

JUSTIFICATIVA DE SE INCORPORAR O ÍNDICE DE RISCO BRASIL NO MODELO CAPM

PABLO ROGERS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

KÁREM CRISTINA DE SOUSA RIBEIRO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

RESUMO

O modelo CAPM é amplamente usado para encontrar a taxa de desconto mínima no processo de análise de investimentos. Porém como todo modelo econômico, o CAPM parte de hipóteses para o seu desenvolvimento teórico, que por si, limitaria a utilização do modelo. Este trabalho visa fazer uma discussão acerca das hipóteses subjacentes a este modelo, mostrando a incorporação do Risco País como um dos instrumentos de se superar parcialmente as hipóteses restritivas para a utilização do CAPM como parâmetro na análise de investimentos. Desta forma, em termos metodológicos, faz-se uma revisão bibliográfica derivando o CAPM e justificando a inclusão do Risco Brasil a partir da explanação do modelo APT. A análise do CAPM como desenvolvida no trabalho aumenta a robustez teórica e simplificação prática do modelo.

Palavras-Chave: *CAPM, APT, Risco Brasil.*

1. Introdução

O modelo *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) examina o retorno de títulos individuais, quando tais títulos fazem parte de uma carteira ampla. Tal modelo apresenta como uma abordagem mais acurada ao cálculo da taxa de desconto de um projeto com risco. As taxas de descontos para projetos de investimentos geralmente são consideradas como sendo as estimativas de custo de capital, calculadas mediante o modelo CAPM.

Apesar da sofisticação do modelo CAPM e da sua grande utilidade prática no mundo de negócios, este possui limitações que devem ser conhecidas pelo administrador financeiro quando da tomada de decisão de investimentos. A utilização do custo de capital calculado pelo modelo CAPM, como fator de decisão para a escolha entre projetos alternativos de investimentos, pode levar à aceitação de alternativas que – caso não sejam conhecidas às hipóteses subjacentes aos modelos – o custo de capital estimado como taxa de desconto, pode perder em utilidade em vistas da realidade do negócio.

Neste sentido, o presente trabalho objetiva apresentar as limitações do modelo CAPM como método de estimativas do custo de capital, procurando justificar a incorporação do Risco País para maior robustez do modelo. As limitações encontradas no modelo surgem primeiramente, pois este é desenvolvido baseado no mercado perfeito. Poder-se-ia descer até no âmago da teoria econômica dominante e buscar as críticas relacionadas às hipóteses necessárias para a construção dos diversos modelos micro e macroeconômicos, porém para

fins de apresentação das limitações inerentes ao modelo CAPM serão apresentadas apenas críticas às hipóteses mais fortes para formulação de tais modelos.

Porém cabe ressaltar, que apesar de inúmeras e importantes conclusões sobre o modelo citado serem definidas a partir de hipóteses, muitas vezes irrealistas:

é importante que se entenda que elas não são restritivas, e têm por objetivo essencial melhor descrever um modelo financeiro, destacando a demonstração de seu significado e aplicações práticas. Mesmo que não sejam constatadas na realidade de mercado, as hipóteses formuladas não são suficientemente rígidas de maneira a invalidar o modelo. (ASSAF NETO, 2000, p.281).

No intuito de justificar a incorporação do Risco País no modelo CAPM, apresentar-se-á a derivação deste modelo concomitantemente com suas hipóteses subjacentes, assim como o desenvolvimento do modelo APT. Este exercício vai ao sentido de mostrar que o modelo CAPM pode ser entendido idêntico ao modelo APT de apenas um fator, com a vantagem de ser requerido menos hipóteses restritivas para o seu desenvolvimento. A incorporação da variável Risco País como um fator no modelo APT, e conseqüentemente no modelo CAPM, aumenta a utilidade da taxa de desconto encontrada para análise de investimentos, uma vez que o índice de Risco País é determinado por uma gama de fatores condicionantes da economia de um país. Serão explicados os determinantes do Risco País tomando o caso do Brasil, ou seja, será tomado o Risco Brasil para explanação dos determinantes do índice de Risco País.

2. Equilíbrio de Mercado e Formação de Preços de Ativos Financeiros: Derivação do Modelo CAPM e APT.

2.1. Capital Asset Pricing Model - CAPM

2.1.1. Hipóteses do Modelo

O desenvolvimento do modelo CAPM teve como pioneiros Markowitz (1952); Sharpe (1964) e Lintner (1965). Um dos aspectos mais relevantes do desenvolvimento do CAPM, derivado da teoria do portfólio, reside no fato de que este busca mais efetivamente uma resposta de como devem ser relacionados e mensurados o risco e retorno de uma avaliação de ativos.

Como todo modelo econômico, para o desenvolvimento do CAPM são definidas algumas hipóteses. Entre as mais importantes citadas por Copeland & Weston (1988, p.194) e Assaf Neto (2000, p.280-281):

1. Os investidores são indivíduos avessos a risco e maximizam a utilidade esperada de sua riqueza a cada fim de período.
2. Os investidores são tomadores de preço e têm expectativas homogêneas sobre os retornos dos ativos. Estes retornos assumem uma distribuição normal.
3. Existe um ativo livre de risco que os investidores podem tomar emprestado ou emprestar quantias ilimitadas à taxa livre de risco.
4. As quantidades de ativos são fixas. Além disso, todos os ativos são negociáveis e perfeitamente divisíveis.

