do mercado no tempo t estiver acima da taxa livre de risco do respectivo mês e valor 0 (zero) quando o rendimento do mercado estiver abaixo da taxa livre de risco. O coeficiente b_{1jt} denota a relação quantitativa entre o retorno da carteira e o beta para *up markets*, enquanto o coeficiente de b_{2jt} demonstra a relação entre o retorno do mercado e o risco sistemático (beta) para *down markets* (rendimento do mercado abaixo do rendimento da taxa livre de risco).

A explicação para a inserção de uma variável binária (1, 0) é testar se existem diferenças quantitativas entre a relação dos retornos efetivos com a variável em questão, em momentos de *up* e *down markets*. Esse teste de CAPM utiliza outros métodos para verificar a validade da teoria. Ao invés de fazer uma simples análise com base no sinal e estatística *t* dos coeficientes, Fama e French (1992), essa metodologia verifica, entre outros aspectos, a simetria existente entre *up* e *down markets*. Com o objetivo de economizar espaço, as hipóteses testadas na metodologia de Pettengill, Sundaram e Mathur (1995) não serão apresentadas, podendo ser encontradas no trabalho dos respectivos autores ou em Ocampo (2003).

Para demonstrar que, para o teste de CAPM, o modelo de Pettengill, Sundaram e Mathur (1995) é mais adequado em comparação com teste de Fama e Macbeth (1973) e Fama e French (1992), ilustra-se a seguir, Figura 4, a relação testada pela Equação [2].

Figura 4 – Relação testada pelo modelo incondicional de Fama e French (1992)

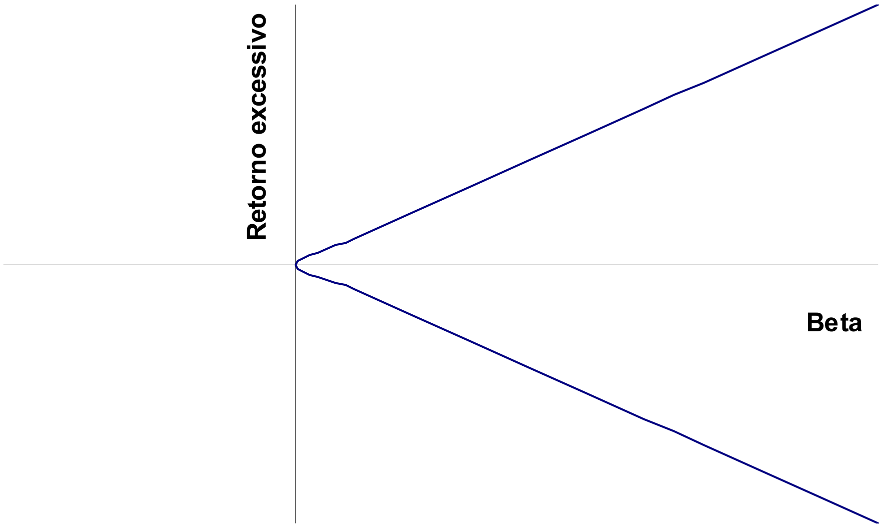


É importante observar que a linha da Figura 4 indica os rendimentos dos ativos em função de seu beta. Conforme pode ser visto na Figura 4, a intuição por trás da relação testada no modelo incondicional de Fama e French (1992) é equivocada. A equação [2] está nos dizendo que um beta alto deve corresponder a um alto rendimento e um beta negativo deve indicar um rendimento negativo para a respectiva ação. Essa é uma supersimplificação da teoria CAPM, a qual, dentro de uma dinâmica temporal, preconiza o retorno de um ativo não somente em função do beta, mas também aos movimentos do mercado.

Caso a relação testada em Fama e French (1992) fosse verdadeira, bastaria segurar ações com altos valores de beta para maximizar os rendimentos, ou seja, o mercado se comportaria de uma forma que não haveria risco de perdas. Esse é o principal argumento para a invalidação da Equação [2] no teste do modelo matemático CAPM.

Contrastando com a Equação [2] de Fama e French (1992), apresenta-se a seguir, Figura 5, a relação testada na Equação [3].

Figura 5 – Relação testada no modelo condicional de Pettengill, Sundaram e Mathur (1995)



É importante observar que, para a Figura 5, está se mostrando uma situação condicional. Os valores do eixo y negativos indicam um momento em que o mercado está com menor rendimento em relação à taxa livre de risco e os valores positivos do eixo y, o qual indica o retorno excessivo do ativo ou carteira, mostra momentos da economia em que o retorno do mercado se mostra superior, quando comparado com o rendimento do ativo livre de risco.