5. Os mercados de ativos são sem conflitos entre os agentes e as informações não têm custo e estão disponíveis para todos os investidores, ou seja, o mercado de ativos não possui assimetria de informação.
6. Não existem imperfeições de mercado como impostos, regulamentações ou restrições sobre venda a descoberto, ou seja, não possui custos de transação.

Na verdade o CAPM é baseado em um mercado em equilíbrio, e como tal, todas as suposições subjacentes aos mercados eficientes são incorporadas pelo modelo. Segundo Assaf Neto (2000); Copeland & Weston (1988); Pindyck & Rubinfeld (2002) e Varian (2000) as principais hipóteses relevantes para um mercado em equilíbrio são:

1. *Informação perfeita*: as informações relevantes que auxiliam a tomada de decisão dos agentes são disponíveis, gratuitas, instantâneas e sem assimetria.
2. *Investidores racionais*: as agentes tomam suas decisões de forma a otimizar a sua função de utilidade, movida unicamente pela maximização da riqueza medida pelo *trade-off* risco \times retorno. E neste sentido, dada as informações perfeitas e a racionalidade humana, as expectativas são homogêneas.
3. *Mercado Competitivo*: os agentes não têm capacidade de formar preços, ou seja, são tomadores de preços e não existe oligopólio na retenção dos ativos. Em sentido mais profundo, toda oferta é demandada instantaneamente e todos têm perfeito acesso aos mercados de capitais.
4. *Custos de transação igual a zero*: não existem impostos, taxas ou quaisquer outras restrições para os investimentos no mercado.

As inúmeras e importantes conclusões sobre o processo de avaliação de ativos, que culminou no modelo CAPM, foram definidas a partir destas hipóteses.

2.1.2. Desenvolvimento do Modelo

Inicialmente torna-se necessário entender a formação da reta do mercado de capitais (CML) para desenvolver o modelo CAPM.

As curvas de indiferença representam as preferências dos investidores em relação as suas escolhas de risco e retorno. Essas curvas oferecem um maior nível de utilidade/satisfação quando são deslocadas para cima e para esquerda, conforme exposto na FIG. 1. No exemplo a curva R_1 traz um maior nível de satisfação do que R_2 , e R_3 . Quanto mais inclinadas as curvas se apresentarem, mais avesso ao risco é o investidor. Observe que na figura o investidor S apresenta menor aversão ao risco em relação a R , ou de outra forma, o investidor S exige menor retorno esperado para todo risco marginal assumido.

Em dois casos extremos, pode-se citar a curva totalmente horizontal e a curva totalmente vertical dentro dos eixos risco e retorno. No primeiro caso o investidor é indiferente ao risco, mostrando um jogador nato e o segundo mostra um individuo totalmente conservador, avesso ao risco.

Sabe-se ainda que os vários títulos disponíveis podem formar diferentes portfólios, cada um oferecendo em função da sua composição um *trade-off* risco \times retorno, em outras palavras, as carteiras formadas pelos diversos títulos oferece diferentes taxas de rentabilidade

e risco. A área abaixo da curva AB na FIG. 1 ilustra as diversas carteiras possíveis de serem formadas considerando diferentes participações de títulos. Note que as melhores oportunidades de investimentos encontram-se identificadas sobre a linha AB, denominada de *fronteira eficiente*.

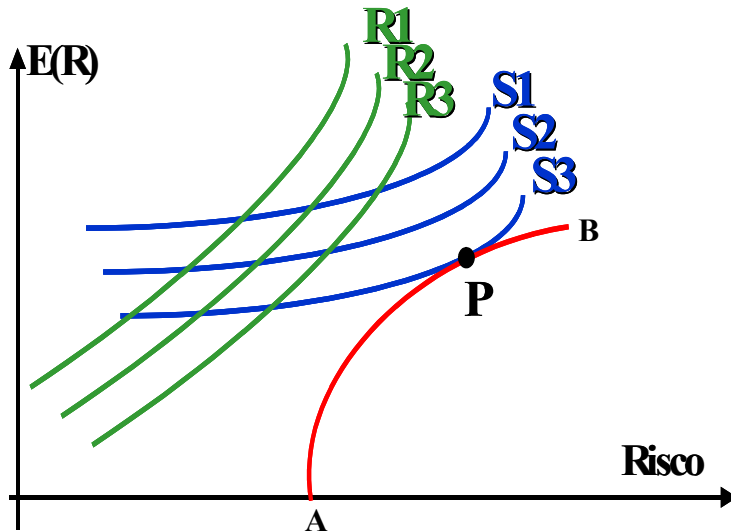


FIGURA 1 - Curvas de Indiferenças e Fronteira Eficiente

Fonte: Assaf Neto (2000, p.282). Adaptado

A FIG. 1 ilustra, ainda, o critério teórico de seleção ótima de carteira de investimento diante da análise risco/retorno (ASSAF NETO, 2000, p.283). O ponto *P*, identificado na curva da *fronteira eficiente*, indica o retorno máximo possível para um determinado nível de risco ou o risco mínimo para uma determinada taxa de rentabilidade esperada. De outra forma, o ponto *P* representa o equilíbrio entre os resultados da carteira eficiente e a preferência em relação ao risco do investidor, outro ponto além do ponto *P* torna-se representado por uma curva de indiferença inferior à S_3 , e portanto com menos nível de satisfação.

Por outro lado, ao se admitir, que um portfólio pode ser formado de ativos com risco combinados com ativos livres de risco (R_f), a curva da *fronteira eficiente* assume a forma de uma linha reta, conforme ilustrada na FIG. 2.

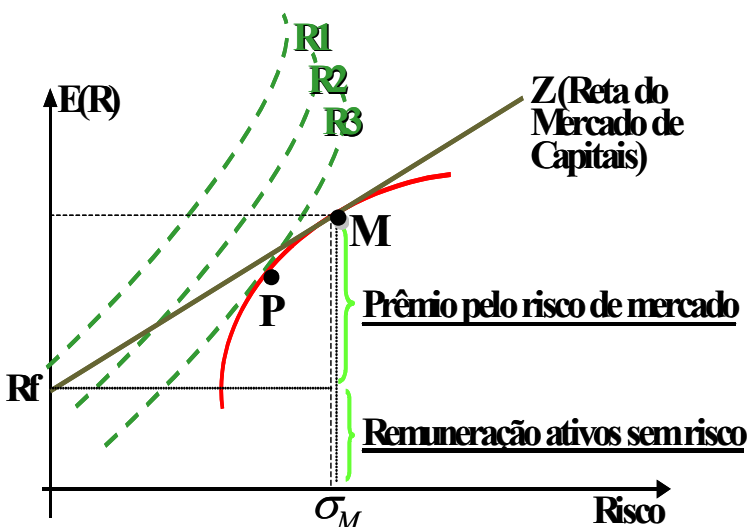


FIGURA 2 - Carteiras Formadas com Ativos com Risco e sem Risco

Fonte: Assaf Neto (2000, p.284). Adaptado.

Assumindo a hipótese que um investidor pode captar recursos no mercado à uma taxa livre de risco, e alocar estes valores em títulos com risco, com retorno superior, esta decisão permite obter uma alavancagem e formar uma maior inclinação da reta, representando melhor retorno esperado da carteira. Analisando de forma inversa, se o investidor captar no mercado à taxa de juros mais elevada, a inclinação da reta diminui, revelando uma redução do risco e retorno esperado da carteira (ROSS *et al.*, 1995, p.219-221).

O ponto *M*, situado na curva da *fronteira eficiente*, indica uma carteira composta por ativos com e sem risco. O segmento da reta RfM contém todas as possíveis combinações de ativos com e sem risco, conforme contidos na carteira *M*. O segmento à direita do ponto *M* somente são factíveis se o investidor conseguir captar à uma taxa livre de risco e aplicar esses recursos adicionais na carteira *M*.

A escolha da carteira eficiente na *reta do mercado de capitais* (CML), definida por *Z*, é função das preferências em relação aos riscos dos investidores, quanto maior aversão ao risco o investidor possuir, mais à esquerda de *M* situa-se a carteira escolhida, e de forma contrária, quanto menor aversão ao risco, mais à direita situa-se a carteira escolhida. Conforme evidenciada na FIG. 2, a reta do mercado de capitais oferece as melhores relações risco/retorno para os investimentos, qualquer ponto representado dentro da reta apresenta-se mais atraente que outras carteiras que possam ser formadas.

Considere o investidor *R*, por exemplo, na curva da *fronteira eficiente* o ponto *P* maximiza a utilidade do investidor, dado um conjunto de oportunidades de investimentos. Porém com a hipótese de que o investidor *R* pode captar à taxa livre de risco e aplicar em ativos com risco, existe um ponto logo acima do ponto *P*, na reta de mercado de capitais, que oferece um retorno maior para um mesmo risco assumido.

Ainda, cabe ressaltar, conforme Assaf Neto (2000, p.285):

[...] que a reta do mercado de capitais considera unicamente a taxa de retorno esperada e o risco de carteiras eficientes, distribuídas ao longo de seu segmento. Carteiras de ativos classificadas fora da fronteira eficiente não são consideradas pela linha de mercado. Sua grande contribuição é a descrição que oferece do prêmio pelo risco de mercado, conforme adotado em todas as decisões tomadas em ambiente de incerteza.

O ponto *M* representa a *carteira de mercado*. Situado na reta da *fronteira eficiente*, a carteira *M* é uma carteira diversificada que contém, na teoria, todos os títulos na exata proporção que estão disponíveis no mercado. A diferença entre o retorno esperado oferecido pela carteira de mercado e o retorno oferecido pelos ativos livres de risco forma o prêmio pelo risco de mercado, como representado na FIG. 2. O outro componente da reta de mercado de capitais é dado pela remuneração de ativos sem risco.

Neste sentido, a carteira *M* por ser totalmente diversificada contém apenas o risco sistemático, pois o risco não sistemático elimina-se pela decisão de diversificar.

Conseqüentemente, de acordo com Copeland & Weston (1988, p.198), o risco total de qualquer ativo individual pode ser dividido em duas partes:

$$\text{Risco Total} = \text{Risco Sistemático} + \text{Risco Não Sistemático}$$

O risco relevante, que deve ser administrado e que interessa no desenvolvimento do CAPM e APT é o risco sistemático, pois, como será demonstrado na seção seguinte, o risco não sistemático poderá ser eliminado com a diversificação.

Um título ou uma carteira de títulos deve ser administrado conforme a sua relação com a carteira de mercado. Assim, deve-se buscar saber como ativos específicos ou carteiras de ativos se movem diante de alterações verificadas no mercado como um todo.