Observando a Figura 5, verifica-se que a relação testada pela Equação [3], Pettengill, Sundaram e Mathur (1995), está de acordo com a teoria CAPM. Ativos com maiores valores de beta, irão apresentar altos valores positivos de rendimentos, em *up market*, e extremos valores negativos de rendimentos para *down markets*. Verifica-se que a metodologia apresentada em Pettengill, Sundaram e Mathur (1995) é mais adequada para o teste empírico do modelo CAPM, em comparação com a equação incondicional de Fama e Macbeth (1973). Para betas negativos, os quais não foram apresentados na Figura 5, a lógica apresentada anteriormente se mantém.

Observa-se que a relação testada na Equação [3] está condizente com o conceito de risco sistêmico. Partindo da premissa que o mercado é eficiente, ou seja, não é possível prever as subidas e descidas do mercado, não seria possível para qualquer investidor efetuar um rendimento de alto valor em determinado investimento, sem se submeter a um risco na mesma proporção.

Analisando a dinâmica do teste de Pettengill, Sundaram e Mathur (1995), verifica-se uma particularidade bastante interessante. De forma indireta, o que o teste da Equação [3] examina é se as covariâncias entre os ativos e as carteiras estão se mantendo, ou seja, se o retorno excessivo na data t de um determinado ativo i pode ser explicado pela covariância calculada com base nos anteriores movimentos compartilhados desse ativo com o mercado. Devido à dinâmica condicional da Equação [3], a lógica anterior se mantém para *up* e *down markets*.

Partindo das afirmações anteriores, observa-se que o teste de Pettengill, Sundaram e Mathur (1995) verifica, apenas, a coerência quantitativa para o modelo CAPM, ou seja, se o rendimento extremo, positivo ou negativo, de determinado ativo está de acordo com sua passada covariância com os movimentos do mercado, o que permitiria identificar se as correlações existentes entre ativos e o mercado estão se mantendo ao longo do período. A porção não quantitativa da teoria de Sharpe (1964) não pode ser validada pelo teste da Equação [3], uma vez que envolve aspectos qualitativos da economia.

3. CAPM e mercado brasileiro

O modelo CAPM, quando verificado para o mercado brasileiro, possui algumas particularidades. A primeira questão surge em função do conceito da carteira de mercado. Para Sharpe (1964), ela corresponderia a uma carteira *value weight* com todos os ativos participantes. Para o Brasil, geralmente usa-se o índice bovespa para calcular os valores de beta.

Conforme pode ser visto em Leite e Sanvicente (1995), a construção do índice Bovespa leva em conta, também, a liquidez dos ativos, ou seja, não está de acordo com o modelo CAPM. Em Penteado e Famá (2002) é testada uma versão da carteira de mercado concomitante com a teoria CAPM, ou seja, pesos de acordo com a participação no mercado. Nesse trabalho foi verificado que, com o uso da nova carteira, a reta das regressões do beta apresentou uma maior inclinação, o que indica, para o Brasil, um maior custo de capital quando na utilização de uma carteira de mercado coerente com a teoria CAPM.

Outra obra a observar é o trabalho de Araújo, Barbachan e Tavani (2004). Nesse artigo foi testada uma *proxy* de mercado com base, também, no PIB, uma vez que o mesmo indica a capacidade produtiva do país. Uma das conclusões de Araújo, Barbachan e Tavani (2004) foi que, apesar de ser teoricamente mais apropriada, a carteira sintética não apresentou boa performance frente aos testes empíricos.

Um ponto a salientar, para a teoria CAPM no mercado brasileiro, é a questão do conceito do ativo livre de risco. Dentro dos aspectos do modelo de Sharpe (1964), define-se a taxa livre de risco como sendo um ativo no qual os investidores possuem certeza dos rendimentos futuros, ou seja, baixíssimo desvio padrão para os rendimentos desse papel.

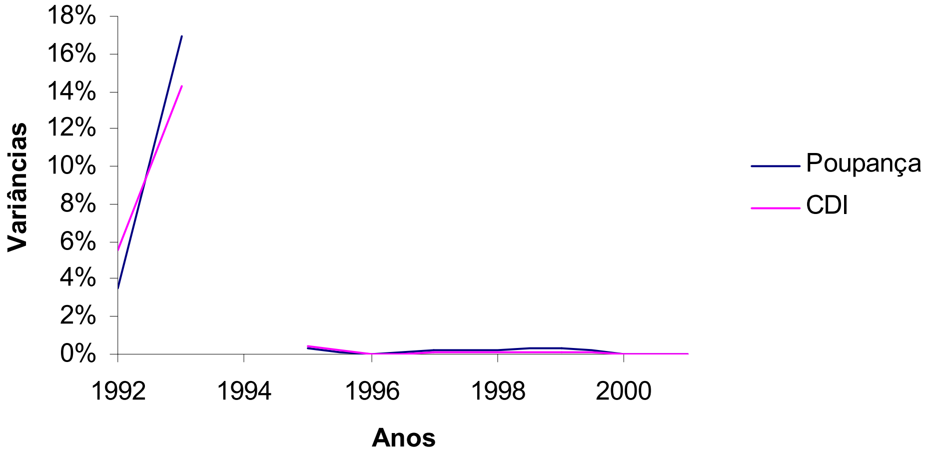
Outra propriedade matemática para o ativo livre de risco é uma baixíssima covariância com os movimentos do mercado, em outras palavras, um valor de beta perto de zero. Caso se encontre um valor de beta significativo para a taxa livre de risco, esse ativo apresentará um fator de risco sistemático, o que seria inconsistente com o conceito de que o mesmo se apresenta isento de risco.