A relação entre os retornos de um título ou carteira de títulos e os retornos da carteira de mercado pode ser desenvolvida por meio de dados históricos, como forma de definição objetiva para previsão dos resultados futuros. Identificados os retornos dos ativos ou das carteiras de ativos e da carteira de mercado, pode-se fazer uma regressão linear, onde são identificadas duas importantes medidas financeiras: o coeficiente beta (β) e o coeficiente alfa (α), conforme ilustrado na FIG. 3.

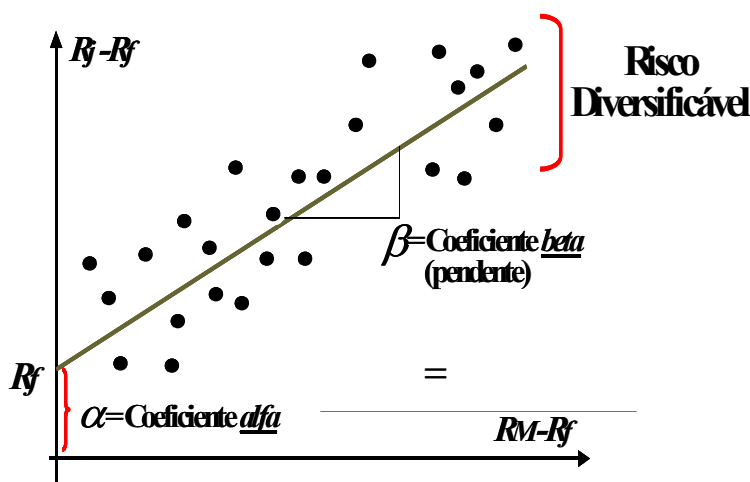


FIGURA 3 - Reta Característica do Modelo de Precificação de Ativos

Fonte: Assaf Neto (2000, p.289) Adaptado.

A partir da reta característica do processo de regressão linear ($Y = a + bx$), tomando o prêmio pelo risco de mercado e o prêmio pelo risco de um ativo individual como parâmetros de regressão, expressa-se a reta característica do modelo de precificação de ativos:

$$R_j - R_F = \alpha + \beta(R_M - R_F) + \varepsilon_j$$

Onde: R_j = retorno proporcionado pelo título ou carteira de títulos em cada horizonte de tempo estudado;

R_F = retorno proporcionado pelos ativos livres de risco;

R_M = retorno da carteira de mercado;

α = coeficiente alfa, parâmetro linear da reta de regressão;

β = coeficiente beta, parâmetro angular da reta de regressão que identifica o risco sistemático do ativo em relação ao mercado;

ε_j = erro da reta de regressão, que representa o risco não sistemático.

Conforme representada na FIG. 3, a relação entre os resultados dos ativos ou carteiras de ativos e da carteira de mercado é determinado pelo retorno em excesso às taxas livres de risco, conhecido como *prêmio pelo risco*.

Como já comentado o risco não sistemático pode ser eliminado pela diversificação, desta forma, $\varepsilon_j = 0$. O parâmetro linear da reta de regressão (α), conforme a avaliação de Van Horne, em processo de equilíbrio deve ser também igual a zero, ou seja, a reta característica passa pela origem.

Justificando a propriedade nula do alfa, Assaf Neto (2000, p.290), ressalta que:

Se alfa é negativo, um investidor racional iria preferir o melhor resultado esperado proveniente da combinação de um ativo sem risco com a carteira de mercado, sentindo-se desestimulado em investir na ação. Nesse caso de rejeição da ação, Van Horne admite que seu preço cairá determinando, em consequência, uma recuperação do retorno esperado. Pela teoria, essa valorização da taxa de retorno da ação deve ocorrer até o nível de alfa atingir zero. Em caso contrário, para a situação de uma ação com coeficiente alfa positivo ($\alpha > 0$), os investidores sentirão atraídos para sua aquisição, elevando o preço do ativo e reduzindo, em consequência, o seu retorno esperado.

Desta forma, considerando $\varepsilon_j = 0$ e $\alpha = 0$, e transpondo os termos da reta característica apresentada acima, tem-se:

$$R_j = R_F + \beta(R_M - R_F)$$

Esta equação exprime o modelo do CAPM, apresentando o risco sistemático de um ativo ou carteira de ativos, através do parâmetro angular na reta de regressão linear (β). Como a carteira de mercado contém exclusivamente o risco sistemático, esta apresenta um beta igual a 1,0.

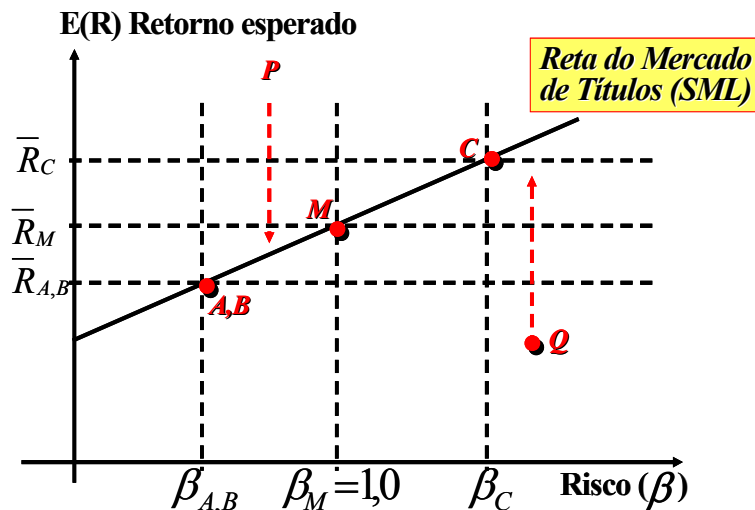
O conhecimento das formulações estatísticas colocadas na metodologia de cálculo no contexto do CAPM permite expressar o beta da reta característica do modelo como:

$$\beta = \frac{COV_{R_j, R_M}}{VAR_{R_M}}$$

Na avaliação do risco de uma carteira, o beta pode ser entendido como a média ponderada de cada ativo alocado na carteira. Como medida apropriada de risco, a sua relação como retorno esperado deve ser positiva, indicando que os indivíduos deterão um título ou carteira de títulos com risco, somente se seu retorno esperado proporcionar uma compensação adequada pelo risco existente. A relação entre a medida de risco, identificada pelo beta, e o retorno esperado origina a linha de mercado de títulos (SML), conforme apresentada na FIG. 4.

Segundo Ross *et al.* (1995, p.225-226), existem seis aspectos importantes associados à SML:

1. *Um beta igual a zero:* um beta igual a zero é dado pela taxa livre de risco, pois um ativo com beta nulo não possui risco relevante.
2. *Um beta igual a um:* como a carteira de mercado é ponderada pelo valor de mercado de cada título representado na carteira, o beta da carteira de mercado é igual a um. A carteira *M*, na FIG. 4 apresenta esta informação.



FIFURA 4 - Linha do Mercado de Títulos (SML)

FONTE: Assaf Neto (2000, p.305) Adaptado.

3. *Linearidade:* o beta como medida apropriada de risco, mostra que os títulos com betas elevados devem ter um retorno esperado superior ao de títulos com betas reduzidos, e, além disso, esta relação é dada por uma linha reta. Para justificar a característica de linearidade da SML, considere os títulos *P* e *Q* representado na FIG. 4. O título *P* está nitidamente sobreavaliado em relação ao mercado, assim o seu excesso de demanda resultaria em um aumento do preço do título e conseqüentemente a redução da sua rentabilidade. Em relação ao título *Q*, qualquer investidor poderia tomar emprestado à um taxa de livre de risco e reproduzir o mesmo beta para um retorno esperado maior, ou seja, as carteiras situadas na SML dominam as carteiras situadas fora desta linha.
4. O “*capital asset pricing model*”: como o intercepto da SML é R_f e o retorno esperado de qualquer título com beta igual a 1 é R_M , algebricamente a SML representa a fórmula do CAPM, como apresentada acima.
5. *Tanto carteiras quanto títulos individuais:* a equação da SML é válida tanto para títulos individuais como por carteiras de títulos. Na FIG. 4 a carteira *AB* pode ser relacionada na SML apenas ponderando as composições dos retornos e dos betas dos ativos *A* e *B* na carteira.
6. *Uma possível confusão:* não se deve confundir a CML com a SML. A CML representa o conjunto de carteiras eficientes formadas tanto por ativos de risco como por ativos sem risco. A SML refere-se tanto a todos os títulos individuais quanto a todas carteiras possíveis, ao passo que a CML vale apenas para carteiras eficientes. Além do mais, o

SML relaciona retorno esperado e beta, enquanto que a CML relaciona retorno esperado e desvio-padrão.

2.2. Arbitrage Pricing Theory - APT

2.2.1. Hipóteses do Modelo

O APT é uma generalização do CAPM. No modelo do CAPM o mercado é a única fonte de risco explicativa dos retornos dos ativos, enquanto o APT procura explicar esta relação através de outros fatores.

O APT estabelece a relação entre o retorno esperado de um ativo com o retorno de um ativo livre de risco e uma série de outros fatores comuns que sistematicamente elevam ou reduzem esse retorno esperado. Copeland & Weston (1988, p.230) citando uma pesquisa realizada por Chen, Roll e Ross (1983), evidencia que quatro fatores macroeconômicos significativos influenciam a precificação de ativos baseado no APT: produção industrial, variações no prêmio de risco, diferenças entre taxas de juros de longo prazo e curto prazo e expectativa de inflação.

Das suposições feitas pelo CAPM, somente três são necessárias para o APT:

1. Os investidores são avessos a risco e procuram maximizar sua riqueza de fim de período;
2. Os investidores podem tomar emprestado e emprestar à taxa livre de risco;
3. Não há fricções no mercado tais como: custos de transação, impostos ou restrições para venda a descoberto.

Cabe ressaltar ainda, que o APT não faz nenhuma suposição acerca da distribuição dos retornos dos ativos, ou seja, não é necessário supor que os retornos dos ativos têm distribuição normal e também que os investidores tomam decisões de investimento com base em risco e retorno (ROSS *et al.*, 1995, p.231). Duas suposições são específicas do APT e não estão contempladas no CAPM:

1. Os investidores concordam acerca do número e identidade dos fatores que são sistematicamente importantes na precificação de ativos;
2. Não há oportunidades de ganhos de arbitragem sem risco.

Segundo Roll & Ross (1980), esta primeira suposição decorre do fato de que os investidores, ao procurar oportunidades de arbitragem acabam eliminando-as. Dessa forma, o retorno esperado de cada ativo tende a estabelecer uma relação linear com suas amplitudes de resposta aos fatores comuns.