Uma obra importante sobre taxa livre de risco para o mercado brasileiro, encontra-se em Silveira, Barros e Famá (2003). Uma análise econométrica sobre as séries temporais de CDI, C-Bonds, poupança e T-Bonds, mostraram a validade no uso como taxa livre de risco apenas para os retornos da poupança e CDI.

Dentro da obra desses autores, essas séries apresentaram betas insignificantes estatisticamente e também estacionaridade, o que evidencia a relevância do uso de métodos lineares (regressão) para a estimação do parâmetro beta, uma vez que o processo estocástico gerador das séries não se modifica ao longo do tempo.

Um ponto bastante importante a ser observado para a utilização da taxa livre de risco em pesquisas acadêmicas é a questão histórica da economia brasileira. Com base nas conclusões de Silveira, Barros e Famá (2003), ilustra-se essa questão na Figura 6, a qual demonstra a variância anual com base nos rendimentos mensais da poupança e do CDI, de 1992 até 2001.

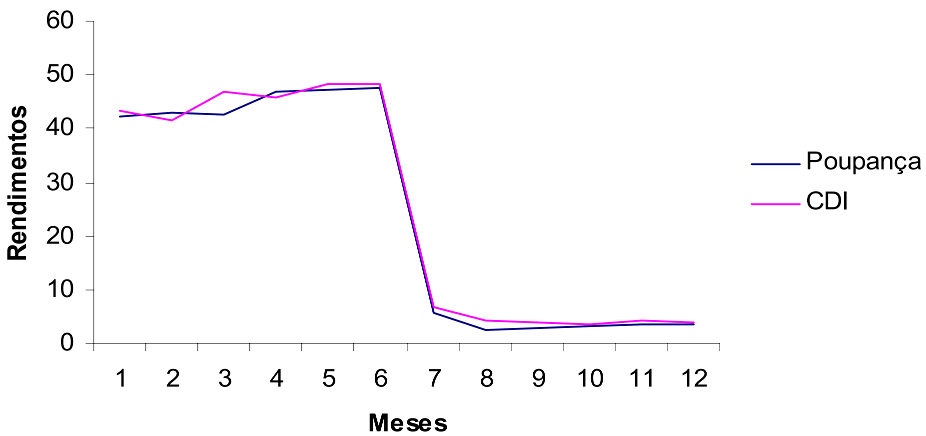
Figura 6 – Variância dos rendimentos mensais da poupança e CDI



É importante denotar que, para a Figura 6, a variância da poupança e do CDI para o ano de 1994 foi retirado do gráfico, uma vez que esse ano apresentou extremos valores para as variâncias, o que, devido à escala, atrapalharia a análise visual para os outros anos.

Uma observação visual da Figura 6 indica, para as taxas da poupança e CDI, as altas variâncias observadas no ano de 1992 até 1993. Além disso, verifica-se também uma estabilidade das variâncias para ambos ativos em datas após 1995. Para ilustrar a extrema variância que ocorre para o ano de 1994, apresenta-se, a seguir, a Figura 7, a qual indica os rendimentos mensais das taxas de poupança e CDI para o ano de 1994.

Figura 7 – Rendimentos mensais da poupança e CDI para o ano de 1994.



Conforme pode ser visto na Figura 7, os rendimentos da poupança e CDI em 1994 estavam em aproximadamente 45%, o que reflete a alta inflação encontrada nesse período. Com a introdução do plano real, verificou-se uma grande queda para o rendimento de ambas taxas, o que resulta em um alto valor de variância para esse ano. Para ambos ativos, a variância encontrada em 1994 foi de aproximadamente 431%, indicando um aproximado desvio padrão de 21%.

Para estudos descritivos do mercado brasileiro, os quais necessitam uma grande base de dados, verifica-se uma inviabilidade para a utilização das taxas de poupança e CDI, ambas indicadas no trabalho de Silveira, Barros e Famá (2003), em períodos anteriores a 1995.

A partir de 1995, a Figura 6 mostra uma estabilidade dos ativos livres de risco, evidenciando, para estudos de descrição empírica do mercado brasileiro, a relevância da utilização das taxas de poupança e CDI como representativas do ativo livre de risco dentro de períodos posteriores a 1995.