2.2.2 Desenvolvimento do Modelo

Partindo dos retornos dos ativos individuais Ross *et al.* (1995) representa que a taxa de retorno de um ativo pode ser dada por:

$$R = \bar{R} + U$$

Onde R é a taxa de retorno esperada no período, \bar{R} é a parcela esperada do retorno e U indica a parte inesperada. Considerando este ativo como uma ação, a parcela inesperada pode ser influenciada por diversos fatores, como: atividade de produção da empresa, dados divulgados pelo governo a respeito do crescimento da economia, crescimento da concorrência de produtos no ramo de atividade da empresa, queda na taxa de juros, expectativas inflacionárias etc.

Cabe ressaltar que mesmo em um contexto de assimetria de informações, os investidores agem com *expectativas adaptativas*, ou seja, caso as previsões de um fator que afeta o retorno da ação já tiver sido descontada pelo mercado no período, não ocorrerá influência sobre o retorno desta ação no período em questão, pois, o fator já influenciou em um período anterior. Caso o fato não foi previsto, a influência sobre o retorno da ação efetivará no período em questão.

Note que existem fatores que afetam um grande número de ativos, cada um deles com maior ou menor intensidade, e outros fatores estão relacionados à ativos específicos. Isto posto, permite decompor o risco do ativo em questão em dois componentes: o sistemático ou risco de mercado (m) e o não sistemático (ε).

$$R = \bar{R} + m + \varepsilon$$

O coeficiente beta indica a sensibilidade da variação do retorno de um ativo específico em relação à um fator qualquer. Então tomando-o como medida de risco, altera-se o valor m , conforme:

$$R_i = \bar{R}_i + \beta_i F_i + \varepsilon$$

Onde β_i representa o coeficiente beta de um ativo i em relação ao fator i e F_i o fator i . Generalizando o modelo para N fatores, tem-se:

$$R = \bar{R} + \beta_1 F_1 + \beta_2 F_2 + \dots + \beta_i F_i + \varepsilon$$

O modelo desenvolvido é chamado de *modelo fatorial* e as fontes sistemáticas de risco, são compostas de diversos fatores (F). Observe que ε continua como desenvolvido inicialmente, pois, este termo é específico de determinado ativo, e não correlacionado com termos de outros ativos. Por exemplo, o risco não sistemático da ação A não tem relação com risco não sistemático da ação B, o risco de que ação A se eleve ou caia por causa de alguma descoberta de sua equipe de pesquisa – ou de sua incapacidade de descobrir alguma coisa – é independente de quaisquer incertezas que afetem a ação de B.

Ampliando o modelo, e considerando que os investidores podem alocar sua riqueza, conforme suas preferências por risco, na CML, deve-se analisar o *trade off* risco x retorno formado por uma carteira de ativos. Dado o conjunto de oportunidade de investimentos e a possibilidade de se captar a taxa livre de risco, o retorno mínimo esperado pelo investidor seria exatamente quando este alocasse toda sua riqueza à taxa livre de risco (R_F), ou seja,

$\bar{R} = R_F$. Esta interpretação releva que o mercado apenas remunera o prêmio pelo risco, ou seja, $R_i - R_F$.

Como os riscos não sistemáticos são independentes, os riscos específicos compõem a carteira na mesma proporção que ele contribui para a formação da carteira. Logo, o retorno requerido por uma carteira de ativos J composta por K ativos, pode ser representada:

$$R_J = R_F + \beta_1(R_1 - R_F) + \beta_2(R_2 - R_F) + \dots + \beta_i(R_i - R_F) + \sum_{i=1}^n \frac{1}{K} \varepsilon_i$$

Em uma carteira ampla, o efeito da diversificação acaba por desaparecer o último termo, pois pelo fato dos riscos não sistemáticos não estarem relacionados, a medida que aumenta-se o número de ativos, o termo não sistemático tende a zero. Algebricamente, tem-se:

$$\lim_{K \rightarrow \infty} \frac{1}{K} \varepsilon_i = 0$$

Graficamente o processo de diversificação pode ser apresentado como na FIG. 5.

Como já ressaltado pelo desenvolvimento do APT nota-se que este se torna uma visão ampliada do CAPM. No CAPM, o beta de um título mede a sensibilidade do título aos movimentos da carteira de mercado (M). Como também demonstrado, em uma carteira ampla e diversificada não há risco não sistemático porque os riscos não sistemáticos dos títulos individuais desaparecem com a diversificação. Na hipótese que haja títulos suficientes para que a carteira de mercado seja uma carteira completamente diversificada, e supondo-se ainda, que nenhum título tenha participação elevada no mercado, esta carteira será completamente diversificada e não conterá qualquer risco não-sistemático.

Nestes termos o prêmio pelo risco de mercado pode ser considerado como um único fator (F) que influencia o retorno esperado de uma carteira de investimentos. Ou seja, o CAPM torna-se uma redução do APT, representando o prêmio pelo risco de mercado ($R_i - R_F$) como único fator (F) considerado no modelo APT.

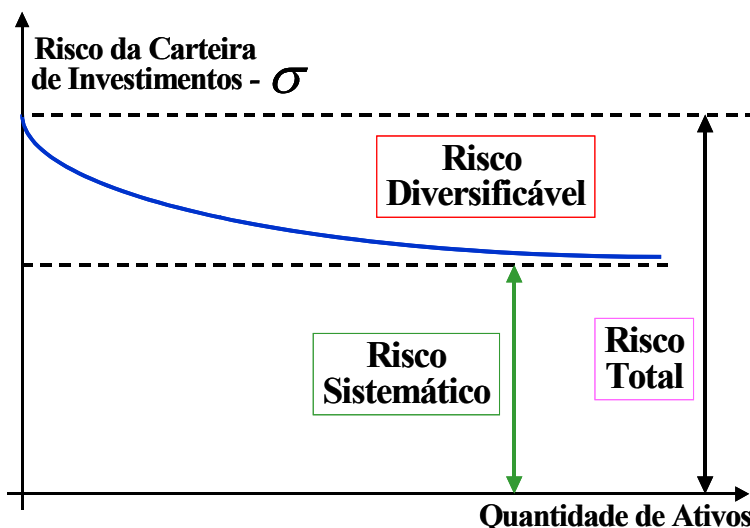


FIGURA 5 - Diversificação e Risco da Carteira de Ativos com Pesos Iguais

Fonte: Assaf Neto (2000, p.260). Adaptado.

3. Incorporação do Índice de Risco Brasil no Modelo CAPM

Em primeira instância, as limitações dos modelos CAPM e APT consistem na própria validade da teoria. Em última instância consiste nas restrições impostas para a formulação dos modelos a partir de um mercado em equilíbrio.

Em relação à validade da teoria do CAPM, Copeland & Weston (1988, p.212-217) cita vários estudos empíricos que buscaram comprovar o modelo diante da realidade. Os autores concluem que as evidências empíricas mostram que a forma teórica pura do modelo não está bem de acordo com a realidade. No que concerne ao APT, Copeland & Weston (1988, 228-230) citam vários estudos evidenciando que o APT é o modelo mais razoável para explicar as variações dos retornos dos ativos.

No Brasil, Nakamura & Camargo Jr. (2003) testou o modelo CAPM e APT no mercado brasileiro de ações. Os autores encontram utilizando o APT, boas explicações para os retornos excedentes esperados para a amostra pesquisada. O modelo CAPM não apresentou boa aderência ao mercado de ações brasileiro, pelo menos no período pesquisado. Ainda em relação ao mercado brasileiro, na pesquisa realizada por Penteado & Famá (2002, p.50-51) concluiu que:

[...] há indícios de que estimativas de custo de capital já feitas, calculadas mediante o modelo CAPM e baseadas na estrutura vigente do índice Bovespa, podem ter conduzido à sua subavaliação. A utilização do custo assim calculado, como fator de decisão para a escolha entre projetos alternativos, pode ter levado à aceitação de alternativas que – se o custo houvesse sido estimado conforme prescrito por Sharpe – poderiam ter sido rejeitados.

De acordo com Penteado & Famá (2002), o beta calculado a partir do índice Bovespa pode estar subavaliado.

Apenas as considerações levantadas sobre a validade do modelo CAPM, poderiam servir de alerta no momento de calcular as taxas de descontos para as decisões de investimentos baseadas unicamente no modelo puro. Como visto o APT pareceu adequar mais à realidade do que o CAPM, especialmente como pesquisado para realidade brasileira.

O modelo puro do CAPM, como apresentado no presente artigo, pode ser relaxado e incorporar variações que eliminam algumas hipóteses, conforme proposto por Copeland & Weston (1988, p.205-212). Porém na prática, por simplificação, justifica-se incluir no modelo CAPM, para encontrar a taxa de desconto nas decisões de investimentos, o Risco País. Nestes termos, a precificação dos ativos dado pelo CAPM com a incorporação do Risco País transforma-se no modelo APT de dois *fatores* – prêmio pelo risco de mercado (F_1) e Risco País (F_2). No caso do Brasil, o índice de Risco Brasil incluído no modelo representa as expectativas dos investidores em relação à uma gama de variáveis determinantes do desempenho econômico-financeiro da economia brasileira. O modelo prático pode ser expresso:

$$R_J = R_F + \beta(R_M - R_F) + R_B$$

Onde R_B representa o Risco Brasil.

Tecnicamente, o Risco País é a sobretaxa que se paga em relação à rentabilidade garantida pelos bônus do Tesouro dos Estados Unidos, país considerado o mais solvente do mundo, ou seja, o país de menor risco. No caso do Risco Brasil o *C-Bond* é o título representativo dos demais títulos soberanos do Brasil. Ou seja, tecnicamente o Risco Brasil é medido pelo *spread* entre o *C-Bond* e *T-Bond*.

Como parâmetros que afetam o prêmio requerido pelos investidores em relação ao *C-Bond*, que tem valor de face de US\$ 1 (um dólar), os analistas utilizam modelos matemáticos e estatísticos que levam em conta a inflação do país, a quantidade e volume de divisas já contraídas, o comportamento das suas exportações (as relações financeiras entre os países são feitas em dólares, principalmente); o quadro político interno; enfim, um conjunto de variáveis que tentam expressar os fatores que possam ter influência na capacidade de um país em assumir compromissos financeiros acordados, ou seja, em última instância: não recorrer a uma moratória.

As medidas de endividamento utilizadas como indicadores de moratória compreendem os quatros índices listados a seguir por Moreira & Rocha (2003):

1. (Dívida externa – reservas)/valor total das exportações acumuladas nos últimos 12 meses:
2. (Dívida externa – reservas)/índice do produto industrial acumulado nos últimos 12 meses:
3. Dívida interna líquida do setor público deflacionado pelo IGP-DI / produto da indústria acumulado nos últimos 12 meses: e
4. Dívida externa/reservas internacionais.