4. Conclusões

O objetivo deste trabalho foi verificar, de forma geral, os dois pilares da teoria financeira avançada, Markowitz (1952) e Sharpe (1964), e, dando maior importância ao modelo CAPM, buscou-se evidenciar através de bibliografias nacionais, a convergência desta teoria com o mercado brasileiro.

As principais metodologias existentes para o teste do modelo CAPM foram demonstradas e, com base nas análises gráficas, foi verificada a superioridade no uso do modelo condicional de Pettengill, Sundaram e Mathur (1995), em relação à equação incondicional de Fama e French (1992).

No estudo dos componentes da teoria CAPM, foram ilustradas as pecularidades existentes na carteira de mercado brasileira, assim como também a inviabilidade do uso das taxas livres de risco indicadas em Silveira, Barros e Famá (2003), para períodos anteriores a 1995.

Concluindo o trabalho, verifica-se que o mercado brasileiro de ações possui algumas pecularidades para os parâmetros da teoria CAPM, e que essas qualidades devem ser levadas em contas para os futuros estudos empíricos realizados dentro do território nacional.

5. Bibliografia

ARAÚJO, E., BARBACHAN, J. F., TAVANI, L. C., CAPM - Usando uma Carteira Sintética do PIB Brasileiro. *Working Paper*, IBMEC - Finance Lab, 2004.

CASTRO, F. H., FAMÁ, R. As novas finanças e a teoria comportamental no contexto da tomada de decisão sobre investimentos. *Caderno de pesquisas em Administração*, São Paulo, v. 09, n. 2, 2002.

CERETTA, P., COSTA JR, N. A. Quantas ações tornam um portfólio diversificado no mercado de capitais brasileiro? Mercado de Capitais: Análise empírica no Brasil, Coleção Coppead de Administração, 2000.

COSTA JR, N. A., NEVES, M. B. E. Variáveis Fundamentalistas e os retornos das Ações. *Revista Brasileira de Economia*, v. 54, p. 123-137, 2000.

ESTRADA, J. The cost of equity in emerging markets: a downside risk approach. *Emerging markets Quarterly*, Fall, p.19-30, 2000.

FAMA, E. F., FRENCH, K R. The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence. *Working paper*. *University of Chicago*. 2004.

FAMA, E., FRENCH, K. The cross-section of expected stock returns. Journal of Finance, v. 47 (2), p. 427-465, 1992.

FAMA, E., MACBETH, J., Risk, return, and equilibrium: Empirical tests. Journal of Political Economy, v. 81, p. 607-636, 1973.

JORION, P. Value at Risk. São Paulo: Cultura, 1999

LEITE, H., SANVICENTE, A. Z. Índice Bovespa: *Um padrão para os Investimentos Brasileiros*. São Paulo: Atlas, 1995.

LINTNER, J. The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budget. *Review of economics and statistics,* v. 47, p. 13-37, 1965.

MARKOWITZ, Harry M. Portfolio selection. *Journal of finance*, v. 7 p. 77-91, 1952.

MERTON, R. C. An intertemporal Capital Asset Pricing Model. *Econometrica*. V. 41:5, P. 967-887.

MOSSIM, J. Equilibrium in a Capital Asset Market. *Econometrica*, Outubro, 1966.

OCAMPO, Pedro B. Alternative methodologies for testing CAPM in the Philippine Equities Market. *Working Paper*, *University of Limoges* (France), 2003.

PENTEADO, Marco A., FAMÁ, Rubens. Será que o beta é o beta que queremos? *Caderno de pesquisas em Administração*. São Paulo, v. 09, n. 3, 2002.

PETTENGILL, G. N., SUMDARAM, S., MATHUR, I. The conditional relation between beta and returns. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, v. 30 (1), p.101-116, 1995.

ROLL, R. A critique of the asset pricing theory's test. Part 1, *Journal of financial Economics*. v. 1, p. 129-176,1977.

ROSS, Stephen A. The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing. Journal of Economic Theory. V. 13, p. 25-45, 1976.

SECURATO, J. R. Decisões Financeiras em condições de Risco, São Paulo: Atlas ,1996.

SHARPE. W. Capital Asset prices: A Theory of Market Equilibrium under conditions of Risk, *Journal of finance*, v. 19, p. 425-42, 1964.

SILVEIRA, H. P., BARROS, L. A., FAMÁ, R. Aspectos da Teoria de Portfolios em Mercados Emergentes: Uma Análise de Aproximações para a Taxa Livre de Risco no Brasil. VI SEMEAD, 2003.

TANG, Gordon Y.N., SHUM, Wai Cheong, The Risk-return relations in the Singapore stock market, *Pacific-Basin Finance Journal*, v. 12, p. 179-195, 2004.