Os dois primeiros correspondem ao grau de esforço em servir a dívida externa. O terceiro refere-se à dívida do setor público e o último, ao grau de liquidez externa do país. O segundo indicador relaciona a dívida externa denominada em US\$ com uma quantidade que é denominada em R\$, tornando necessária a sua correção pela taxa de câmbio.

O grau de esforço em servir estas dívidas parece um indicador abrangente do desequilíbrio de um país e, portanto, da possibilidade de moratória. Olhando para as quatro medidas de endividamento acima conclui-se que o balanço de pagamentos e o equilíbrio fiscal são os dois condicionantes fundamentais da economia, cujos desequilíbrios líquidos (ajustados pela taxa de câmbio e a inflação) afetam diretamente o Risco Brasil.

Assim sendo, quanto pior a situação do país (entendido pelos diversos fatores mencionados acima) maior será o prêmio requerido pelos investidores para comprarem ou manterem o *C-Bond* em suas carteiras de portfólio. O aumento do prêmio do *C-Bond* aumenta o diferencial de juros de tal título em relação ao *T-Bond*, que em consequência faz aumentar o Risco Brasil.

Não é intenção de o presente trabalho exaurir a discussão dos determinantes do Risco Brasil, porém deixar claro que tal índice serve para o investidor como um orientador que indica o preço de se arriscar a fazer negócios no Brasil, ou seja, o Risco Brasil é o “termômetro” das expectativas dos investidores com recursos no Brasil.

Sendo assim, a precificação dos ativos dado pelo CAPM com a incorporação do Risco Brasil derivado a partir do modelo APT de dois *fatores* – prêmio pelo risco de mercado

($R_M - R_F$) e Risco País (R_B) – consegue captar uma gama de variáveis relevantes que afetam o risco de um negócio no Brasil, que consequentemente afetam as decisões de investimento.

Nota-se que a derivação do CAPM pelo modelo APT como apresentado no presente trabalho requer menos hipóteses restritivas, sustentando assim, maior robustez para o desenvolvimento teórico do CAPM, além da possibilidade de corporificar vários fatores condicionantes que afetam a taxa de desconto de um investimento no Brasil, através da inclusão de um único fator: o índice de Risco Brasil.

4. Considerações Finais

Apesar da grande contribuição teórica dada pelo modelo CAPM, seu modelo puro possui limitações de aplicabilidade, principalmente em mercado de capitais ineficientes como o brasileiro. As hipóteses subjacentes para o desenvolvimento deste modelo, restringem à realidade na presença de um mercado eficiente, o que em si, torna-se contestável.

A derivação do modelo CAPM a partir do APT evidencia que este requer menos hipóteses restritivas para seu embasamento teórico, o que por si, aumenta a robustez do modelo. Além do mais, entendido o CAPM como o modelo APT de um único fator, basta ter em mãos outros fatores relevantes (taxa de juros, inflação, variação PIB etc.) para que os possa incluí-lo no cálculo da taxa de desconto.

Neste sentido o índice de Risco Brasil pode ser entendido como um único fator do modelo APT, que intrinsecamente é determinado por uma gama de outros fatores (reservas, exportações, crescimento econômico, expectativas políticas etc.). Ou seja, o índice do Risco Brasil é um único fator que corporifica diversos outros fatores que afetam as expectativas de riscos dos agentes alocam os seus recursos no Brasil.

Desta forma, incorporar o Risco Brasil no modelo CAPM, como justificado no presente trabalho, aumenta a utilidade teórica e simplificação prática para encontrar as taxas de desconto nas decisões de investimentos.

5. Referências Bibliográficas

ASSAF NETO, Alexandre. *Mercado Financeiro*. 3º Ed, São Paulo: Atlas, 2000.

COPELAND, T. E. & WESTON, J. F. *Financial Theory and Corporate Policy*. 3ª. ed. EUA: Addison Wiley Publishing Company, 1988.

MARCOWITZ, H. *Portfolio Selection*. The Journal of Finance, vol. VII – no.1, 1952.

MORREIRA, Ájax R. B. e ROCHA, Kátia. *Determinantes do Risco Brasil: Fundamentos e Expectativas – Uma abordagem de Modelos de Risco de Crédito*. IPEA, Texto para Discussão, n. 945, Rio de Janeiro, Abril de 2003.

NAKAMURA, Wilson T. & CAMARGO JR., Alceu S. *Análise dos Modelos CAPM e APT no Mercado Brasileiro de Ações*. Textos Acadêmicos: InvestSul, 2003. Disponível em: <www.investsul.com.br>. Acesso em: 21/07/2004.

LINTNER, J. *Security Prices, Risk and Maximal Gains from Diversification*. Journal of Finance, dez.1965.

PENTEADO, Marco A. B. & FAMÁ, Rubens. *Será que o Beta que Temos é o Beta que Queremos*. Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, v. 09, nº 3, julho/setembro 2002.

PINDYCK, Robert S. & RUBINFELD, Daniel L. *Microeconomia*. 5º Ed, São Paulo: Prentice Hall, 2002.

ROLL, R. & ROSS, S. A., An Empirical Investigation of the Arbitrage Pricing Theory, *Journal of Finance*, 35 (1980), p. 1074.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JAFFE, Jeffrey F. *Administração Financeira*. São Paulo: Editora Atlas, 1995.

SHARPE, N. E. Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk. *The Journal of Finance*, vol. XIX, no. 3, 1964.

VARIAN, Hal R. *Microeconomia: Princípios Básicos*. Tradução da 5º Edição Americana, Rio de Janeiro: Campus, 2000.